

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SINIF ÖĞRETMENLİĞİ ANA BİLİM DALI

İLKOKUL DÖRDÜNCÜ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BİLİŞSEL
MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Hatice Beyza ALBAYRAK

DOKTORA TEZİ

ADANA / 2023

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SINIF ÖĞRETMENLİĞİ ANA BİLİM DALI

İLKOKUL DÖRDÜNCÜ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BİLİŞSEL
MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Hatice Beyza ALBAYRAK

Danışman: Doç. Dr. M. Sencer ÖZSEZER

İkinci Danışman: Prof. Dr. Kamuran TARIM

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Ayten İFLAZOĞLU SABAN

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Mükerrerrem AKBULUT TAŞ

Jüri Üyesi: Prof. Dr. Güney HACİÖMEROĞLU

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Çağlar Naci HİDİROĞLU

DOKTORA TEZİ

ADANA / 2023

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma, jürimiz tarafından Sınıf Öğretmenliği Ana Bilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr., M. Sencer ÖZSEZER
(Danışman)

Üye: Prof. Dr., Ayten İFLAZOĞLU SABAN

Üye: Doç. Dr., Mükerrerrem AKBULUT TAŞ

Üye: Prof. Dr., Güney HACİÖMEROĞLU

Üye: Doç. Dr., Çağlar Naci HIDIROĞLU

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.

.../.../2023

Prof. Dr. Serap ÇABUK
Enstitü Müdürü

NOT: Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

ETİK BEYANI

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. / / 2023

Hatice Beyza ALBAYRAK

ÖZET

İLKOKUL DÖRDÜNCÜ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BİLİŞSEL MATEMATİKSEL MODELLEME YETERLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Hatice Beyza ALBAYRAK

Doktora Tezi, Sınıf Öğretmenliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. M. Sencer ÖZSEZER

İkinci Danışman: Prof. Dr. Kamuran TARIM

Aralık 2023, 364 sayfa

Bu araştırmada, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel süreci incelenmiştir. Bu kapsamda bu araştırma ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri süresince Borromeo Ferri (2006) tarafından geliştirilen matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel sürecinin incelenmesine dayalı bir *yapılandırmacı öğretim deneyidir*. Araştırmanın çalışma grubu düşük, orta ve yüksek matematiksel modelleme yeterliğine sahip olan sekiz öğrenciden oluşmaktadır. Bu sekiz öğrenci içinden üç öğrenci de odağa alınan öğrenciler olarak belirlenmiştir. Araştırmanın veri toplama aracı, matematik eğitimi nitel araştırmalarında kullanılan göreve dayalı mülakat yöntemidir. Bu doğrultuda bu çalışmada ilkokul dördüncü sınıf öğrencileri için 11 (on bir) farklı model oluşturma etkinliği tasarlanmıştır. Bu 11 farklı model oluşturma etkinliğinin bir tanesi, çalışma grubu ve odağa alınan öğrencileri belirleme; dört tanesi, ön, ara ve son klinik görüşmeler sürecinde kullanılmıştır. Geriye kalan altı model oluşturma etkinliği ise öğretim bölümleri sürecinde uygulanmıştır. Bu doğrultuda öğrencilere model oluşturma etkinlikleri verilerek bir görev üzerinde çalışmalarını sağlanmış, öğrencilerin modelleme yeterlikleri ve gelişimleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda araştırmada ilkokul dördüncü sınıf öğrencileri ile altı öğretim bölümü ve dört klinik görüşmeyi içeren, araştırmacının araştırmacı/öğretmen rolünü üstlendiği, model oluşturma etkinliklerinin işbirlikli öğrenme teknikleri (düşün-konuş-yaz, düşün-eşleş-paylaş, zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış) doğrultusunda uygulandığı bir süreç gerçekleştirilmiştir. İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçleri ve yeterlikleri, Borromeo Ferri'nin (2006) modelleme yeterlikleri doğrultusunda Tekin Dede ve

Bukova Güzel (2018) tarafından oluşturulan Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sürecinin ilk klinik görüşme ve öğretim bölümlerinde, öğrencilerin problemi anlamadan ve sadeleştirmeden doğrudan problem çözme eylemine geçtikleri görülmüştür. Ayrıca öğrenciler sonuç odaklı bir anlayışa sahip oldukları için elde ettikleri matematiksel sonucu yorumalamadıkları ve doğrulamadıkları görülmüştür. Ancak kullanılan işbirlikli öğrenme teknikleri (düşün-konuş-yaz, düşün-eşleş-paylaş, zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış) sayesinde öğrencilerin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini (problemi anlama, problemi sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama, doğrulama) ortaya koyabilmesine imkân sağladığı ve geliştirdiği belirlenmiştir. Bir başka deyişle tasarlanan öğrenme ortamlarının temelini oluşturan işbirlikli öğrenme tekniklerinin (düşün-konuş-yaz, düşün-eşleş-paylaş, zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış) öğrencilerin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca matematiksel modelleme problemleri çözmenin bir başka deyişle problem çözerek matematiksel modellemeye dair deneyim kazanmanın öğrencilerin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Son olarak kullanılan işbirlikli öğrenme teknikleri ve model oluşturma etkinlikleri ile çalışarak matematiksel modelleme süreci yaşayan öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme, işbirliği, matematiksel iletişim becerilerinin (21. yüzyıl becerileri) geliştiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Matematiksel modelleme, bilişsel matematiksel modelleme yeterliği, modelleme yeterliği geliştirme, ilkökul dönemi, işbirlikli öğrenme teknikleri.

ABSTRACT**DEVELOPMENT OF COGNITIVE MATHEMATICAL MODELING
COMPETENCIES OF ELEMENTARY SCHOOL FOURTH GRADE
STUDENTS****Hatice Beyza ALBAYRAK****Ph.D. Thesis, Department of Elementary Education****Supervisor: Doç. Dr. M. Sencer ÖZSEZER****Second Supervisor: Prof. Dr. Kamuran TARIM****December 2023, 364 pages**

In this study, the developmental process of fourth grade elementary school students' cognitive mathematical modeling competencies was examined. In this context, this research is a constructivist teaching experiment based on the examination of the developmental process of mathematical modeling competencies developed by Borromeo Ferri (2006) during the model eliciting activities of fourth grade elementary school students. The study group consisted of eight students with low, medium and high mathematical modeling competencies. Among these eight students, three students were selected as the focus participants. The data collection tool of the study was the task-based interview method used in mathematics education qualitative research. In this study, eleven (11) different model eliciting activities were designed for fourth grade elementary school students. Of these eleven (11) model eliciting activities, one was used for identifying the study group and focus participants, and four were used in the pre-clinical, mid-clinical, and final clinical interview process. The remaining six model eliciting activities were applied during the teaching episodes. In this direction, model eliciting activities were given to the students to work on a task and it was tried to determine the modeling competencies and development of the students. In this direction, a process including six teaching episodes and four clinical interviews with fourth grade elementary school students was carried out in which the researcher assumed the role of researcher/teacher and model eliciting activities were implemented in line with cooperative learning techniques (think-talk-write, think-pair-share, timed pair-share). The mathematical modeling processes and competencies of fourth grade

elementary school students were analyzed using the Rubric for the Assessment of Modeling Skills created by Tekin Dede and Bukova Güzel (2018) in line with Borromeo Ferri's (2006) modeling competencies. In the first clinical interview and teaching episodes of the research process, it was observed that students proceeded directly to problem solving without understanding and simplifying the problem. In addition, since the students had a result-oriented understanding, they did not interpret and validating the mathematical result they obtained. However, it was determined that the cooperative learning techniques used (think-talk-write, think-pair-share, timed pair-share) enabled students to demonstrate and improve their cognitive mathematical modeling competencies (understanding the task, simplifying, mathematizing, working mathematically, interpreting, validating). In other words, it was concluded that cooperative learning techniques (think-talk-write, think-pair-share, timed pair-share), which form the basis of the designed learning environments, improved students' cognitive mathematical modeling competencies. It was also concluded that solving mathematical modeling problems, in other words, gaining experience in mathematical modeling by solving problems, improved students' cognitive mathematical modeling competencies. Finally, it was determined that critical thinking, problem solving, collaboration and mathematical communication skills (21st century skills) of students who experienced mathematical modeling process by working with cooperative learning techniques and model eliciting activities developed.

Keywords: Mathematical modeling, cognitive mathematical modeling competence, modeling competence development, elementary school, cooperative learning techniques.

ÖN SÖZ

Bu mesleğe adım atmamın en büyük motivasyonu, çocukların hayatına dokunabilmektir. Çocukların çevrelerinden dolayı yollarla deneyimledikleri duyular sebebiyle en çok korktukları ders matematik idi. Tabii benim de. İlkokulda hiç sevmemişim ve en çok zorlandığım dersti. Zaman ilerledikçe bu korkunun gerçek olmadığını fark ettim. Ve çocukların da bu korkunun gerçek olmadığını görmelerini istedim. Bu sebeple onlara matematiğin aslında hayatımızın içinde olduğunu ve ne kadar eğlenceli olabileceğini fark etmeleri en büyük isteğim oldu. Bu inançla doktora tezimi, çocukların kendi doğal öğrenme ortamlarında neler başarabileceklerini fark etmeleri üzerine tasarladım. Bu sebeple öncelikle çocuklar, size teşekkür etmek istiyorum. Bana bu korkunun gerçek olmadığını gösterdiğiniz için.

Doktora eğitimim boyunca her daim yanımda olan, bana yol gösteren, tezimin niteliğini arttırmak adına akademik destek ve emeğini esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan değerli danışmanım Doç. Dr. M. Sencer ÖZSEZER'e, her kararında yanımda durduğunuz ve beni her zaman desteklediğiniz için size sonsuz teşekkür ederim. Doktora eğitimim boyunca bana her konuda rehberlik eden, yorulduğumda yola devam etmem için beni ceseratlendiren ve üzerimde çok emeği olan kıymetli ikinci danışmanım Prof. Dr. Kamuran TARIM'a çok teşekkür ederim. Sizlerin öğrencisi olmaktan gurur duyuyorum. Bana inandığınız ve başaracağımı hissettirdiğiniz için çok teşekkür ederim.

Tez izleme komitemde yer alarak bilgi ve fikirleri ile araştırmamın şekillenmesine ve gelişmesine katkı sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Ayten İFLAZOĞLU SABAN ve Doç. Dr. Mükerrer AKBULUT TAŞ'a destekleri için çok teşekkür ederim. Ayrıca, tez savunma jürimde bulunarak sundukları değerli görüşler ile tezimin son şeklini almasında ve niteliğinin artmasında emeği olan saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Güney HACIÖMEROĞLU ve Doç. Dr. Çağlar Naci HIDIROĞLU'na çok teşekkür ederim.

Matematiksel modelleme çalışması yapmamda fazlasıyla emeği olan değerli Hocam Prof. Dr. Esra BUKOVA GÜZEL'e ayrıca teşekkür etmek istiyorum. Doktora eğitimi dönemimde sizden ders alabilme şansına sahip olduğum için, benimle kıymetli bilgi ve deneyimlerinizi paylaştığınız için ve hayatıma dokunduğunuz için size ne kadar teşekkür etsem azdır. Ayrıca bu süreçte çalışmalarından, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli Hocam Doç. Dr. Çağlar Naci HIDIROĞLU'na ve çalışmalarından çok şey öğrendiğim Doç. Dr. Ayşe TEKİN DEDE'ye teşekkürlerimi sunuyorum.

Tezimin pilot ve ana çalışması kapsamında uygulamamı gerçekleştirdiğim Hacı Nazım Turgut İlkokulu'nun değerli sınıf öğretmenleri Yaşar Öğretmen ve Zümrüt Öğretmen'e, benimle sınıflarını ve öğrencilerini paylaştıkları için çok teşekkür ederim. Beni okulun bir parçası olarak kabul ettikleri, emek gerektiren uzun bir sürecin başından sonuna kadar benimle kaldıkları ve özveri gösterdikleri için çok teşekkür ederim. Bununla birlikte araştırma sürecinde desteklerini esirgemeyen Okul Müdürü İsmail İltaş'a, bu zorlu deprem sürecinde her türlü kolaylığı, desteği ve işbirliğini sağladığı için teşekkürlerimi sunarım.

Benim fahri danışmanım olarak nitelendirdiğim canım eşim Ferhat ALBAYRAK, en büyük teşekkürüm sana. Tezimin her bir aşamasında o kadar büyük emeğin var ki. Benimle matematiksel modellemeyi öğrenen, yolumu aydınlatan, bana hayatı kolaylaştıran, gösterdiğim emek ve çabayı hep takdir eden ve hep yanımda olan sevgili eşim Ferhat, yoluma ışık tuttuğun ve elimi hiç bırakmadığın için sana minnetarım.

Son olarak çalışmalarım boyunca manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan canım kardeşim Burak CANBAZOĞLU'na, sevgili annem Fatma CANBAZOĞLU'na ve babam Mikail CANBAZOĞLU'na sonsuz sevgimi ve teşekkürümü sunuyorum.

Ve, kendime teşekkür ederim. Bu zorlu akademi yolunda hiç pes etmediğin ve umudunu hep diri tuttuğun için.

H. Beyza ALBAYRAK

Adana/2023

*Bu tez, 2023 tarihli 6 Şubat depremlerinden etkilenen ve hayatını kaybeden bütün
“çocuklara”
ithaf edilmiştir.*

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
ÖN SÖZ	viii
KISALTMALAR	x
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
GÖRSELLER LİSTESİ	xvi
GRAFİKLER LİSTESİ	xix
EKLER LİSTESİ	xx

BÖLÜM I GİRİŞ

1.1.Problem	1
1.2. Araştırmanın Amacı	7
1.3. Araştırmanın Önemi	8
1.4. Sınırlılıklar	13
1.5. Tanımlar	13

BÖLÜM II KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Model ve Modelleme	15
2.2. Matematiksel Modelleme	16
2.3. Matematiksel Modelleme Perspektifleri	18
2.4. Matematiksel Modelleme Süreci	21
2.5. Yeterlik ve Beceri	31
2.6. Matematiksel Modelleme Yeterliği (Mathematical Modeling Competency)	32
2.7. Borromeo Ferri'nin Bilişsel Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	33
2.8. Model Oluşturma Etkinlikleri (Model Eliciting Activities)	35
2.8.1. Model Oluşturma Etkinliklerinin Prensipleri	38
2.8.2. Model Oluşturma Etkinliklerinin Temel Bileşenleri	41
2.9. İşbirlikli Öğrenme Teknikleri	42

2.9.1. Düşün-Konuş-Yaz Tekniği (Think-Talk-Write)	42
2.9.2. Düşün-Eşleş-Paylaş Tekniği (Think-Pair-Share)	48
2.9.3. Zamanla Sınırlandırılmış Eşleş-Tartış Tekniği (Timed Pair Share)	52
2.10. Öğretim Deneyi	54
2.10.1. Yapılandırmacı Öğretim Deneyi	56
2.11. İlgili Araştırmalar	57
2.11.1. Matematiksel Modelleme ile İlgili Ulusal Araştırmalar	62
2.11.2. Matematiksel Modelleme ile İlgili Uluslararası Araştırmalar	70

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli	76
3.1.1. Yapılandırmacı Öğretim Deneyi	77
3.2. Çalışma Grubu	81
3.3. Veri Toplama Araçları	84
3.3.1. Çalışma Grubu ve Odak Katılımcı Belirleme: Benzin Doldurma	86
3.3.2. Klinik Görüşmeler	87
3.3.2.1. Ön Klinik Görüşme: Neden BIG-S Burger?	87
3.3.2.2. Birinci Ara Klinik Görüşme: İşte Zaman	88
3.3.2.3. İkinci Ara Klinik Görüşme: Tenis Turnuvası	88
3.3.2.4. Son Klinik Görüşme: Adenauer Heykeli	89
3.3.3. Öğretim Bölümleri	89
3.3.3.1. Küçük Kara Balık	90
3.3.3.2. Odamı Dekore Ediyorum!	90
3.3.3.3. Robot Süpürge Alıyoruz!	91
3.3.3.4. Hangi Bilgisayar Mühendisi?	91
3.3.3.5. Büyük Ayak Problemi	92
3.3.3.6. Sınıfımızı Boyuyoruz!	93
3.4. Araştırmacının Rolü	96
3.5. Pilot Uygulama	98
3.6. Araştırma Ortamı	100
3.7. Araştırma Verilerinin Toplanması (Asıl Uygulama)	101
3.8. Verilerin Analizi	105

3.9. Araştırmada Geçerlik ve Güvenirlik	109
3.9.1. İnandırıcılık (İç Geçerlik)	110
3.9.1.1. Uzun Süreli Etkileşim	110
3.9.1.2. Derinlik Odaklı Veri Toplama	111
3.9.1.3. Çeşitleme	111
3.9.1.4. Uzman İncelemesi	112
3.9.1.5. Katılımcı Teyidi	113
3.9.2. Aktarılabirlik (Dış Geçerlik)	113
3.9.2.1. Ayrıntılı Betimleme	113
3.9.2.2. Amaçlı Örneklem	114
3.9.3. Tutarlık (İç Güvenirlik)	114
3.9.3.1 Tutarlık İncelemesi	115
3.9.4. Teyit Edilebilirlik (Dış Güvenirlik)	115
3.9.4.1. Teyit İncelemesi	115

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Ön Klinik Görüşme Bulguları (Neden BIG-S Burger?)	116
4.1.1. Aslanağzı'nın Ön Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular	116
4.1.2. Lemur'un Ön Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular	120
4.1.3. Yunus'un Ön Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular	124
4.2. Birinci Öğretim Bölümüne İlişkin Bulgular	128
4.2.1. Black Grubuna Ait Bulgular	129
4.2.2. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubuna Ait Bulgular	134
4.2.3. Birinci Öğretim Bölümünün Uygulama Süreci ve Araştırmacı/Öğretmenin Rolü	138
4.3. İkinci Öğretim Bölümüne İlişkin Bulgular	145
4.3.1. Black Grubuna Ait Bulgular	145
4.3.2. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubuna Ait Bulgular	149
4.3.3. İkinci Öğretim Bölümünün Uygulama Süreci ve Araştırmacı/Öğretmenin Rolü	156
4.4. Birinci Ara Klinik Görüşmenin Bulguları	162
4.4.1. Aslanağzı'nın Birinci Ara Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular	162

4.4.2. Lemur'un Birinci Ara Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular	166
4.4.3. Yunus'un Birinci Ara Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular	172
4.5. Üçüncü Öğretim Bölümüne İlişkin Bulgular	178
4.5.1. Black Grubuna Ait Bulgular	178
4.5.2. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubuna Ait Bulgular	185
4.5.3. Üçüncü Öğretim Bölümünün Uygulama Süreci ve Araştırmacı/Öğretmenin Rolü	190
4.6. Dördüncü Öğretim Bölümüne İlişkin Bulgular	197
4.6.1. Black Grubuna Ait Bulgular	197
4.6.2. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubuna Ait Bulgular	205
4.6.3. Dördüncü Öğretim Bölümünün Uygulama Süreci ve Araştırmacı/Öğretmenin Rolü	212
4.7. İkinci Ara Klinik Görüşmenin Bulguları	216
4.7.1. Aslanağzı'nın İkinci Ara Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular	216
4.7.2. Lemur'un İkinci Ara Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular	222
4.7.3. Yunus'un İkinci Ara Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular	226
4.8. Beşinci Öğretim Bölümüne İlişkin Bulgular	232
4.8.1. Black Grubuna Ait Bulgular	232
4.8.2. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubuna Ait Bulgular	239
4.8.3. Beşinci Öğretim Bölümünün Uygulama Süreci ve Araştırmacı/Öğretmenin Rolü	246
4.9. Altıncı Öğretim Bölümüne İlişkin Bulgular	251
4.9.1. Black Grubuna Ait Bulgular	252
4.9.2. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubuna Ait Bulgular	258
4.9.3. Altıncı Öğretim Bölümünün Uygulama Süreci ve Araştırmacı/Öğretmenin Rolü	265
4.10. Son Klinik Görüşmenin Bulguları	269
4.10.1. Aslanağzı'nın Son Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular	269
4.10.2. Lemur'un Son Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular	275
4.10.3. Yunus'un Son Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular	281

BÖLÜM V

TARTIŞMA VE YORUM

5.1. Problemi Anlama Yeterliğinin Gelişimsel Sürecine İlişkin Tartışma ve Yorum .	292
5.2. Problemi Sadeleştirme Yeterliğinin Gelişimsel Sürecine İlişkin Tartışma ve Yorum	294
5.3. Matematikselleştirme Yeterliğinin Gelişimsel Sürecine İlişkin Tartışma ve Yorum	296
5.4. Matematiksel Olarak Çalışma Yeterliğinin Gelişimsel Sürecine İlişkin Tartışma ve Yorum	299
5.5. Yorumlama Yeterliğinin Gelişimsel Sürecine İlişkin Tartışma ve Yorum	301
5.6. Doğrulama Yeterliğinin Gelişimsel Sürecine İlişkin Tartışma ve Yorum	303

BÖLÜM VI

SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar	305
6.2. Öneriler	306
6.2.1. Yapılacak Çalışmalara Yönelik Öneriler	306
6.2.2. Uygulamaya Yönelik Öneriler	307
KAYNAKÇA	308
EKLER	327
ÖZGEÇMİŞ	364

KISALTMALAR

CCSSI: Common Core State Standards Initiative

D: Doğrulama

M: Matematikselleştirme

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

MOÇ: Matematiksel Olarak Çalışma

MOE: Model Oluşturma Etkinliği

MYDR: Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği

NCTM: National Council of Teachers of Mathematics

OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development

PA: Problemi Anlama

PISA: Programme for International Student Assessment

PS: Problemi Sadeleştirme

TIMSS: Trends In International Mathematics and Science Study

Y: Yorumlama



TABLOLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. Matematiksel Modelleme Perspektiflerinin Sınıflandırılması	19
Tablo 2. Model Oluşturma Etkinliklerinin Prensipleri	40
Tablo 3. Düşün-Eşleş-Paylaş Tekniğinin Özeti	51
Tablo 4. Zamanla Sınırlandırılmış Eşleş-Tartış Tekniğinin Özeti	53
Tablo 5. Ulusal Literatürde Makalelerin Araştırma Grubuna Göre Dağılımı.....	58
Tablo 6. Ulusal Literatürde Tezlerin Araştırma Grubuna Göre Dağılımı.....	58
Tablo 7. Ulusal Literatürde Makalelerin Çalışılan Konulara Göre Dağılımı.....	59
Tablo 8. Ulusal Literatürde Tezlerin Çalışılan Konulara Göre Dağılımı.....	59
Tablo 9. Uluslararası Literatürde Yapılan Çalışmaların Araştırma Grubuna Göre Dağılımı	60
Tablo 10. Uluslararası Literatürde Yapılan Çalışmaların Konulara Göre Dağılımı	61
Tablo 11. Çalışma Grubunda Yer Alan Öğrencilere Dair Genel Bilgiler.....	82
Tablo 12. Çalışma Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Modelleme Yeterlik Düzeyleri	83
Tablo 13. Öğrencilerin İşbirlikli Öğrenme Grubu Dağılımları.....	84
Tablo 14. Öğretim Deneyi Süresince MOE'lerin Uygulama Akışı	85
Tablo 15. Uygulanan MOE'lerin Bağlamları, Öğrenme Alanları ve Alt Öğrenme Alanlarına Ait Bilgiler.....	85
Tablo 16. Uygulanan MOE'lerin Bağlamları, Öğrenme Alanları ve Alt Öğrenme Alanlarına Ait Bilgiler (devamı)	86
Tablo 17. Geliştirilen Model Oluşturma Etkinliklerinin İlişkili Oldukları Kazanımlar	94
Tablo 18. Pilot Çalışma Sürecinde Uygulanan Etkinlikler ve Uygulama Süreci	99
Tablo 19. Öğretim Deneyi Kapsamındaki Öğretim Bölümleri ve Klinik Görüşmeler	103
Tablo 20. Öğretim Bölümlerinin ve Klinik Görüşmelerin Süreleri	105
Tablo 21. Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği.....	107
Tablo 22. Örnek Tema, Kategori ve Kod Kullanımı	108
Tablo 23. Araştırmada Gerçekleştirilen Geçerlik ve Güvenirlik Yöntemleri	110
Tablo 24. Aslanağzı'nın Ön Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği	117
Tablo 25. Lemur'un Ön Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği	121
Tablo 26. Yunus'un Ön Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği.....	125

Tablo 27. Black Grubunun Birinci Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği	129
Tablo 28. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubunun Birinci Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği	134
Tablo 29. Black Grubunun İkinci Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği	146
Tablo 30. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubunun İkinci Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği	150
Tablo 31. Lemur'un Birinci Ara Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği	167
Tablo 32. Yunus'un Birinci Ara Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği	172
Tablo 33. Black Grubunun Üçüncü Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği	178
Tablo 34. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubunun Üçüncü Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği	185
Tablo 35. Black Grubunun Dördüncü Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği	197
Tablo 36. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubunun Dördüncü Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği	206
Tablo 37. Aslanağzı'nın İkinci Ara Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği	216
Tablo 38. Lemur'un İkinci Ara Klinik Matematiksel Modelleme Yeterliği.....	222
Tablo 39. Yunus'un İkinci Ara Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği	227
Tablo 40. Black Grubunun Beşinci Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği	232
Tablo 41. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubunun Beşinci Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği	240
Tablo 42. Black Grubunun Altıncı Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği	252
Tablo 43. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubunun Altıncı Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği	259
Tablo 44. Aslanağzı'nın Son Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği....	269
Tablo 45. Lemur'un Son Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği	275

Tablo 46. Yunus'un Son Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği	281



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. Modelleme döngüsü	16
Şekil 2. Modelleme döngüsü	17
Şekil 3. Bilişsel perspektif altında modelleme döngüsü	18
Şekil 4. Modelleme süreci	22
Şekil 5. Modelleme süreci	23
Şekil 6. Matematiksel modellemenin basit bir görünümü	23
Şekil 7. Modelleme süreci	24
Şekil 8. Modelleme döngüsü	25
Şekil 9. Modelleme süreci	26
Şekil 10. Modelleme süreci	27
Şekil 11. Matematiksel modelleme süreci	28
Şekil 12. Bilişsel perspektif altında modelleme döngüsü	29
Şekil 13. MOE ve problem çözme arasındaki ilişki	36
Şekil 14. Model oluşturma etkinliklerinin özellikleri	37
Şekil 15. Model oluşturma etkinliklerinin prensipleri	38
Şekil 16. Model oluşturma etkinliklerinin bileşenleri	41
Şekil 17. Düşün-konuş-yaz stratejisi	43
Şekil 18. Düşün-konuş-yaz stratejisi döngüsü	46
Şekil 19. Düşün-eşleş-paylaş stratejisi	49
Şekil 20. Zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış stratejisi	53
Şekil 21. Asıl uygulamanın gerçekleştirildiği özel eğitim sınıfı	101
Şekil 22. Uygulama sınıfının oturma düzeni	102
Şekil 23. Öğretim bölümlerinin dört aşamalı uygulama süreci	104
Şekil 24. Aslanagzı'nın ön klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması	120
Şekil 25. Lemur'un ön klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması	124
Şekil 26. Yunus'un ön klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması	128
Şekil 27. Aslanagzı'nın birinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması	166
Şekil 28. Lemur'un birinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması	171

Şekil 29. Yunus'un birinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması	177
Şekil 30. Aslanağzı'nın ikinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması	221
Şekil 31. Lemur'un ikinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması	226
Şekil 32. Yunus'un ikinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması	231
Şekil 33. Aslanağzı'nın son klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması	274
Şekil 34. Lemur'un son klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması	280
Şekil 35. Yunus'un son klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması	286

GÖRSELLER LİSTESİ

Sayfa

Görsel 1. Aslanağzı'nın matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ön klinik görüşme)	118
Görsel 2. Aslanağzı'nın çözüm kâğıdından bir kesit (ön klinik görüşme)	119
Görsel 3. Lemur'un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ön klinik görüşme).....	123
Görsel 4. Yunus'un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ön klinik görüşme).....	126
Görsel 5. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (birinci öğretim bölümü)	132
Görsel 6. Black grubunun çözüm kâğıdından bir kesit (birinci öğretim bölümü)	133
Görsel 7. Dörtlü beyin fırtınası grubunun çözüm kâğıdından bir kesit (birinci öğretim bölümü)	138
Görsel 8. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ikinci öğretim bölümü)	148
Görsel 9. Black grubunun mektubu (ikinci öğretim bölümü).....	149
Görsel 10. Dörtlü beyin fırtınası grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ikinci öğretim bölümü)	153
Görsel 11. Dörtlü beyin fırtınası grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ikinci öğretim bölümü)	154
Görsel 12. Dörtlü beyin fırtınası grubunun mektubu (ikinci öğretim bölümü).....	156
Görsel 13. Aslanağzı'nın matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (birinci ara klinik görüşme)	164
Görsel 14. Aslanağzı'nın mektubu (birinci ara klinik görüşme).....	165
Görsel 15. Lemur'un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (birinci ara klinik).....	170
Görsel 16. Lemur'un mektubu (birinci ara klinik).....	170
Görsel 17. Yunus'un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (birinci ara klinik görüşme)	175
Görsel 18. Yunus'un mektubu (birinci ara klinik görüşme)	176
Görsel 19. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (üçüncü öğretim bölümü)	183

Görsel 20. Black grubunun mektubu (üçüncü öğretim bölümü).....	184
Görsel 21. Dörtlü beyin fırtınası grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (üçüncü öğretim bölümü)	189
Görsel 22. Dörtlü beyin fırtınası grubunun mektubu (üçüncü öğretim bölümü)	190
Görsel 23. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (dördüncü öğretim bölümü)	202
Görsel 24. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (devamı-dördüncü öğretim bölümü)	204
Görsel 25. Black grubunun mektubu (dördüncü öğretim bölümü).....	205
Görsel 26. Dörtlü beyin fırtınası grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (dördüncü öğretim bölümü)	210
Görsel 27. Dörtlü beyin fırtınası grubunun mektubu (dördüncü öğretim bölümü).....	211
Görsel 28. Aslanağzı'nın matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ikinci ara klinik görüşme)	220
Görsel 29. Aslanağzı'nın mektubu (ikinci ara klinik görüşme).....	220
Görsel 30. Lemur'un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ikinci ara klinik görüşme)	225
Görsel 31. Lemur'un mektubu (ikinci ara klinik görüşme)	225
Görsel 32. Yunus'un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ikinci ara klinik görüşme)	230
Görsel 33. Yunus'un mektubu (ikinci ara klinik görüşme).....	231
Görsel 34. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (beşinci öğretim bölümü)	238
Görsel 35. Black grubunun mektubu (beşinci öğretim bölümü).....	239
Görsel 36. Dörtlü beyin fırtınası grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (beşinci öğretim bölümü)	245
Görsel 37. Dörtlü beyin fırtınası grubunun mektubu (beşinci öğretim bölümü)	246
Görsel 38. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (altıncı öğretim bölümü).....	254

Görsel 39. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (devamı-altıncı öğretim bölümü)	257
Görsel 40. Black grubunun mektubu (altıncı öğretim bölümü)	258
Görsel 41. Dörtlü beyin fırtınası grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (altıncı öğretim bölümü)	261
Görsel 42. Dörtlü beyin fırtınası grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (devamı-altıncı öğretim bölümü)	263
Görsel 43. Dörtlü beyin fırtınası grubunun mektubu (altıncı öğretim bölümü).....	264
Görsel 44. Aslanagzı'nın matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (son klinik görüşme).....	273
Görsel 45. Lemur'un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (son klinik görüşme).....	279
Görsel 46. Yunus'un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (son klinik görüşme).....	285

GRAFİKLER LİSTESİ**Sayfa**

Grafik 1. Aslanagzı'nın bilişsel matematiksel modelleme yeterliği gelişimsel süreci	287
Grafik 2. Lemur'un bilişsel matematiksel modelleme yeterliği gelişimsel süreci	288
Grafik 3. Yunus'un bilişsel matematiksel modelleme yeterliği gelişimsel süreci.....	289
Grafik 4. Black grubunun bilişsel matematiksel modelleme yeterliği gelişimsel süreci	290
Grafik 5. Dörtlü beyin fırtınası grubunun bilişsel matematiksel modelleme yeterliği gelişimsel süreci	291



EKLER LİSTESİ

	Sayfa
Ek 1. Etik Kurul İzin Belgesi	327
Ek 2. Milli Eğitim Uygulama İzni.....	328
Ek 3. Ebeveyn İzin Formu.....	329
Ek 4. Gönüllü Katılımcı Onam Formu	330
Ek 5. Benzin Doldurma Etkinliği	331
Ek 6. Neden Bıg-S Burger? Etkinliği.....	332
Ek 7. İşte Zaman Etkinliği.....	333
Ek 8. Tenis Turnuvası Etkinliği	334
Ek 9. Adenauer Heykeli Etkinliği	335
Ek 10. Küçük Kara Balık Etkinliği	336
Ek 11. Küçük Kara Balık Öğretim Planı.....	338
Ek 12. Odamı Dekore Ediyorum! Etkinliği.....	340
Ek 13. Odamı Dekore Ediyorum! Öğretim Planı	344
Ek 14. Robot Süpürge Alıyoruz! Etkinliği	346
Ek 15. Robot Süpürge Alıyoruz! Öğretim Planı	347
Ek 16. Hangi Bilgisayar Mühendisi? Etkinliği	350
Ek 17. Hangi Bilgisayar Mühendisi? Öğretim Planı.....	353
Ek 18. Büyük Ayak Etkinliği	355
Ek 19. Büyük Ayak Öğretim Planı.....	357
Ek 20. Sınıfımızı Boyuyoruz! Etkinliği	359
Ek 21. Sınıfımızı Boyuyoruz! Öğretim Planı.....	361
Ek 22. Mektup Taslağı	363

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1.Problem

Matematiksel modelleme, gerçek dünyadaki bir durumu matematiksel hale getirme, matematiksel sonucunu elde etme ve elde edilen matematiksel sonucu gerçek yaşam bağlamında yorumlayarak gerçekleşen döngüsel bir süreçtir (Lesh & Doerr, 2003). Matematiksel modelleme süreci bir problem durumu ortaya koymayı, bir modeli formüle etmeyi, analiz etmeyi, sonucu yorumlamayı, doğrulamayı ve sonucu yazılı olarak raporlaştırmayı gerektirmektedir (Common Core State Standards Initiative [CCSSI], 2010). Bir model oluşturma etkinliği ile karşılaşan öğrenciler, gerçek yaşamdaki problem durumunu matematiksel olarak tanımlamakta, tanımladığı matematiksel probleme yönelik modeller oluşturmakta, modeli çözmekte ve elde ettiği sonucu gerçek yaşamdaki problem durumuna göre yorumlayarak döngüsel bir süreç gerçekleştirmektedir. Bu doğrultuda matematiksel modelleme; eleştirel düşünme, yüksek bilişsel talep ve iletişim gibi matematiksel uygulamaları ve süreçleri içeren gerçek yaşamdaki bir görev olarak karşımıza çıkmaktadır (Asempapa, 2015).

Araştırmacılar, meslek örgütleri ve matematik eğitimi standartları, özellikle erken okul yıllarından itibaren matematiksel modellemenin gerekliliğini ve önemini vurgulamaktadırlar (Asempapa, 2015; Blum & Borromeo Ferri, 2009; CCSSI, 2010; Gainsburg, 2008; Lesh & Doerr, 2003; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). Almanya, Avustralya, Finlandiya, İsviçre, İsveç, Singapur, Japonya gibi matematikte başarılı olan daha birçok ülkede ilkokuldan yükseköğretime kadar her kademede uygulanmakta olan matematik dersi öğretim programlarında, matematiksel modellemenin önemli bir yere sahip olduğu belirtilmektedir (Blomhøj & Kjeldsen, 2006; Lingefjärd, 2006; Maaß, 2006; NCTM, 2000; Skolverket, 1997; Stillman, Galbraith, Brown, & Edwards, 2007; Swedish Ministry of Education, 1994). Bu doğrultuda İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı incelendiğinde, bu dönemdeki öğrencilerden, matematik ve gerçek yaşam ilişkisini kurabilmesi ve matematiksel kavram ve becerilerini gerçek yaşamda karşılaştığı problem durumlarında kullanarak çözebilmesi beklenmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Bu beklentiler doğrultusunda ilkokul matematik öğretimi, gerçek yaşam ve matematik ilişkisi üzerine yapılandırılmaya başlandığı görülmektedir (Suh, Matson, & Seshaiyer, 2017). Sonuç

olarak öğrencilerde matematik ve gerçek yaşam ilişkisine yönelik becerilerin geliştirilmesi için matematiksel modelleme süreçlerini içeren model oluşturma etkinliklerinin ilkökul döneminden itibaren kullanılmasının önemi ortaya çıkmaktadır (English & Watters, 2004; Şahin & Eraslan, 2016, 2017; Watters, English, & Mahoney, 2004).

Matematiksel modelleme sürecinde, matematiksel modeller kurularak, gerçek yaşam durumuna çözümler aranmaktadır (Bukova Güzel, Tekin Dede, Hıdıroğlu, Kula Ünver, & Özaltun Çelik, 2018, s. 11). Bu süreçte kullanılan model oluşturma etkinlikleri ise öğrencilerin gruplar halinde işbirliği içinde çalışarak genellenebilir ve prototip olabilecek bir model oluşturabilmeleri için pek çok olasılığa dayalı çözümler ürettikleri, olası farklı çözümler içeren, rutin olmayan, gerçek hayatla ilişkilendirilmiş problem türleridir (Lesh & Doerr, 2003). Model oluşturma etkinlikleri, karşılaştığı gerçek yaşamdaki problem durumlarına çeşitli çözüm yolları üretebilen, üst bilişsel, eleştirel düşünme ve matematiksel iletişim becerilerini geliştirebilen, analitik ve yaratıcı düşünebilen, nitel veriyi nicel veriye dönüştürmek için matematiksel hesaplamalar yapabilen öğrencilerin yetiştirilmesinde bireylere zengin ve çeşitli fırsatlar sunmaktadır (English, 2007; English & Watters, 2004, 2005; Lesh & Doerr, 2003; Watters vd., 2004).

Öğrencilerin, matematiği gerçek yaşam ile ilişkilendirme becerilerini bir başka deyişle matematik okuryazarlığı becerilerini ölçmeyi hedefleyen TIMSS (Trends In International Mathematics and Science Study-Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması) ve PISA (Programme for International Student Assessment-Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı) uygulamaları, matematiksel model ve modelleme süreçlerini önemle vurgulamaktadır. Bu doğrultuda TIMSS ve PISA değerlendirmesinde ülkelere göre başarı sıralamasına bakıldığında, Türkiye'nin matematik ve matematik okuryazarlığı performansının katılımcı ülkelerin çoğunun altında kaldığı ve başarı sıralamasında alt sıralarda yer aldığı görülmektedir (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023a, 2023b). En son gerçekleştirilen PISA 2022 sonuçlarına göre öğrencilerin matematiksel modeller oluşturdıkları ve elde ettikleri sonuçları gerçek yaşam bağlamında değerlendirdikleri “üst performans düzeyinde (beşinci ve altıncı yeterlik düzeyleri)” yer alan ülkemizdeki öğrenci oranları %5.4 olarak ifade edilmiştir (OECD, 2023a, 2023b). Bu oranların, üst performans düzeyi için OECD ortalamasının (%9) altında yer aldığı görülmektedir (OECD, 2023a, 2023b). Bu sebeple öğrencileri ilkökul döneminden itibaren gerçek

yaşam problem durumlarını içeren matematiksel modelleme etkinlikleri ile karşı karşıya getirmenin önemi ortaya çıkmaktadır (Carlson, Wickstrom, Burroughs, & Fulton, 2016; English, 2012; Verschaffel & De Corte, 1997; Watters vd., 2004). İlkokul matematik dersi öğretim programında (MEB, 2018) öğrencilerin matematik okuryazarlığını geliştirmeye yönelik amaç ve kazanımlar yer almasına rağmen çoğu matematik veya sınıf öğretmeni nadiren matematik derslerini, öğrencilerin günlük yaşamıyla ilişkilendirmeyi denemektedir (Steen, Turner, & Burkhardt, 2007). Bu nedenle öğrenciler, matematik ve günlük yaşam arasında bağlantı kuramamakta (Tran & Dougherty, 2014) ve öğrendikleri bilgileri karşılaştıkları problem durumlarına uygulama fırsatını kaçırmaktadırlar (Verschaffel, De Corte, & Vierstraete, 1999). Bu bağlamda matematiksel modelleme öğrencilerin, matematiğin dünyaya katılımını ve anlayışını nasıl desteklediğini görmelerine yardımcı olarak matematik okuryazarlığını geliştirmektedir (Carlson vd., 2016; Şahin, 2019).

Model oluşturma etkinlikleri ile çalışarak matematiksel modelleme süreci yaşayan öğrencilerde 21. yüzyıl becerilerinin temel alanlarından olan öğrenme ve yenilik becerilerini (4C-Critical thinking, Communication, Collaboration, Creative problem solving) oluşturan “*eleştirel düşünme ve problem çözme, yaratıcılık ve yenilikçilik, iletişim ve işbirliği*” becerilerinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır (English, 2002; English & Watters, 2004; P21 Partnership for 21st Century Learning, 2020; Suh vd., 2017). Modelleme süreci aynı zamanda öğrenciler için sosyal deneyimlerdir (Zawojewski, Lesh, & English, 2002). Matematiksel modelleme süreci öğrencilerin açıklamalarını, varsayımlarını, gerekçelerini ve matematiksel sunumlarını içeren açıkça paylaşılabılır ürünler geliştirmeleri gereken küçük grup çalışmaları için özel olarak tasarlanmıştır. Öğrenciler ürünlerini geliştirirken, değerlendirirken ve akranlarıyla paylaşmaya hazırlanırken çok sayıda soru, varsayım, çatışma, gözden geçirme ve karar ortaya koyma gibi becerileri ortaya çıkarmaktadır (English & Watters, 2004).

Borromeo Ferri’ye (2006) göre matematiksel modelleme süreci *problemi anlama, problemi sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, doğrulama ve yorumlama* yeterliklerinden oluşmaktadır. Modelleme sürecinde ilk olarak öğrenciler tarafından problem durumu anlamlandırılmakta ve durumun zihinsel bir gösterimi yapılandırılmaktadır (Borromeo Ferri, 2006). Durumun zihinsel gösteriminden gerçek modele geçişte, verilen durum sadeleştirilmekte, yapılandırılmakta, daha net bir duruma getirilmekte ve problemin çözümü için varsayımlar ve gerekenler yapılmaktadır (Borromeo Ferri, 2006). Öğrencilerin sözlü ifadelerine dayalı olarak oluşturulan gerçek

modelden matematiksel modele geçiş, matematikselleştirme basamağı olarak adlandırılmaktadır (Borromeo Ferri, 2006). Öğrenciler, şekiller, grafikler ve denklemler aracılığıyla kendi gösterimlerini oluşturarak matematiksel model/ler ortaya çıkarmaktadırlar (Borromeo Ferri, 2006). Matematiksel olarak çalışma (aritmetik işlemleri yapma, tablo okuma, vb.) sürecinde, öğrenciler modelleme yeterliklerini kullanarak modellerin çözümünü gerçekleştirmekte ve matematiksel sonuçlar elde etmektedir (Borromeo Ferri, 2006). Sonuçların yorumlanması süreci, matematiksel sonuçlardan gerçek sonuçlara geçilmesini gerektirmektedir (Borromeo Ferri, 2006). Gerçek sonuçların elde edilmesinden sonra öğrenciler gerçek yaşam deneyimlerinden yararlanarak, gerçek sonuçlar ile kendi zihinsel gösterimleri arasındaki uyumun kontrol edilmesi bağlamında doğrulama sürecini gerçekleştirmektedir (Borromeo Ferri, 2006).

Peter-Koop (2004) öğrencilerin *problemi anlamlandırılmalarının* problemi çözmeleri için önemli olduğunu ve modelleme sürecinde genellikle onların bu basamakta güçlük yaşadıklarını vurgulamaktadır. Bununla birlikte Blum ve Borromeo-Ferri (2009) ile Haas, Kreis ve Lavicza'ya (2020) göre öğrenciler, modelleme etkinlikleriyle hem okul ortamında hem de okul dışında fazla karşılaşmadıklarından problem durumları üzerinde düşünmeden ve problemi anlamadan doğrudan çözüm işlemine geçtikleri ifade edilmektedir. Farklı yaş gruplarından öğrencilerle yapılan pek çok çalışmada, öğrencilerin modelleme döngüsünün ilk aşamalarından olan *problem durumunu sadeleştirmenin* oldukça zorlayıcı olduğu (Blum, 2015; Chan, Ng, Widjaja, & Seto, 2012; Haines & Crouch, 2007; Maaß, 2006; Sekerak, 2010) ve problem durumuna uygun varsayım oluşturmakta öğrencilerin zorlandığı vurgulanmıştır (Blum, 2015). Bu durum Maaß'ın (2006) gerçekleştirdiği çalışmasında da vurgulanmış ve öğrencilerin modelleme sürecinde tartışmadıkları, ortaya koydukları çözüm varsayımlarının önemli bir bölümünün eksik olduğu ve bu durumun tartışma sırasında ortaya çıkacak olan yeterlikleri etkilediğini belirtmiştir. *Matematikselleştirme* sürecinde öğrencilerin, matematiksel olarak iyi donanımlı olmalarına rağmen daha basit matematiksel işlemleri tercih edecekleri modeller ortaya koydukları vurgulanmıştır (Biccard, 2010; Biccard & Wessels, 2011; Blum, 2011; English & Watters, 2004; Şahin, 2019; Tekin Dede, 2015). *Matematiksel olarak çalışma* sürecinde öğrencilerin doğrudan problemi çözme eylemine geçme isteğinde bulunmaları ve sistematik bir çözüm yolu geliştiremedikleri ya da bir model ortaya koyamadıkları vurgulanmaktadır (Blum & Borromeo Ferri, 2009; Haas vd., 2020). Bu durumun ise öğrencilerin hızlı bir şekilde sonuç odaklı çözüm yolları geliştirme isteklerinin, modelleme çalışmalarında problem

çözme sürecini olumsuz etkilediği ifade edilmektedir (Eraslan, 2011a; Greefrath, 2015; Şahin, 2014, 2019; Şahin & Eraslan, 2017). Bununla birlikte öğrencilerin elde ettikleri matematiksel sonuçların gerçek yaşam durumları için uygunluğunu *doğrulamadıkları* ve *yorumlama* yapmadıkları vurgulanmaktadır (Berry & Houston, 1995; Blum & Borremeo-Ferri, 2009; Peter-Koop, 2004; Sekerak, 2010). Çözümleri yorumlama ve modeli doğrulama basamakları modelleme süreci için önemli basamakları olarak kabul edildiği (Blum & Borremeo-Ferri, 2009) göz önüne alındığında, öğrencilerin bu yönlerinin geliştirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple bu çalışmada, işbirlikli öğrenme teknikleri (düşün-konuş-yaz, düşün-eşleş-paylaş, zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış) kullanılarak ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel süreci incelenmiştir. Bir başka deyişle, bu tekniklerin uygulama aşamaları ile matematiksel modelleme yeterlikleri arasında ilişki kurularak öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirileceği düşünülmektedir. Bu teknikler temel olarak düşünme, konuşma (tartışma), yazma ve sunma yolu ile gerçekleştirilmektedir. İlk olarak öğrenciler 4-6 kişilik gruplara ayrılır. Ardından öğretmen tarafından öğrencilere gerçek yaşam bağlamında bir problem durumu verilir. Öğrenciler grup içerisinde bireysel olarak problem durumunu okurlar, notlar alırlar ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak düşünürler. Böylece öğrenciler düşünme aşamasını bir başka deyişle *problemi anlama* yeterliğini gerçekleştirmiş olurlar. Ardından öğrenciler düşüncelerini grup arkadaşları ile konuşarak tartışırlar. Bu süreçte öğrenciler fikirleri değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşmaktadırlar. Konuşma (tartışma) aşaması ile birlikte aslında öğrenciler çözüm varsayımı oluşturarak *problemi sadeleştirme*, *matematikselleştirme* ve *yorumlama* yeterliklerini gerçekleştirmiş olurlar. Yazma aşamasında ise öğrenciler oluşturdukları çözüm varsayımını uygulayarak *matematikselleştirme*, *matematiksel olarak çalışma*, *yorumlama* ve *doğrulama* yeterliklerini gerçekleştirmektedirler. Son öğrenme etkinliği ise yazılı rapor haline getirdikleri çözümlerini sunma aşamasıdır. Her gruptan bir öğrenci çözümlerini sunarken, diğer gruplar ise eleştirel bir bakış açısı ile sunulan çözümleri değerlendirip fikirler üreterek *doğrulama* yeterliğini ortaya koymuş olurlar. Ayrıca matematiksel modelleme sürecinin son aşaması olan sunma yeterliği de gerçekleştirilmiş olur. Son olarak bu tekniklerin uygulama aşamaları, öğrencilerin döngüsel bir süreç gerçekleştirmelerine de imkân tanımaktadır. Bu bağlamda model oluşturma etkinlikleri doğası gereği öğrencilerin gruplar halinde işbirliği içinde çalışmasını, problem

durumunu anlamasını, sadeleştirmesini, bir modeli formüle etmesini, analiz etmesini, sonucu yorumlamasını, doğrulamasını ve sonucu yazılı olarak raporlaştırmasını gerektirdiği için öğrencilerin bu süreçte düşünme, konuşma (tartışma), yazma ve sunma davranışlarına sahip olmasının, onların modelleme yeterliklerini geliştireceği düşünülmektedir.

Matematiksel modellemenin ilkokul döneminde yer alması gerektiği, bu dönemdeki çocukların matematiksel bilgi, beceri ve yeterliliklerinin gelişiminde modellemenin önemli olduğu vurgulanmasına rağmen uluslararası literatürde ilkokul dönemi öğrencileriyle yapılan matematiksel modellemeye yönelik çalışmaların azlığı dikkat çekmektedir (English, 2002, 2006, 2007, 2010; English & Watters, 2004, 2005; Haas vd., 2020; Suh vd., 2017; Suh, Matson, Seshaiyer, Jamieson, & Tate, 2021; Watters vd., 2004; Wickstrom & Aytes, 2018). Benzer şekilde ulusal literatür incelendiğinde de ilkokul dönemi öğrencileriyle yapılan matematiksel modellemeye yönelik sınırlı çalışmaya ulaşılmıştır (Delikanlı, 2019; Işık, 2016; Kaygısız, 2021; Şahin, 2014, 2019; Şahin & Eraslan, 2016, 2017; Ulu, 2017). İlkokul öğrencileriyle yapılan uluslararası ve ulusal literatürdeki çalışmalara bakıldığında, çalışma grubunun çoğunlukla 10-11 yaş aralığındaki ilkokul dördüncü sınıf dönemindeki çocuklardan oluştuğu ve bu yaş grubundaki çocukların matematiksel modelleme süreçleri ve karşılaştıkları güçlükler ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Bu çalışmalara örnek olarak Şahin ve Eraslan (2016) tarafından yapılan çalışmada, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin modelleme süreçleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin problemi anlama ve sonuç açıklama süreçlerinde güçlük yaşadıkları belirlenmiştir. Şahin ve Eraslan (2017) tarafından yapılan bir başka çalışma da ise yine bir model oluşturma etkinliğinde ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin problemi anlama ve model kurma süreçlerinde bazı güçlükler yaşadıkları belirlenmiştir. Benzer şekilde Ulu (2017) tarafından yapılan çalışmada da ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin modelleme süreçleri ortaya koyularak, öğrencilerin problemi anlama, matematikselleştirme, gerçek sonuçlar elde etme ve doğrulama süreçlerinde zorluklar yaşadığı sonucuna ulaşılmıştır. İlkokul dönemine yönelik sınırlı sayıda yapılan çalışmalar incelendiğinde, araştırmaların odak noktasının ilkokul öğrencilerinin modelleme süreçleri ve bu süreçte yaşanan güçlükler olduğu ortaya çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda ilkokul öğrencilerinin problemi anlama, problemi sadeleştirme, yorumlama, doğrulama ve sunma matematiksel modelleme süreçlerinde ve yeterliklerinde güçlükler yaşadıkları belirlenmiştir. İlkokul öğrencilerinin

matematiksel modelleme süreçlerinde ve yeterliklerinde güçlükler ve zorluklar yaşadıkları belirlenmiş olmasına rağmen, ilkokul öğrencilerinin belirlenen bu gibi güçlüklerin farkında olup olmadıkları, eksikliklerinin nedenleri ve bu eksiklikleri giderme üzerine tartışılmadığı ortaya çıkmıştır. Bir başka deyişle ilkokul öğrencilerinin modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik çalışma/lar bulunmadığı görülmüştür. Ayrıca ilkokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi sürecinde işbirlikli öğrenme tekniklerinin (düşün-konuş-yaz, düşün-eşleş-paylaş, zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış) nasıl bir gelişimsel süreç olduğunu inceleyen ulusal ve uluslararası literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu eksiklik göz önüne alındığında matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul döneminde uygulanmasının yaygınlaştırılması, sınıf öğretmenlerine öğrenme-öğretme sürecinde yararlanabilecekleri örnek uygulamaların sağlanması ve ilkokul öğrencilerinin modelleme yeterliklerinin gelişimine yönelik bir çalışmanın yapılması ile alanyazındaki önemli bir eksikliği gidereceği düşünülmektedir. Ayrıca karşılaşılan bu güçlüklerin giderilmesinde sınıf öğretmenlerinin uygulama sürecinde nasıl bir role sahip olmaları gerektiği ve uygulanacak etkinliklerin niteliği, içeriği ve uygulama biçiminin belirlenmesinde önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda bu çalışmada, ilkokul dördüncü sınıf öğrencileri için model oluşturma etkinliklerinin tasarlanması, tasarlanan model oluşturma etkinliklerinin işbirlikli öğrenme teknikleri doğrultusunda uygulanması, öğrencilerin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel sürecinin ve bu yeterliklere etki eden etmenlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda araştırmanın problem cümlesi “*İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel süreci nasıldır?*” şeklindedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın genel amacı, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel sürecini incelemektir. Bu genel amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri süresince;
 - Problemi anlama
 - Problemi sadeleştirme
 - Matematikselleştirme

- Matematiksel olarak çalışma
- Yorumlama
- Doğrulama yeterlikleri nasıl bir gelişim göstermektedir?
- İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerine etki eden etmenler nelerdir?

1.3. Araştırmanın Önemi

PISA ve TIMSS uygulamaları, ülkelerin kendi durumlarını görmeleri, diğer ülkelerinki ile karşılaştırabilmeleri ve öğrencilerine belirlenen yeterlikler çerçevesinde ne kadar başarılı bir eğitim verdiklerini göstermektedir (OECD, 2017). PISA araştırması kapsamında tanımlanan matematik okuryazarlığı, öğrencilerin matematiği günlük bağlamlarda kullanabilme kapasitesinin geliştirilmesi ihtiyacına vurgu yapmaktadır. Öğrencilerin bu konuda kapasitelerinin geliştirilmesi için de matematik derslerinde çok sayıda öğrenme yaşantılarının olması önemlidir (OECD, 2019a, 2019b). PISA’da matematik okuryazarlığı, öğrencilerin formülleştirebilme, matematiği işe koşabilme ve yorumlayabilme kapasitelerini ölçmeye odaklanmaktadır. Uygulama içeriğinde yemek hazırlama, alışveriş yapma veya spor müsabakalarını izleme gibi öğrencinin aşına olduğu durumların yanı sıra bir projenin maliyetini hesaplama, ulusal istatistikleri yorumlama veya doğa olaylarını modelleme gibi mesleki, toplumsal ve bilimsel bağlamlara ilişkin sorular da bulunmaktadır. PISA’da başarılı olabilmek için öğrencilerin matematiksel akıl yürütme becerilerini kullanmaları, olayları açıklamak ve tahmin etmek için matematiksel kavramları, işlemleri kullanabilmeleri gerekmektedir. PISA araştırması kapsamında tanımlanan matematik yeterliliği, bireylerin matematiğin dünyadaki rolünü fark etmelerine ve bilinçli kararlar vermelerine yardımcı olmaktadır (OECD, 2019a). Bu şekilde tanımlanan matematik okuryazarlığı, okulda öğrenilen matematiksel kavramları ve işlemleri yeniden üretme yeteneğinden çok daha fazlasını içermektedir. PISA, öğrencilerin bildiklerinden ne kadar anlam çıkarabildiklerini ve yeni durumlarda matematik bilgilerini ne kadar iyi kullanabildiklerini ölçmeyi hedeflemektedir. Bu amaç doğrultusunda, PISA 2012, 2015, 2018 ve 2023 raporları incelendiğinde matematiksel okuryazarlığın, matematiksel modelleme üzerine kurulduğu açıkça belirtilmektedir (OECD, 2013, 2017, 2019a, 2019b, 2023a).

Matematiksel modellemenin tanımı üzerine matematik okuryazarlığını inşa eden PISA, matematiksel modelleme döngülerinin değerlendirmenin merkezinde olduğunu,

katılımcıların aktif birer problem çözücü olarak bu modelleme döngüsündeki aşamalardan geçmelerini amaçlamaktadır (OECD, 2013, 2017, 2019a, 2023a, 2023b). PISA öğrencilerin yalnızca öğrendiklerinin ne kadarını hatırlayabildiklerinin veya öğrendiklerini tekrar kullanıp kullanmadığını değerlendirmemektedir. Aynı zamanda bireylerin öğrendiklerini okul dışı yaşamlarında kullanabilme yeterliklerinin; karşılaşacakları yeni durumları anlamak, sorunları çözmek, bilmedikleri konularda tahminde bulunmak ve muhakeme yapabilmek için bilgi ve becerilerinden ne ölçüde yararlanabildiklerinin belirlenmesi hedeflenmektedir (MEB, 2018).

Matematiksel modelleme döngüsünü tanımlayan PISA, döngünün modelleme yaklaşımı üzerine matematiksel okuryazarlık kavramını inşa etmiş olması, modelleme çalışmalarıyla ortaya konulacak yeterliklerin dünya ülkeleri tarafından ne kadar önemli olduğunu da ortaya koymaktadır. Singapur, Japonya, Hong Kong, Almanya, Avustralya, Hollanda, Danimarka gibi PISA’da matematiksel okuryazarlık alanında üst sıralarda puanlar alan ülkeler, kendi öğretim programlarında bu belirtilen yeterliklerin önemine vurgu yaparak, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini destekleyecek, yeterliğe dayalı öğretim programları geliştirmişlerdir (English, 2015; Maaß, 2006; Ng & Lee, 2015; Vos, 2013). Programlarında matematiksel modelleme yaklaşımının, modelleme problemlerinin ve matematiksel modelleme döngüsü üzerinde öğrencilerin çalışmasının matematiksel modelleme yeterliklerin gelişimine katkı sağlayacağı belirtilmiştir (Ng & Lee, 2015). Matematiksel modellemenin okul ortamına adapte edilmesi matematik eğitiminde önemli amaçlardan biri haline dönüşmüştür (Maaß, 2006). Bu nedenle öğrencilerin gerçek yaşamlarında karşılaştıkları problemleri okul ve sınıf ortamlarında çözüme ulaştırabilmeleri için modelleme yeterliklerine ihtiyaçları vardır (Maaß, 2006). Öğrencilerin matematiksel modelleme çalışmaları ile küçük yaştan itibaren karşılaşmaları, onların modelleme yeterliklerine sahip olmalarını sağlayacak ve geliştirebilecektir. Bu nedenle PISA’da belirtilen matematik okuryazarlığına sahip bireyleri küçük yaşlardan itibaren yetiştirmek, ortaokula gelen bireylere oranla daha anlamlı olmaktadır. Bu bağlamda bu tez çalışmasında ilkokul öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri ile çalışması sayesinde bahsedilen yeterliklerin bireylerde oluşturulmasında etkili olacaktır.

PISA’nın belirttiği yeterliklerin geliştirilmesini hedefleyen ülkelerin programlarına kıyasla Türkiye İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı’nın (2018) özel amaçları incelendiğinde, ilk iki amacın matematik okuryazarlığına vurgu yaptığı görülmektedir. Programda, öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerini

geliştirebilme ve etkin bir şekilde kullanabilme ile matematiksel kavramları anlayabilme ve bu kavramları günlük hayatta kullanabilme özel amaçları bulunmaktadır (MEB, 2018). Ancak matematiksel modelleme kapsamında İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı incelendiğinde, matematiksel modellemenin “*matematiği modelleme*” olarak algılandığı fark edilmektedir. İlkokul döneminde sınıf öğretmenleri matematiksel yapıları, kavramları ve işlemleri modelleyerek anlaşılabilir kılmak için sayma pulları, sayı blokları, kesir kartları, örüntü blokları, geometrik şekiller gibi somut materyaller kullanmakta, ders ve çalışma kitaplarında yer alan alışveriş problemi gibi sözel problem durumlarını (“Burak, kırtasiyeden 6 liraya kalem, 8 liraya kuru boya aldı. Satıcıya 20 lira verdi. Kaç lira para üstü alır?”), MEB, 2021, s. 117) gerçek yaşam problemi olarak algılamaktadırlar. Bu tür kullanımlardan dolayı özellikle ilkokul döneminde matematiksel modelleme, somut materyal kullanımı olarak algılanmaktadır (Çavuş Erdem, Doğan, Gürbüz, & Şahin, 2017; Lesh, Cramer, Doerr, Post, & Zawojewski, 2003). Cirillo, Pelesko, Felton-Kosetler ve Rubel (2016) matematiksel kavram ve yapıların bu şekilde matematiksel temsillerle gösterilmesini matematiksel modelleme yerine “*matematiği modelleme*” olarak ifade etmekte ve matematiksel modellemeden farklı bir süreç olduğunu vurgulamaktadırlar. Cirillo ve diğerleri (2016), model ve modelleme kelimelerinin programda matematiği modelleme ve matematiksel modelleme kavramlarının her ikisi için de kullanıldığını ama bu kavramların birbirinden farklı olduğunu belirtmektedir. Matematiği modellemede matematikten gerçek yaşama, somutlaşmaya doğru bir yönelim söz konusu iken, matematiksel modellemede gerçek yaşamdan matematiğe doğru bir yönelim söz konusudur. Matematiği modellemede amaç matematiksel kavramları daha görsel bir forma sokarak anlaşılır kılmak iken, matematiksel modellemede amaç gerçek yaşamda var olan bir problem durumuna çözüm olabilecek kavramsal araçlar geliştirmektir. Matematiği modellemede daha çok görsel ve somut model anlayışı söz konusu iken, matematiksel modellemede somut modelin yanı sıra eşitlik, eşitsizlik, grafik, tablo gibi her türlü yapının model olabileceği hatta problem çözümünde yapılan varsayımları zihinsel bir model olarak kabul eden (Lesh & Doerr, 2003) bir anlayış söz konusudur.

İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı (2018) kazanımları incelendiğinde, 1., 2., 3. ve 4. sınıflar kazanımlarında matematiksel modelleme yaklaşımına uygun kazanımların yer almadığı, “*modelleme*” kavramının “*modeller kullanarak ya da modelleme yaparak...*”, “*somut nesnelerle modeller yapma*”, “*modelleme yaparak işlem yapma*” biçiminde oldukları belirlenmiştir. 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 matematiksel modellemeye dair yeterli bir tanımlamanın yapılmadığı belirlenmiştir. Bu araştırma ile matematiksel modelleme yeterliklerin sergileneceği öğrenme ortamlarının ve etkinliklerin tasarlanmasıyla, programda yer alan kavramsal sorunların çözümüne katkı sağlanacağı, ilkökul döneminde matematiksel modellemenin nasıl uygulanması ve ilkökul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin nasıl geliştirilebileceği sorusuna yanıt vereceği düşünülmektedir. Ayrıca matematiksel modelleme ile matematiği modellemenin farklı kavramlar olduğu ve bu kapsamda İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı’na ışık tutacağı ve katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Educational Testing Service [ETS] (2007), 21. yüzyıl öğrenme becerilerini bilginin toplanması veya geri çağırılması (hatırlanması), bilgilerin organize edilmesi ve yönetilmesi, bilginin niteliğinin, uygunluğunun ve kullanışlılığının değerlendirilmesi ve mevcut kaynakların kullanımıyla doğru bilginin üretilmesi olarak ifade etmektedir. Bu beceriler ise üç temel alanda gruplandırılmıştır:

- Öğrenme becerileri ve yenilikçi beceriler: Eleştirel düşünme ve problem çözme, iletişim ve işbirliği, yaratıcılık ve yenilikçilik
- Dijital okuryazarlık becerileri: Bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı, bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı
- Kariyer ve yaşam becerileri: esneklik ve uyum-sağlayabilirlik, inisiyatif alma ve öz-yönlendirme, sosyal ve kültürler arası etkileşim, verimlilik ve hesap verebilirlik.

Matematiksel modelleme süreci öğrencilerin açıklamalarını, varsayımlarını, gerekçelerini ve matematiksel sunumlarını içeren açıkça paylaşılabılır ürünler geliştirmeleri gereken küçük grup çalışmaları için özel olarak tasarlanmıştır. Öğrenciler ürünlerini geliştirirken, değerlendirirken ve akranlarıyla paylaşmaya hazırlanırken çok sayıda soru, varsayım, çatışma, gözden geçirme ve karar ortaya koyma gibi becerileri ortaya çıkarmaktadır (English & Watters, 2004). Bu bağlamda model oluşturma etkinlikleri ile çalışarak matematiksel modelleme süreci yaşayan öğrencilerde 21. yüzyıl becerilerinin temel alanlarından olan öğrenme ve yenilik becerilerini (4C- Critical thinking, Communication, Collaboration, Creativity) oluşturan “eleştirel düşünme ve

problem çözme, yaratıcılık ve yenilikçilik, iletişim ve işbirliği” becerilerinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır (English, 2002; English & Watters, 2004; P21 Partnership for 21st Century Learning, 2020; Suh vd., 2017).

Matematiksel modellemenin ilkokul döneminde yer alması gerektiği, bu dönemdeki çocukların matematiksel bilgi, beceri ve yeterliliklerinin gelişiminde modellemenin önemli olduğu vurgulanmasına rağmen uluslararası literatürde ilkokul dönemi öğrencileriyle yapılan matematiksel modellemeye yönelik çalışmaların azlığı dikkat çekmektedir (English, 2002, 2006, 2007, 2010; English & Watters, 2004, 2005; Haas vd., 2020; Suh vd., 2017; Suh vd., 2021; Watters vd., 2004; Wickstrom & Aytes, 2018). Benzer şekilde ulusal literatür incelendiğinde de, ilkokul dönemi öğrencileriyle yapılan matematiksel modellemeye yönelik sınırlı çalışmaya ulaşılmıştır (Delikanlı, 2019; Işık, 2016; Kaygısız, 2021; Şahin, 2014, 2019; Şahin & Eraslan, 2016, 2017; Ulu, 2017). Ulusal alanyazında matematiksel modellemeye yönelik çalışmaların genellikle ortaokul, lise dönemi ve matematik öğretmeni veya matematik öğretmeni adaylarıyla yapılan çalışmaların yoğunlukta olduğu görülmektedir (Çavuş Erdem & Gürbüz, 2018; Deniz & Akgün, 2016; Hıdıroğlu & Bukova Güzel, 2016; Hıdıroğlu & Özkan Hıdıroğlu, 2017; Hıdıroğlu, Tekin Dede, Kula & Bukova Güzel, 2014; Özaltun Çelik & Bukova Güzel, 2018; Özer & Bukova Güzel, 2016; Tekin Dede & Bukova Güzel, 2013). İlkokul dönemine yönelik sınırlı sayıda yapılan çalışmalar incelendiğinde, araştırmaların odak noktasının modelleme süreci ve bu süreçte yaşanan güçlükler olduğu ortaya çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda ilkokul öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçlerinde ve yeterliklerinde güçlükler ve zorluklar yaşadıkları belirlenmiş olmasına rağmen, ilkokul öğrencilerinin belirlenen bu gibi güçlüklerin farkında olup olmadıkları, eksikliklerinin nedenleri ve bu eksiklikleri giderme üzerine tartışılmadığı ortaya çıkmıştır. Bir başka deyişle ilkokul öğrencilerinin modelleme yeterliklerini geliştirmeye yönelik çalışma/lar bulunmadığı görülmüştür. Ayrıca ilkokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi sürecinde işbirlikli öğrenme tekniklerinin nasıl bir gelişimsel süreç olduğunu inceleyen ulusal ve uluslararası literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ayrıca yapılan bu çalışmalarda özgün ilkokul düzeyinde model oluşturma etkinlikleri yerine uluslararası literatürde yer alan model oluşturma etkinlikleri kullanılmıştır. Kullanılan model oluşturma etkinliklerinin çoğunlukla ortaokul, lise düzeyinde ve öğretmen veya öğretmen adaylarına yönelik tasarlandığı görülmektedir (Blum & Borromeo Ferri, 2009; Borromeo Ferri, 2007, 2010; Herget, Jahnke, & Kroll, 2000; Maaß & Mischo, 2011;

Schukajlow, Leiss, Pekrun, Blum, Müller, & Messner, 2012). Bununla birlikte ilkokul dönemi için model oluşturma etkinliklerinin tasarlandığı ve uygulanma süreçlerinin yer aldığı çalışma/lara rastlanılmamıştır. Bu eksiklik göz önüne alındığında matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul döneminde uygulanmasının yaygınlaştırılması, sınıf öğretmenlerine öğrenme-öğretme sürecinde yararlanabilecekleri örnek uygulamaların sağlanması ve ilkokul öğrencilerinin modelleme yeterliklerinin gelişimine yönelik çalışmaların yapılması ile alanyazındaki önemli bir eksikliği gidereceği düşünülmektedir. Ayrıca karşılaşılan bu güçlüklerin giderilmesinde sınıf öğretmenlerinin uygulama sürecinde nasıl bir role sahip olmaları gerektiği ve uygulanacak etkinliklerin niteliği, içeriği ve uygulama biçiminin belirlenmesinde önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda bu çalışmada, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel sürecinin incelenmesi amaçlanmıştır.

1.4. Sınırlılıklar

Bu araştırmanın sınırlılıkları şu şekildedir:

- Bu çalışmanın sonuçları, 2022-2023 eğitim-öğretim yılında Adana’da bulunan bir devlet okulunun dördüncü sınıfında öğrenim gören öğrenciler ile sınırlıdır.
- Bu çalışmadan elde edilen veriler, çalışmada kullanılan model oluşturma etkinlikleriyle sınırlıdır.
- Bu çalışmadaki uygulamalar, İlkokul Matematik Dersi Öğretim Programı’nda (MEB, 2018) yer alan dördüncü sınıfa ait kazanımlarla sınırlıdır.

1.5. Tanımlar

Matematiksel Modelleme: Matematiksel modelleme, gerçek dünyadaki bir durumu matematiksel hale getirme, matematiksel sonucunu elde etme ve elde edilen matematiksel sonucu gerçek yaşam bağlamında yorumlayarak gerçekleşen döngüsel bir süreçtir (Lesh & Doerr, 2003). Matematiksel modelleme süreci bir problem durumu ortaya koymayı, bir modeli formüle etmeyi, analiz etmeyi, sonuçları yorumlamayı, sonucu doğrulamayı ve sonucu yazılı olarak raporlaştırmayı gerektirmektedir (Common Core State Standards Initiative [CCSSI], 2010).

Bilişsel Modelleme: Matematiksel modelleme etkinliklerinin çözümü sırasında öğrencilerin zihinlerinde oluşan bilişsel yapıların ve süreçlerin neler olduğunu

açıklamaya çalışan yaklaşımdır (Kaiser & Srirman, 2006).

Yeterlik: Yeterlik, bir kişinin kişisel olarak ifade ve görevlerin uygunluğunu bilimsel açıdan değerlendirip doğruluğunu kontrol etme, yargılama ve bunları eyleme dönüştürebilme becerisi olarak tanımlanmaktadır (Maaß, 2006). Bir başka deyişle yeterlik sadece beceriden ibaret olmayıp yeteneği de içine alırken, bu beceri ve yeteneklerin istekli biçimde eyleme aktarımını da kapsamaktadır (Maaß, 2006).

Matematiksel Modelleme Yeterliği: İlgili soruları, değişkenleri, ilişkileri veya varsayımları, verilen gerçek durum içerisinde tanımlayabilme; bunları matematiğe transfer edebilme; elde edilen matematiksel sonucu gerçek durum içinde doğrulama ve yorumlama; yapılan varsayımlar altında ulaşılan modelleri karşılaştırma ve analiz etme becerisi olarak tanımlanmıştır (Niss, Blum & Galbraith, 2007).

Bilişsel Matematiksel Modelleme Yeterlikleri: Bilişsel modelleme yeterlikleri “problemi anlama, problemi sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama, doğrulama” yeterliklerinden oluşmaktadır (Borromeo Ferri, 2006).

Model Oluşturma Etkinliği: Model oluşturma etkinlikleri, sonunda bir rakam ya da bir kelime ile yanıtı bulunan geleneksel problemler olmayıp, rutin olmayan-karmaşık gerçek dünya durumlarını ifade eden, kişilerden bu durumu matematiksel olarak yorumlamasını ve bu durumdan yararlanacak bireylerin karar vermesine yardım etmek amacıyla süreci veya yöntemi matematiksel olarak betimlemesi ve formüle etmesini gerektiren, olası farklı çözümler içeren problem durumlarıdır (Lesh & Zawojewsky, 2007; Mousoulides, 2007).

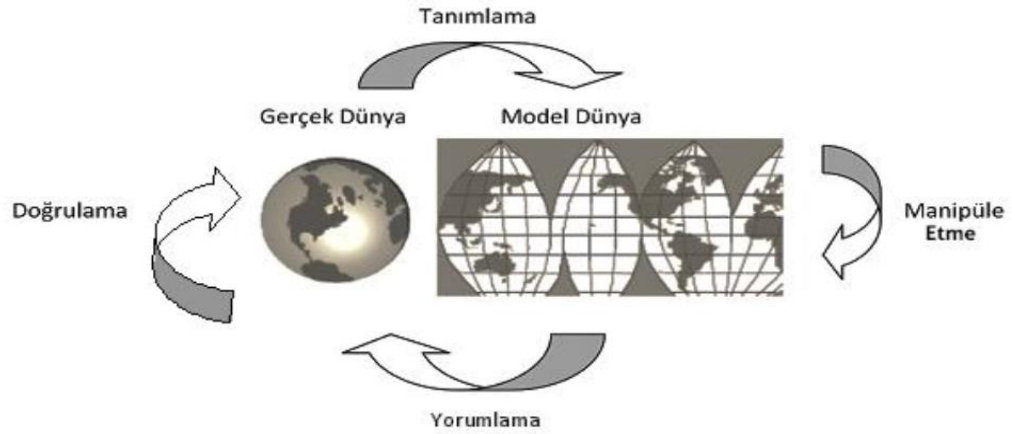
BÖLÜM II

KURAMSAL AÇIKLAMALAR VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Model ve Modelleme

Matematiksel modelleme kavramının ne olduğunu incelemeyden önce model ve modelleme kavramlarının ne anlama geldiklerini açıklamak matematiksel modellemenin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır. English, Fox ve Watters (2005) modelleri bir durumu inşa etmek, yorumlamak, açıklamak ve matematiksel olarak tanımlamak için kullanılan kavramsal sistemler olarak ifade etmektedir. Alternatif olarak, Lesh, Young ve Fennewald (2010) modeli, belirli bir amaç için başka bir sistemi tanımlamak, açıklamak veya tasarlamak için bir sistem olduğunu belirtmektedir. Bu doğrultuda matematiksel model, bir gerçek yaşam durumunun yorumlanmasına, çözümlenmesine olanak sağlayan zihindeki yapıların matematiksel bir forma dönüştürülmüş dış temsilleridir (Lesh & Doerr, 2003). Günlük yaşamda karşılaşılan problem durumlarını matematiksel yollarla çözebilmek için fonksiyon, eşitsizlik, değişken ve formül gibi matematiksel modeller kullanılmaktadır (Lesh & Doerr, 2003; Lingefjärd, 2006). Matematiksel modelleme ise gerçek dünya fenomenlerini temsil etmek, analiz etmek, tahminlerde bulunmak ya da başka bir şekilde içgörü sağlamak için matematiğin kullanıldığı bir süreçtir (Bliss & Libertini, 2016). Matematiksel modelleme sürecinde, matematiksel modeller kurularak, gerçek yaşam çözümüne ulaşılmaya çalışılmaktadır (Bukova Güzel vd., 2018). Bu bağlamda matematiksel modelleme, otantik senaryoları matematik dünyasına çevrildiğinde başlayan döngüsel bir süreçtir. Bu süreçte bireyler, çözümler bulmak için uygun araçları ve yöntemleri seçmekte ve kullanmakta, sonra doğrulamak için çözümleri gerçek dünyaya yeniden uygulamaktadırlar. Gerekirse, gelişmiş çözümler üretmek için modeller geliştirmektedirler. Bu doğrultuda matematiksel modelleme, bu sürecin tamamındaki ilişki olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sriraman'a (2005) 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'a (2000) göre modelleme, bir problem durumunun açıklanması için model oluşturma sürecinden çok daha fazlasını içeren bir süreçtir. Bu iki tanımlamadan da modelin bir durum karşısında ortaya çıkan ürün, modellemenin ise ürün ortaya çıkarken geçen süreç olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Modelleme döngüsü

Kaynak: Lesh & Doerr, 2003

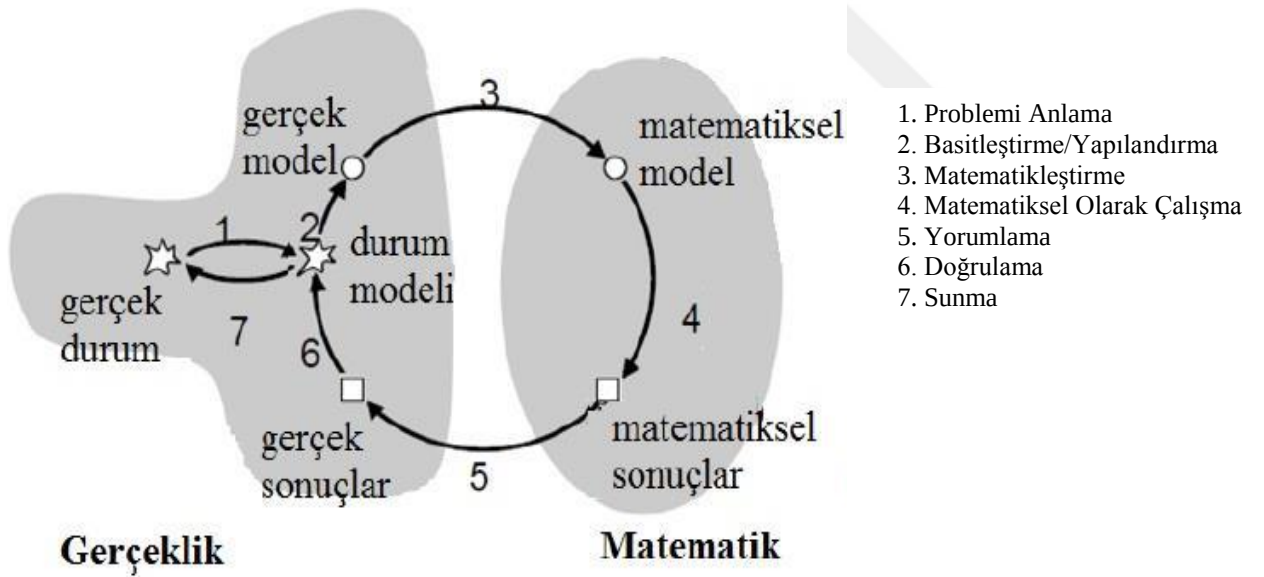
Şekil 1’de görüldüğü gibi Lesh ve Doerr (2003) modelleme döngüsünü dört aşamada tanımlamıştır. Birincisi günlük hayat problemini gerçek dünyadan model dünyaya aktarma yaparak “*tanımlama*” yapmaktır. İkincisi, yapılan modellemeye dair tahminler yürütme ve problem durumuyla ilgili işlem yapmak “*manipüle etme*” basamağındadır. Üçüncüsü, tahmin ve transfer içeren doğru bulunan sonuçlar gerçek hayat problem durumuna uygulanma aşaması “*yorumlama*” basamağındadır. Son olarak da “*doğrulama*” aşamasında uygun bulunan modelin doğruluğu ve kullanılabilirliği araştırılmaktadır. Sonuç olarak modelleme, problemi yorumlama ve tanımlama sürecinde probleme yönelik verilerin zihinde farklı yapılar ve şemalar vasıtasıyla düzenleme, organize etme ve ilişkilendirme yaparak çözümün zihinde yaratılma sürecidir (Lesh & Doerr, 2003).

2.2. Matematiksel Modelleme

Matematiksel modelleme, gerçek dünyadaki bir durumu matematiksel hale getirme, matematiksel sonucunu elde etme ve elde edilen matematiksel sonucu gerçek yaşam bağlamında yorumlayarak gerçekleşen döngüsel bir süreçtir (Lesh & Doerr, 2003). Matematiksel modelleme süreci bir problem durumu ortaya koymayı, bir modeli formüle etmeyi, analiz etmeyi, sonuçları yorumlamayı, sonucu doğrulamayı ve sonucu yazılı olarak raporlaştırmayı gerektirmektedir (CCSSI, 2010). Matematiksel modelleme, gerçek yaşam olgularını temsil etmek, analiz etmek, tahminlerde bulunmak ya da farklı temsil biçimlerinde iç görü sağlamak için matematiğin kullanıldığı bir süreçtir (Bliss &

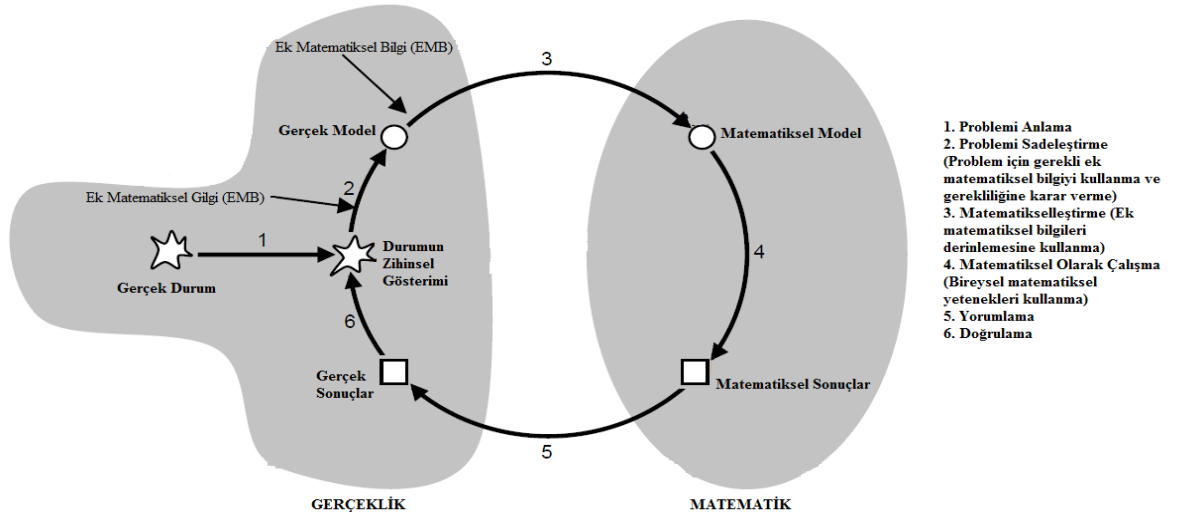
Libertini, 2016). Matematiksel modelleme, gerçek yaşamdaki problem durumlarının matematik dünyasına aktarılmasıyla gerçekleştirilen döngüsel bir süreçtir (Carlson vd., 2016). Matematiksel modelleme sürecinde, matematiksel modeller kurularak, gerçek yaşam durumuna çözümler aranmaktadır (Bukova Güzel vd., 2018). Bir model oluşturma etkinliği ile karşılaşan öğrenciler, gerçek yaşamdaki problem durumunu matematiksel olarak tanımlamakta, tanımladığı matematiksel probleme yönelik modeller oluşturmakta, modeli çözmekte ve elde ettiği sonucu gerçek yaşamdaki problem durumuna göre yorumlayarak döngüsel bir süreç gerçekleştirmektedir.

Matematiksel modelleme sürecine yönelik ortaya koyulan tanımlar genel olarak değerlendirildiğinde, birtakım ortak özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Bunlar arasında en önemli nokta, matematiksel modelleme sürecinin doğrusal olmayan döngüsel bir yapıya sahip olmasıdır. Bu durum Şekil 2’de Blum (2011) ve Şekil 3’de Borromeo Ferri (2006) tarafından ortaya koyulan modelleme döngülerinde daha net görülmektedir.



Şekil 2. Modelleme döngüsü

Kaynak: Blum, 2011



Şekil 3. Bilişsel perspektif altında modelleme döngüsü

Kaynak: Borromeo Ferri, 2006

Blum (2011) ve Borromeo Ferri (2006) tarafından ortaya koyulan modelleme döngülerinde görüldüğü gibi matematiksel modelleme, gerçek yaşamdaki bir problem durumunun matematiksel olarak ifade edilmesi ve matematiksel modeller yardımıyla açıklanması süreci olarak ifade edilebilir. Bir başka deyişle matematik ve gerçek yaşam arasında köprü kurulması yoluyla gerçek yaşamdaki bir durumun matematiksel olarak ifade edilmesidir. Borromeo Ferri (2006) matematiksel modellemenin bir yandan gerçek yaşamdan matematiksel yaşama geçişi, diğer yandan ise bu geçişteki tüm süreci temsil ettiğini ifade etmektedir. Bu bağlamda bu çalışmada ilkökul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimini incelemek amacıyla kullanılan matematiksel modelleme süreci, Borromeo Ferri'nin (2006) çalışmasından derlenerek oluşturulmuştur.

2.3. Matematiksel Modelleme Perspektifleri

Kaiser ve Sriraman (2006) kavramlara yüklenen anlamlar doğrultusunda matematiksel modellemenin farklı perspektifleri için geniş kapsamlı bir sınıflandırma yapmıştır. Bu perspektifler *gerçekçi/uygulamalı modelleme*, *epistemolojik/teorik modelleme*, *eğitimsel modelleme*, *bağlamsal modelleme*, *sosyo-eleştirel modelleme* şeklinde sınıflandırılmıştır (Kaiser & Sriraman, 2006). Bu beş perspektifin ötesinde bir tür meta-perspektif olarak tanımlanan bilişsel modelleme perspektifinden de bahsetmek mümkündür. Bu kapsamda literatürde yer alan günümüzdeki modelleme yaklaşımları Tablo 1'de özetlenmiştir (Bukova Güzel vd., 2018).

Tablo 1.

Matematiksel Modelleme Perspektiflerinin Sınıflandırılması

Perspektif	Temel Hedefleri	Önemli İsimler
Gerçekçi/Uygulamalı Modelleme	Gerçekçi veya otantik problemlere ilişkin yaratıcı çözümler ortaya koyma, gerçek yaşam durumlarını modelleme, modelleme yeterliklerini geliştirme	Burkhardt Haines & Crouch Pollak Kaiser & Schwarz
Epistemolojik/Teorik Modelleme	Teori temelli hedefler gerçekleştirme, gerçekçi matematik eğitime katkı sağlayan modelleme	Chevallard Freudenthal Garcia, Gascon, Ruiz Higuera & Bosch Treffers
Eğitimsel Modelleme	Modelleme yeteneğini geliştirici pedagojik ilişkileri olan modelleme	Blomhøj & Kjeldsen
- Öğretimsel Modelleme - Kavramsal Modelleme	- Öğrenme süreçlerini tasarlama ve geliştirme - Kavramları tanıtmaya ve geliştirme	Lingefjård Maaß Galbraith & Stillman Blum & Niss Maaß
Bağlamsal Modelleme	Konuyla ilişkili ve psikolojik hedefler (Sözel ve açık uçlu problemleri çözme gibi)	Lesh & Doerr
Sosyo-Eleştirel Modelleme	Pedagojik hedefler (yaşadığımız dünyayı eleştirel bir yolla anlama)	Barbosa Skovsmose
Bilişsel Modelleme	- Çözüm sürecinde meydana gelen bilişsel süreçlerin analiz edilmesi ve anlaşılması - Modelleri zihinsel imgeler/fiziksel resimler olarak kullanma veya modellemeyi soyutlama ve genelleme gibi zihinsel süreçler ele alarak matematiksel düşünme süreçlerini geliştirme	Borromeo Ferri Blum Leiss

Gerçekçi/Uygulamalı modelleme perspektifinde temel amaç açık uçlu gerçek yaşam problemlerine çözüm bulabilen insan gücünü ortaya çıkarmaktır. Öğrenilen matematiksel bilgilerin mühendislik veya diğer alanlar ile ilgili problem durumlarında kullanılması yoluyla matematiksel bilgilerin bu alanlara uygulanabilmesi sağlanmaktadır. Gerçekçi ve otantik problemlerin kullanıldığı gerçekçi/uygulamalı modellemede, gerçek yaşam problemlerine yönelik deneyim sahibi olan bireylerin yetiştirilmesi ve bu tür problemlerin üstesinden gelmek için gerekli modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi önem kazanmaktadır. Gerçekçi/Uygulamalı modelleme yaklaşımını benimseyen Pollak (1979) modellemenin, matematik dışında kalan dünya ile matematiğin etkileşim süreci olduğunu belirtmiştir.

Epistemolojik/Teorik modelleme, gerçekçi/uygulamalı modellemeden farklı olarak günlük yaşamda var olan ama fazla karşılaşılmayan problemleri ele almaktadır. Çünkü epistemolojik modellemede temel amaç, günlük yaşam problemlerinden matematiksel teorileri ortaya çıkarmaktır. Bununla birlikte her an farkına varılmayan, karşımıza çıkmayan farklı gerçek yaşam durumlarının temelindeki matematiksel teoriler matematiğin gelişimi için etkili birer pusuladır.

Eğitimsel modelleme perspektifi ile birlikte matematik eğitimi, matematik eğitiminin amaçları, matematik öğretimi ve konuya özgü amaçlar ön plana çıkmaktadır. Eğitimsel modelleme, öğretimsel ve kavramsal modelleme olmak üzere iki alt perspektife odaklanmaktadır. Öğretimsel perspektif öğrenme süreçlerinin yapılmasına, kavramsal perspektif ise modelleme basamaklarındaki üst düzey gelişim yardımıyla matematiksel bir kavramın tanıtılmasına yoğunlaşmaktadır. Bu şekilde matematiksel modelleme ile öğrencilerin temel matematiksel kavramları keşfetmeleri ve yapılandırmaları hedeflenmektedir. Bir başka deyişle keşfedilmesi ve geliştirilmesi hedeflenen matematiksel kavramların uygun modelleme problemleri ile ilişkilendirilmesi sağlanmaktadır.

Bağlamsal modelleme perspektifinin öncülerinden Lesh ve Doerr (2003) matematiksel modelleme problemlerinin öğrencilerin gerçek yaşamdaki bir durumu yorumlamalarını ve kendilerinin anlamlandırabildikleri şekilde matematikselleştirebilmelerini sağladığını ifade etmektedir. Model oluşturma etkinlikleri ile zengin öğrenme deneyimlerinin sağlanabileceği bir sınıf ortamının yaratılması bu yaklaşımın temel hedeflerinden biridir. Buradaki temel amaç, matematiksel kavramların günlük yaşam ile ilişkisinden yararlanılarak öğrencilerin daha etkili ve kavramsal öğrenmelerinin sağlanmasıdır.

Sosyo-eleştirel modelleme perspektifi çalışmalarında söz konusu gerçek yaşam durumundaki kurallar veya kabuller eleştirel bir gözle ele alınmaktadır. Matematiksel modeller yeri geldiğinde ekonomik ve sosyal eşitsizlikleri ortadan kaldırır ve ekonominin maksimum düzeyde faydalı olmasını sağlamaktadır. Bir başka deyişle sosyal düzen bağlamında gerçek yaşam durumu sorgulanmaktadır. Olması gereken durumun neden olmadığı, şu anki durumun ne gibi zararlarının olduğu düşünülür. Bu kapsamda bir karara varmak amaçlanmaktadır. Çözüm sonrasında ise gerçek yaşam durumunun sosyal anlamda iyileştirilmesine yönelik görüşler ön plana çıkmaktadır.

Bilişsel modelleme perspektifinde ise modelleme sürecinde oluşan zihinsel süreçler ve yapıların anlaşılması temel hedef olarak ifade edilir (Kaiser & Sriraman, 2006). Matematiksel modelleme etkinliklerinin çözümü sırasında öğrencilerin zihinlerinde oluşan bilişsel yapıların ve süreçlerin neler olduğunu açıklamaya çalışan yaklaşımdır. Gerekli bilişsel süreçlerin ortaya çıkarılmasının daha etkili bir öğretimin gerçekleştirilmesine olanak sağlayacağını vurgulamaktadır. Bu sayede öğretmenler, öğrencilerin hangi bilişsel süreçlerde zorlandıklarını anlayarak bu durumun üstesinden gelebilecek öğrenme ortamlarının yaratılacağını savunmaktadır. Günümüzde önemine

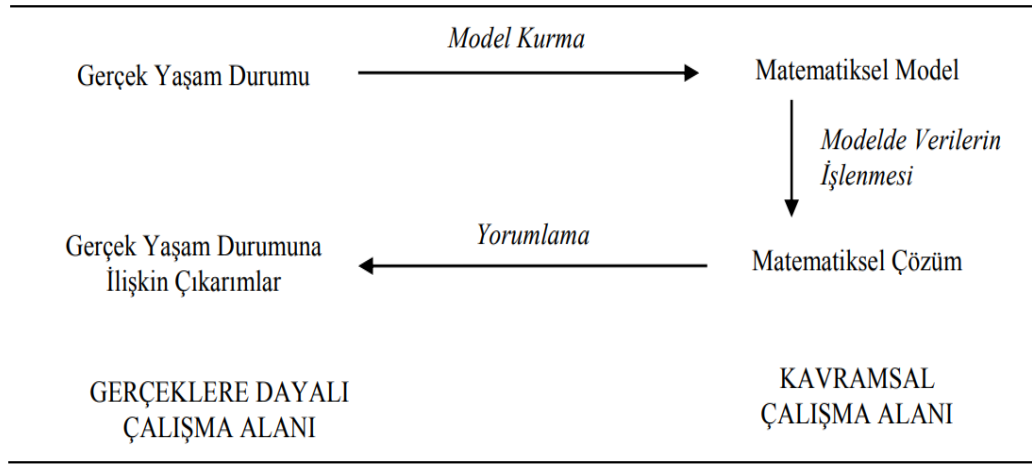
sıklıkla değinilen bir diğer perspektif olan bilişsel modellemede önemli amaçlardan biri de öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri esnasında hangi bilişsel fonksiyonlarının kullanıldığını anlayabilmek, detaylı olarak tanımlayabilmek, analiz edebilmek ve öğrencilerin varsa eksikliklerini veya karşılaştıkları zorlukları ortaya çıkarmaktır. Matematiksel modelleme etkinlikleri gerçekleştirilirken ortaya çıkan bilişsel yapılar, matematiksel düşünme becerilerinin geliştirilebilmesi için uygun ortamların oluşturulmasında kılavuz görevi görmektedir (Bukova Güzel vd., 2018). Ayrıca bu yapılar, öğrenme ortamlarında matematiksel modelleme problemlerinin daha etkili bir araç olarak nasıl kullanılabileceği hakkında önemli ipuçları ve fikirler vermektedir. Bu doğrultuda bu çalışmada ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel sürecinin ve bu yeterliklere etki eden etmenlerin incelenmesi amaçlandığı için çalışmanın temel aldığı matematiksel modelleme perspektifi, bilişsel modellemedir.

2.4. Matematiksel Modelleme Süreci

Haines ve Crouch'a (2101) göre matematiksel modelleme ve bununla ilgili etkinlikler, yazarlar ve araştırmacılar tarafından öğrencilerin davranışlarını anlamak amacıyla yapılan etkinlikler döngüsü olarak modelleme sürecini temsil etmektedir. Matematiksel model oluşturma süreçlerine yönelik geçmişten günümüze pek çok çalışma olmakla birlikte özellikle belli araştırmacıların modelleme süreçleriyle ilgili çalışmalarının dikkat çektiği görülmektedir: Müller ve Wittman (1984), Mason (1988), Doerr (1997), Lesh ve Doerr (2003), Berry ve Houston (1995), Blum ve Niss (1991), Blomhøj ve Jensen (2003, 2006), Galbraith ve Stillman (2006), Mousoulides (2007), Borromeo Ferri (2006), Blum ve Borromeo Ferri (2009). Bu bölümde bazı modelleme süreçlerine ve bu çalışmada kullanılan modelleme sürecine (döngüsüne) yer verilecektir.

Matematiksel modelleme süreci ile ilgili Almanya'daki çalışmalarda etkileri görülen Müller ve Witmann'ın (1984) modelleme süreci (Bkz. Şekil 4) üç temel basamaktan oluşmaktadır. Müller ve Witmann'ın ilkökul öğrencileriyle gerçekleştirdikleri çalışmalar sonucunda *model kurma*, *modeldeki verileri işleme* ve *yorumlama* basamakları yer almaktadır. Bu çalışma, modelleme sürecini basamaklar ve bileşenler yardımıyla sunması ve sürecin döngüsellliğini vurgulaması yönüyle sonraki modelleme süreci çalışmalarına yön vermiştir. Ancak çalışmada süreç açıklanırken

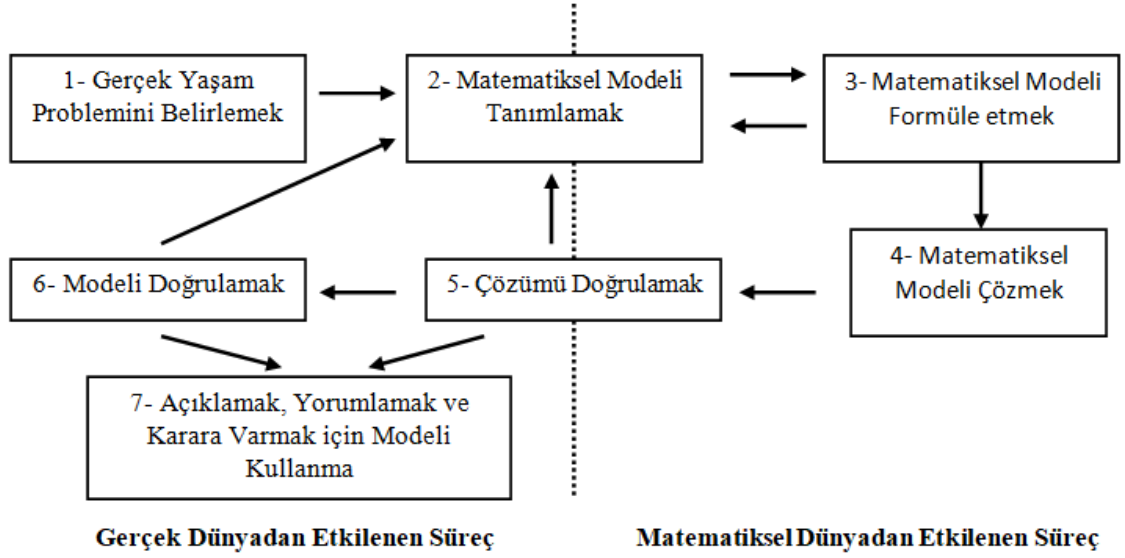
doğrudan döngüsellikten ve basamaklar arasındaki etkileşimden bahsedilmemiştir.



Şekil 4. Modelleme süreci

Kaynak: Müller & Wittmann, 1984, akt. Peter Koop, 2004

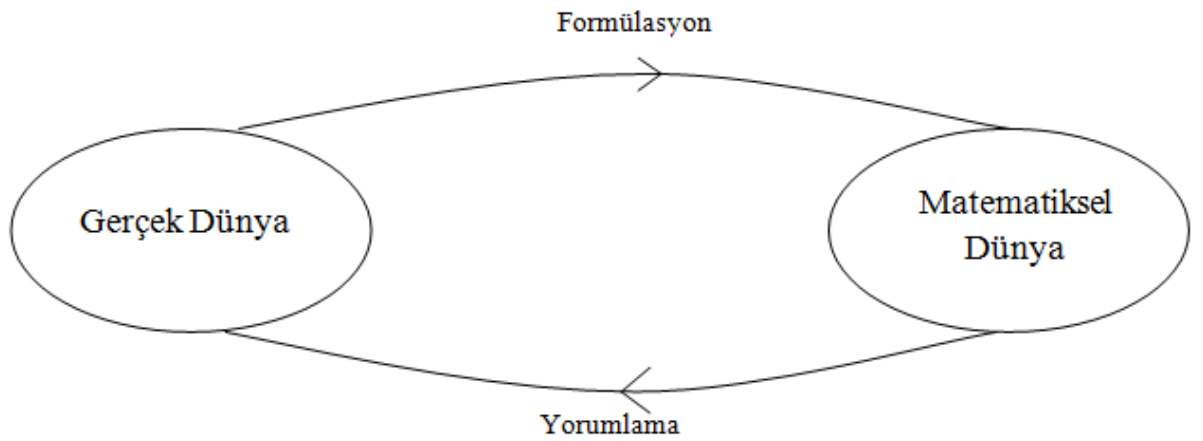
Modelleme sürecini açıklamaya çalışan bir diğer kişi de Mason'dur. Mason (1988) matematiksel modellemeyi (Bkz. Şekil 5) basamaklar arasında doğrusal olmayan geçişleri barındıran karmaşık bir süreç olarak ifade etmektedir. Mason (1988) da Müller ve Witmann (1984) gibi modelleme sürecini açıklarken, sol tarafın gerçek dünya ile ilgili, sağ tarafın ise matematiksel dünya ile ilgili durumları içerdiğini ve sürecin ortasında iki dünya arasındaki ilişkinin açıklandığını belirtmektedir. Farklı olarak basamaklar arası okları kullanarak basamaklarda doğrusal geçişlerin olmayabileceğini ve aralarında sürekli geçişlerin söz konusu olabileceğini göstermiş ve böylece süreç modelinde döngüsellığı vurgulamıştır.



Şekil 5. Modelleme süreci

Kaynak: Mason, 1988

Berry ve Houston (1995), modelleme sürecinin genel yapısının iki temel bileşen ve iki temel basamaktan oluştuğunu ifade etmektedirler. 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 6’daki gibi belirtmişlerdir.



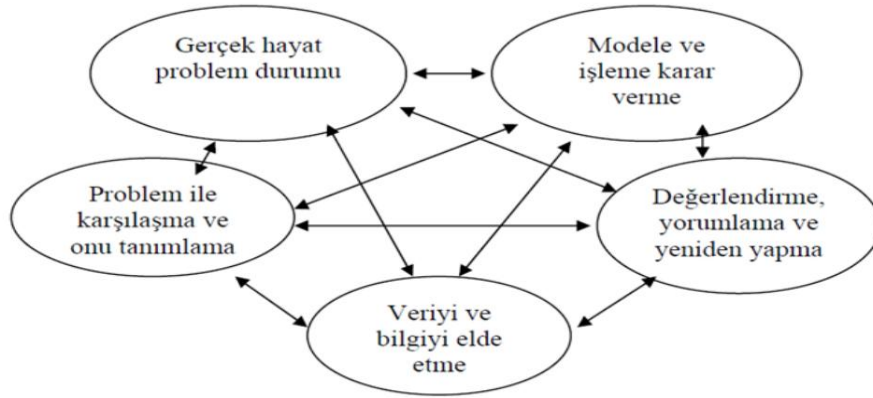
Şekil 6. Matematiksel modellemenin basit bir görünümü

Kaynak: Berry & Houston, 1995

Berry ve Houston (1995) matematiksel modellemeyi, bir gerçek yaşam probleminin matematiksel probleme dönüştürülüp uygun varsayımlarla modellerin oluşturulduğu, modellerin çözümü ile elde edilen sonuçların yorumlandığı ve

gerektiğinde çözüme geri dönüldüğü bir süreç olarak tanımlamaktadır. Bu doğrultuda Berry ve Houston'a (1995) göre modelleme süreci *problemi anlama, değişkenleri seçme, matematiksel modeli kurma, matematiksel problemi çözme, çözümü yorumlama, modeli doğrulama, modeli başka problemler için geliştirme ve rapor hazırlama* basamaklarından oluşmaktadır.

Doerr (1997) matematiksel modelleme sürecinin doğrusal olmadığını ifade ederek, sürecin basamakları arasındaki ilişkileri ve geçişleri olduğuna vurgu yapmaktadır. Doerr'in (1997) 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'e (1997) göre problemi anlamlandırmaya yönelik kurulan model, çözüm değil çözüme ulaştırmak için kullanılan bir vasıta. Doerr'in modelleme sürecini Şekil 7'de yer almaktadır.

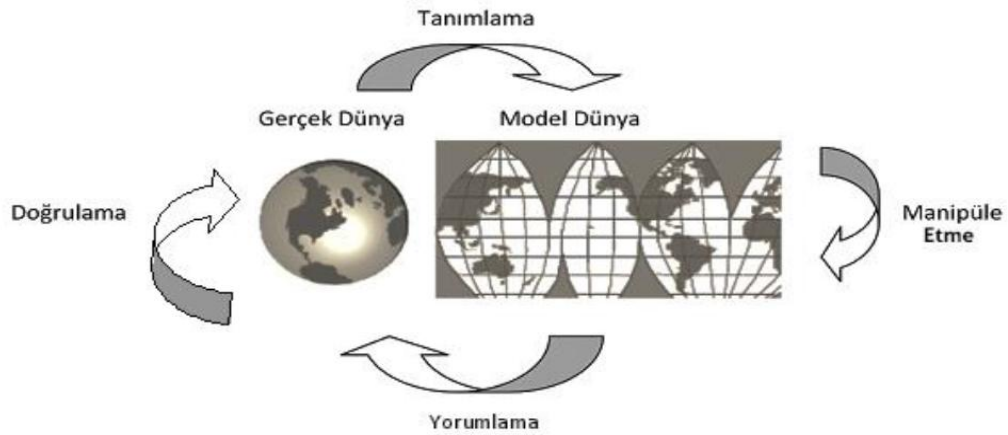


Şekil 7. Modelleme süreci

Kaynak: Doerr, 1997

Lesh ve Doerr (2003) matematiksel modelleme sürecinde ilk olarak, gerçek dünya ile modellerin oluşturduğu dünya arasında bir bağlantının kurulması gerektiğinin önemini belirtmektedir (Bkz. Şekil 8). 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

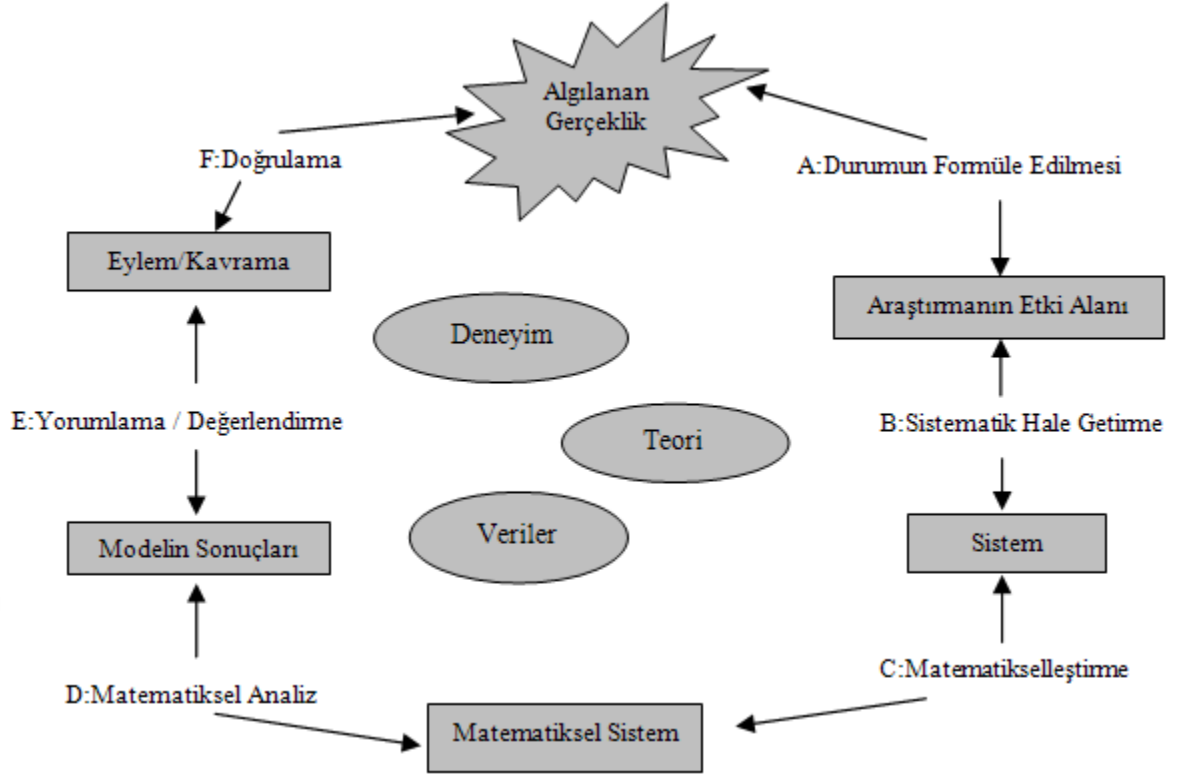
manipölasyon basamağında ise değişkenleri ve aralarındaki ilişkileri tanımlama, hipotezler kurma, kavramsal bilgiyi değerlendirme gibi manipölatif işlemler yapılır. Diğer bir ifade ile problemin birinci aşamasında belirlenen bileşenler matematiksel olarak ifade edilir. Bu aşamada ayrıca kavramlar ve 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 8. Modelleme döngüsü

Kaynak: Lesh & Doerr, 2003

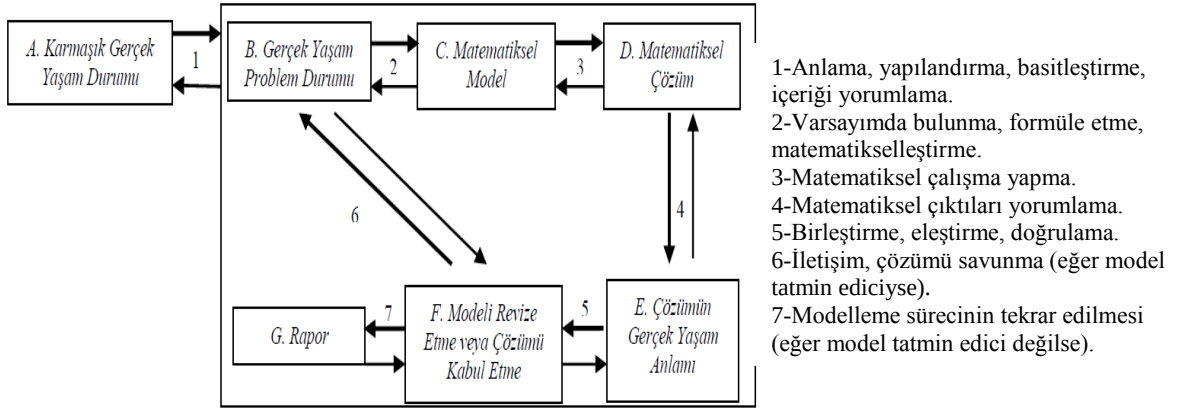
Blomhøj ve Jensen ilk olarak 2003 yılında modelleme sürecini doğrusal biçimde açıklarken, 2006 yılında süreci döngüsel olarak ifade etmişlerdir (Bkz. Şekil 9). Bu doğrultuda Blomhøj ve Jensen'in (2006) modelleme süreci *problemi formüle etme*, *sistematikleştirme*, *matematikselleştirme*, *matematiksel analiz yapma*, *sonuçları yorumlama* ve *değerlendirme* ve *modeli doğrulama* basamaklarından oluşmaktadır.



Şekil 9. Modelleme süreci

Kaynak: Blomhøj & Jensen, 2006

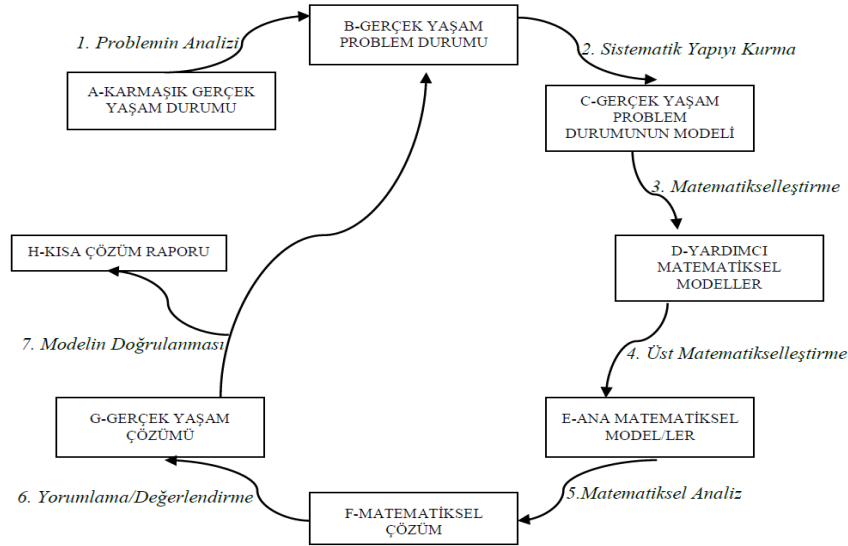
Son yıllarda matematiksel modelleme sürecine teknolojinin entegre edilmesiyle süreç basamaklarının çeşitlendiği görülmektedir. Özellikle 2000’li yıllardan itibaren bu çalışmalar hız kazanmıştır (Ang, 2010; Galbraith & Stillman, 2006; Hıdıroğlu, 2012, 2015, Mousoulides, 2007). Galbraith ve Stillman (2006) teknoloji destekli modelleme sürecini *gerçek yaşam problem durumu, matematiksel model, matematiksel çözüm, çözümün gerçek yaşam anlamı, modeli revize etme veya çözümü kabul etme* ve rapor basamakları bağlamında yapılandırmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Modelleme süreci

Kaynak: Galbraith & Stillman, 2006

Matematiksel modelleme sürecine teknolojiyi entegre eden Hıdıroğlu'nun (2012) döngüsünde ise sekiz ana bileşen ve bu bileşenler arasındaki geçişleri sağlayan yedi basamak bulunmaktadır (Bkz. Şekil 11). 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. Sistematik 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 11. Matematiksel modelleme süreci

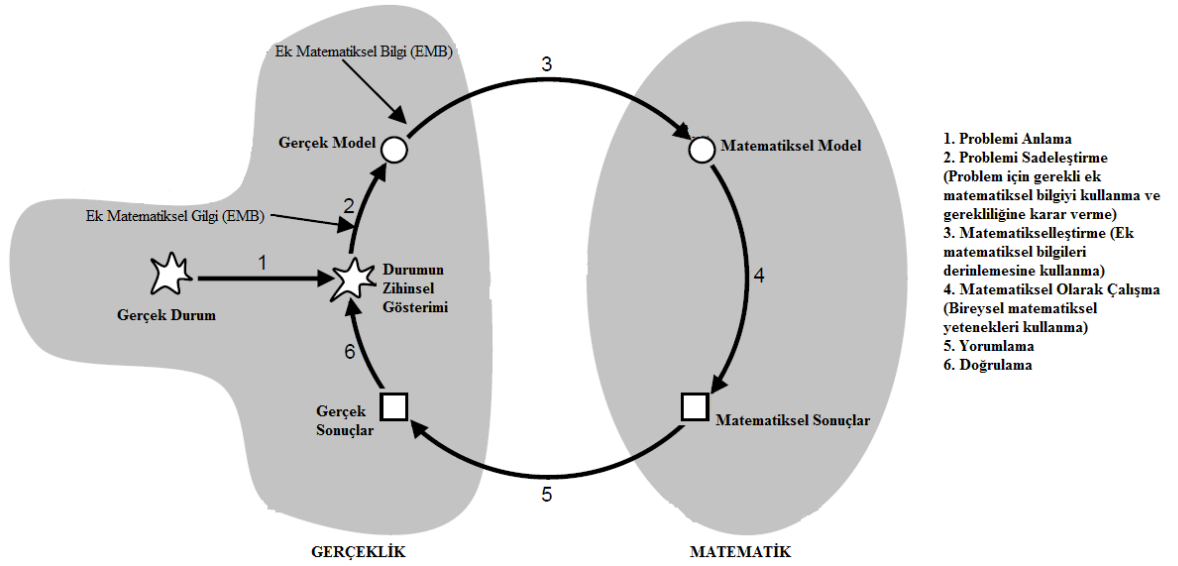
Kaynak: Hıdıroğlu, 2012

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 çalışmaların olduğu (Pollak, 1979; Kapur, 1982; Müller & 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, Greer, & De Corte, 2002; Borromeo Ferri, 2006; Blomhøj & Jensen, 2006; Ang, 2010; Kang & Noh, 2012).

Modelleme ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, farklı modelleme süreçlerinin olduğu dikkat çekmektedir. Borromeo Ferri (2006) bu farklılığı, araştırmacıların modellemeyi yorumlamalarına ve problemlerin yapısına bağlamaktadır.

Modelleme sürecinin yinelemeli doğası nedeniyle, ara modellerin ve modelleme sürecinin değerlendirilmesi, giderek daha etkili ve verimli bir modele doğru ilerlemek için çok önemlidir (Zawojewski, 2016). Bu çalışmada matematiksel modelleme süreci çerçevesinde ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini incelemek amacıyla kullanılan matematiksel modelleme süreci, Borromeo Ferri'nin (2006) çalışmasından derlenerek oluşturulmuştur.

Borromeo Ferri'nin (2006) çalışmasındaki modelleme süreçleri dikkate alınarak derlenen bilişsel perspektif altında modelleme döngüsünün temel basamakları aşağıda Şekil 12'de açıklanmıştır:



Şekil 12. Bilişsel perspektif altında modelleme döngüsü

Kaynak: Borromeo Ferri, 2006

Borromeo Ferri (2006) tarafından tanımlanan bilişsel 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 anlayamayacağı 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. Bu doğrultuda Borromeo Ferri'nin (2006), bilişsel perspektif altında modelleme döngüsü şu şekildedir:

Gerçek Durum (Real Situation): Gerçek durum, problemde verilen durumu ortaya koymaktadır. Bu bir resim, bir metin veya her ikisi beraber de olabilir. Gerçek durumdan durumun zihinsel temsiline geçişte birey problemi az çok anlamıştır. Problemde verilen durum için, bireyin çok da farkında olmadığı örtülü bir düzeyde zihinsel bir yapılandırma meydana gelmektedir. Birey problem durumunu anlamasa bile verilen görev üzerinde çalışmaya devam edebilir.

Durumun Zihinsel Temsili (Mental Representation of the Situation): Birey problemde verilen durum için zihinsel bir temsile sahiptir. Durumun zihinsel temsili, bireyin matematiksel düşünme biçime göre farklılık gösterebilir. Bunlar; (a) Bireyin kendi deneyimleri ile güçlü bağlantıları olan görsel imgeler, (b) Kişinin ilişkilendirmek veya bir araya getirmek istediği, daha çok problemde verilen sayılar veya gerçeklere (doğrulara) odaklanma şeklinde ortaya çıkabilir. Gerçek durum ve durumun zihinsel temsili arasındaki farklılığın iki ana unsuru vardır. Bunlar; (a) verilen problem ve bununla bağlantılı durumlar üzerinde farkında olmadan yapılan basitleştirmeler, (b) modelleme sürecinde probleme nasıl yaklaşılabileceği üzerine yapılan bireysel tercihlerdir.

Durumun zihinsel temsilinden gerçek modele geçiş sürecinde, kişinin çok daha farkında olduğu bir basitleştirme ve somutlaştırma yapılır. Çünkü durumun zihinsel temsili esnasında birey, problemde verilen bilgileri süzgeçten geçirirken seçimlerinde nasıl bir yol izleyeceğine yönelik kararlar alır. Verilen problemin türüne bağlı olarak yeni bir soru veya ek matematiksel bilgi ihtiyacı ortaya çıkar.

Gerçek Model (Real Model): Bu aşamanın, durumun zihinsel temsili ile çok güçlü bir ilişkisi vardır. Çünkü gerçek model çoğunlukla bireyde içsel olarak inşa edilir. Bu durum dışsal temsillerin (çizimler ya da formüller) gerçek bir modeli de temsil edebileceği anlamına gelir. Ama bu kararda yani dış temsillerin oluşturulduğu esnada bireyin sözlü ifadeleri hayati rol oynar. Gerçek modelden matematiksel modele geçiş, matematikselleştirme sürecinde bireylerin ek matematiksel bilgiye (verilen probleme bağlı olarak) güçlü bir şekilde ihtiyaç duyması ve bu bilgileri kullanarak bir matematiksel model oluşturmasıyla gerçekleşir.

Matematiksel Model (Mathematical Model): Bu aşamada bireyler temel olarak çizimler ya da formüllerle dışsal temsilleri oluştururlar. Artık bireylerin sözlü ifadeleri

problemin gerçek durumunu ifade etmekten ziyade daha çok matematiksel bir düzeydedir. Matematiğe geçiş burada tamamlanır. Matematiksel modelden matematiksel sonuçlara geçişte bireyler kendi matematiksel bilgi ve deneyimlerini kullanırlar.

Matematiksel Sonuçlar (Mathematical Results): Burada bireyler çoğunlukla oluşturdukları model üzerinden elde ettikleri sonuçları yazarlar. Sonuçların yorumlanması matematiksel sonuçlardan gerçek sonuçlara geçiş esnasında olur. Bu önemli aşama bireyler tarafından çoğunlukla farkında olmadan gerçekleştirilir.

Gerçek Sonuçlar (Real Results): Ulaştıkları matematiksel sonuçların gerçeğe uygun sonuçlar olup olmadığı bireyler tarafından tartışılır.

Doğrulama (Validating): Bireyler elde ettikleri matematiksel sonuçların geçerliğini doğrularken, ulaştıkları gerçek sonuçları ve durumun zihinsel temsil durumları üzerine düşünürler. Bu onlar için doğru da olabilir yanlış da olabilir. Verilerin temelinde bireylerce iki farklı doğrulama biçimi kullanılabilir.

Sezgisel Doğrulama (daha bilinçsiz): Birey elde ettiği sonuçların açıklayamadığı bir nedenden ötürü yanlış olduğunu bilir veya elde ettiği sonuçların kendi deneyimleri ve bununla ilgili etkileşimlerine uygun düşmediğinden yanlış olduğunu hissedebilir. Dolayısıyla bu daha çok farkında olmadan alınan bilinç dışı sezgisel bir karardır.

Bilgi Tabanlı Doğrulama (daha bilinçli): Problemden nasıl bir ek matematiksel bilgiye ihtiyaç duyulduğuna bağlı olarak bireyler farklı şekillerde doğrulamalar yaparlar. Dolayısıyla bilgi temelli doğrulamada, bireyler ek matematiksel bilgilerine bağlı olarak buldukları sonuçlar ile ya hem fikir olurlar ya da olmazlar. Bu iki bilinç türü; farkında olan ama bilgi temelli olmayan ile farkında ve bilgi temelli olmak üzere birbirinden ayırt edilebilir.

Hem sezgisel hem de bilgi temelli doğrulama bireyin önceki deneyim ve etkileşimleri ile ilişkilidir. Bireylerin çoğunlukla doğrulama yapmama nedenini bunu büyük ölçüde içsel matematiksel doğrulama şeklinde yaptıkları içindir. Onlara göre doğrulama matematiksel modelin hesaplanmasıdır. Bu yüzden sonuçları gerçek durumla ilişkilendirmezler.

2.5. Yeterlik ve Beceri

Yeterlik (competency) ve beceri (ability) kavramları arasındaki ilişki, bu iki kavramın birbiri yerine kullanılmasına sebep olabilmektedir. Bu sebeple bu bölümde

yeterlik ve beceri kavramları açıklanarak, bu kavramlar arasındaki ilişki ortaya koyulmuştur.

Beceri, bireyde var olan yeteneklerin eğitilerek, bireyin bir amaca ulaşmasını sağlayacak şekilde örgütlenmesidir (Tekin Dede, 2015). Yeterlik, bir kişinin kişisel olarak ifade ve görevlerin uygunluğunu bilimsel açıdan değerlendirip doğruluğunu kontrol etme, yargılama ve bunları eyleme dönüştürebilme becerisi olarak tanımlanmaktadır (Maaß, 2006). Bu tanımlardan da anlaşılacağı üzere yeterlik ve beceri birbirini ile ilişkili kavramlar olup, yeterlik becerileri kapsayan bir kavramdır. Yetenek ise bir duruma uyma konusunda organizmada bulunan ve doğuştan gelen güç, kapasitedir (Türk Dil Kurumu, 2022). Tanner ve Johnes (1995) göre motivasyon, modelleme yeterliğinin temel parçalarından biridir. Yeterliğin gerçekleştirilmesinde, bireyin istekli oluşu ve motivasyonu da önemlidir (Maaß, 2006). Bir başka deyişle yeterlik sadece beceriden ibaret olmayıp yeteneği de içine alırken, bu beceri ve yeteneklerin istekli biçimde eyleme aktarımını da kapsamaktadır (Maaß, 2006).

Niss, Blum ve Galbraith'e (2007) göre yeterlik, yapılması gereken belirli eylemleri içeren problem durumlarında, bireyin bu eylemleri yapabilme becerisi olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte yeterlik, bir kişinin belirli bir durum içinde karşılaştığı zorlukların üstesinden gelebilmek için eyleme geçme noktasında “içsel olarak hazır olma durumu” şeklinde de açıklanmaktadır (Blomhøj & Jensen, 2007; Jensen, 2007). Kişisel, profesyonel ya da sosyal yaşamın bazı alanlarında bir yeterliğe sahip olmak, o alandaki yaşamın esas unsurlarını orta düzey şart ve koşullar altında kabul edilebilir bir ölçüde ustalıkla gerçekleştirmek demektir (Niss, 2015). Bu bağlamda matematiğin oynadığı veya rol oynayabileceği bağlamlarda matematiği anlama, yorumlama, matematik yapma ve matematiği kullanma becerisi “matematiksel yeterlik” olarak tanımlanmaktadır (Niss, 2003).

2.6. Matematiksel Modelleme Yeterliği (Mathematical Modeling Competency)

Matematiksel modelleme yeterliği Niss ve diğerleri (2007) tarafından, ilgili soruları, değişkenleri, ilişkileri veya varsayımları, verilen gerçek durum içerisinde tanımlayabilme; bunları matematiğe transfer edebilme; elde edilen matematiksel sonucu gerçek durum içinde doğrulama ve yorumlama; yapılan varsayımlar altında ulaşılan modelleri karşılaştırma ve analiz etme becerisi olarak tanımlanmıştır. Bu yeterlilik mevcut modellerin temellerini ve özelliklerini analiz edebilmeyi, bunların çeşitliliğini

ve geçerliliğini değerlendirebilmeyi içerir (Niss vd., 2007). Blomhøj ve Jensen (2003) matematiksel modelleme yeterliğini belirli bir bağlamda matematiksel modelleme sürecinin tüm yönlerini bireyin kendiliğinden bağımsız ve içselleştirmiş bir biçimde yürütebilmesi olarak tanımlamışlardır. Diğer yandan, matematiksel modelleme yeterliliği, verilen bağlamlarda aktif bir şekilde modelleme yapabilmeyi yani matematiğin ötesinde durumlarda matematiği uygulamayı ve matematikselleştirmeyi de içermektedir.

Matematiksel modelleme yeterliği, matematiksel modellerin oluşturulmasında ve araştırılmasında yer alan süreçleri gerçekleştirebilme becerisini ifade etmektedir (Niss vd., 2007). Matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesinde modelleme sürecinin başarılı bir şekilde tamamlanması öngörülmektedir. Bu nedenle, bu yeterliklerin tanımlanmasında genellikle modelleme sürecini açıklayan modelleme döngüleri ele alınmaktadır (Blomhøj, 2011). Maaß (2006) modelleme yeterliklerini, modelleme sürecini uygun şekilde yürütebilmek için gerekli bilgi, beceri ve yetenekler ile tüm bunları gerçekleştirme isteği (motivasyon) ve biliş-üstü becerilerin birleşimi olarak tanımlamaktadır. Grupça çalışılan modelleme problemlerinde modelleme yeterliklerinin sağlanmasında bireysel olarak ortaya konulmasının aksine grubun modelleme yeterliklerini ortaya koyması önem taşımaktadır (Vorhölter, 2018). Bu doğrultuda bu araştırmanın temelini oluşturan bilişsel modelleme yeterlikleri çerçevesi, Borromeo Ferri'nin (2006) oluşturduğu modelleme sürecini temel almıştır. Sonuç olarak bu çalışma Borromeo Ferri (2006) tarafından geliştirilen bilişsel modelleme perspektifine ve sürecine göre tasarlanmıştır. Çalışmadaki asıl amaç olan öğrencilerin modelleme yeterliklerini belirlenmesinde ve geliştirilmesinde Borromeo Ferri'nin (2006) çalışmasında yer alan kuramsal çerçeve dikkate alınmıştır. Borromeo Ferri'nin (2006) çalışmasında vurgulanan modelleme yeterlikleri ve Şekil 12'deki bilişsel perspektif altında modelleme döngüsü bu çalışmanın alt yapısını oluşturmaktadır.

2.7. Borromeo Ferri'nin Bilişsel Matematiksel Modelleme Yeterlikleri

Borromeo Ferri'nin (2006) bilişsel perspektif altında modelleme döngüsündeki bilişsel modelleme yeterlikleri; *problemi anlama*, *problemi sadeleştirme*, *matematikselleştirme*, *matematiksel olarak çalışma*, *yorumlama* ve *doğrulama* yeterliklerinden oluşmaktadır. Modelleme sürecinde ilk olarak öğrenciler tarafından problem durumu anlamlandırılmakta ve durumun zihinsel bir gösterimi

yapılandırılmaktadır (Borromeo Ferri, 2006). Durumun zihinsel gösterimi, öğrencilerin matematiksel düşünme stillerine, kendi deneyimlerine bağlı görsel imgelerine ya da problemin verilerine göre farklılık göstermektedir (Borromeo Ferri, 2006). Durumun zihinsel gösteriminden gerçek modele geçişte, verilen durum sadeleştirilmekte, yapılandırılmakta, daha net bir duruma getirilmekte ve problemin çözümü için varsayımlar ve gerekenler yapılmaktadır (Borromeo Ferri, 2006). Bu basamakta öğrenciler, kararlar almakta ve problemin çözümü için nelerin gerekli olabileceğini belirlemeye çalışmaktadırlar. Gerçek model ise dışsal gösterimler oluşturulurken öğrencilerin kullandıkları sözlü ifadelerle dayanmakta ve doğrudan durumun zihinsel gösterimi ile büyük bir bağlantıya sahip bulunmaktadır (Borromeo Ferri, 2006). Öğrencilerin sözlü ifadelerine dayalı olarak oluşturulan gerçek modelden matematiksel modele geçiş, matematikselleştirme basamağı olarak adlandırılmaktadır (Borromeo Ferri, 2006). Öğrenciler, şekiller, grafikler ve denklemler aracılığıyla kendi gösterimlerini oluşturarak matematiksel model/ler ortaya çıkarmaktadırlar (Borromeo Ferri, 2006). Bu aşamada bireylerin sözlü ifadeleri daha çok matematikselleşmekte ve gerçeklikten uzak bir hale gelmektedir (Borromeo Ferri, 2006). Matematiksel olarak çalışma (aritmetik işlemleri yapma, tablo okuma, vb.) sürecinde, öğrenciler modelleme yeterliklerini kullanarak modellerin çözümünü gerçekleştirmekte ve matematiksel sonuçlar elde etmektedir (Borromeo Ferri, 2006). Sonuçların yorumlanması süreci, matematiksel sonuçlardan gerçek sonuçlara geçilmesini gerektirmektedir (Borromeo Ferri, 2006). Bu basamakta öğrenciler, ek matematiksel bilgileri kullanmaktadırlar (Borromeo Ferri, 2006). Gerçek sonuçların elde edilmesinden sonra öğrenciler gerçek yaşam deneyimlerinden yararlanarak, gerçek sonuçlar ile kendi zihinsel gösterimleri arasındaki uyumun kontrol edilmesi bağlamında doğrulama sürecini gerçekleştirmektedir (Borromeo Ferri, 2006). Bu basamakta öğrenciler kendi gerçek yaşam deneyimlerinden de yararlanmaktadırlar (Borromeo Ferri, 2010). Bununla birlikte doğrulama sürecinde, problemin çözümü için geliştirilen varsayımlar, bu varsayımlara dayalı olarak oluşturulan matematiksel modeller ve modellerin çözümü doğrulanmaktadır. Bu durumda öğrenciler hangi aşamada hata yaptılar ise süreçte geri dönüp söz konusu hatalarını düzeltmektedirler. Bireyler doğrulama yaparken, sezgisel ya da bilgi tabanlı olmak üzere iki farklı yaklaşım sergilemektedirler (Borromeo Ferri, 2006). Sezgisel doğrulamada birey açıklayamadığı nedenlere bağlı olarak elde ettiği sonuçların doğru veya yanlış olabileceğini düşünmektedir. Bunu sebebi elde ettiği sonuçların kendi deneyimlerine uygun olmadığı düşüncesidir (Borromeo Ferri, 2006).

Bilgi tabanlı doğrulamada ise bireyler daha bilinçli davranmakta ve problemde ihtiyaç duyulan matematik dışı bilgilere bağlı olarak doğrulama yapmaktadırlar. Son olarak ise öğrenciler tüm süreç boyunca ortaya koydukları varsayımları, modelleri, çözümleri, yorumlama ve doğrulama süreçlerini diğer gruplara sunmaktadırlar. Bu doğrultuda bu araştırmada ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel süreci ve bu yeterliklere etki eden etmenleri, Borromeo Ferri'nin (2006) bilişsel perspektif altında modelleme döngüsündeki bilişsel modelleme yeterliklerine göre değerlendirilmiştir.

2.8. Model Oluşturma Etkinlikleri (Model Eliciting Activities)

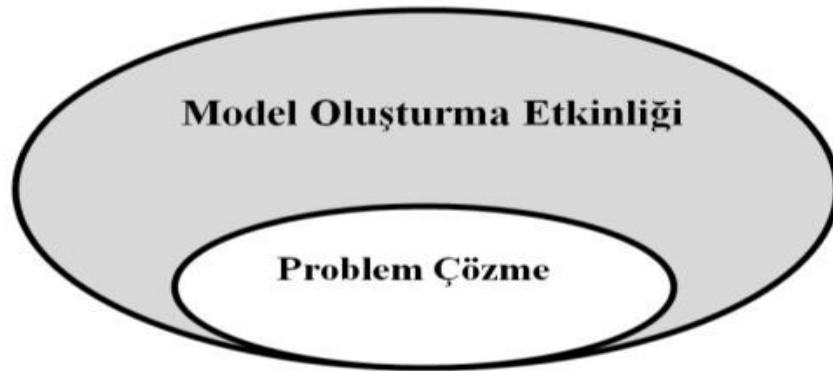
Model oluşturma etkinlikleri (MOE) ilk olarak 1970'lerin ortalarında matematik eğitimcileri tarafından geliştirilmiştir (Chamberlin & Moon, 2005; Lesh, Hoover, Hole, Kelly, & Post, 2000). MOE, araştırmacılar tarafından iki amaç doğrultusunda oluşturulmuştur (Chamberlin & Moon, 2005). İlk olarak MOE, öğrencileri gerçek dünyada uygulamalı matematikçilerin yaptığı gibi karmaşık problemleri çözmek için matematiksel modeller oluşturmaya teşvik etmek amacıyla kullanılmıştır (Chamberlin & Moon, 2005; Lesh & Doerr, 2003). İkinci olarak da MOE, araştırmacılar ve Matematik Öğretmeni Ulusal Konseyi (NCTM, 2000) ile önde gelen matematik eğitimcileri tarafından onaylanan bir görev olan öğrencilerin matematiksel düşüncelerini ve kavramsallaştırmalarının araştırılmasını sağlamak için tasarlanmıştır (Chamberlin & Moon, 2005; Wood, Merkel, & Uerkwitz, 1996). Bu iki amaca ek olarak MOE'nin son yıllarda bir diğer amacının da öğrencilerin matematiksel yaratıcılığı ile bu yetenek ve becerileri tanımlamak ve geliştirmek olduğu ortaya konmuştur (Chamberlin & Moon, 2005).

Lesh ve Doerr (2003) modelleme problemleri yerine model ve modelleme terimlerini kapsayan model oluşturma etkinliği (model eliciting activities) kavramının kullanılmasının gerektiğini belirtmişlerdir. Kısa cevapla açıklanan soruların tersine, model oluşturma etkinliklerinde öğrencilerin ürettiği ürünler, matematiksel olarak önemli sistemleri oluşturmak, tanımlamak, açıklamak, tahmin etmek veya kontrol etmek için paylaşılabılır, genellenebilir, değiştirilebilir ve yeniden kullanılabilir kavramsal araçları içerir (Lesh & Doerr, 2003).

Model oluşturma etkinlikleri, sonunda bir rakam ya da bir kelime ile yanıtı bulunan geleneksel problemler olmayıp, rutin olmayan-karmaşık gerçek dünya

durumlarını ifade eden, kişilerden bu durumu matematiksel olarak yorumlamasını ve bu durumdan yararlanacak bireylerin karar vermesine yardım etmek amacıyla süreci veya yöntemi matematiksel olarak betimlemesi ve formüle etmesini gerektiren, olası farklı çözümler içeren problem durumlarıdır (Mousoulides, 2007; Lesh & Zawojewsky, 2007). Kişilerden gerçek dünya durumlarını matematiksel olarak yorumlamasını ve bu durumdan yararlanacak bireylerin karar vermesine yardım etmek amacıyla süreci veya yöntemi matematiksel olarak betimlemesi ya da formüle etmesini ister (Eraslan, 2011b; Lesh & Zawojewsky, 2007; Mousoulides, 2007).

MOE, ders kitaplarındaki sorulardan ve bilindik problem çözme sürecinden oldukça farklıdır. Bu farklılık, çoğu geleneksel test kitabındaki sözel problemlerinin vurguladığı hesaplama becerilerinin ötesinde, öğrencilerin kendi kavramsal sistemlerini kendilerinin oluşturmalarına, öğrencileri daha derin ve üst düzey düşüncelerine imkân tanımasıyla ilişkilidir (Lesh & Doerr, 2003; Lesh vd., 2000). Ayrıca problem çözmede, öğrenciler problemin sonucuna ulaşmak amacıyla yalnızca bir döngüden geçerken, MOE ile çalışan öğrenciler çoklu döngüden ya da çözüm yolundan geçerken sürekli süreci inceleyerek ve gözden geçirerek yeniden düzenlemektedirler (Borromeo Ferri, 2006; Lesh & Harel, 2003). Sözel problemler öğrencilerin sembolik olarak oluşturulan durumlar için anlam oluşturmalarını gerektirirken, MOE bu problemlerin tersine, anlamlı durumlar için sembolik tanımlar geliştirmeleri için model oluşturmalarını gerektiren etkinliklerdir (Lesh & Doerr, 2003b; Lesh vd., 2000). Bu doğrultuda problem çözme ile MOE arasındaki ilişki Şekil 13’de gösterilmiştir.



Şekil 13. MOE ve problem çözme arasındaki ilişki

Kaynak: Lesh & Doerr, 2003

Matematiksel modellemenin tanımını farklı yapan özellikler MOE’nin oluşturulmasını, öğretimde kullanılmasını ve değerlendirme yaklaşımlarını

farklılaştırmaktadır. Lesh ve Zawojewski'ye (2007) 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 Şekil 14'deki gibi açıklamışlardır.



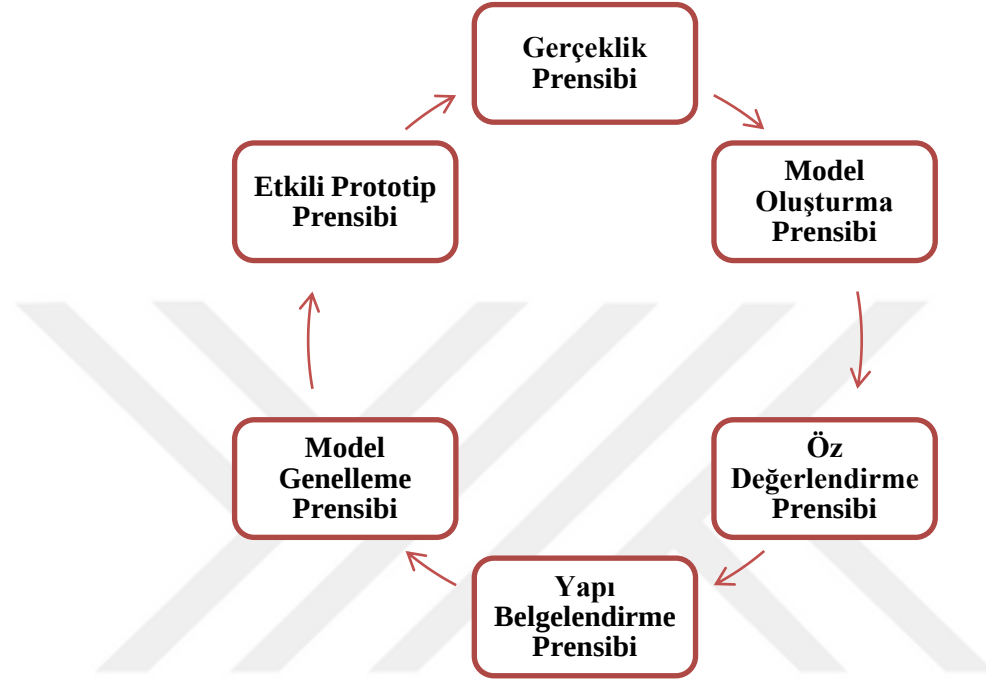
Şekil 14. Model oluşturma etkinliklerinin özellikleri

Kaynak: Tekin Dede & Bukova Güzel, 2014

MOE, öğrencilerin küçük gruplar halinde çalışarak problem durumlarına yaratıcı çözümler önerileri geliştirecekleri ve grup üyelerinin genellenebilir bir model oluşturmaları için birden çok varsayıma dayalı çözüm üretecekleri problem türleridir. Öğrenciler üçerli ya da beşerli küçük gruplar halinde çalışabilirler (Zawojewsky, Lesh, & English, 2003). MOE, öğrencilerden karmaşık gerçek dünya durumunu matematiksel olarak yorumlamasını ister ve senaryoda gerçek bir problemle gelen bir müşterinin problemini çözmeleri ister. Bu amaçla matematiksel bir açıklama, prosedür veya yöntem (model) oluşturmaya gerektirir (Chamberlin, 2004). Bu doğrultuda bu çalışmada ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerine yönelik model oluşturma etkinlikleri tasarlanmış ve tasarlanan model oluşturma etkinlikleri işbirlikli öğrenme teknikleri doğrultusunda uygulanmıştır.

2.8.1. Model Oluşturma Etkinliklerinin Prensipleri

Lesh ve diğerlerine (2000) göre bir model oluşturma etkinliği “*gerçeklik, model oluşturma, öz değerlendirme, yapı belgelendirme, model genelleme, etkili prototip*” olmak üzere altı prensipten oluşmaktadır (Bkz. Şekil 15).



Şekil 15. Model oluşturma etkinliklerinin prensipleri

Gerçeklik Prensipleri: Problem çözümler için problem durumu ve çözümünden faydalanacak kişiler belirli olmalıdır. Bu kişiler, genellikle model oluşturma etkinliğinin senaryo bölümünde bahsi geçmekte olup, problem çözümlerin günlük yaşamlarında, gerçekten karşılaşılabilecekleri olaylarda, kendilerini yerine koyabilecekleri bireyler şeklinde tasarlanmış bir müşteri ya da danışandır. Etkinlikte problem çözümlerin yardımına neden ihtiyaç duyulduğu açıkça belirtilmelidir. Problem durumları, bireylerin gerçek hayatta deneyimleyebilmesi veya ilerde karşılaşması muhtemel durumlardan seçilmelidir.

Model Oluşturma Prensipleri: Bu prensipte problemler (etkinlikler), tek bir sonucu olan problemler yerine problem çözümlerin farklı modeller geliştirmelerine imkân tanıyacak şekilde tasarlanmalıdır. Buradaki önemli nokta tek bir sonuca ulaşmak değil, farklı sonuçlara ulaştıracak varsayımlar geliştirmek ve bu varsayımlar doğrultusunda en doğru modeli oluşturmaktır (Chamberlin & Moon, 2005). Etkinlik öğrencilerin problem çözme durumunda verilenleri, hedefleri ve olası çözüm süreçlerini yorumlayarak bir

model geliştirmeye ihtiyaç olduğunu fark edecekleri bir durum içermelidir. Bir başka deyişle etkinlik model oluşumuna izin verecek şekilde planlanmalıdır. Diğer bir ifadeyle problem durumunun model oluşturmayı gerekli kılması demektir.

Öz Değerlendirme Prensibi: Geliştirilen etkinlik öğrencilerin, problemin çözümünde yararlı alternatif çözümler üretilip üretmediklerini öğretmenlerin girdileri olmaksızın, öğrenciler tarafından grupça ve bireysel olarak sorgulamasına imkân tanınmalıdır. Model oluşturma etkinliğinin çözüm sürecinde, öğrencilerin işlem basamakları doğrusal bir sıra ile ilerlemektense, bir döngü şeklinde gerçekleşebilir. Bu modelleme döngüsü sırasında öğrenciler birçok varsayımı değerlendirmekte ve matematiksel işlemleri uygulamaktadırlar. Bu süreçte gruptaki bireylerden kendi düşünce yollarındaki eksiklikleri belirleyebilmeleri, alternatif fikirleri karşılaştırarak en iyi olanı seçebilmeleri, alternatif düşünme yollarındaki zayıflıkları en aza indirgeyerek modeli daha da güçlendirebilmeleri, modeli en iyi ve faydalı olan durumlara revize edebilmeleri, yaptıkları düzenlemeleri değerlendirebilmeleri beklenmektedir (Lesh & Doerr, 2003).

“Bireyler kendi kendini değerlendirebilecekler mi?” veya “Problemin çözümünü tamamladıklarını fark edecekler mi?” sorularının cevaplandığı model oluşturma etkinliği prensibidir. Bu durumun gerçekleşmesi için öğrenciler çözümlerinin kullanılışlılığını 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.

Yapı Belgelendirme Prensibi: Etkinlik, öğrencilere kendi düşünme süreçlerini açıklamaları ve çözümlerini içeren raporu yazılı olarak sunmaları gerektiğini göstermelidir (Chamberlin & Moon, 2005). Etkinlikte, bir danışan veya müşteri problem çözücünden kendi sorununa çözüm bulmasını isterken ulaşılan sonucun yazılı bir mektup ile açık ve anlaşılır bir şekilde belgelendirmesini istemektedir. 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.

Model Genelleme Prensibi: Bu prensip öğrencilerin ortaya koyduğu çözümlerin başka gerçek yaşam durumlarına genellenebilir veya benzer başka durumlara kolayca adapte edilebilir olmasını içerir. Model, özel bir durum için yalnızca özel bir çözüm içermesi yerine genel bir düşünme biçimini temsil etmelidir. “*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 paylaşılabılır, değiştirilebilir olmasını düşünceleri 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.

Etkili Prototip Prensibi: Bu prensip geliştirilen modelin mümkün olduğunca basit fakat matematiksel olarak bir o kadar kullanışlı olmasını gerektirir. Diğer bir ifade ile “*Model, çözüm getirilen duruma benzeyen ancak farklı olan durumlara transfer edilebiliyor mu?*” sorusuna cevap aranmalıdır. Etkinlikler öğrencileri sayısız işlem sürecine sokmaktan ziyade özellikle kavramsal anlamayı sağlayacak şekilde tasarlanmış olmalıdır.

Bu doğrultuda bu çalışmada ilkokul dördüncü sınıf öğrencileri için model oluşturma etkinliklerinin prensiplerine göre 11 (on) farklı model oluşturma etkinliği tasarlanmıştır. Model oluşturma etkinliklerinin tasarımı için gerekli olan altı prensibin genel özelliklerini Tablo 2’deki gibi özetlemek mümkündür.

Tablo 2.

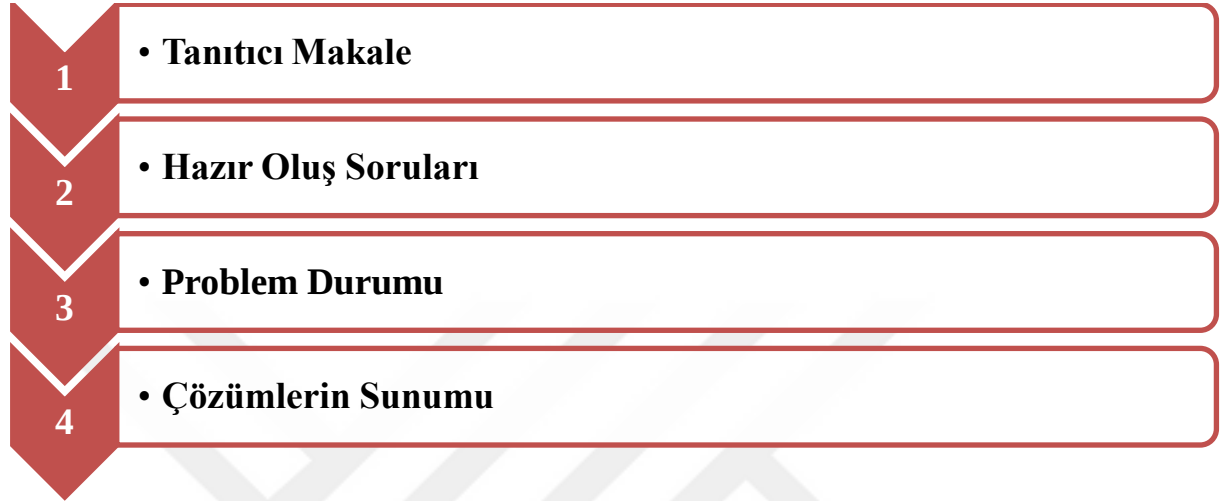
Model Oluşturma Etkinliklerinin Prensipleri

Prensip	İçeriği
Gerçeklik Prensibi	MOEnin içeriği öğrencilerin gerçek yaşamlarında anlamlı olabilecek durumları içermelidir ve öğrenciler kendilerinden yardım isteyen gerçek bir kişi için model oluşturmalıdır.
Model Oluşturma Prensibi	Problem durumu öğrencilerin ürün olarak bir kelime ya da sayı üretmeleri yerine, onların model oluşturmalarını gerektirmelidir.
Öz Değerlendirme Prensibi	Problem durumu, öğrencilerin geliştirdikleri çözümlerin ne ölçüde geçerli olduğuna kendilerinin grup arkadaşlarıyla tartışarak karar verebilmesini gerektirmeli, öğrencilerin öğretmenlerinden yardım alma ihtiyacı hissetmelerine engel olmalıdır.
Yapı Belgelendirme Prensibi	Problem durumu öğrencilerin çözümlerinde tüm düşündüklerini ayrıntılarıyla ifade etmelerine olanak sağlamalıdır.
Model Genelleme Prensibi	Oluşturulan model benzer durumlara genellenebilir, benzer durumlarda yeniden kullanılabilir ve başkalarıyla paylaşılabılır olmalıdır.
Etkili Prototip Prensibi	Oluşturulan model ileride karşılaşılabılır benzer durumlar için geçerliğini korumalı ve bir ilk örnek (prototip) oluşturmalıdır.

Kaynak: Tekin Dede & Bukova Güzel, 2014

2.8.2. Model Oluşturma Etkinliklerinin Temel Bileşenleri

Model oluşturma etkinlikleri *tanıtıcı makale*, *hazır oluş soruları*, *problem durumu* ve *çözümlerin sunumu* olmak üzere dört temel bileşenden (Bkz. Şekil 16) oluşmaktadır (Chamberlin & Moon, 2005, 2008).



Şekil 16. Model oluşturma etkinliklerinin bileşenleri

Tanıtıcı makale ve hazır oluş sorularının amacı, öğrencileri problem durumunun gerçek yaşam bağlamına hazırlamaktır. Bu şekilde öğrencilerin verilen duruma yönelik dikkat ve merakları çekilmiş olur. *Tanıtıcı makale*, öğretmen tarafından hazırlanan bilgilendirici bir yazı, kısa bir makale, gazete yazıları, broşür gibi problem durumunun içeriğini yansıtan bir yazı olabilir. *Hazır oluş soruları*, tanıtıcı makale sürecinde verilen bilgilerden hareketle yorum ve çıkarım yapmayı gerektiren soruları ve bu çıkarımlara dayalı yeni fikirler üretmeyi sağlayan sorulardan oluşmaktadır. Hazır oluş soruları çoğunlukla dört sorudan oluşmaktadır. Sorulardan üçü doğrudan tanıtıcı makaledeki bilgilerden yola çıkarak yanıtlamayı gerektiren sorulardır. Son soru ise tanıtıcı makale bağlamında yorum ve çıkarım yapmalarına olanak sağlayan sorudur. Tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları sınıfta gerçekleştirilebileceği gibi öğrencilere ev ödevi olarak da verilebilir. Üçüncü bileşen olan problem durumu, model oluşturma etkinliklerinin temel bileşeni sayılabilir. *Problem durumu*, öğrencilerin grup içerisinde yer alan arkadaşlarıyla bir danışana veya müşteriye yardımcı olmak için matematiksel model/ler geliştirdikleri bir modelleme uygulamasıdır. Öğrenciler oluşturdukları matematiksel model/leri detaylı ve ayrıntılı bir şekilde yazarak mektup vb. iletişim araçlarıyla danışana veya müşteriye iletmektedirler. Son bileşen olarak *çözümlerin sunumunda* ise

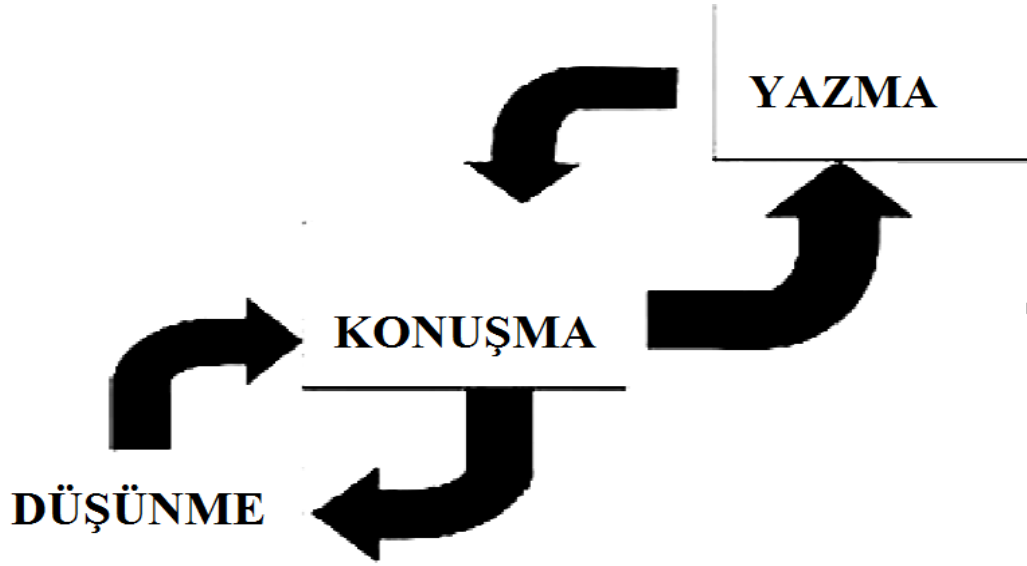
gruplar oluşturdıkları çözümlerini sınıf arkadaşlarına sunmaktadırlar. Bu süreçte oluşturulan model/ler üzerinde tartışmalar gerçekleştirilir. Eğer gerekirse model/ler üzerinde değişiklikler yapılır. Bu doğrultuda bu çalışmada ilkokul dördüncü sınıf öğrencileri için tasarlanan model oluşturma etkinlikleri, bu bileşenler doğrultusunda uygulanmıştır.

2.9. İşbirlikli Öğrenme Teknikleri

Düşün-Konuş-Yaz, işbirlikli öğrenme tekniklerinden biridir (Anggraeni & Apsari, 2021). Huinker ve Laughlin (1996, s. 82) tarafından ortaya koyulan bu teknik temel olarak düşünme, konuşma (tartışma) ve yazma yolu ile gerçekleştirilmektedir (Astuti, 2014). *Düşün-Eşleş-Paylaş*, üst düzey düşünmeyi teşvik eden ve destekleyen işbirlikli öğrenme tekniklerinden biridir (Apriyanti & Ayu, 2020). *Düşün-eşleş-paylaş* tekniği temel olarak düşünme, eşleşme (ikili eşleşme) ve paylaşma yolu ile gerçekleştirilmektedir (Sharma & Saarsar, 2018). *Zamanla Sınırlandırılmış Eşleş-Tartış* ise düşün-eşleş-paylaş tekniği ile aynı aşamalara sahiptir. *Düşün-eşleş-paylaş* tekniğinden farkı, tartışma aşamasında öğrencilere süre sınırlaması koyulmasıdır (Rosyida, Zubaidah, & Mahanal, 2016). Bu kapsamda bu çalışmada ilkokul dördüncü sınıf öğrencileri için tasarlanan model oluşturma etkinlikleri, işbirlikli öğrenme teknikleri doğrultusunda uygulanmıştır.

2.9.1. Düşün-Konuş-Yaz Tekniği (Think-Talk-Write)

Düşün-konuş-yaz tekniği, işbirlikli öğrenme tekniklerinden biridir (Huinker & Laughlin, 1996, s. 82). Huinker ve Laughlin (1996, s. 82) tarafından ortaya koyulan bu teknik temel olarak düşünme, konuşma (tartışma) ve yazma yolu ile gerçekleştirilmektedir (Bkz. Şekil 17).



Şekil 17. Düşün-konuş-yaz tekniği

Düşün-konuş-yaz tekniği, öğrenmenin sosyal bir davranış olduğu anlayışına dayanmaktadır. Bu süreç, dörder veya altışar kişilik heterojen öğrenci grupları oluşturulduğunda daha etkilidir (Pratiwi, 2019). Öğrencileri bir konu hakkında düşünmeye, konuşmaya ve sonra yazmaya teşvik etmektedir. Öğrenme etkinliklerinde öğrencilere yazılı görevler, problemler veya ödevler verildiğinde, öğrenciler her zaman doğrudan problemi çözme eylemine geçmeye veya cevap yazmaya başlamaktadırlar (Indahyanti, 2017). Ancak öğrencilerin problem çözme sürecine geçmeden önce düşünmesi, fikir üretmesi, geliştirmesi, fikirleri test etmesi öğrenebilmesi ve anlamlandırabilmesi için daha önemlidir (Astuti, 2014; Indahyanti, 2017). Bu doğrultuda düşün-konuş-yaz tekniği, öğrencilere bu etkinlikleri (düşünmek, yansıtmak, fikirleri düzenlemek ve bu fikirleri yazmadan önce test etmek) gerçekleştirmeleri için zengin ve çeşitli fırsatlar sağlamaktadır. Böylece düşün-konuş-yaz tekniği öğrencilerin, matematiksel problem çözme becerilerini geliştirmelerinde önemli bir rol oynamaktadır (Guswinda, Yuanita & Hutapea, 2019; Hayati, 2018; Huda, Munifah & Umam, 2020; Pratiwi, 2019; Susanto, Bharata & Dahlan, 2018; Wahyuni, Efuansyah & Sukasno, 2020; Wiyaka & Ansori, 2013).

PISA 2012, 2015, 2018 ve 2022 raporları incelendiğinde matematik okuryazarlığın, matematiksel modelleme üzerine kurulduğu açıkça belirtilmektedir (OECD, 2013, 2017, 2019, 2023a). Matematiksel modellemenin tanımı üzerine matematik okuryazarlığını inşa eden PISA, matematiksel modelleme döngülerinin değerlendirmenin merkezinde olduğunu, katılımcıların aktif birer problem çözücü

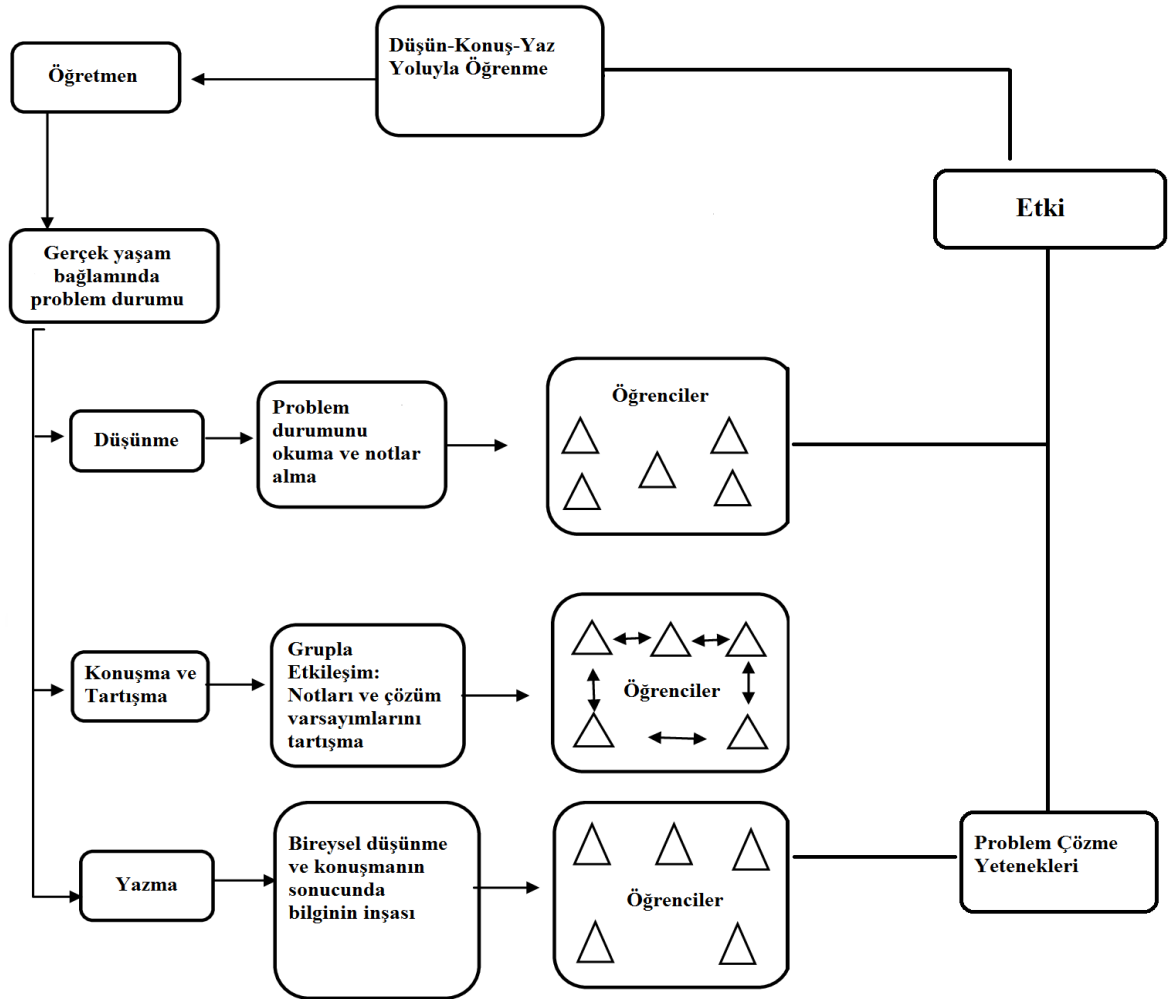
olarak bu modelleme döngüsündeki aşamalardan geçmelerini amaçlamaktadır (OECD, 2013, 2017, 2019, 2023a). Bu doğrultuda PISA 2022 raporu incelendiğinde, okuma becerileri alanında 37 OECD ülkesinin bu alandaki ortalama puanı 476 iken, Türkiye'nin okuma becerileri alanındaki ortalama puanı 456'tır (OECD, 2023a). Bu sonuçlar Türkiye'deki öğrencilerin okuma becerileri alanındaki yeterliliğinin ortalama puanın altında olduğunu ve öğrencilerin okuduğunu anlama becerilerinin yeterli olmadığını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde okuduğunu anlama becerileri ile doğrudan ilişkili olan matematik okuryazarlığı alanında da Türkiye'deki öğrencilerin matematik ve matematik okuryazarlığı başarısının düşük olduğu ifade edilmektedir (Mullis & Martin, 2008; OECD, 2023a, 2023b). Bu doğrultuda düşün-konuş-yaz tekniğinin, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinde gelişimlere katkı sağlayacağını söyleyebiliriz. Çünkü Yamin ve Ansari (2008, s. 85) düşün-konuş-yaz tekniğinin, öğrencilerin okuduğunu anlama ve problem çözme yeteneklerini geliştirmeyi amaçlayan öğrenme tekniklerinden biri olduğunu vurgulamaktadırlar.

Düşün-konuş-yaz tekniğini uygulama sürecinde öğretmenlerin büyük bir rolü bulunmaktadır. Öğretmenlerin bu tekniği uygularken rolü ve görevleri şu şekildedir (Indahyanti, 2017; Muna, Aziz, & Muthalib, 2020; Pratiwi, 2019; Suminar & Putri, 2018; Tambunan & Saragih, 2007):

- Öğrencilerin aktif olarak düşünmelerini sağlama
- Öğrencileri düşünmeye teşvik etme
- Öğrencileri düşündürmeye yönelik sorular sorma
- Öğrencileri düşündürmeye sevk eden görevler verme
- Öğrencilerin konuşmaya ve tartışmaya teşvik etme
- Öğrencilerin tartışmaya katılımını sağlama
- Öğrencilerin birbirlerini dikkatlice dinlemelerini sağlama
- Öğrencilerin fikirlerini dinleme
- Öğrencilerden fikirlerini yazılı metin şeklinde ifade etmelerini isteme ve sağlama

Düşün-konuş-yaz tekniğinin aşamaları şu şekildedir (Indahyanti, 2017; Yamin & Ansari, 2008; Wiyaka & Ansori, 2013):

- Öğrenme etkinliğinin ilk aşaması, *düşünme*dir. Öğrencilere öğretmen tarafından gerçek yaşam bağlamında bir problem durumu verilir. Öğrenciler verilen problem durumunu bireysel olarak okurlar ve küçük notlar alırlar. Böylece gerçek yaşam bağlamındaki problem durumuna yönelik çözüm varsayımları üretme süreci başlamış olur.
- İkinci aşama, *konusma* ve *tartışma*dır. Öğrenciler çözüm varsayımlarını tartışmak için grup arkadaşlarıyla bir araya gelerek etkileşim ve işbirliği yapmaktadırlar. Bu süreçte öğrenciler, grup arkadaşlarına fikirlerini açıklamak için kendi matematiksel iletişim becerilerini, matematiksel kelimelerini, işlemlerini kısacası kendi matematiksel dillerini kullanırlar.
- Üçüncü aşama ise *yazma* sürecidir. Öğrenciler bu süreçte, kendi matematiksel bilgi ve iletişim becerilerini yazılı olarak yapılandırmaktadırlar.
- Son öğrenme etkinliği olarak ise öğrencilerin öğrendikleri hakkında bir yansıtma ve sonuç çıkarmaktır. Her gruptan bir öğrenci çözüm süreçlerini diğer grup üyelerine sunmaktadır. Diğer grup üyeleri ise sunulan çözüm sürecine ilişkin fikirlerini ifade etmektedir.



Şekil 18. Düşün-konuş-yaz tekniği döngüsü

Kaynak: Pratiwi & Muiz, 2016

Düşünme Aşaması: Düşünme, öğrencilerin yazma sürecine girmesi için önemli bir adımdır. Gerçek yaşam bağlamındaki bir problem durumu, bir metni veya bir hikâyeyi okuma ve okuduklarını anlama yeterliliği, bireyin kendi sözleriyle not alma sürecinden görülebilmektedir. Bu aşamada öğrenciler olası cevapları, çözüm stratejilerini bireysel olarak düşünmektedirler. Düşünme aşaması, öğrencilerin problem durumunu anlamlandırmasına, verilenleri ve istenenleri belirleyebilmesine ve olası çözüm yollarını düşünmelerine olanak sağlayan bir süreci içermektedir (Astuti, 2014).

Konuşma ve Tartışma Aşaması: Bu aşamada, öğrenciler grup arkadaşlarıyla iletişim kurmaktadır. Bu süreçte öğrencilerden, ortaya çıkan fikirleri, çözüm varsayımlarını gözden geçirmesi, değerlendirmesi ve test etmesi beklenmektedir. Bu, öğrencilerin katkılarından ve anlam kurgularından yazmalarının yoludur. Bir başka deyişle konuşma aşamasında öğrenciler fikirleri ve çözüm varsayımlarını grup arkadaşlarıyla birlikte tartışmaktadırlar. Bu süreçte ortaya çıkan fikirler geliştirebilir

veya değiştirilebilir. Öğretmen, öğrencilerini grup halinde çalışmaya ve grup üyeleriyle etkileşime girmeye yönlendirmelidir. Öğrenciler problem durumuna ilişkin en uygun çözüm varsayımını ve stratejisini bulmak için sorular üretirler ve tartışırlar (Astuti, 2014).

Yazma Aşaması: Öğrencilerin tartışma sonuçlarını yazılı hale getirdikleri bir başka deyişle çözüm sürecini gerçekleştirdikleri aşamadır. Yazma aşaması, fikri inşa etmek demektir. Çünkü tartışmalardan sonra öğrenciler fikirlerini yazarak ifade ederler. Yazma aşaması öğrencilerin kavram geliştirmelerine ve fikirlerini yazılı olarak ifade etmelerine yardımcı olmaktadır (Astuti, 2014).

Düşün-konuş-yaz tekniğini gerçekleştirmek için izlenmesi gereken adımlar şu şekildedir (Astuti, 2014):

- Öğretmen tarafından öğrenciler dörder veya altı kişilik heterojen gruplara ayrılır.
- Öğretmen öğrencilere gerçek yaşam bağlamında bir problem durumu, metin veya hikaye verir (*düşünme*).
- Öğrenciler, bireysel olarak gerçek yaşam bağlamında verilen problem durumunu, metni veya hikayeyi okur (*düşünme*).
- Öğrenciler problem durumuna, metne veya hikayeye yönelik notlar alır (*düşünme*).
- Öğrenciler, grup arkadaşlarıyla tartışırlar. Problem durumunu kendi sözleriyle ifade ederler. Çözüm stratejisi veya çözüm süreci oluştururlar (*konuşma ve tartışma*).
- Öğrenciler problem durumunun çözüm sürecinin kendi sözcükleriyle çözerler bir başka deyişle yazarlar (*yazma*).
- Grup içerisinde bir temsilci seçilir. Seçilen temsilci çözüm süreçlerini diğer grup üyelerine sunarlar. Diğer grup üyeleri ise çözüme yönelik fikirlerini ve değerlendirmelerini ifade eder.
- Son olarak öğretmen ise çözüme yönelik düşüncelerini belirtir ve sonuçlandırır.

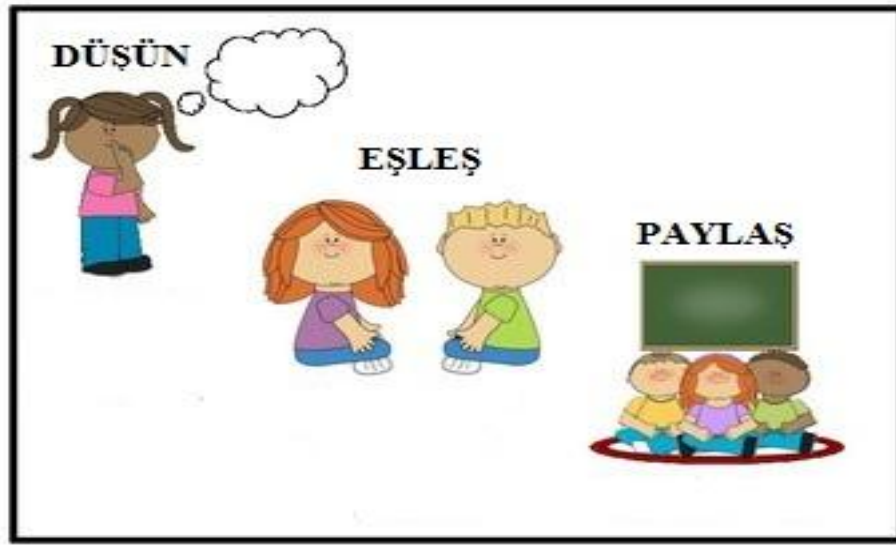
Bu araştırmada, öğretim bölümlerinde (Öğretim Bölümü 1 ve 2) *düşün-konuş-yaz* tekniği kullanılarak ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme

yeterliklerinin gelişimsel süreci incelenmiştir. Bunun için izlenen adımlar şu şekildedir: Bu süreçte ilk olarak öğrenciler 4-6 kişilik gruplara ayrılır. Ardından araştırmacı/öğretmen tarafından öğrencilere gerçek yaşam bağlamında bir problem durumu verilir. Öğrenciler grup içerisinde bireysel olarak problem durumunu okurlar, notlar alırlar ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak düşünürler. Böylece öğrenciler düşünme aşamasını bir başka deyişle *problemi anlama* sürecini gerçekleştirmiş olurlar. Ardından öğrenciler düşüncelerini grup arkadaşları ile konuşarak tartışırlar. Bu süreçte öğrenciler fikirleri değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşturmaktadırlar. Konuşma aşaması ile birlikte aslında öğrenciler çözüm varsayımı oluşturarak *problemi sadeleştirme*, *matematikselleştirme* ve *yorumlama* yeterliklerini gerçekleştirmiş olurlar. Yazma aşamasında ise öğrenciler oluşturdukları çözüm varsayımını uygulayarak *matematikselleştirme*, *matematiksel olarak çalışma*, *yorumlama* ve *doğrulama* yeterliklerini gerçekleştirmektedirler. Son öğrenme etkinliği ise yazılı rapor haline getirdikleri çözümlerini sunma aşamasıdır. Her gruptan bir öğrenci çözümlerini sunarken, diğer gruplar ise eleştirel bir bakış açısı ile sunulan çözümleri değerlendirip, fikirler üreterek *doğrulama* yeterliğini ortaya koymuş olurlar. Ayrıca matematiksel modelleme sürecinin son aşaması olan sunma yeterliğini de gerçekleştirmiş olurlar. Bu bağlamda model oluşturma etkinlikleri doğası gereği öğrencilerin gruplar halinde işbirliği içinde çalışmasını, problem durumunu anlamasını, sadeleştirmesini, bir modeli formüle etmesini, analiz etmesini, sonucu yorumlamasını, doğrulamasını ve sonucu yazılı olarak raporlaştırmasını gerektirdiği için öğrencilerin bu süreçte düşünme, konuşma (tartışma), yazma ve sunma davranışlarına sahip olmasının, onların bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini geliştireceği düşünülmektedir.

2.9.2. Düşün-Eşleş-Paylaş Tekniği (Think-Pair-Share)

Düşün-Eşleş-Paylaş, üst düzey düşünmeyi teşvik eden ve destekleyen işbirlikli öğrenme tekniklerinden biridir (Apriyanti & Ayu, 2020). Düşün-Eşleş- Paylaş, ilk olarak 1981’de Frank Lyman tarafından geliştirilen işbirlikli bir öğrenme tekniğidir (Sahardin, Hanum, & Gani, 2017). Bu öğrenme tekniği, öğrencilere bağımsız bir şekilde çalışma ve başkalarıyla işbirliği yapma fırsatı vermektedir (Cahyani, 2018). Ayrıca bu teknik ile öğrencilerin düşünme becerilerinin bir üst seviyeye taşınabileceği ve desteklenebileceği vurgulanmaktadır (Sanjani, 2015). Düşün-Eşleş-Paylaş tekniği temel

olarak düşünme, eşleşme (ikili eşleşme) ve paylaşma yolu ile gerçekleştirilmektedir (Bkz. Şekil 19). McTighe ve Lyman (1988), düşün-eşleş-paylaş tekniğini üç aşamaya bölünmüş çok aşamalı bir tartışma döngüsü olarak tanımlamıştır (Sharma & Saarsar, 2018). Birinci aşama olan “Düşün” basamağında, bir soru veya problem sorulduktan sonra öğrencilere bireysel olarak düşünceleri için zaman verilmektedir. İkinci aşama olan “Eşleş” basamağında, öğrenciler ikili olarak eşleştirilerek, bir cevap veya çözüm üretmek için tartışmaktadırlar. Son olarak “Paylaş” basamağında, her çift önce küme arkadaşlarıyla ardından da tüm sınıf ile cevaplarını ve çözümlerini paylaşmaktadırlar.



Şekil 19. Düşün-eşleş-paylaş tekniği

Düşün-Eşleş-Paylaş tekniğinin temel dayanağı, öğrencileri sınıf arkadaşlarıyla tartışarak öğretme-öğrenme sürecinde daha aktif hale getirmektir (Sugiarto & Sumarsono, 2014). Ayrıca öğretme-öğrenme süreci daha çekici olmakta ve öğrenciler için öğrenme süreci eğlenceli hale gelmektedir (Sugiarto & Sumarsono, 2014). Bununla birlikte bu tekniğin kullanılması ile öğrenciler bireysel olarak fikir üretme sürecinde ön bilgilerini hatırlamakta ve bu ön bilgilerini kullanarak yeni fikirler üretme şansına sahip olmaktadır (Apriyanti & Ayu, 2020). Bu süreçte fikir üretme, analiz etme, küçük grup etkileşimlerine katılma, bilgileri sentezleme, okuma becerilerini geliştirme ve uygulama fırsatlarını deneyimleyebilmektedirler. Ayrıca üst düzey düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlamakta ve öğrencilerin başkalarıyla fikirlerini paylaşmadan önce bireysel olarak düşüncelerini muhakeme etmelerine olanak tanımaktadır (Kothiyal, Majumdar, Murthy, & Iyer, 2013). Düşün-Eşleş-Paylaş

teknikinin bir diğer önemli yararı, biçimlendirici değerlendirme fırsatı sunmasıdır (Cooper & Robinson, 2000; Kothiyal vd., 2013). Öğrencilere, hem akranlarından hem de öğretmenlerinden oluşturdıkları fikirler hakkında hızlı ve açıklayıcı geri bildirim sağlanmaktadır. Sosyal yapılandırmacı teorilere dayanan bu teknik, öğrencilerin akıl yürütmelerini ifade etmelerine, bilimsel tartışmalara katılmalarına ve kendi düşünceleri üzerinde düşünmelerine olanak tanımaktadır. Böylece öğrenciler bu tartışma sürecinde, bilgilerini yapılandırmaya ve aynı zamanda neyi bilip neyi bilmediklerini keşfetmeye başlamaktadırlar (Kothiyal vd., 2013). Bu tekniğin kullanımı, öğrenmenin bilişsel ve sosyal yönlerini birleştirmekte ve düşüncenin gelişimini ve bilginin inşasını desteklemektedir (Sharma & Saarsar, 2018). Son olarak öğrenciler, akranlarından gözlem, iletişim becerileri ve üst düzey düşünme becerileri geliştirme fırsatına sahip olurken aynı zamanda fikirlerini tüm sınıf ile paylaşırken özgüvenleri de artmaktadır (Sharma & Saarsar, 2018; Sugiarto & Sumarsono, 2014). Bu doğrultuda matematiksel modelleme, bir problem çözme süreci olduğu için düşün-eşleş-paylaş tekniğinin, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinde gelişimlere katkı sağlayacağını söyleyebiliriz. Çünkü düşün-eşleş-paylaş, öğrencilerin problem çözme yeteneklerini geliştirmeyi amaçlayan öğrenme tekniklerinden biri olduğu vurgulanmaktadır (Afthina & Pramudya, 2017).

Düşün-Eşleş-Paylaş tekniği bazı adımlardan oluşmaktadır. Düşün-Eşleş-Paylaş modelinde beş adım bulunmaktadır (Siburian, 2013; Sugiarto & Sumarsono, 2014):

1. **Öğrencileri çiftler halinde düzenlenme:** Öğrencilerden ilk olarak 4-6 kişilik kümeler oluşturulur. Ardından öğrenciler, kümedeki öğrenci sayısına göre numaralandırılır. Ardından öğrenciler rastgele çiftlere ayrılarak başlanır. Rastgele seçimin amacı, heterojen ikili kümeler oluşturmaktadır. Böylece yüksek, orta veya düşük akademik düzeye sahip öğrenciler arasında anlamlı bir akran öğrenmesi gerçekleşecektir. Ayrıca öğrencilerin birbirlerini daha yakından tanıma şansları olacak ve öğrencilerin başkalarına olan saygısı artacaktır.
2. **Soru veya problem durumunu sunma:** Bir sonraki adım, öğrencilere bir soru veya problem durumu yöneltmektir.
3. **Öğrencilere düşünceleri için zaman verme:** Öğretmen öğrencilere daha önce verilen sorunun veya problem durumunun cevabını *düşünceleri* için birkaç dakika vermelidir. Öğrenciler bu süreçte bireysel olarak soruyu veya

problem durumunu analiz etmeli ve cevaplamak için eleştirel düşünme becerilerini kullanmalıdırlar (*düşünme*).

4. **Öğrencilerden eşleriyle tartışmalarını ve düşüncelerini paylaşmalarını isteme:** bu aşamada, bireysel düşünme sürecinin ardından her öğrenci kendi küme üyesi ile bir araya gelerek *eşleşecektir*. Her öğrenci kendi eşi ile fikirlerini paylaşacak ve doğru cevabı veya çözümü bulmak için birbirleriyle tartışacaklardır. İkili tartışmalardan sonra küme üyeleri bir araya gelerek ortak bir çözüme veya yanıtı karar vereceklerdir. Böylece ortaya birçok fikir çıkarak, öğrencilerin eleştirel düşünme ve analiz etme becerilerinin gelişimine yardımcı olunacaktır. Ayrıca bu aktivite öğrencilerin sadece bilgilerini değil, aynı zamanda iletişim becerilerini ve özgüvenlerini geliştirmelerine de katkı sağlayacaktır (*eşleşme*).
5. **İşbirlikli öğrenme kümelerini fikirlerini sınıfın geri kalanıyla paylaşmaya çağırma:** Bu tekniğin son adımı, işbirlikli öğrenme kümelerini, fikirlerini sınıfın geri kalanıyla *paylaşmaya* çağırmaktır (*paylaşma*).

Tablo 3. *Düşün-Eşleş-Paylaş Tekniğinin Özeti*

Düşün-Eşleş-Paylaş Tekniği Nedir?	Düşün-Eşleş-Paylaş, işbirlikli öğrenme tekniğidir.
Nasıl uygulanır?	Düşün-Eşleş-Paylaş, üç adımı içerir: <i>Düşün:</i> Öğretmen açık uçlu bir soru veya problem sunar, öğrenci soru veya problem üzerinde bireysel olarak düşünür. <i>Eşleş:</i> Öğretmen öğrencileri, cevaplarını tartışmaları ve fikirlerini paylaşmaları için ikili olarak eşleştirir. Ardından küme üyeleri bir araya gelerek ortak bir yanıt veya çözüm için tartışarak ortak bir karara varırlar. <i>Paylaş:</i> Kümeler, yanıtlarını ve çözümlerini tüm sınıfla paylaşır.
Düşün-Eşleş-Paylaş Tekniği için Öğretmenlere İpuçları	Öğrencilere yeterli “düşünme zamanı” sağladığınızdan emin olun. Öğrencilerin ne zaman “paylaşmaya” hazır olduklarını ifade etmelerine izin verin. İkili eşleşmeleri, sık sık değiştirin. Gruplar halinde oturan öğrencilerle, bir tartışma için yanlarındaki kişiyle ve bir sonraki tartışma için karşılarındaki kişiyle eşleşebilirler. Sınıf içerisinde dolaşın ve öğrencilerin tartışma aşamalarını izleyin. Böylece öğrencilerin kavram yanlışlarını veya hatalı bilgilerini duyarak müdahale etme şansına sahip olacaksınız.
Neden Düşün-Eşleş-Paylaş Tekniği?	Öğrencilere yeni fikirler üzerinde tartışma ve konuşma şansı verildiğinde, öğrenciler bu yeni fikirleri ön bilgilerine göre anlamlandırma ve yapılandırma fırsatına sahip olacaktır. Öğrencilerin kavram yanlışları, yanlış bilgileri bu tartışmalar aşamasında ortaya çıkmakta ve çözülmektedir.

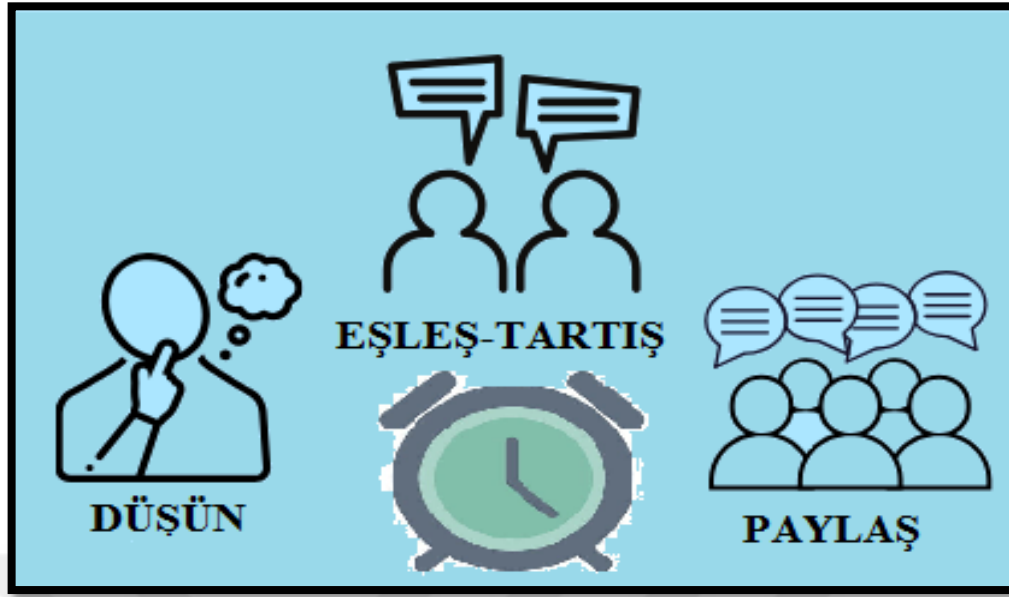
Kaynak: Sharma & Saarsar, 2018

Bu araştırmada, öğretim bölümlerinde (Öğretim Bölümü 3 ve 4) *düşün-eşleş-*

paylaş tekniği kullanılarak ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel süreci incelenmiştir. Bunun için izlenecek adımlar şu şekildedir: Bu süreçte ilk olarak öğrenciler 4-6 kişilik gruplara ayrılır. Ardından araştırmacı/öğretmen tarafından öğrenciler grup içerisinde numaralandırılır. Örneğin birinci grupta dört öğrenci varsa, öğrenciler 1’den 4’e kadar numaralandırılır ve numara kâğıtları verilir. Numaralandırma işlemi tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen tarafından öğrencilere gerçek yaşam bağlamında bir problem durumu verilir. Öğrenciler grup içerisinde bireysel olarak problem durumunu okurlar, notlar alırlar ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak *düşünürler*. Böylece öğrenciler düşünme aşamasını bir başka deyişle *problemi anlama* yeterliğini gerçekleştirmiş olurlar. Bireysel düşünme süreci tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen öğrencileri kendi grupları içerisinde ikili olarak eşleştirir. Ardından öğrenciler düşüncelerini ikili olarak *eşleştiği* arkadaşı ile konuşarak tartışırlar. Bu süreçte öğrenciler fikirleri değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşturmaktadırlar. Eşleşme aşaması ile birlikte aslında öğrenciler çözüm varsayımı oluşturarak *problemi sadeleştirme* ve *matematikselleştirme* yeterliklerini gerçekleştirmiş olurlar. Ardından ikili eşleşen öğrenciler küme arkadaşlarıyla bir araya gelerek ortak bir çözüm varsayımına karar verirler. Ardından ortak karar verdikleri çözüm varsayımını uygulayarak *matematikselleştirme*, *matematiksel olarak çalışma*, *yorumlama* ve *doğrulama* yeterliklerini gerçekleştirmektedirler. Son aşama ise yazılı rapor haline getirdikleri çözümlerini *paylaşma* aşamasıdır. Her gruptan bir öğrenci çözümlerini sınıf arkadaşları ile paylaşırken, diğer gruplar ise eleştirel bir bakış açısı ile sunulan çözümleri değerlendirip fikirler üreterek *doğrulama* yeterliğini ortaya koymuş olurlar. Ayrıca matematiksel modelleme sürecinin son aşaması olan sunma yeterliğini de gerçekleştirmiş olurlar. Bu bağlamda bu teknik kullanılarak model oluşturma etkinliklerinin gerçekleştirilmesinin, öğrencilerin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini geliştireceği düşünülmektedir.

2.9.3. Zamanla Sınırlandırılmış Eşleş-Tartış Tekniği (Timed Pair Share)

Zamanla Sınırlandırılmış Eşleş-Tartış tekniği ise düşün-eşleş-paylaş tekniği ile aynı aşamalara sahiptir (Bkz. Şekil 20). Düşün-eşleş-paylaş tekniğinden farkı, eşleşme aşamasında tartışmak için öğrencilere süre sınırlaması koyulmasıdır. Bu etkinlik, eşit sürelerde paylaşımı ve aktif katılımı sağlamada etkilidir.



Şekil 20. Zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış tekniği

Tablo 4.

Zamanla Sınırlandırılmış Eşleş-Tartış Tekniğinin Özeti

İşbirlikli Öğrenme Tekniği	İçeriği
Zamanla Sınırlandırılmış Eşleş-Tartış Tekniği	Düşünme: Öğrencilere öğretmen tarafından gerçek yaşam bağlamında bir problem durumu verilir (Rosyida vd., 2016). Öğrenciler verilen problem durumunu bireysel olarak okurlar ve küçük notlar alırlar.
	Eşleşme: Öğretmen öğrencileri, cevaplarını tartışmaları ve fikirlerini paylaşmaları için ikili olarak eşleştirir (Rosyida vd., 2016). Öğrenciler arkadaşları ile tartışmayı öğretmenin belirlediği zaman süresince yaparlar. Örneğin, öğretmen 1 dakika tartışın diyebilir. Burada zaman her bir öğrenci için bir dakika ya da ne kadar süre veriliyorsa kümedeki herkese eşit zaman verilmelidir.
	Paylaşma: Kümeler, yanıtlarını ve çözümlerini tüm sınıfla paylaşır (Rosyida vd., 2016).

Bu araştırmada, öğretim bölümlerinde (Öğretim Bölümü 5 ve 6) zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış tekniği kullanılarak ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel süreci incelenmiştir. Bunun için izlenecek adımlar şu şekildedir: Bu süreçte ilk olarak öğrenciler 4-6 kişilik gruplara ayrılır. Ardından araştırmacı/öğretmen tarafından öğrenciler grup içerisinde numaralandırılır. Örneğin birinci grupta dört öğrenci varsa, öğrenciler 1'den 4'e kadar numaralandırılır ve numara kâğıtları verilir. Numaralandırma işlemi tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen tarafından öğrencilere gerçek yaşam bağlamında bir problem durumu verilir. Öğrenciler grup içerisinde bireysel olarak problem durumunu

okurlar, notlar alırlar ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak *düşünürler*. Böylece öğrenciler düşünme aşamasını bir başka deyişle *problemi anlama* yeterliğini gerçekleştirmiş olurlar. Bireysel düşünme süreci tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen öğrencileri kendi grupları içerisinde ikili olarak eşleştirir. Eşleştirme sürecinde öğrencilerin tartışması için araştırmacı/öğretmen öğrencilere tartışma süresi verir. Ardından öğrenciler düşüncelerini ikili olarak *eşleştiği* arkadaşı ile konuşarak tartışırlar. Bu süreçte öğrenciler fikirleri değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşturmaktadırlar. Eşleşme aşaması ile birlikte aslında öğrenciler çözüm varsayımı oluşturarak *problemi sadeleştirme* ve *matematikselleştirme* yeterliklerini gerçekleştirmiş olurlar. Tartışma süresi tamamlandıktan sonra ikili eşleşen öğrenciler küme arkadaşlarıyla bir araya gelerek ortak bir çözüm varsayımına karar verirler. Ardından ortak karar verdikleri çözüm varsayımını uygulayarak *matematikselleştirme*, *matematiksel olarak çalışma*, *yorumlama* ve *doğrulama* yeterliklerini gerçekleştirmektedirler. Son aşama ise yazılı rapor haline getirdikleri çözümlerini *paylaşma* aşamasıdır. Her gruptan bir öğrenci çözümlerini sınıf arkadaşları ile paylaşırken, diğer gruplar ise eleştirel bir bakış açısı ile sunulan çözümleri değerlendirip fikirler üreterek *doğrulama* yeterliğini ortaya koymuş olurlar. Ayrıca matematiksel modelleme sürecinin son aşaması olan *sunma* yeterliğini gerçekleştirmiş olurlar. Bu bağlamda bu teknik kullanılarak model oluşturma etkinliklerinin gerçekleştirilmesinin, öğrencilerin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini geliştireceği düşünülmektedir.

2.10. Öğretim Deneyi

Bu araştırmada, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel sürecinin derinlemesine incelenmesi amaçlandığı için nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiştir. Nitel araştırma, incelediği birey, durum ya da bağlamları kendi doğal ortamlarında anlamlandırarak ve yorumlayarak araştırmaya dayanmaktadır (Miles & Huberman, 2016). Bu doğrultuda bu araştırmada nitel araştırmalar içerisinde yer alan, öğrencilerin bir bütün olarak nasıl öğrendiklerini araştırmak ve nelerin gerçekleştiğini sistematik olarak incelemek için matematik eğitiminde özellikle kullanılan “*öğretim deneyi (teaching experiments)*” araştırma deseni olarak seçilmiştir (Czarnocha & Maj, 2008). Öğretim deneyi, araştırmacıların öğrencilerin matematik bilgilerinin ne olduğunu ve tasarlanan öğrenme ortamları

içerisinde bu bilgilerin nasıl değişim gösterdiğini yakından deneyimledikleri öğretim temelli bir araştırma deseni olarak tanımlanabilmektedir (Czarnocha & Maj, 2008; Uygan, 2019). Burada “deneyimleme” kelimesi ile kastedilen öğrencilerin zihnindeki matematik gerçekliğini öğrenme sürecinde kullanılan dil, uygulanan işlemler ve yapılan hatalar üzerinden yorumlamak ve bu gerçekliğe ilişkin anlamlar oluşturmaktır (Uygan, 2019). “Öğretim” boyutu ise süreç içerisinde yorumlanan öğrenci matematiğinin gelişimi için çeşitli öğrenme teorilerine dayanan öğrenme ortamlarının hazırlanmasını ve uygulanmasını içermektedir (Steffe & Thompson, 2000; Uygan, 2019).

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 & 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 & Thompson, 2000). Gerçekleştirilen klinik görüşmeler doğrultusunda bir sonraki öğretim oturumu şekillendirilir ve süreç öğrencilerin öğrenmelerine katkı sağlayacak şekilde tasarlanır. Bu durumlar ile paralel olarak bir öğretim deneyinin amacı şu şekilde ifade edilebilir: Bir öğretim şeklinin öğrencinin mevcut bilgi yapısını ve akıl yürütmesini nasıl etkilediğini anlamaktır (Cobb, 2000; Steffe & Thompson 2000). Öğretim deneyi yeni öğretim teknikleri ve yaklaşımlarının test edilmesine ortam sağlamaktadır. Ek olarak, öğretim deneyleri öğrencilerin matematiksel etkinliklerinin ve davranışlarının modelini ortaya çıkarmada kullanılabilecek etkili bir yöntemdir (Lesh & Kelly, 2000; Steffe & Thompson 2000). Doğal öğrenme ortamına yakın bir ortamın araştırma sürecinde oluşturulmasına imkân sağlaması, öğrencilerin öğrenme modellerinin ortaya konulmasına ve kullanılan öğretim yaklaşımının işleyen ve işlemeyen yönlerinin tespit edilmesine yardımcı olmaktadır (Lesh & Kelly, 2000). Sonuç olarak, öğrenme süreçlerine odaklanan bir araştırmanın, öğretim deneyi yöntemini kullanmasının en uygun ve etkili yollardan biri olduğu belirtilmektedir (Confrey, Maloney, Nguyen & Corley, 2012).

Öğretim deneyi ile eylem araştırması, sürece yönelik müdahaleler içermesi sebebiyle benzerlik göstermesine rağmen Cobb, Jackson ve Dunlap (2017) iki araştırma deseni arasındaki en önemli farkın amaçlar ve ürünler bağlamında ortaya çıktığını

belirtmektedir (Uygan, 2019). Eylem araştırması yerel boyuttaki sorunlara çözümler geliştirmeyi amaçlarken, öğretim deneyi öğrencilerin öğrenme süreçlerine yönelik genellenebilir teorik modeller üretmeyi amaçlamaktadır. Örneğin van Hiele'in (1984) öğrencilerdeki geometrik düşünme düzeylerine ilişkin oluşturduğu modeli ya da Harel ve Sowder'ın (1998) öğrencilerdeki ispat şemalarını yansıtan modeli öğretim deneyi ürünleridir. Öğretim deneyinin eylem araştırmasından ayıran bir diğer özelliği ise matematik eğitimi alanında çeşitli öğrenme teorilerini (sosyokültürel teori, yapılandırmacı yaklaşım) temel alarak ortaya çıkmış ve gelişimini bu disiplin içerisinde sürdürmüş olmasıdır. Bu bağlamda öğretim deneyi adı geçen teorilere dayalı olarak, öğrencilerdeki matematiksel düşünmeyi ve kavramsallaştırmayı destekleyecek öğretimsel tasarımları yapmaya ve öğretim sırasında öğrencilerin öğrenme yollarını modellemeye odaklanmaktadır (Uygan, 2019).

Steffe ve Thompson (2000) için öğretim deneyine yönelik standart bir yapı tanımlanamamaktadır. Çünkü öğretim deneyi araştırmacının çalıştığı bağlama dayalı olarak farklı biçimlerde tasarlanabilmektedir. Bu noktada Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer ve Schauble (2003) öğretim deneyinin küçük bir öğrenci grubunu kapsayan “yapılandırmacı öğretim deneyi” türünde uygulanabileceği gibi bir sınıf ortamındaki tüm öğrencilerin katıldığı “sınıf öğretim deneyi” türünde de tasarlanabileceğini belirtmektedir. Bu doğrultuda bu çalışmada uygulanan öğretim deneyi, ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri süresince Borromeo Ferri (2006) tarafından geliştirilen matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel sürecinin incelenmesine dayalı bir *yapılandırmacı öğretim deneyi*dir.

2.10.1. Yapılandırmacı Öğretim Deneyi

Yapılandırmacı öğretim deneyinde, özel olarak hazırlanmış öğretim ortamlarında bir ya da birkaç öğrencinin bireysel öğrenme süreçlerine odaklanılmaktadır (Thompson, 2000). Yapılandırmacı öğretim deneyinin temel amacı öğrencilerin matematiksel bilgiyi yapılandırma sürecini yakından deneyimlemek ve öğrenci matematiğinin tasarlanan öğrenme ortamlarında nasıl değişim gösterdiğini açıklayan modeller inşa etmektir (Cobb & Steffe, 2011; Uygan, 2019). Bu modeller, okullardaki matematik öğretiminin planlanmasında eğitimcilere rehberlik eden kaynakları sunmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmada, işbirlikli öğrenme grupları oluşturularak sekiz ilkökul dördüncü sınıf öğrencisi ile yapılandırmacı öğretim deneyi süreci gerçekleştirilmiştir. Bu öğrenciler

içerisinden dört öğrenci odağa alınarak hem grup yapısı içerisindeki öğrenme süreçleri hem de bireysel öğrenme süreçleri birlikte çözümlenmiştir.

Yapılandırmacı öğretim deneyinde araştırmacı, ön matematiksel bilgileri konusunda fikir sahibi olduğu bir ya da birkaç öğrenciyi öğretim deneyinin katılımcıları olarak belirlemeli ve öğrencilerdeki matematiksel bilginin nasıl gelişim gösterebileceğine ilişkin öncül hipotezleri oluşturmalıdır (Cobb, 2011). Araştırmacının sonraki görevi ise öncül hipotezlere bağlı olarak uygun öğrenme ortamlarını hazırlamak ve uygulama sürecine araştırmacı/öğretmen rolünde katılarak, öğrencilerin hedeflenen konuya ya da kavrama ilişkin matematiksel bilgiyi nasıl yapılandırıldığını yakından deneyimlemektir (Cobb & Steffe, 2011). Öğretim deneyi boyunca yapılandırmacı bakış açısına göre hareket eden araştırmacı öğrenciye hazır matematiksel bilgiyi sunmak yerine, öğrencinin mevcut ön bilgisini dikkate almalı ve onun kendi matematiksel bilgisini inşa edeceği özel öğretimsel görevleri tasarlamalıdır. Bu noktada araştırmacı, öğretim deneyinin belirli aşamalarında, öğrenci matematiğinin nasıl değişim gösterdiğini görmek için geriye dönük (retrospective) analizler yapmalıdır (Steffe & Thompson, 2000). Öğretim deneyi boyunca takip edilen hipotez oluşturma, öğretimsel görevleri planlama, öğretimsel görevleri uygulama, geriye dönük analizler yapma ve yeni hipotezleri oluşturma döngüsü, öğrenci matematiğinin baştan sona ayrıntılı olarak modellenmesine kadar devam etmektedir (Steffe & Ulrich, 2014). Araştırmacı, süreç boyunca adım adım inşa ettiği bu model ile matematik eğitimcilerine öğrenci matematiğinin karanlıkta kalan yönlerini bütüncül olarak sunmaktadır.

2.11. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde matematiksel modellemeye yönelik yapılan araştırmalar literatür taraması sonucunda belirlenmiş ve incelenmiştir. İncelenen araştırmaların belirlenmesinde matematik eğitimi alanında “*matematiksel modelleme, modelleme, matematiksel modelleme yeterliği, model oluşturma etkinliği*” anahtar kavramları kullanılarak araştırma ve derleme türü makaleler ve tezler incelenmiştir. Bu doğrultuda matematiksel modellemeye yönelik yapılan ulusal ve uluslararası çalışmaların araştırma grubuna ve çalışılan konulara göre dağılımı Tablo 5, 6, 7, 8, 9 ve 10’da yer almaktadır.

Tablo 5.

Ulusal Literatürde Makalelerin Araştırma Grubuna Göre Dağılımı

Araştırma Grubu	Makaleler
İlkokul	Şahin & Eraslan, 2016; Ulu, 2017; Şahin & Eraslan, 2018.
Ortaokul	Çavuş Erdem, Doğan, Gürbüz & Şahin, 2017; Akyol & Şendurur, 2019; Çavuş Erdem & Gürbüz, 2018; Çiltaş & Muşlu, 2016; Çiltaş, Demirci & Güler, 2018; Didiş Kabar & İnan, 2018; Genç ve Karataş, 2017; Güder & Gürbüz, 2017; Güder & Gürbüz, 2018; Hıdıroğlu & Özkan Hıdıroğlu, 2017; İnan Tutkun & Didiş Kabar, 2018; Işık & Es, 2019; Tekin Dede, 2017; Tural Sönmez, 2019; Yurtsever & Soylu, 2017; Zihar & Çiltaş, 2018; Erdoğan & Elmas, 2018; Didiş Kabar & İnan Tutkun, 2018.
Lise	Deniz, 2017; Genç & Karataş, 2017; Özaltun & Bukova Güzel, 2018; Yavuz Mumcu & Baki, 2017.
Matematik Öğretmen Adayı	Aydoğan Yenmez, 2017; Bilgili & Çiltaş, 2018; Çakmak Güzel & Işık, 2018; Dede, Akçakın & Kaya, 2018; Deniz & Akgün, 2018; Duran, Doruk & Kaplan, 2016; Hıdıroğlu & Bukova Güzel, 2016; Karacı Yaşa & Karataş, 2018; Kertil, Erbaş, Çetinkaya, 2017; Saka & Çelik, 2016; Saka & Çelik, 2018; Saka & Çelik, 2018-2; Şahin & Eraslan, 2019; Yanık, Bağdat & Koparan, 2017.
Matematik Öğretmeni	Deniz & Akgün, 2016; Deniz & Akgün, 2017; Deniz & Akgün, 2017-2; Gürbüz, Çavuş Erdem, Şahin, Temurtaş, Doğan, Doğan, Çalık & Çelik, 2018; Özer ve Bukova Güzel, 2016; Urhan & Dost, 2016.
Fen Bilgisi Öğretmeni Adayı	Deniz & Yıldırım, 2018.
Sınıf Öğretmeni	Piltin, Serin & Işık, 2016.

Tablo 6.

Ulusal Literatürde Tezlerin Araştırma Grubuna Göre Dağılımı

Araştırma Grubu	Tezler
İlkokul	Delikanlı, 2019; Işık, 2016; Şahin, 2019.
Ortaokul	Alkan, 2019; Bakırcı, 2016; Büyükdıgüz, 2019; Cinisoğlu, 2017; Çakan, 2019; Çavuş Erdem, 2018; Çelikkol, 2016; Çora, 2018; Güder, 2019; İnan, 2018; Kaya, 2019; Keklik, 2019; Kocayayla, 2019; Kurt, 2019; Kurtuluş Kayan, 2019; Mengi, 2019; Muşlu, 2016; Şengil Akar, 2017; Tural Sönmez, 2016; Yıldırım, 2019; Zengin, 2019; Zihar, 2018.
Lise	Demirci, 2018; Perk, 2019.
Matematik Öğretmen Adayı	Çakmak Gürel, 2018; Karacı, 2016; Kaya, 2018; Saka, 2016.
Matematik Öğretmeni	Çavuşoğlu, 2016; Sağiroğlu, 2018.
Sınıf Öğretmeni Adayı	Yanbıyık, 2016.

Tablo 7.

Ulusal Literatürde Makalelerin Çalışılan Konulara Göre Dağılımı

Çalışılan Konular	Makaleler
Matematiksel Modellemeye Yönelik Görüş	Piltan, Serin & Işık, 2016; Saka & Çelik, 2016; Şahin & Eraslan, 2019; Yanık, Bağdat & Koparan, 2017; Özer ve Bukova Güzel, 2016; Urhan & Dost, 2016; Deniz & Akgün, 2017
Problem Çözme Süreci/Becerisi	Çiltaş, Demirci & Güler, 2018; Saka & Çelik, 2018
Modelleme Yeterlikleri	Tekin Dede, 2017; Genç ve Karataş, 2017; Çakmak Güzel & Işık, 2018; Dede, Akçakın & Kaya, 2018; Karacı Yaşa & Karataş, 2018; Genç & Karataş, 2017
Matematikleştirme Süreci	Tural Sönmez, 2019; Didiş Kabar & İnan, 2018
Düşünme Süreçleri	Şahin & Eraslan, 2016; Akyol & Şendurur, 2019; Kertil, Erbaş, Çetinkaya, 2017; Hıdıroğlu & Bukova Güzel, 2016; Deniz, 2017; Özaltun & Bukova Güzel, 2018
Matematiksel Modelleme Süreci/Becerileri	İnan Tutkun & Didiş Kabar, 2018; Işık & Es, 2019; Deniz & Akgün, 2018; Aydoğan Yenmez, 2017; Duran, Doruk & Kaplan, 2016; Gürbüz, Çavuş Erdem, Şahin, Temurtaş, Doğan, Doğan, Çalık & Çelik, 2018; Yavuz Mumcu & Baki, 2017; Deniz & Yıldırım, 2018; Ulu, 2017; Didiş Kabar & İnan Tutkun, 2018.
Model Oluşturma Etkinlikleri/Problemleri Tasarlama	Şahin & Eraslan, 2018; Hıdıroğlu & Özkan Hıdıroğlu, 2017; Güder & Gürbüz, 2018; Bilgili & Çiltaş, 2018; Deniz & Akgün, 2017-2; Deniz & Akgün, 2016
Kavram Öğretimi	Güder & Gürbüz, 2017
Alan Ölçme Bilgi ve Becerilerini İnceleme	Çavuş Erdem & Gürbüz, 2018
Üslü İfadeler Öğretimi	Zihar & Çiltaş, 2018
Akademik Başarı	Çiltaş & Muşlu, 2016;
Akademik Başarı ve Tutum	Yurtsever & Soylu, 2017
Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı İnceleme	Erdoğan & Elmas, 2018
Modelleme Sürecinde Teknoloji Kullanımı	Saka & Çelik, 2018-2
Literatür Taraması	Albayrak & Çiltaş, 2017; Yıldız & Yenilmez, 2019
Kitap Analizi	Çavuş Erdem, Doğan, Gürbüz & Şahin, 2017
Kuramsal Çerçeve	Hıdıroğlu & Özkan Hıdıroğlu, 2016; Aydın Güç & Baki, 2016

Tablo 8.

Ulusal Literatürde Tezlerin Çalışılan Konulara Göre Dağılımı

Çalışılan Konular	Tezler
Matematiksel Modellemeye Yönelik Görüş	Çavuşoğlu, 2016
Problem Çözme Süreci/Becerisi	Çora, 2018; Çakan, 2019; Mengi, 2019
Modelleme Yeterlikleri	Keklik, 2019; Alkan, 2019; Kaya, 2018
Matematikleştirme Süreci	Tural Sönmez, 2016
Bilişsel Modelleme Yeterlikleri	Şahin, 2019.
Düşünme Süreçleri	Çakmak Gürel, 2018.
Matematiksel Modelleme Süreci/Becerileri	İnan, 2018; Yıldırım, 2019; Yanbıyık, 2016
Model Oluşturma Etkinlikleri/Problemleri Tasarlama ve Uygulama	Çelikkol, 2016; Zengin, 2019; Kocayayla, 2019; Sağiroğlu, 2018; Karacı, 2016
Matematik Okuryazarlığına Etkisi	Demirci, 2018

Alan Ölçme Konusu	Çavuş Erdem, 2018
Üslü İfadeler Öğretimi	Zihar, 2018
Doğal Sayılar Öğretimi	Muşlu, 2016; Işık, 2016
Yüzdelere Öğretimi	Kurtuluş Kayan, 2019
Kesirlerin Öğretimi	Kaya, 2019
Doğrusal Denklemler Öğretimi	Cinisoğlu, 2017
Fonksiyonlar Öğretimi	Perk, 2019
Matematiksel Yaratıcılık	Şengil Akar, 2017
PISA Akademik Başarı Düzeyi	Bakırcı, 2016
Akademik Başarı	Büyükadıgüzel, 2019
Akademik Başarı, Tutum ve Kalıcılık	Delikanlı, 2019
Matematiğin Disiplinler Arası İlişkisi	Güder, 2019
Akademik Başarı, Geometri Öz-Yeterlik ve Tutum	Kurt, 2019
Modelleme Sürecinde Teknoloji Rolü	Saka, 2016

Tablo 9.

Uluslararası Literatürde Yapılan Çalışmaların Araştırma Grubuna Göre Dağılımı

Araştırma Grubu	Makaleler
İlkokul	English, 2003, 2006, 2007, 2009, 2010, 2011, 2012; Wickstrom, 2017; Suh, Matson & Seshaiyer, 2017; Watters, English ve Mahoney, 2004; English & Watters, 2004, 2005; Mousoulides ve English, 2008.
Ortaokul	Krutikhina, Vlasova, Galushkin & Pavlushin, 2018; Albarracin, 2020; Brady & Jung, 2021; English & Watson, 2018; Geiger, Galbraith, Niss & Delzoppo, 2021; Kohen & Orenstein, 2021; Lingefjärd & Holmquist, 2005; Porras & Rodriguez, 2021; Stillman, Brown & Galbraith, 2010.
Lise	Amalia, Hartono & Indaryanti, 2019; Jung & Lee, 2019; Doerr, 1995; Hartmann, Krawitz & Schukajlow, 2021; Hernández, Levy, Felton-Koestler & Zbiek, 2016; Warwick, 2007.
Matematik Öğretmeni ve Adayı	Han, 2019; Treffert-Thomas, Viirman, Hernandez-Martinez & Rogovchenko, 2017; Hidayat & Iksan, 2018; Palucci & Wessels, 2017; Silva & Almeida, 2018; Park & Lee, 2018; Ma, Li, Ma & Wang, 2017; Abassian, Safi, Bush & Bostic, 2020; Saxena, Shrivastava & Bhardwaj, 2016; Riyanto, Zulkardi, Putri & Darmawijoyi, 2017; Wickstrom & Aytes, 2018; Hidayat, Norul & Zulnaidi, 2021; Jun-On & Hong, 2017
Sınıf Öğretmeni ve Adayı	Choi, 2017; Jung & Magiera, 2021; Kim, Min & Kang, 2009; Pires, da Silva & Gomes, 2021; Schwerdtfeger, 2017; Supriadi, 2020

Tablo 10.

Uluslararası Literatürde Yapılan Çalışmaların Konulara Göre Dağılımı

Çalışılan Konular	Makaleler
Matematiksel Modellemeye Yönelik Görüş	Treffert-Thomas, Viirman, Hernandez-Martinez & Rogovchenko, 2017; Han, 2019; Choi, 2017; Kim, Min & Kang, 2009; Fazio, Di Paola & Guastella, 2012.
Karşılaşılan Zorluklar	Wickstrom, 2017.
Matematiksel Modelleme Süreci ve Yeterliliklerini İnceleme	An & Oh, 2018; Suh, Matson & Seshaiyer, 2017; Riyanto, Zulkardi, Putri & Darmawijoyo, 2019; Anhalt, Cortez & Bennett, 2018; Geiger et al. 2018.; Hidayat & Iksan, 2018; Jung & Lee, 2019; Krutikhina, Vlasova, Galushkin & Pavlushin, 2018; Panaoura, Gagatsis & Demetriou, 2009; Eric, Dawn, Wanty & Seto, 2012; Riyanto, Zulkardi, Putri & Darmawijoyo, 2019; Mousoulides, Sriraman, M. Pittalis & Christou, 2007; Xin, Lin, Zhang & Yan, 2007; Mousoulides, Christou & Sriraman, 2008; Panaoura, 2012; Ko & Oh, 2015; Mousoulides, Pittalis & Christou, 2006; Amalia, Hartono & Indaryanti, 2019
Model Oluşturma Etkinlikleri/Problemleri Tasarlama	Palucci & Wessels, 2017; Bonotto, 2006; Bonotto, 2010a; Bonotto, 2010b; Doerr, 1995; English & Watters, 2004; Sriraman & Lesh, 2006; English, 2007; Eric, 2008; English, 2010
Teknoloji ve Modelleme	Mousoulides et al., 2010.
Reform Araştırması	Han, 2019.
Literatür Taraması	Choi, 2017.
Kitap Analizi	Jung & Park, 2016.
Kuramsal Çerçeve (How?)	Stohlmann & Albarracin, 2016; Zhang & Su, 2017; Asempapa, 2015; Carlson, Wickstrom, Burroughs & Fulton, 2016; Almeida, 2018; Silva & Almeida, 2018; Park & Lee, 2018; Ma, Li, Ma & Wang, 2017; Abassian, Safi, Bush & Bostic, 2020; Saxena, Shrivastava & Bhardwaj, 2016; Riyanto, Zulkardi, Putri & Darmawijoyi, 2017; Wickstrom & Aytes, 2018; Verschaffel & De Corte, 1997; Verschaffel, 2002; Verschaffel, 1999; Kim, Hong & Kim, 2009; De Corte, Verschaffel & Greer, 2000; Lingefjard, 2006; Caldeira, 2009; Pollak, 2011; Kang, 2012; Schoenfeld, 2013; Banerjee, 2014; Cai et al. 2014; Asempapa, 2015; Carlson, Wickstrom, Burroughs & Fulton, 2016; Stohlmann & Albarracin, 2016; Zhang & Su, 2017; Almeida, 2018; Wickstrom & Aytes, 2018
Kavramsal Modelleme	Xin, Wiles & Lin, 2008; Xin, 2019

Yukarıda yer alan tablolar incelendiğinde, matematiksel modellemenin ilkökul döneminde yer alması gerektiği, bu dönemdeki çocukların matematiksel bilgi, beceri ve yeterliliklerinin gelişiminde modellemenin önemli olduğu vurgulanmasına rağmen uluslararası literatürde ilkökul dönemi öğrencileriyle yapılan matematiksel modellemeye yönelik çalışmaların azlığı dikkat çekmekte ve uluslararası literatürde ağırlıklı olarak Avustralya’da Lynn D. English tarafından yapıldığı görülmektedir. Benzer şekilde ulusal literatür incelendiğinde de ilkökul dönemi öğrencileriyle yapılan matematiksel modellemeye yönelik sınırlı çalışmaya ulaşılmıştır. Ulusal literatürde matematiksel modellemeye yönelik çalışmalar genellikle ortaokul, lise dönemi ve matematik öğretmeni veya matematik öğretmeni adaylarıyla yapılan çalışmaların yoğunlukta olduğu görülmektedir. İlkokul dönemine yönelik sınırlı sayıda yapılan çalışmalar incelendiğinde, araştırmaların odak noktasının modelleme yeterlikleri, modelleme süreci ve bu süreçte yaşanan güçlükler olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu

doğrultuda bir sonraki bölümde matematiksel modellemeye yönelik yapılan çalışmaların bir bölümüne yer verilecektir. Ulusal ve uluslararası literatürde yapılan çalışmalar ayrı başlıklar altında ele alınmıştır.

2.11.1. Matematiksel Modelleme ile İlgili Ulusal Araştırmalar

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 Bukova Güzel (2013), ortaöğretim matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliklerine (MOElere) ve derslerde kullanımlarına ilişkin

görüşlerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, on yedi öğretmen ile çalışılmıştır. Veriler MOElerin tanıtım ve tasarımının gerçekleştirildiği bir çalıştayın öncesinde ve sonrasında gerçekleştirilen odak grup görüşmeleri yoluyla toplanmıştır. İlk odak grup görüşmesinde MOEleri içerdiği kelimelerden hareketle tanımlamaya çalışan katılımcılar, problem çözme, öğretim süreci ve ürün oluşturmaya yönelik ifadeler kullanmışlardır. Son odak grup görüşmesinde ise MOEleri konunun başında ya da sonunda, dönem ödevi veya projeler kapsamında kullanabileceklerini belirten öğretmenler, konunun uygunluğu ve zamana bağlı olarak kullanım sıklığına karar vereceklerini ifade etmişlerdir. Katılımcılar öğrencilerinin ilgilerini çekmek, farklı matematik konularını ya da disiplinler arası konuları bütünleştirmek gibi sebeplerle derslerde MOEleri kullanabileceklerini ifade etmişlerdir.

Hıdıroğlu, Tekin Dede, Kula ve Bukova Güzel (2014) gerçekleştirdikleri çalışma ile matematiksel modelleme süreci çerçevesinde öğrencilerin Kuyruklu Yıldız Problemi'ne ilişkin çözüm yaklaşımlarını incelemişlerdir. On ortaöğretim öğrencisiyle gerçekleştirilen araştırmada veriler öğrencilerin bireysel olarak çözdükleri Kuyruklu Yıldız Problemi'nin yazılı yanıt kağıtlarından ve çözüm süreçlerinde sesli düşüncelerini içeren video kayıtları çözümlemelerinden derlenmiştir. Problemin analizinde yedi basamaklı matematiksel modelleme süreci dikkate alınarak hazırlanan dereceli puanlama anahtarından yararlanılmıştır. Modelleme süreci basamaklarında ilerledikçe öğrencilerin performanslarının azaldığı görülmüştür. Öğrenciler modeli doğrulama basamağında hiç bir yaklaşım sergilememişlerdir.

Şahin (2014) gerçekleştirdiği çalışma ile ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri ile model oluşturma süreçlerinin incelenmesini ve bu süreçlerde karşılaşılan güçlükleri ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırmacı dört hafta boyunca öğrencilere her hafta farklı bir model oluşturma etkinliği sunarak ön çalışma sürecini gerçekleştirmiştir. Ön çalışmanın ardından iki odak grupta yer alacak altı öğrenci ölçüt örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Oluşturulan iki odak gruba model oluşturma etkinliği olan Fasulye Problemi verilerek çalışmaları istenmiş ve tüm süreç video ile kayıt altına alınmıştır. Öğrencilerin modelleme yeterlikleri Blum ve Ferri'nin (2009) modelleme döngüsü kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonuçları öğrencilerin matematiksel fikirleri üretip geliştirebildiklerini, problemle ilgili faktörleri seçip denediklerini ve oluşturdukları modeli test edip yeniden gözden geçirdiklerini ortaya koymuştur. Ayrıca öğrencilerin matematiksel dili kullanmaya, sosyal etkileşimde bulunmaya, matematiksel odaklı görevleri yapmaya, varsayımları sorgulamaya ve

verileri yorumlamaya hazır oldukları tespit edilmiştir. Diğer taraftan öğrencilerin problemi anlamada, varsayımlar üzerinde uygun modeller geliştirmede, tüm veriler üzerinde genellenebilir bir model geliştirmede ve modelin geçerliliğini sağlayarak gerçek hayatla matematik arasında bağlantı kurmada bazı güçlükler yaşadıkları belirlenmiştir.

Deniz ve Akgün (2016) tarafından yapılan çalışmada, ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel model oluşturma prensiplerine uygun etkinlikler tasarlayıp tasarlamadıkları incelenmiştir. Çalışma Ağrı il merkezindeki üç farklı lise türünde görev yapan 13 matematik öğretmeni ile yürütülmüştür. Çalışmada ilk olarak öğretmenlere matematiksel modelleme yöntemi tanıtılmış ve literatürde olan matematiksel modelleme yöntemini içeren etkinlik örnekleri sunulmuştur. Ayrıca problem çözme ile matematiksel modelleme yöntemi arasındaki ilişkiler ve farklılıklar, matematiksel modelleme türleri tanıtılmıştır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden özel durum çalışması deseni kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak öğretmenlerin tasarladıkları Model Oluşturma Etkinlikleri kullanılmış, toplanan veriler betimsel analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmaya katılan matematik öğretmenleri Model Oluşturma Etkinliklerinin altı tasarım prensibini (gerçeklik, model oluşturma, öz değerlendirme, yapı belgelendirme, model genelleme, etkili prototip) dikkate alarak 9., 10. ve 11. sınıf düzeylerine göre ve uygun buldukları konularda toplamda 49 tane etkinlik tasarlamışlardır. Araştırmadan elde edilen bulgular; öğretmenlerin tasarladıkları Model Oluşturma Etkinliklerinin tümünün gerçeklik ve model genelleme prensiplerine tamamen uygun, öz değerlendirme prensibine ise kısmen uygun olduğunu göstermiştir. Etkinliklerin etkili prototip prensibine uygunluğu ise incelenememiştir.

Hıdıroğlu ve Bukova Güzel (2016) yaptıkları çalışma ile teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme sürecinde sergilenen bilişsel ve üst bilişsel eylemler arasındaki geçişleri açıklamayı amaçlamışlardır. Durum çalışması niteliğindeki araştırmanın katılımcıları Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği Programı'nın birinci sınıfında öğrenim gören dokuz öğretmen adaydır. Veriler, dokuz öğretmen adayının oluşturduğu üç grubun simülasyon, deneysel ve teorik modelleme problemlerini çözerken alınan video kayıtlarının çözümlemelerinden, yazılı yanıt kağıtlarından, GeoGebra çözüm dosyalarından ve araştırmacıların gözlem notlarından derlenmiştir. Matematiksel modelleme sürecinde gerçekleşen üst bilişsel eylemler planlama, izleme, değerlendirme ve tahmin boyutlarında ele alınmıştır. Katılımcıların modelleme

sürecindeki eylemleri ve aralarındaki geçişler grafiklere aktarılmıştır. Simülasyon modelleme probleminde en az süreye ihtiyaç duyulmuştur. En fazla zihinsel geçiş teorik modellemeye iken en az geçiş deneysel modellemeye olmuştur. Süreçte en çok planlama, en az tahmin eylemiyle karşılaşmıştır. Üst bilişsel eylemler modelleme sürecinin basamakları arasındaki düzensiz veya beklenmedik geçişleri etkileyen ve süreci düzenleyen rol oynamıştır. Bilişsel ve üst bilişsel eylemler süreçte ardışık olarak meydana gelmemiş, modelleme sürecinde eş zamanlı ve iç içe geçmiş bir süreci oluşturmuşlardır.

Özer ve Bukova Güzel (2016), matematik öğretmenlerinin, öğretmen adaylarının ve lise öğrencilerinin matematiksel modelleme algılarını ve matematiksel modelleme problemlerine yönelik bakış açılarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada öğretmen, öğretmen adayı ve öğrenciler ile çalışarak farklı bakış açılarına ulaşmak hedeflenmiştir. Nitel çoklu durum çalışması desenine dayanan çalışmada katılımcılar ölçüt örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Ölçüt tüm katılımcıların daha önce matematiksel modellemeye dair eğitim almış olmalarıdır. Veriler araştırmacılar tarafından oluşturulmuş görüş formu ile toplanmıştır ve görüş formuna verilen yanıtlar içerik analizi ile analiz edilmiştir. Katılımcıların matematiksel modellemeye ve modelleme problemlerine dair algıları ortaya çıkan kategoriler bağlamında karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Katılımcıların modelleme problemlerini diğer problem türlerinden ayırabildikleri, bu bağlamda çok fazla yanılgıya sahip olmamakla birlikte kısıtlı algılara sahip oldukları görülmüştür.

Şahin ve Eraslan (2016) ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri üzerinde düşünme süreçlerini inceleyerek eğer varsa bu süreçlerde karşılaşılan güçlükleri ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Araştırma 2013-2014 eğitim-öğretim yılında, Karadeniz bölgesinde büyük bir ilin merkezinde bulunan bir devlet üniversitesine bağlı vakıf kolejinde gerçekleştirilmiş nitel bir çalışmadır. Belirlenen ilkokul 4. sınıf öğrencilerine uygulanan beş haftalık bir ön çalışmanın ardından odak grupta yer alacak üç öğrenci ölçüt örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Oluşturulan odak gruba model oluşturma etkinliği olan Suç problemi verilerek çalışmaları istenmiş ve tüm süreç video ile kayıt altına alınmıştır. Video kayıtları yazılı olarak çözümlendikten sonra öğrencilerin çalışma kâğıtlarıyla beraber Blum ve Ferri'nin (2009) modelleme döngüsü kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma sonuçları öğrencilerin süreç boyunca günlük yaşamla ilişkili varsayımları denedikleri, fikirler ürettikleri, modellerinin doğruluğunu gerçek yaşamla ilişkilendirerek test ettiklerini ve

modellerinin genellenebilir olmasına çalıştıklarını ortaya koymuştur. Fakat diğer taraftan süreçte öğrenciler problemi anlama ve nitel veriyi yorumlama gibi bir takım güçlüklerle de karşılaşmışlardır.

Tekin Dede ve Yılmaz (2016) yaptıkları diğer bir çalışmada 7 aylık bir uygulama sonucunda 6.sınıf öğrencilerinin modelleme yeterliklerini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Ortaya koymayı amaçladıkları modelleme yeterliklerini problemi anlama, problemi sadeleştirme/planlama, problemi matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama olarak belirlemişlerdir. Yaptıkları çalışmada uygulamaya katılan 4 öğrencinin ilk ve son uygulama sırasındaki video kayıtları ve çalışma kağıtları veri olarak değerlendirilmiştir. Araştırmacıların daha önce geliştirdikleri rubrik yardımıyla elde edilen veriler değerlendirilmiş ve öğrencilerde basit modellemecilerden uzman modellemecilere doğru bir gelişimin sağlandığı vurgulanmıştır. İlk ve son uygulamalar sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda öğrencilerin son çalışmaları daha zengin modeller ve düşünceler içerdiğini ve daha güçlü bilişsel modelleme yeterlikleri sergiledikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Hıdıroğlu ve Özkan Hıdıroğlu (2017) tarafından yapılan çalışmada altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modellemede oluşturdukları gerçek yaşam problem durumu modellerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Temel nitel araştırma anlayışıyla yürütülen çalışmanın katılımcıları, Denizli’de ortalama başarıya sahip, daha önce modelleme uygulaması yapılmamış üç ortaokulda öğrenim gören 64 altıncı sınıf öğrencisidir. Nitel veriler dört farklı matematiksel modelleme problemine ilişkin yazılı yanıt kağıtlarından, araştırmacıların çözüm sürecinde aldıkları gözlem notlarından oluşturulmuştur. Nitel veri analizinde içerik analizinden yararlanılmıştır. Gerçek modeller resim, şekil ve tablo/liste türündedir. Modelin oluşturulmasında deneyim, anlama, tahmin/ölçüm ve matematiksel bilgi etkilidir. Gerçek modeller matematiksel çözüm/sonuçlara ulaşma ve yorumlama amacıyla kullanılmıştır. Öğrenciler çözümde zihinsel modellerini gerçek yaşam problem durumu modellerine yansıtamamışlar, modellerinde çözüm için gereksiz çizimlere yer vermişler, gerekli stratejik etkenleri belirleyemediklerinden dolayı nitelikli modeller oluşturamamışlardır. Öğrenciler uzunluk, ağırlık gibi kavramları karıştırdıkları ve hatalı tahminlerde bulundukları için gerçekçi bir model elde edememişlerdir.

Çavuş Erdem, Doğan, Gürbüz ve Şahin (2017) tarafından yapılan çalışmada, son yıllarda birçok ülkenin öğretim programına girmiş olan matematiksel modellemeye Türkiye’deki ders kitaplarında ne kadar yer verildiği ve modelleme kavramının matematiksel modellemeyi ne ölçüde yansıttığı incelenmiştir. Doküman incelemesi

yönteminden yararlanılan çalışmada, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında uygulamada olan tüm ortaokul (5, 6, 7, 8) matematik ders kitaplarında yer alan model ve modelleme kavramları tespit edilerek öğrenme alanı, sınıf seviyesi, modelin kullanıldığı bölüm ve kullanılan model türü açısından içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler neticesinde, Türkiye’deki ders kitaplarında modelleme kavramının matematiksel modellemeden ziyade “matematiği modelleme” şeklinde ele alındığı görülmüştür. Ayrıca modelleme kavramı, bazı konularda yoğun bir şekilde kullanılırken bazı konularda hiç kullanılmadığı ve kullanılan modellerin ise sadece somut ve görsel yapılarla sınırlı kaldığı söylenebilir. İncelenen ders kitaplarındaki modelleme kavramından sadece somutlaştırmanın ve görselleştirmenin kastedildiği görülmüştür. Programda matematiksel modellemeye yapılan vurgu dikkate alındığında ise, bu kavrama ilişkin sınırlı algının değişmesi için ders kitaplarında modelleme anlayışının revize edilmesi gerektiği önerilmektedir.

Çavuş Erdem ve Gürbüz (2018) tarafından matematiksel modelleme etkinliklerine dayalı öğrenme ortamında öğrencilerin alan ölçme bilgi ve becerilerinin incelendiği araştırmada, amaçlı örneklem yöntemiyle seçilen 6 yedinci sınıf öğrencisi çalışma grubunu oluşturmaktadır. Araştırmada öğrencilerin uygulama öncesi alan ölçmeye ilişkin bilgilerinin eksik ve hatalı olduğu, bunun sonucu olarak çokgenlerin alanını ölçmede yetersiz oldukları ve kuralları ezbere bir biçimde uyguladıkları tespit edilmiştir. Matematiksel modelleme etkinlikleri uygulama süreci, öğrencilerin öğrenmelerini desteklemiş ve alan ölçme becerilerini olumlu yönde etkilemiştir. Araştırmada, öğrencilerin geçmiş bilgilerini hatırlaması ve akranlarıyla bilgi paylaşımı, bağlamdaki matematik yoluyla bilgilerin sorgulanması ve bunun sonucu olarak matematiksel ilişkilerin görülmesi, matematiksel modelleme etkinlikleriyle oluşturulan öğrenme ortamının öğrencilerin gelişimlerine etki eden özellikleri olarak belirlenmiştir. Öte yandan, alan ölçmede alan formüllerinin matematiksel modelleme etkinlikleri yardımıyla birim kareyle ilişkilendirilerek açıklanması öğrencilerin öğrenmesine olumlu etki sağlamıştır. Sonuçlar, matematiksel modellemenin öğretim programında yer almasının önemli olduğunu göstermektedir.

İnan Tutkun ve Didiş Kibar (2018) tarafından yapılan çalışmada yedinci sınıf öğrencilerini Hava Durumu adlı modelleme problemi üzerinde çalışırken geçtikleri modelleme sürecini incelemeyi amaçlamışlardır. Bu çalışmanın katılımcılarını, derse devam eden 24 öğrenci arasından, amaçlı örneklem yöntemine göre seçilmiş olan altı öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma sürecinde öğrenciler üçer kişilik iki grup halinde

çalışmışlardır. Bu çalışma öğrencilerin matematiksel modelleme süreçlerini inceleyen nitel durum çalışmadır. Çalışmanın bulguları, çalışmada yer alan iki grubunda bir modelleme problemi ile ilk defa çalıştıklarında, birden fazla yorumlama sürecinden geçerek, problemin çözümü için farklı fikirler öne sürebildiklerini, farklı matematiksel fikirlerini birbirleri ile paylaşabildiklerini, öğrencilerin kendi matematiksel anlamaları çerçevesinde problemi matematikselleştirip modellerini ortaya koyabildiklerini göstermiştir. Diğer taraftan ise bulgular bu iki grubun istenilen çözüme ulaştıktan sonra, elde etmiş oldukları matematiksel çıktıları gerçek yaşama göre yorumlamadıklarını ve sonuçlarının doğruluğunu kontrol etmediklerini göstermiştir. Bu çalışma, matematik öğretmenlerine ortaokul düzeyindeki öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri ile tanıştırılmalarını ve matematik derslerinde düzenli olarak matematiksel modelleme problemleri ile çalışmalarına fırsat sağlamalarını önermektedir.

Özaltun Çelik ve Bukova Güzel (2018) tarafından yapılan çalışmada, doğrusal fonksiyonun öğrenilmesine yönelik tasarlanan bir modelleme etkinliği üzerinde çalışan öğrencilerin nicel muhakemelerini incelemek amaçlanmıştır. Öğretim deneyine dayalı gerçekleştirilen çalışmanın katılımcılarını bir fen lisesinde öğrenim gören on tane 10.sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Öğrenciler verilen etkinlik üzerinde kendi belirledikleri ikişer kişilik gruplar halinde çalışmışlardır. Grupların çözüm kâğıtları ve etkinlik çalışmaları boyunca alınan video kamera kayıtlarının transkriptleri araştırmanın veri kaynaklarını oluşturmuştur. Toplanan veriler öğrencilerin nicel muhakemeleri doğrultusunda devam eden analizler ve geriye dönük analizler olarak iki aşamada analiz edilmiştir. Analizler, öğrencilerin deneyimledikleri ya da anlam yükleyebildikleri bir durum üzerinde çalışırken zihinsel olarak daha aktif eylemler sergilediklerini göstermiştir..

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 kâğıtları, 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.

Kaygısız (2021) 4. sınıf öğrencilerinin, oluşturulan öğrenme ortamında uygulanan model oluşturma etkinlikleri (MOE) aracılığıyla matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimini araştırmayı amaçlamıştır. 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 örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme 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, ısındırma 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.

2.11.2. Matematiksel Modelleme ile İlgili Uluslararası Araştırmalar

Watters, English ve Mahoney (2004) üç yıllık uzun süreli çalışmasında ilkökul öğrencilerinin matematiksel modellemedeki gelişimini incelemiştir. Çalışmaya şehir merkezinden uzakta bir okuldaki 3. Sınıflardan (8 yaş) 4 şube ve 5 öğretmen gönüllü olarak katılmışlardır. Öğretmenlere çalışmaya başlamadan önce örnek modelleme etkinlikleriyle, modellemenin doğası, öğrencilerin problemi çözüm yollarını tanımlamayı ve problemlerini nasıl uygulamaları yönünde eğitim verilmiştir. Etkinlikler iki dönem içinde öğretmenler tarafından uygulanmış ve her biri 40-60 dakika sürmüştür. Araştırmanın sonuçları matematiksel modelleme çalışmalarının öğrencilerin matematiksel fikirlerinin geliştirdiğini ortaya koymuştur. Matematiksel dili kullanma grup içinde çalışma, sosyal etkileşimde bulunma, tablodan veriyi okuma ve grafik kullanımında önemli derecede ilerleme sağlandığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu yaş grubundaki öğrencilerin matematiksel odaklı görevleri yapmaya, varsayımları sorgulamaya ve verileri yorumlamaya hazır oldukları görülmüştür.

English ve Watters (2005) çalışmasında yine Butter Beans (Fasulye Problemi) ve Airplane Problem (Kağıttan Uçak Yapma) olmak üzere iki modelleme problemini kullanarak ilkökul öğrencilerinin matematiksel bilgi ve akıl yürütme süreçlerindeki gelişimlerini araştırmıştır. Bunun için 3. sınıf (8 yaş) öğrencilerinden oluşan dört sınıfa ve onların öğretmenlerine altı ay süren bir program uygulanmıştır. Bu program süresince öğrencilere öğretmenlerin gözetiminde örnek modelleme etkinlikleri yaptırılarak hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin deneyim kazanmaları sağlanmıştır. Bu çalışmada öğrencilerin üst bilişsel ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştiği ortaya konurken zorluk düzeyleri değişen ve gerçek hayatla ilişkilendirilmiş matematiksel fikirlere erişebildikleri görülmüştür.

Watters, English ve Mahoney (2004) üç yıllık uzun süreli çalışmasında ilkökul 3. sınıf (8 yaş) öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecindeki gelişimlerini incelemişlerdir. Araştırmanın sonuçları matematiksel modelleme çalışmalarının öğrencilerin matematiksel dili kullanma grup içinde çalışma, sosyal etkileşimde bulunma, tablodan veriyi okuma ve grafik kullanımında önemli derecede ilerleme sağlandığı tespit edilmiştir. Bir diğer çalışmada English ve Watters (2004, 2005) model oluşturma etkinlikleri kullanarak ilkökul öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin modelleme aşamasında, matematiği kullanma aşamasının gelişimini çeşitli seviyelerde kolaylaştıran veya

sınırlandıran unsurlar olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca model oluşturma etkinliklerinin üst-biliş ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirirken farklı temsillerle fikirlerin ifade edilmesi için zengin fırsatlar sunduğu vurgulanmıştır.

Lingefjård ve Holmquist (2005), 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.

Mousoulides ve English (2008) çalışmasında farklı kültürlere ve eğitim düzeyine sahip Güney Kıbrıslı ve Avustralyalı 10 yaşındaki ilköğretim öğrencilerinin modelleme problemleri üzerine çalışmalarını sağlayarak iki ülke öğrencilerinin problemi yorumlama ve ortaya koyulan farklı çözüm yolları karşılaştırılarak onların matematiksel gelişimini incelemiştir. Üç yıl süren bu araştırmaya Avustralya'dan bir sınıfta bulunan 10 yaşındaki 30 öğrenci ve onların öğretmenleri ile Güney Kıbrıs'tan 10 yaşındaki 22 öğrenci ve öğretmenleri katılmıştır. Bu makale, araştırmanın ilk yılında Çim Biçme Problemi (the Aussie Lawn Mower Problem) kullanılarak elde edilen verilerin sonuçlarını ortaya koymaktadır. Her iki ülke de sınıflarında üç ve dörderli gruplara ayrılan öğrencilere 40 dakika süren 4 aşamada modelleme problemi verilerek tamamlamaları sağlanmıştır. Bulgular farklı iki ülkeden 10 yaş öğrencilerinin, gerçek durum problemi şeklinde sunulan karmaşık matematiksel modelleme problemlerini başarıyla tamamladıklarını göstermiştir. Veri setleri üzerinde çeşitli eğilim ve ilişkileri belirlemiş daha sonra bunlar üzerinde farklı matematiksel işlemleri uygulamışlardır. Ayrıca farklı sosyoekonomik, kültürel ve eğitimsel altyapıya sahip öğrencilerin bu problemin çözümü esnasında benzer model oluşturma yaklaşımlarında bulunduğu ortaya konmuştur.

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.

English (2010) veri modellemesi üzerine ilkök 1.sınıf öğrencilerinin istatistiksel akıl yürütme becerilerini incelemiştir. Üç yıl süren bu araştırmaya Avustralya'nın orta sosyo-ekonomik düzeyinde bir okulun 25-26 kişilik 1. sınıf öğrencilerinden (6 yaş 8 aylık) üç şube ve onların öğretmenleri katılmıştır. Öğrencilerin veri çalışmaları ile ilgili önceki tecrübelerinin nesneleri sınıflandırmak ve resim grafiklerini tamamlama ile sınırlı olduğu belirtilmiştir. Araştırmacı 1. sınıf öğretmenleri ile işbirliği içinde çalışmış ve düzenli olarak mesleki gelişim toplantıları düzenlemiştir. Öğretmen ve araştırmacı her bir sınıfta, öğrencilerin küçük gruplar halinde modelleme etkinlikleri üzerinde beraber çalışmalarını sağlamıştır. Bu etkinlikler “Çevremizi Koruyalım (Looking after our Environment)” teması üzerine kurulmuş olup, etkinlikler hikâyeleştirilerek matematiksel öğrenmede etkili bir içerik sağlanmış ve bu sayede öğrencilerin yüksek motivasyonla matematiksel problemlerde çalıştıkları ve başarılı sonuçlar elde ettikleri belirtilmiştir. Bu çalışma öğrencilere verilen sıralı üç aktiviteden birincisi olan ve Baxter Brown's Messy Room adlı hikayeden uyarlanan etkinlik üzerine odaklanmıştır. Araştırma sonucunda okulun henüz ilk yıllarında bulunan küçük çocukların bu tür etkinlikleri başarıyla tamamlayabildiklerini göstermiştir. İlkokul çocuklarının çeşitli veriye dayalı içerikleri yorumlamayı, veriyi eleştirel olarak analiz etmeyi, sıralamayı, veri temsilleri arasındaki eğilimleri araştırmayı, bu eğilimleri yorumlamayı, sonuçlarını farklı olarak ifade etmeyi ve raporlaştırmayı içeren deneyimlerle karşılaşmalarına

olanak sağlayan öğrenme ortamlarının yaratılması gerektiği vurgulanmıştır.

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.

Başka bir çalışmada English (2012) ilkokul öğrencilerinin istatistiksel deneyimlerini yorumlamayı amaçlamıştır. Üç yıl süren çalışmanın birinci yılına ait sonuçların yer aldığı bu çalışmada, öğrencilerin topladıkları verileri nasıl yapılandırdıkları, nasıl temsil ettikleri ve yeniden düzenleyerek birden fazla temsil etme yolları geliştirebilme yeterlilikleri ile öğrencilerin veri tablolarındaki değişiklikleri belirleme ve kayıp değerleri nasıl tahmin ettikleri incelenmiştir. Çalışmaya Avustralya'nın orta sosyo-ekonomik düzeyde bir okulun 1. Sınıf öğrencilerinden (ortalama yaşları 6 yıl 8 aylık) üç şube ve onların öğretmenleri katılmışlardır. Araştırmacının öğretmenler ile işbirliği içinde yürüttüğü çalışmada öğrenciler, ortalama toplam 90 dakika süresince Fun with Michael Recycle (Michael'le Geri-Dönüşüm Problemi) ve Litterbug Doug (Çöp Böceği Doug Problemi) etkinlikleri üzerinde 3'er ve 4'erli gruplar halinde çalışmışlardır. Araştırma sonucunda öğrenciler verilerin yeniden temsili hususunda farklı yollar ortaya koymuşlardır. Michael'le Geri-Dönüşüm Problemi'nde öğrenciler ilk denemelerinde verileri yapılandırmada ve temsil etmede başarılı olurken ikinci denemelerinde grupların yarısından fazlası verileri farklı şekilde temsil edebilmişlerdir. Yeni temsiller ağırlıklı olarak resimli-grafikler (pictographs) şeklinde gerçekleşirken öğrenciler oluşturdukları bu grafiklerde satır ve sütunların etkili şekilde kullanmaları, uygun çıkarımlarda bulunmaları grafiklerin yapısı hakkındaki farkındalıklarını göstermesi açısından önemli işaretler olarak altı çizilmiştir.

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.

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.

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel sürecinin derinlemesine incelenmesi amaçlandığı için nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiştir. Nitel araştırma, incelediği birey, durum ya da bağlamları kendi doğal ortamlarında anlamlandırarak ve yorumlayarak araştırmaya dayanmaktadır (Miles & Huberman, 2016). Bu doğrultuda bu araştırmada nitel araştırmalar içerisinde yer alan, öğrencilerin bir bütün olarak nasıl öğrendiklerini araştırmak ve nelerin gerçekleştiğini sistematik olarak incelemek için matematik eğitiminde özellikle kullanılan “*öğretim deneyi (teaching experiments)*” araştırma deseni olarak seçilmiştir (Czarnocha & Maj, 2008). Öğretim deneyleri, öğretim faaliyetlerinin geliştirilmesi ve test edilmesi sürecinin tekrarlanmasıyla öğrencilerin öğrenmesini analiz etmektedir. Steffe ve Thompson’a (2000) göre matematikte öğretim deneyinin amacı, bir süreç boyunca öğrencilerin öğrenme süreçlerini ve matematiksel etkinliklerini keşfetmek ve açıklamaktır. Bu bağlamda “*İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterlikleri nasıl gelişir?*”, “*İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel süreci nasıldır?*” sorularına derinlemesine bir yanıt arandığı için bu araştırma, öğretim deneyi olarak tasarlanmıştır. 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 vd., 2012). Bu doğrultuda bu araştırmada, nitel yaklaşım çerçevesinde öğrencilerin düşünme ve öğrenme biçimlerinin incelenmesini ve süreç içerisinde elde edilen verilerden yola çıkarak sınıftaki öğrenme sürecinin gelişimini sağlayacak yeni planlamaların yapılmasını amaçlayan öğretim deneyi yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda bu araştırmada uygulanan öğretim deneyi, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri süresince Borromeo Ferri (2006) tarafından geliştirilen

matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel sürecinin incelenmesine dayalı bir *yapılandırmacı öğretim deneyidir*.

3.1.1. Yapılandırmacı Öğretim Deneyi

Bu araştırma, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri süresince Borromeo Ferri (2006) tarafından geliştirilen bilişel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel sürecinin incelenmesine dayalı bir *yapılandırmacı öğretim deneyidir*. Yapılandırmacı öğretim deneyinde, özel olarak hazırlanmış öğretim ortamlarında bir ya da birkaç öğrencinin bireysel öğrenme süreçlerine odaklanılmaktadır (Thompson, 2000). Bu doğrultuda bu çalışmada, işbirlikli öğrenme grupları oluşturularak sekiz ilkokul dördüncü sınıf öğrencisi ile yapılandırmacı öğretim deneyi süreci gerçekleştirilmiştir.

Öğretim deneyleri *keşfedici öğretim (exploratory teaching)*, *öğretim bölümleri (teaching episodes)*, *linik görüşmeler (clinical interview)*, *geriye dönük analizler (retrospective analysis)* ve *öğrenci matematiğinin yaşayan, deneyimsel modelleri (living, experiential models of students' mathematics)* öğelerinden oluşmaktadır (Steffe & Thompson, 2000; Steffe & Ulrich, 2014).

Keşfedici öğretim, daha önce bağımsızca bir öğretim deneyi yürütmemiş olan araştırmacıların, öğretim deneyine katılmadan önce öğrenci matematiğine ilişkin ön deneyimler kazanması amacıyla gerçekleştirmeleri gereken bir aşamadır (Steffe & Thompson, 2000). Bu aşama araştırmacılara öğrencilerin matematiksel bilgi ve kavramları nasıl anlamlandırdıkları ve öğrenmenin nasıl bir yol takip ettiği ile ilgili bilgiler sağlarken, aynı zamanda öğretim deneyine katılacak öğrencilerin belirlenmesine de zemin hazırlamaktadır. Keşfedici öğretim aşamasında araştırmacıların kendi kavramsal ve işlemsel bilgilerini bir kenara bırakmaları ve öğrencilere kendi bilgilerini empoze etmeksizin sadece öğrenci matematiğine odaklanmaları kritiktir. Araştırmacı çalışmanın yürütüleceği okulun kültürüne, fiziksel koşullarına, öğrencilerine, personeline uyum sağlamak, çalışma grubunun belirlemek ve öğrencilerin matematiksel düşünme ve iletişim becerileriyle ilgili fikir sahibi olmak için katılımcılarla keşfedici öğretim süreci gerçekleştirmiştir. Bu süreçte ayrıca öğrencilerin, araştırmacıya uyum sağlaması hedeflenmiştir. Dokuz (9) ders saatlik bir süreci kapsayan bu süreçte öğrenciler, matematik dersinde gözlemlenmiştir. Ardından öğrencilere bireysel olarak *Benzin Doldurma* matematiksel modelleme problemi uygulanmış ve onların

matematiksel modelleme yeterlikleri ortaya koyulmuştur. Hem gözlemler hem de modelleme problemi üzerindeki yeterlikler doğrultusunda hem çalışma grubunda yer alan sekiz öğrenci hem de odağa alınacak öğrenciler belirlenmiştir.

Öğretim deneyi, bir dizi **öğretim bölümleri**ni içermektedir. Öğretim bölümünün temel öğeleri bir öğretici, katılımcı öğrenciler ve öğretim bölümlerini kaydeden bir araçtır. Steffe'e (1991) göre öğretim deneyinin ayırt edici özelliklerinden biri araştırmacının, öğretmen rolünde olmasıdır. Bu nedenle öğretici, araştırmacı/öğretmen (researcher/teacher) olarak adlandırılmaktadır (Steffe & Ulrich, 2014). Öğretmen olarak araştırmacı, öğrenciler ile onların davranış ve öğrenmelerini daha iyi anlayabilmek için uzun süre etkileşim içerisinde olur (Cobb & Steffe 2011). Öğretim deneyi araştırmalarında araştırmacı/öğretmenin iki kritik rolü bulunmaktadır: 1) Öğrencilerin aktif olarak derse katılabilecekleri matematiksel durumları oluşturmak ve matematiksel etkileşimi ortaya çıkaracak sorular sormak. 2) Her öğretim periyodunda öğrencilerin öğrenme etkinlikleri üzerinde nasıl çalıştıklarının, etkinlik sürecinde gerçekleşen sınıf içi etkileşimin ve etkinliklerin işlerliğinin devamlı analizi (Cobb, 2000; Steffe, 1991). Araştırmacı/öğretmen, öğretim bölümlerinin sonunda öğrenme sürecine ilişkin yaptığı analizlerle hipotezlerini değerlendirirken, öğrencilerin sonraki öğrenme yollarının gelişimine zemin hazırlayabileceğini düşündüğü öğrenme ortamlarını tasarlamaya odaklanmaktadır. Bu analizlerin neticesinde ortaya konan yansımalar ve bulgular, ardıl öğretim periyodunu iyileştirmek için kullanılmalıdır. Öğretim deneyine ilişkin verilerin toplanmasında temel araç, öğretim bölümüne ilişkin gözlem ve video kayıtlarıdır. Toplanan veriler her bir öğretim bölümü ardından analiz edilmektedir. Analizlerden elde edilen bulgular hem süregelen öğrenme süreçlerinin anlaşılmasında hem de öğrencilerin sonraki öğrenme yollarına ilişkin hipotezlerin oluşturulmasına kaynak sağlamaktadır (Steffe, 1991). Ayrıca öğretim deneyi öncesinde öğretim etkinlikleri tasarlanmalı ve pilot uygulama ile denenmelidir (Steffe & Thompson, 2000). Her bir pilot uygulama sırasında etkinlikler üzerine süreç içinde yansıma yapılmalı ve gerekli iyileştirmeler gerçekleştirilmelidir. Bu araştırmada ilkokul dördüncü sınıf öğrencileri ile altı öğretim bölümünü içeren, araştırmacının araştırmacı-öğretmen rolünü üstlendiği, sürecin kayıt altına alındığı model oluşturma etkinlikleri ile düşün-konuş-yaz, düşün-eşleş-paylaş ve zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca öğretim deneyi başlamadan bir başka deyişle asıl uygulama başlamadan önce farklı bir sınıfta tasarlanan öğretim bölümlerinin pilot çalışması yapılmıştır. Her pilot uygulama sırasında etkinlikler üzerine süreç içinde yansıma yapılmış ve gerekli

düzenlemeler gerçekleştirilmiştir.

Klinik görüşmeler, ABD’de 1976’dan sonra yürütülen öğretim deneylerinin Piaget’nin (1952) klinik görüşme tekniğinden türemiştir ve öğrenci matematiğinin gelişimine odaklanan daha kapsamlı bir süreci içermektedir. Bir sınıfta yürütülen öğretim deneyinde, araştırmacılar öğrenme sürecine ilişkin verileri gözlem, video kayıtları ve öğrenci ürünleri aracılığıyla toplayabilmektedir. Bunun yanında araştırmacılar öğrencilerin belirli bir aşamadaki sahip oldukları matematiksel bilgiyi ya da akıl yürütme biçimlerini daha ayrıntılı biçimde görmeyi amaçlayabilirler. Bu tür durumlarda klinik görüşme tekniği, öğretim deneyi kapsamında veri çeşitlemesi sağlayan özel bir veri toplama aracı olarak kullanılabilmektedir (Cobb & Steffe, 1983). Böylece araştırmacılar özel olarak odaklandıkları bazı öğrencilerin matematiksel bilgiyi nasıl yapılandığına ilişkin daha güvenilir çıkarımlara ulaşabilmektedirler. Klinik görüşme oturumları öğretim deneyinin öncesinde, öğretim bölümlerinin aralarında ve öğretim deneyi sonunda gerçekleştirilebilmektedir (Elstak, 2007). Bu doğrultuda bu çalışmada öğretim deneyi öncesinde, öğretim bölümlerinin aralarında ve öğretim deneyi sonunda odağa alınan üç öğrenci ile klinik görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Öğretim bölümlerinin video kayıtlarına ilişkin yapılan **geriye ve ileriye dönük analizlerin** öğretim deneyinin kritik unsurlarından birisi olduğu bilinmektedir (Steffe & Thompson, 2000). Öğretim deneyinden elde edilen verilerin analizi iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Bunlar geriye dönük (*retrospective*) ve ileriye dönük (*prospective*) analizlerdir. İleriye dönük analiz, araştırmacının/araştırmacıların süreç içerisinde uygulamaları devamlı şekilde analiz etmesi ve bunun neticesinde öğretim ve öğrenmenin daha iyi hale getirilmesi için alternatif öğrenme yollarını ortaya koymasıdır (Steffe & Thompson, 2000). Geriye dönük analiz ise çalışma sonunda toplanan bütün verilerin analiz edilerek ortaya konulan modelin güvenilir ve tutarlı olduğunun gösterilmesidir (Cobb, 2000; Steffe & Thompson, 2000). Geriye dönük analizlerin bir diğer amacı ise, müdahalenin etkisini veri ile desteklenmiş bir çerçeve ile ortaya koymaktır.

Geriye dönük analizlerle, öğretim bölümlerine ilişkin elde edilen kayıtlar baştan itibaren yeniden çözümlenirken, bu sayede öğrencilerdeki matematiksel bilgi, beceri ve akıl yürütme süreçlerinin nasıl gelişim gösterdiği görülmektedir (Hackenberg, 2010). Geriye dönük analizler titiz bir çalışma sürecini içermektedir. Öğretim bölümleri içerisinde öğrenci matematiğini yakından deneyimleyen araştırmacı öğrenme ortamında neler olduğunu aklında tutarken, bu bilgiler video kayıtlarının analizi ile birlikte daha

net bir resim sunmakta ve araştırmacının öğretim bölümü sırasında öğrencilerde fark edemediği bazı kendiliğinden öğrenmeleri de görmesini sağlamaktadır. Bunun yanında geçmiş öğretim bölümlerine ilişkin video kayıtlarının yeniden incelenmesi araştırmacının daha önceki deneyimlerini hatırlamasına, yeni ve eski bulgular arasındaki bağlantılar kurulmasına ve öğrencilerdeki yeni öğrenmelere zemin hazırlayan etkenlerin farkında olmasına da olanak vermektedir. Bu doğrultuda öğretim deneyi süreci devam ederken sürekli analizler yapılmış ve aynı zamanda süreç sonrasında geriye dönük analizler yapılırken bu kayıtlardan faydalanılmıştır. Bu şekilde devam eden analizlerden yararlanılarak süreç içerisinde etkinliklerde değişiklikler yapılabilmektedir.

Öğrenci matematiğinin yaşayan, deneyimsel modelleri, öğrenci matematiğinin gelişim sürecini yansıtan, yeniden düzenlenebilir modellerin öğretim deneyinin en kritik ögesi olduğu söylenebilir. Çünkü öğretim deneyinin temel amacı, öğrencilerdeki bireysel öğrenme yollarının modellenmesidir. Bu noktada öğretim deneyinin ‘yaşayan’ ürünleri olarak ortaya çıkan modeller, eğitimcilere öğrenci matematiğindeki örüntüleri görme ve bu örüntüye uygun öğrenme ortamlarını oluşturmada kaynak oluşturmaktadır. Bu modellerin inşasında en önemli konu öğrencilerin öğrenme yollarını biçimlendiren sınırların nasıl oluşturulacağıdır. Bu sınırlar öğrencilerin süreç içerisinde yaptıkları hatalar aracılığıyla oluşmaktadır (Steffe & Ulrich, 2014). Bu noktada öğrencinin neleri yapamadığının anlaşılması, neleri yapabildiğine ilişkin çıkarımların çerçevesini oluşturmaktadır. Bunun yanında öğrenme yollarının sınırları genellikle keskin çizgilerle oluşturulmamakta ve araştırmacının deneyimleri doğrultusunda yeniden düzenlenmektedir (Steffe, 1991). Bu doğrultuda elde edilen bulgular ışığında şekillenen modeller, matematik eğitimcilerine kendi öğrencilerinin matematik öğrenme süreçlerinin nasıl gerçekleşebileceği ve uygun öğrenme ortamlarının nasıl hazırlanacağı konularında ipuçları sağlayacaktır. Sonuç olarak, öğretim deneyinde süreç içerisinde ve sonunda yapılan analizler öğrenme etkinliklerinin hangi durumda ve özellikle öğrenmenin en iyi şekilde gerçekleştiğinin saptanmasında kullanışlı bulgular sağlamaktadır. *Öğrenci matematiğinin yaşayan, deneyimsel modelleri* kapsamında, öğrencilerin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinde etkili olan etmenlere tartışma ve yorum bölümünde yer verilmiştir.

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2022-2023 eğitim öğretim yılında Türkiye'nin güneyinde yer alan ve orta sosyo-ekonomik düzeydeki bir devlet okulunda öğrenim gören ilkokul dördüncü sınıf düzeyindeki sekiz öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma grubu, amaçlı örnekleme yöntemlerinden tipik durum ve ölçüt örnekleme yöntemlerinin birlikte kullanması ile belirlenmiştir. Devlet okulunun belirlenmesi sürecinde tipik durum örnekleme kullanılmıştır. Bu şekilde sıra dışı olmayan ortalama (Yamane, 2009) tipik bir okul belirlenmiştir. Çalışma grubunun oluşturulması sürecinde ise ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel süreçleri hakkında bütüncül bir inceleme yapabilmesi amacıyla dörder öğrenciden oluşan iki grup belirlenmiştir. Bu doğrultuda düşük, orta ve yüksek matematiksel modelleme yeterliğine sahip olan sekiz öğrenci belirlenmiş, bu öğrencilerin içerisinde ise yine aynı ölçütler dikkate alınarak üç odak öğrenci belirlenmiş ve onların matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel süreci bütüncül olarak incelenmiştir. Hem çalışma grubuna (8 öğrenci) hem de odağa alınan (3 öğrenci) öğrencilerin belirlenmesinde şu adımlar izlenmiştir:

- Araştırma öncesinde *Benzin Doldurma* (Blum & Borromeo Ferri, 2009'dan uyarlanmıştır) model oluşturma etkinliği öğrencilere uygulanmıştır.
- Öğrencilerin *Benzin Doldurma* model oluşturma etkinliği sürecindeki modelleme yeterlikleri, Tekin Dede ve Bukova Güzel (2018) tarafından oluşturulan modelleme yeterlikleri değerlendirme rubriği (MYDR) kullanılarak değerlendirilmiştir.
- MYDR'den alınabilecek en düşük puan 0, en yüksek puan 25'tir. MYDR değerlendirmesi sonucunda alınan puanlar doğrultusunda öğrenci yeterlik düzeyleri 0-6 puan arası için "*modelleme yeterliğine sahip değil.*"; 7-12 puan arası için "*bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip.*"; 13-21 puan arası için "*kabul edilebilir ölçüde modelleme yeterliğine sahip.*" ve 22-25 puan arası için "*üst düzey modelleme yeterliğine sahip.*" olarak değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda 0-8 aralığında puan alan öğrenciler düşük, 9-17 puan orta, 18-25 puan yüksek matematiksel modelleme yeterliğine sahip öğrenciler olarak belirlenmiştir.

- Eğer orta ve yüksek modelleme yeterliğine sahip öğrenciler ortaya çıkmasaydı, sekiz öğrenci de düşük düzeyde yer alan öğrencilerden rastgele olarak belirlenecekti.

Benzin Doldurma model oluşturma etkinliğinden aldıkları puanlara göre 19 öğrenci içinden düşük, orta ve yüksek matematiksel modelleme yeterliğine sahip öğrenciler belirlenmiştir. Bu kapsamda 19 öğrenci içinden 8 öğrenci çalışma grubuna seçilmiştir. Bu 8 öğrenci içinden ise üç öğrenci odak katılımcı olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin kendi isimleri kullanılmamıştır. Öğrencilere “*Aslanağzı, Ayçiçeği, Kaktüs, Lemur, Orkide, Yıldız Çiçeği, Yunus, Zambak*” kod isimleri verilmiştir. Hem çalışma grubunda yer alan hem de odağa alınan öğrencilere dair genel bilgiler Tablo 11’de yer almaktadır.

Tablo 11.

Çalışma Grubunda Yer Alan Öğrencilere Dair Genel Bilgiler

Katılımcı	Doğum Tarihi	Okul Öncesi Eğitim Durumu	Anne Eğitim Durumu	Baba Eğitim Durumu	Aynı Öğretmenle Kaçınıcı Yılı	Özel Ders Alma Durumu
Kaktüs	22.10.2012	Evet	Üniversite Mezunu	Üniversite Mezunu	4	Hayır
Aslanağzı	14.02.2013	Evet	Lise Mezunu	Lise Mezunu	4	Hayır
Yıldız Çiçeği	06.02.2012	Hayır	Lise Mezunu	Üniversite Mezunu	4	Hayır
Ayçiçeği	01.11.2012	Evet	Lise Mezunu	Üniversite Mezunu	4	Hayır
Orkide	08.04.2013	Evet	Üniversite Mezunu	Üniversite Mezunu	4	Hayır
Lemur	17.10.2013	Evet	Üniversite Mezunu	Üniversite Mezunu	4	Hayır
Zambak	22.11.2012	Evet	Üniversite Mezunu	Lise Mezunu	4	Hayır
Yunus	13.05.2013	Evet	Lise Mezunu	Üniversite Mezunu	4	Hayır

Tablo 11’de görüldüğü gibi, çalışma grubunda yer alan öğrenciler 10-11 (2023 yılı itibarıyla) yaş aralığındadır. Yıldız Çiçeği hariç diğer öğrenciler okul öncesi eğitim almıştır. Öğrencilerin hiçbirisi özel ders almamaktadır. Öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri birbirlerinden farklılık göstermesine rağmen matematik dersi karne notları hepsinin “çok iyi” olarak görülmektedir. Bu kapsamda çalışma grubunda

yer alan öğrencilerin *Benzin Doldurma* model oluşturma etkinliğinden aldıkları puanlar ve yeterlik düzeyleri Tablo 12’de sunulmuştur.

Tablo 12.

Çalışma Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Matematiksel Modelleme Yeterlik Düzeyleri

Katılımcı	<i>Benzin Doldurma Model</i>	
	Oluşturma Etkinliğinden Aldıkları Puan	Matematiksel Modelleme Yeterlik Düzeyi
Kaktüs	0	Düşük
Aslanağzı	0	Düşük
Yıldız Çiçeği	0	Düşük
Ayçiçeği	4	Düşük
Orkide	8	Düşük
Lemur	11	Orta
Zambak	18	Yüksek
Yunus	18	Yüksek

Tablo 12’de görüldüğü gibi çalışma grubunda yer alan öğrencilerin beşi düşük, biri orta, ikisi yüksek matematiksel modelleme yeterliğine sahip öğrenci olarak belirlenmiştir. Düşük düzeyde yer alan üç öğrenci problemden 0 (sıfır) puan alırken, bir öğrenci 4, bir öğrenci 8 puan almasına rağmen aslında düşük düzeyin (0-8 puan) üst sınırında bir puan almıştır. Orta düzeyde yer alan öğrenci 11 puan almasına rağmen aslında orta düzeyin (9-17 puan) alt sınırında bir puan almıştır. Yüksek düzeyde yer alan öğrencilerin ikisi de 18 puan almasına rağmen aslında yüksek düzeyin (18-25 puan) alt sınırında bir puan almıştır. Bu doğrultuda bir düşük, bir orta ve bir yüksek olmak üzere üç öğrenci odağa alınmıştır. Odağa alınan düşük öğrenci seçilirken düşük düzeyde olup en düşük puana sahip olan kişi seçilmiştir. Bu kapsamda seçilen öğrenci, Aslanağzı (0 puan) isimli öğrencidir. Orta düzeyde bir öğrenci yer aldığı için bu kişi Lemur (11 puan) isimli öğrencidir. Son olarak odağa alınan öğrenci ise yüksek düzeyde yer alan Yunus (18 puan) kodlu öğrencidir. Böylece her düzeyde (düşük-orta-yüksek) yer alan öğrenciler hem çalışma grubuna hem de odağa seçilerek genel durum ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Uygulama sürecinde araştırmacı tarafından iki ayrı dörder öğrenciden oluşan işbirlikli öğrenme grubu oluşturulmuştur. Bu gruplar oluşturulurken her bir grup içerisinde düşük-orta-yüksek düzeyde öğrencilerin yer almasına dikkat edilerek heterojen iki işbirlikli öğrenme grubu oluşturulmuştur. Öğrencilerin işbirlikli öğrenme grubu dağılımları Tablo 13’te gösterilmiştir.

Tablo 13.

Öğrencilerin İşbirlikli Öğrenme Grubu Dağılımları

Black Grubu	Dörtlü Beyin Fırtınası Grubu
Yunus (18 Puan-Yüksek)	Zambak (18 Puan-Yüksek)
Lemur (11 Puan-Orta)	Orkide (8 Puan-Düşük)
Kaktüs (0 Puan-Düşük)	Aslanagzı (0 Puan-Düşük)
Ayçiçeği (4 Puan-Düşük)	Yıldız Çiçeği (0 Puan-Düşük)

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmanın veri toplama aracı, matematik eğitimi nitel araştırmalarında kullanılan göreve dayalı mülakat (*task-based interview*) yöntemidir. Göreve dayalı mülakat, araştırmacılar tarafından bir bireyin veya bir grup öğrencinin mevcut veya gelişmekte olan matematiksel bilgi ve problem çözme davranışları hakkında bilgi edinmek için kullanılan bir yöntemdir (Hurst, 2008). Bir klinik mülakat biçimi olan göreve dayalı mülakat, bireyin veya bir grup öğrencinin bir görev ortamı ile etkileşime girebileceği şekilde tasarlanmaktadır (Goldin, 2000). Bu nedenle belirli bir amaca yönelik yapılandırılmış bir görev, matematik eğitiminde göreve dayalı mülakatın önemli bir bileşenidir (Maher, Powell, & Uptegrove, 2011). Bu doğrultuda bu çalışmada, ilkokul dördüncü sınıf öğrencileri için 11 (on bir) farklı model oluşturma etkinliği tasarlanmıştır. Bu 11 farklı model oluşturma etkinliğinin bir tanesi, çalışma grubu ve odağa alınan öğrencileri belirleme; dört tanesi, ön, ara ve son klinik görüşme sürecinde kullanılmıştır. Geriye kalan altı model oluşturma etkinliği ise öğretim bölümleri aşamasında uygulanmıştır. Bu doğrultuda öğrencilere model oluşturma etkinlikleri verilerek bir görev üzerinde çalışmaları sağlanmış, öğrencilerin modelleme yeterlikleri ve gelişimleri belirlenmeye çalışılmıştır. Tasarlanan etkinliklerin uygulama süreci; tanıtıcı makale, hazır oluş soruları, problem durumu ve çözümlerin sunumu aşamalarından oluşmaktadır. Ayrıca öğrencilerin tüm modelleme süreçleri ses kayıt cihazı ve video kamera ile kayıt altına alınmıştır. Bu kapsamda bu araştırmada model oluşturma etkinlikleri bağlamında gözlemler, klinik görüşmeler, ses ve video kayıtları, yazılı dokümanlar (öğrenci çözüm kâğıtları ve çözüm mektupları) ile çoklu bilgi kaynakları kullanılarak derinlemesine veriler toplanmıştır. Aşağıda yer alan Tablo 14’te, etkinliklerin uygulama akışı sunulmuştur.

Tablo 14.

Öğretim Deneyi Süresince MOE'lerin Uygulama Akışı

Uygulanan Etkinlik	Uygulama Akışı
Benzin Doldurma	Çalışma Grubu ve Odağa Alınan Öğrencileri Belirleme
Neden BIG-S Burger?	Ön Klinik Görüşme
Küçük Kara Balık	Düşün-Konuş-Yaz Tekniği
Odamı Dekore Ediyorum!	Düşün-Konuş-Yaz Tekniği
İşte Zaman	Birinci Ara Klinik Görüşme
Robot Süpürge Alıyoruz!	Düşün-Eşleş-Paylaş Tekniği
Hangi Bilgisayar Mühendisi?	Düşün-Eşleş-Paylaş Tekniği
Tenis Turnuvası	İkinci Ara Klinik Görüşme
Büyük Ayak	Zamanla Sınırlandırılmış Eşleş-Tartış Tekniği
Sınıfımızı Boyuyoruz!	Zamanla Sınırlandırılmış Eşleş-Tartış Tekniği
Adenauer Heykeli	Son Klinik Görüşme

Tablo 15'te geliştirilen ve uygulanan model oluşturma etkinliklerinin ilişkili oldukları bağlamlar, öğrenme alanları ve alt öğrenme alanlarına ilişkin bilgiler verilmiştir.

Tablo 15.

Uygulanan MOE'lerin Bağlamları, Öğrenme Alanları ve Alt Öğrenme Alanlarına Ait Bilgiler

Model Oluşturma Etkinliği	Bağlamlar	Öğrenme Alanı	Alt Öğrenme Alanı
Benzin Doldurma	Ekonomi Çevre ve Doğa	Sayılar ve İşlemler Veri İşleme	Doğal Sayılarla Toplama İşlemi Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi Doğal Sayılar Veri Toplama ve Değerlendirme
Neden BIG-S Burger?	Ekonomi	Sayılar ve İşlemler Veri İşleme	Doğal Sayılarla Toplama İşlemi Doğal Sayılar Veri Toplama ve Değerlendirme
Küçük Kara Balık	Ekonomi Sanat	Sayılar ve İşlemler Ölçme	Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi Paralarımız
Odamı Dekore Ediyorum!	İç Mimarlık	Ölçme Veri İşleme Sayılar ve İşlemler	Uzunluk Ölçme Çevre Ölçme Veri Toplama ve Değerlendirme Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi
İşte Zaman	Mesleki	Ölçme Veri İşleme Sayılar ve İşlemler	Zaman Ölçme Veri Toplama ve Değerlendirme Doğal Sayılarla Toplama İşlemi Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi Doğal Sayılarla Bölme İşlemi

Tablo 16.

Uygulanan MOE'lerin Bağlamları, Öğrenme Alanları ve Alt Öğrenme Alanlarına Ait Bilgiler (devamı)

Model Oluşturma Etkinliği	Bağlamlar	Öğrenme Alanı	Alt Öğrenme Alanı
Robot Süpürge Alıyoruz!	Teknoloji Ekonomi	Veri İşleme Sayılar ve İşlemler	Veri Toplama ve Değerlendirme Doğal Sayılar Doğal Sayılarla Toplama İşlemi
Hangi Bilgisayar Mühendisi?	Mesleki	Veri İşleme Sayılar ve İşlemler Ölçme	Veri Toplama ve Değerlendirme Doğal Sayılar Doğal Sayılarla Toplama İşlemi Alan Ölçme
Tenis Turnuvası	Çevre ve Doğa	Veri İşleme Sayılar ve İşlemler	Veri Toplama ve Değerlendirme Doğal Sayılar Doğal Sayılarla Toplama İşlemi
Büyük Ayak	Çevre ve Doğa	Veri İşleme Ölçme Sayılar ve İşlemler	Veri Toplama ve Değerlendirme Uzunluk Ölçme Doğal Sayılarla Toplama İşlemi Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi
Sınıfımızı Boyuyoruz!	Sosyal Etkileşim	Ölçme Sayılar ve İşlemler	Uzunluk Ölçme Sıvı Ölçme Doğal Sayılarla Çıkarma İşlemi
Adenauer Heykeli	Çevre ve Doğa Sanat	Ölçme Sayılar ve İşlemler	Uzunluk Ölçme Doğal Sayılarla Bölme İşlemi Doğal Sayılarla Toplama İşlemi Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi

Çalışma grubu ve odak katılımcı belirleme, klinik görüşmeler ve öğretim bölümlerinde uygulanan model oluşturma etkinliklerinin, içeriği ve araştırmacı tarafından nasıl geliştirildiği aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

3.3.1. Çalışma Grubu ve Odak Katılımcı Belirleme: Benzin Doldurma

Benzin Doldurma model oluşturma etkinliği, Blum ve Borromeo Ferri'den (2009) esinlenilerek araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Benzin Doldurma problemi, ilkökul matematik dersi öğretim programındaki sayılar ve işlemler öğrenme alanının, doğal sayılarla toplama ve çarpma işlemi alt öğrenme alanı ile ilişkili bir problemidir. Öğrenciler problem durumu için hangi durumun “karlı” olacağını belirlemeye

çalışmaktadırlar. Problem için varsayım oluşturma sürecinde öğrencilerden arabanın gidiş-dönüş yakıt deposunu doldurma masrafını göz önüne alarak bir varsayım oluşturmaları beklenmektedir. Bunun için öğrencilerin fark etmesi gereken durum, Sarıçam'dan yakıt alındığında Sarıçam'a gidiş ve Sarıçam'dan dönüş durumlarının hesaplanmasıdır. Bu doğrultuda öğrenciler yorumlama, analiz etme, dört işlem becerisi, çarpım bilgisi ve karşılaştırma gibi akıl yürütme becerilerini işe koşmaktadırlar. Son olarak etkinlik, öğrenciler çözüm stratejilerini belirleyip bir çözüme ulaştıktan ve elde edilen sayısal sonuçları yorumladıktan sonra, danışan kişi olan Burak'a hem çözüm süreçlerini hem de tavsiyelerini bir mektupla açıklamalarını istemektedir. Uygulama aşamasında öğrencilerle gerçekleştirilen model oluşturma etkinliği Ek 5'te verilmiştir.

3.3.2. Klinik Görüşmeler

Klinik görüşmeler sürecinde *Neden BIG-S Burger?*, ön klinik; *İşte Zaman ve Tenis Turnuvası* ara klinik; *Adenauer Heykeli*, son klinik görüşme sürecinde kullanılmıştır. Klinik görüşmeler sürecinde uygulanan model oluşturma etkinliklerinin, içeriği ve araştırmacı tarafından nasıl geliştirildiği aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

3.3.2.1.Ön Klinik Görüşme: Neden BIG-S Burger?

Neden BIG-S Burger? model oluşturma etkinliği, Doerr ve English'den (2003) uyarlanarak araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Restaurant problemi, ilkökul matematik dersi öğretim programındaki sayılar ve işlemler öğrenme alanının, doğal sayılarla toplama işlemi alt öğrenme alanı ve veri işleme öğrenme alanının veri toplama ve değerlendirme alt öğrenme alanı ile ilişkili bir problemdir. Problem durumunda “*Neden BIG-S Burger'ı tercih ediyorsunuz?*” sorusuna yanıt aranmaktadır. Bu doğrultuda öğrencilerin, problem durumunda verilen tablodaki verileri kullanarak ve yorumlayarak, insanların tercih nedenlerini, en önemliden en önemsiz doğru sıraladıkları bir liste oluşturmaları gerekmektedir. Bu doğrultuda öğrenciler dört işlem becerisi, yorumlama ve karşılaştırma gibi akıl yürütme becerilerini işe koşmaktadırlar. Son olarak etkinlik, öğrencilerin çözüm stratejilerini belirleyip bir çözüme ulaştıktan ve elde edilen sayısal sonuçları yorumladıktan sonra, danışan kişi olan BIG-S Burger yöneticisine hem çözüm süreçlerini hem de tavsiyelerini bir mektupla açıklamalarını istemektedir. Ön klinik görüşmede odağa alınan öğrencilere uygulanan model oluşturma etkinliği Ek 6'da verilmiştir.

3.3.2.2. Birinci Ara Klinik Görüşme: İşte Zaman

İşte Zaman model oluşturma etkinliği, Maaß ve Mischo'dan (2011) esinlenilerek araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. İşte zaman problemi, ilköğretim matematik dersi öğretim programındaki ölçme öğrenme alanının, zaman ölçme alt öğrenme alanı ile ilişkili bir problemdir. Problem durumunda Beyza'nın annesi, işte çok fazla zaman geçirdiğini düşünmekte ve “*İşte zaman nasıl geçiyor anlamıyorum! Neredeyse yılın çoğunu çalışarak işte geçiriyorum.*” demektedir. Bu doğrultuda problem öğrencilere, Beyza'nın annesinin bu düşüncesi hakkında ne düşündüğü ve gerekli matematiksel hesaplamaları yaparak Beyza'nın annesinin haklı olup olmadığını bulmalarını istemektedir. Öğrenciler problem durumunu matematik dünyasına çevirirken, “zaman” değişkeni içerisinde nelerin yer aldığını keşfetmeleri ve belirlemeleri gerekmektedir. Zaman bağlamını; yıl, ay, hafta, gün ve saat birimlerinden birini veya birkaçını göz önünde bulundurarak öğrenciler modelleme sürecine girebilirler. Bu doğrultuda öğrenciler dakika-saat, saat-gün, gün-hafta, gün-hafta-ay, yıl-hafta, yıl-gün, dakika-saniye arasındaki ilişkileri açıklayarak ve bu ilişkiler arasında karşılaştırmalar yaparak akıl yürütme becerilerini işe koşturmaktadırlar. Son olarak etkinlik, öğrencilerin çözüm stratejilerini belirleyip bir çözüme ulaştıktan ve elde edilen sayısal sonuçları yorumladıktan sonra, Beyza'ya hem çözüm süreçlerini hem de düşüncesinin haklı olup olmadığını ona bir mektupla açıklamalarını istemektedir. Birinci ara klinik görüşmede odağa alınan öğrencilere uygulanan model oluşturma etkinliği Ek 7’de verilmiştir.

3.3.2.3. İkinci Ara Klinik Görüşme: Tenis Turnuvası

Tenis Turnuvası model oluşturma etkinliği, Doerr ve English'den (2003) esinlenilerek araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Tenis turnuvası problemi, ilköğretim matematik dersi öğretim programındaki veri işleme alanının veri toplama ve değerlendirme alt öğrenme alanı; sayılar ve işlemler öğrenme alanının doğal sayılar ve doğal sayılarla toplama işlemi alt öğrenme alanı ile ilişkili bir etkinliktir. Problem durumunda Almanya ve Fransa, Türkiye’de bir tenis turnuvası düzenlemek istemektedir. İki federasyon ekibi, isteklerini Türkiye Tenis Federasyonu Başkanlığı’na ileterek turnuva için en uygun şehirleri tavsiye etmelerini istemiştir. Bunun için Türkiye Tenis Federasyonu 9 şehir belirlemiş ve bu şehirlerle ilgili bazı bilgiler toplamıştır. Bu doğrultuda problem öğrencilerden, bir derecelendirme sistemi geliştirmelerini ve şehirleri “*en iyi şehirler*”, “*ikinci en iyi şehirler*” ve “*kötü şehirler*” şeklinde

gruplandırmalarını istemektedir. Öğrenciler problem durumunu matematik dünyasına çevirirken, bir puanlama sistemi oluşturmaları gerekmektedir. Bunun için Almanya ve Fransa'nın isteklerine göre şehirlerin özelliklerine 1'den 9'a kadar puan vererek toplam puana göre sıralama ve gruplama yapmalıdırlar. Bu kapsamda öğrenciler tablo okuma, yorumlama, sıralama, karşılaştırma, sıralanan değişkenleri gruplama gibi akıl yürütme becerilerini işe koşturmaktadırlar. İkinci ara klinik görüşmede odağa alınan öğrencilere uygulanan model oluşturma etkinliği Ek 8'de verilmiştir.

3.3.2.4.Son Klinik Görüşme: Adenauer Heykeli

Adenauer Heykeli model oluşturma etkinliği, Herget, Jahnke ve Kroll'dan (2000) uyarlanarak araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Adenauer Heykeli problemi, ilköğretim matematik dersi öğretim programındaki ölçme öğrenme alanının, uzunluk alt öğrenme alanı ile ilişkili bir problemdir. Problem durumunda Batı Almanya'nın ilk başbakanının kafasının olduğu bir heykel görseli bulunmakta ve görselde yer alan Adenauer Heykeli'nin boyutunun yaklaşık olarak ne kadar olduğu sorulmaktadır. Bu problemde öğrencilerin dikkat etmesi gereken heykelin üzerinde yer alan çocuklardır. Var olan heykelin yüksekliğini bulmak için fotoğraftaki çocukların boy uzunluklarından yararlanmaları gerekmektedir. Ancak burada karar verilmesi gereken ilk durum, boy uzunluğundan yararlanılacak çocuğun hangisi olduğudur. Bu doğrultuda problem öğrenciden, çocuğun boy uzunluğu ile heykelin yüksekliği arasında bir oran kurmasını beklenmektedir. Öğrenciler bu problemde oranlama, tahmin etme, sezgisel olarak ölçme gibi akıl yürütme becerilerini işe koşturmaktadırlar. Ayrıca öğrenciler heykelin uzunluğunu, standart olmayan uzunluk ölçme birimleriyle tahmin etmekte ve birimleri sayarak tahminini kontrol etmektedirler. Son olarak etkinlik, öğrencilerin çözüm süreçlerini bir mektupla açıklamalarını istemektedir. Son klinik görüşmede odağa alınan öğrencilere uygulanan model oluşturma etkinliği Ek 9'da verilmiştir.

3.3.3. Öğretim Bölümleri

Öğretim bölümleri sürecinde *Küçük Kara Balık*, *Odamı Dekore Ediyorum!*, *Robot Süpürge Alıyoruz!*, *Hangi Bilgisayar Mühendisi?*, *Büyük Ayak* ve *Sınıfımızı Boyuyoruz!* model oluşturma etkinlikleri kullanılmıştır. Öğretim bölümleri sürecinde uygulanan model oluşturma etkinliklerinin, içeriği ve araştırmacı tarafından nasıl geliştirildiği aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

3.3.3.1. Küçük Kara Balık

Küçük Kara Balık model oluşturma etkinliği, Maaß, O'meara, Johson ve O'Donoghue'den (2018) esinlenilerek araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Küçük Kara Balık, ilkokul matematik dersi öğretim programındaki sayılar ve işlemler öğrenme alanının, doğal sayılarla çıkarma işlemi alt öğrenme alanı ve ölçme öğrenme alanının paralarını alt öğrenme alanı ile ilişkili bir etkinliktir. Problem durumunda Pınar, Küçük Kara Balık kitabını almak istemekte ve haftalık harçlık miktarı ise 50 TL'dir. Ancak Pınar harçlığını kullanarak bu kitabı aldığı anda, harçlığından diğer günler de ihtiyaçlarını karşılayacak kadar miktar kalmalıdır. Bu doğrultuda öğrenci, *Pınar ne yapmalı?* sorusuna yanıt aramaktadır. Kitap satın alındığında Pınar'ın ne kadar parasının kalacağını hesaplaması için yapılan çıkarma işlemi sadece küçük bir çıkarma işlemi ve birçok çözümden sadece biridir. Bu temel matematiksel işlemin ötesinde ilkokul öğrencisinin, matematik ve gerçek yaşam ilişkisi bağlamında akıl yürütme ve üst bilişsel becerilerini kullanmasına imkân tanıdığı için modellemeye giriş problemi olarak tercih edilmiştir. Son olarak etkinlik, öğrencilerin Pınar'a önerilerini bir mektupla açıklamalarını istemektedir. Birinci öğretim bölümünde gruplara uygulanan model oluşturma etkinliği süreci Ek 10'da, bu etkinliğin öğretim planı Ek 11'de verilmiştir.

3.3.3.2. Odamı Dekore Ediyorum!

Odamı Dekore Ediyorum model oluşturma etkinliği, Maaß, O'meara, Johson ve O'Donoghue'den (2018) esinlenilerek araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Odamı dekore ediyorum, ilkokul matematik dersi öğretim programındaki ölçme öğrenme alanının uzunluk ve çevre ölçme alt öğrenme alanı ile sayılar ve işlemler öğrenme alanının, doğal sayılarla çıkarma işlemi alt öğrenme alanı ile ilişkili bir etkinliktir. Problem durumunda Birhan, yeni eve taşınmıştır. Anne ve babası, odasını dekore etme kararını Birhan'a bırakmışlardır. Problem durumunda odanın boş krokisi ve mevcut mobilyalara ilişkin bilgiler verilmiştir. Birhan odasında mutlaka bir yatak, elbise dolabı ve çalışma masası bulundurmak istemektedir. Birhan, verilen mobilya seçenekleri arasından odayı nasıl dekore edebileceğine yönelik önerilere ihtiyaç duymaktadır. Bu doğrultuda öğrencilerin çözüm süreçlerinde bir yanda odaya yerleştirilebilecek farklı mobilya seçenekleri mevcut iken, diğer yanda birden fazla olası yerleştirme planı yapılabilir. Bu yüzden en iyi yerleştirmenin seçilmesi, iki aşamalı bir süreç olmalıdır. Birinci aşamada krokiye yerleştirilen mobilyaların işlevselliğini (örneğin gardırop

kapılarının, oda kapısının, balkonun ve pencerenin tam açılmasını engelleyen, Birhan'ın odadaki diğer mobilyalara veya elektrik prizlerine erişimini engelleyen bir mobilya olup olmadığını kontrol edilmelidir. Burada işlevsel açıdan uygun olmayan planlar elenmelidir. İkinci aşamada ise işlevsellik kontrolünü geçen planlar estetik bakımdan değerlendirilmelidir. Görüleceği gibi aslında bu problem bir meslek olan iç mimarlığın basit bir uygulamasıdır. Son olarak etkinlik, öğrencilerin Birhan'a önerilerini bir mektupla açıklamalarını istemektedir. İkinci öğretim bölümünde gruplara uygulanan model oluşturma etkinliği süreci Ek 12'de, bu etkinliğin öğretim planı Ek 13'te verilmiştir.

3.3.3.3. Robot Süpürge Alıyoruz!

Robot Süpürge Alıyoruz model oluşturma etkinliği, araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Robot süpürge alıyoruz, ilkökul matematik dersi öğretim programındaki veri işleme alanının veri toplama ve değerlendirme alt öğrenme alanı ile sayılar ve işlemler öğrenme alanının doğal sayılar ve doğal sayılarla toplama işlemi alt öğrenme alanı ile ilişkili bir etkinliktir. Problem durumunda Özlü ailesi, robot süpürge almak istemektedirler. Özlü ailesi, ses seviyesi az olan, çalışma süresi ve emiş gücü ideal olan ve iş yükü olarak haftalık temizlik süresini minimuma indirebilecek bir süpürgeye ihtiyaç duymaktadırlar. Bunun için Özlü ailesi hangi süpürgeyi ihtiyaçlarını karşılayabileceklerine ilişkin önerilere ihtiyaç duymaktadır. Bu doğrultuda öğrencilerin, problem durumunda verilen tablodaki verileri kullanarak ve yorumlayarak, Özlü ailesinin isteklerine en uygun robot süpürgeleri gösteren bir liste oluşturmaları gerekmektedir. Ancak bu listeyi oluşturabilmeleri için bir yöntem geliştirmelidirler. Bu doğrultuda öğrenciler yorumlama, analiz etme, dört işlem becerisi, çarpım bilgisi ve karşılaştırma gibi akıl yürütme becerilerini işe koşturmaktadırlar. Son olarak etkinlik, öğrencilerin Özlü ailesine yöntemlerini, seçmeleri gereken robot süpürgeyi nasıl belirlediklerini ve çözüm sürecinde neler yaptıklarını bir mektupla açıklamalarını istemektedir. Üçüncü öğretim bölümünde gruplara uygulanan model oluşturma etkinliği süreci Ek 14'de, bu etkinliğin öğretim planı Ek 15'de verilmiştir.

3.3.3.4. Hangi Bilgisayar Mühendisi?

Hangi Bilgisayar Mühendisi model oluşturma etkinliği, araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Hangi Bilgisayar Mühendisi, ilkökul matematik dersi öğretim

programındaki veri işleme alanının veri toplama ve değerlendirme alt öğrenme alanı; sayılar ve işlemler öğrenme alanının doğal sayılar ve doğal sayılarla toplama işlemi alt öğrenme alanı ile ölçme öğrenme alanının alan ölçme alt öğrenme alanı ile ilişkili bir etkinliktir. Problem durumunda Bilgisayar Mühendisi Ferhat, yazılım şirketi kurmak istemektedir. İşe alacağı kişilere ilişkin belirli kriterleri bulunmaktadır. Bu doğrultuda öğrencilerin, problem durumunda verilen tablodaki verileri kullanarak ve yorumlayarak, şirketin kurulacağı alan ile çalışanların çalışma alanlarının kenar uzunlukları arasındaki ilişkiden yola çıkarak Ferhat Bey'in isteklerine en uygun üç çalışanı belirleyebileceği bir yöntem geliştirmeleri gerekmektedir. Bu doğrultuda etkinlik öğrencilerden, veri tablosunu kullanarak ilgili değişkenler arasındaki ilişki ve örüntüleri belirlemelerini, uygun varsayımlar oluşturmalarını, uygun matematiksel kavramlar ve sembolleri kullanarak ilişkileri formülize etmelerini ve matematiksel modeller oluşturmalarını istemektedir. Son olarak etkinlik, öğrencilerin Ferhat Bey'e yöntemlerini, seçtikleri çalışanları nasıl belirlediklerini ve çözüm sürecinde neler yaptıklarını bir mektupla açıklamalarını istemektedir. Dikkat çeken önemli bir nokta ise Robot süpürge alıyoruz etkinliğinde, geliştirdiğimiz puanlama sistemi matematiksel modelini, bu problemde de kullanarak Robot süpürge alıyoruz problemindeki modelimizin genellenebilir ve prototip bir model olduğunu öğrencilerin görmesini ve deneyimlemesini sağlamış oluyoruz. Dördüncü öğretim bölümünde gruplara uygulanan model oluşturma etkinliği süreci Ek 16'da, bu etkinliğin öğretim planı Ek 17'de verilmiştir.

3.3.3.5. Büyük Ayak Problemi

Büyük Ayak model oluşturma etkinliği, Lesh ve Doerr'in (2003) çalışmasından uyarlanarak araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Büyük Ayak, ilkökul matematik dersi öğretim programındaki veri işleme öğrenme alanının veri toplama ve değerlendirme alt öğrenme alanı, ölçme öğrenme alanının uzunluk ölçme alt öğrenme alanı ile sayılar ve işlemler öğrenme alanının doğal sayılarla çarpma ve bölme işlemi alt öğrenme alanı ile ilişkili bir etkinliktir. Problem durumunda, öğrenciler sıralarına Küçük Kara Balık kitabının bırakıldığını görürler ve bırakan kişiye teşekkür etmek isterler. Ancak kitapları bırakan kişiyi kimse görmemiştir. Ona ait sadece bir ayak izi bulunmaktadır. Öğrencilerin bu ayak izinden yola çıkarak, bu kişinin boy uzunluğunu bulmaları gerekmektedir. Bunun için öğrencilerin “ayak uzunluğu ve boy arasında bir ilişki kurarak “ayak uzunluklarını hangi sayı ile çarparlarsa boy uzunluğunu verir?”

varsayımından yola çıkarak problemi çözmeleri gerekmektedir. Bu doğrultuda öğrenciler, kendi grup arkadaşlarının boy ve ayak uzunluklarına dair tablo oluşturarak problemi çözebilmektedirler. Bir başka deyişle öğrencilere hazır veri seti sunulması yerine öğrencilerin kendi veri setini oluşturabildikleri bir problem durumudur. Bu etkinlik, öğrencilerin matematiksel modellemenin gerçek yaşamdan örneğini görmelerine yardımcı olmaktadır. Böylece öğrenciler, veri tablosu oluşturma, ilişkilendirme, oranlama, yorumlama, analiz etme, dört işlem becerisi ve çarpım bilgisi gibi akıl yürütme becerilerini işe koşturmaktadırlar. Beşinci öğretim bölümünde gruplara uygulanan model oluşturma etkinliği süreci Ek 18’de, bu etkinliğin öğretim planı Ek 19’da verilmiştir.

3.3.3.6. Sınıfımızı Boyuyoruz!

Sınıfımızı Boyuyoruz model oluşturma etkinliği, Maaß ve Mischo’dan (2011) esinlenilerek araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Sınıfımızı Boyuyoruz, ilkökul matematik dersi öğretim programındaki ölçme öğrenme alanının uzunluk ve sıvı ölçme alt öğrenme alanı ve sayılar ve işlemler öğrenme alanının doğal sayılarla çıkarma işlemi alt öğrenme alanı ile ilişkili bir etkinliktir. Problem durumunda 4/B sınıfı öğrencileri, sınıflarını boyamaya karar vermişlerdir. Araştırmaları sonucunda boya satışı yapan yerler, 3 metre yüksekliğe ve 3 metre genişliğe sahip bir duvara 1 litre boyanın yeterli olduğunu söylemişlerdir. Bu doğrultuda 4/B sınıfı öğrencileri, eğer siz de kendi sınıfınızı boyuyor olsaydınız, ne kadar miktar boyaya ihtiyacınız olurdu sorusuna cevap aramaktadırlar. Bu problemi çözmede en etkili yaklaşım üzerine karar verirken, öğrencilerin sınıfın doğru bir şekilde ölçülmesine ve metre başına ne kadar boyanın gerekli olduğuna dikkat etmeleri gerekmektedir. Bunu etkili bir şekilde yapabilmek için boyanması gereken ve boyanmaması gereken yüzeylerin belirlenmesi, bu yüzeylerin boyutlarının hesaplanması ve bu boyutları en iyi nasıl ölçebileceğimizin belirlenmesi gerekmektedir. Öğrenciler boyanacak yüzeyleri belirlerken tavanın, zeminin, pencere kenarlarının veya varsa kalorifer peteklerinin boyanıp boyanmayacağını kendilerine sormalıdırlar. Boyanacak olan net alan; toplam alandan, pencereler, kapılar, dolaplar, duvara sabit olan eşyalar gibi boyanması gerekmeyen alt alanlar çıkarılarak belirlenebilir. Bu tarz etkinliklerle çalışırken ulaşılan sonucun yaratacağı etki, anahtar konudur. Sadece matematiksel olarak çalışma ile ulaşılan hatalı bir sonuç varsayalım ki 5 yerine 10 kutu fazla boya satın alınmasına yol açar ve boyayı satın almadan önce

hatayı fark eden kimse olmazsa (doğrulama yapılmazsa) gereksiz yere ödeme yapılmış olunur ve boyama işlemi bu nedenle pahalıya patlamış olur. Böyle bir hata bir ders kitabı problemini çözerken oluşursa, olabilecek en kötü şey öğretmenden puan alamamaktadır. Gerçek yaşamda ise bunun etkisi ihtiyaç dışı alınmış 5 tane boya kutusunun sizde oluşturacağı maddi külfet olacaktır. Bu tarz problemler, öğrencilerin matematiğin gerçek hayatta hatalı uygulamasının pahalı sonuçlarını ve bu hatadan sorumlu kişilerin oluşacak maliyetlerin hesabını vermek zorunda kalacaklarını öğrenecekleri için iyi birer fırsattır. Altıncı öğretim bölümünde gruplara uygulanan model oluşturma etkinliği süreci Ek 20’de, bu etkinliğin öğretim planı Ek 21’de verilmiştir.

Tasarlanan model oluşturma etkinlikleri, ilkokul matematik dersi öğretim programında (MEB, 2018) yer alan kazanımlar doğrultusunda geliştirilmiştir. Tablo 17’de geliştirilen model oluşturma etkinliklerinin ilişkili oldukları kazanımlar gösterilmiştir.

Tablo 17.

Geliştirilen Model Oluşturma Etkinliklerinin İlişkili Oldukları Kazanımlar

Model Oluşturma Etkinliği	Kazanımlar
Benzin Doldurma	En çok dört basamaklı doğal sayılarla toplama işlemini yapar. İki doğal sayının toplamını tahmin eder ve tahminini işlem sonucu ile karşılaştırır. Doğal sayılarla toplama işlemini gerektiren problemleri çözer. Üç basamaklı doğal sayılarla iki basamaklı doğal sayıları çarpar. En çok üç basamaklı doğal sayıları 10, 100 ve 1000’in en çok dokuz katı olan doğal sayılarla; en çok iki basamaklı doğal sayıları 5, 25 ve 50 ile kısa yoldan çarpar. En çok üç basamaklı doğal sayıları 10, 100 ve 1000 ile zihinden çarpar. Doğal sayılarla çarpma işlemini gerektiren problemleri çözer. En çok altı basamaklı doğal sayıları büyük/küçük sembolü kullanarak sıralar. Sütun grafiği, tablo ve diğer grafiklerle gösterilen bilgileri kullanarak günlük hayatla ilgili problemler çözer. Tabloyu inceler, tablo üzerinde yorum ve tahminler yapar.
Neden BIG-S Burger?	En çok altı basamaklı doğal sayıları büyük/küçük sembolü kullanarak sıralar. En çok dört basamaklı doğal sayılarla toplama işlemini yapar. Doğal sayılarla toplama işlemini gerektiren problemleri çözer. Sütun grafiği, tablo ve diğer grafiklerle gösterilen bilgileri kullanarak günlük hayatla ilgili problemler çözer. Tabloyu inceler, tablo üzerinde yorum ve tahminler yapar.
Küçük Kara Balık	Doğal sayılarla toplama ve çıkarma işlemini gerektiren problemleri çözer. a) <i>Problem çözme etkinliklerinde en çok dört işlem gerektiren problemlere yer verilir.</i> Paralarımızı tanır. a) <i>1, 5, 10, 25, 50 kuruş ve 1, 5, 10, 20, 50 TL değerindeki paraları tanır.</i> b) <i>Bu paralarla hangi ihtiyaçlarımızın karşılanabileceğini fark</i>

	eder. Paralarımızla ilgili problemleri çözer. a) <i>Problemlerde tasarrufun önemini fark eder.</i>
Odanı Dekore Ediyorum!	Uzunluk ölçme birimleri arasındaki ilişkileri açıklar ve birbiri cinsinden yazar. Şekillerin çevre uzunluklarını hesaplamayla ilgili problemleri çözer. Uzunlukları standart araçlar kullanarak metre veya santimetre cinsinden ölçer. a) <i>Ölçülen farklı uzunlukları karşılaştırma çalışmalarını yapabilir.</i> b) <i>Metre ve santimetrenin kısaltmayla gösterimini bilir.</i> Uzunlukları metre veya santimetre birimleri türünden tahmin eder ve tahminini ölçme sonucuyla karşılaştırarak kontrol eder. Standart olan veya olmayan uzunluk ölçme birimleriyle, uzunluk modelleri oluşturur. Uzunluk ölçme birimi kullanılan problemleri çözer. Sütun grafiği, tablo ve diğer grafiklerle gösterilen bilgileri kullanarak günlük hayatla ilgili problemler çözer. Doğal sayılarla toplama ve çıkarma işlemini gerektiren problemleri çözer.
İşte Zaman	Zaman ölçme birimleri arasındaki ilişkiyi açıklar. a. <i>Dakika-saat, saat-gün, gün-hafta, gün-hafta-ay arasındaki ilişkiyi açıklar.</i> b. <i>Yıl-hafta, yıl-gün, dakika-saniye arasındaki ilişkiyi açıklar.</i> Olayların oluş sürelerini karşılaştırır. Zaman ölçme birimleriyle ilgili problemleri çözer. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır. En çok dört basamaklı doğal sayılarla toplama işlemini yapar. Doğal sayılarla toplama işlemini gerektiren problemleri çözer. En çok dört basamaklı doğal sayılarla çıkarma işlemini yapar. Doğal sayılarla toplama ve çıkarma işlemini gerektiren problemleri çözer. Üç basamaklı doğal sayılarla iki basamaklı doğal sayıları çarpır. En çok iki basamaklı bir doğal sayı ile bir basamaklı bir doğal sayının çarpımını tahmin eder ve tahminini işlem sonucu ile karşılaştırır. Doğal sayılarla çarpma işlemini gerektiren problemleri çözer. Üç basamaklı doğal sayıları en çok iki basamaklı doğal sayılara böler. En çok dört basamaklı bir sayıyı bir basamaklı bir sayıya böler. Doğal sayılarla en az bir bölme işlemi gerektiren problemleri çözer.
Robot Süpürge Alıyoruz!	Sütun grafiği, tablo ve diğer grafiklerle gösterilen bilgileri kullanarak günlük hayatla ilgili problemler çözer. Tabloyu inceler, tablo üzerinde yorum ve tahminler yapar. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır. En çok altı basamaklı doğal sayıları büyük/küçük sembolü kullanarak sıralar. Belli bir kurala göre artan veya azalan sayı örüntüleri oluşturur ve kuralını açıklar. Doğal sayılarla toplama işlemini gerektiren problemleri çözer.
Hangi Bilgisayar Mühendisi?	Sütun grafiği, tablo ve diğer grafiklerle gösterilen bilgileri kullanarak günlük hayatla ilgili problemler çözer. Tabloyu inceler, tablo üzerinde yorum ve tahminler yapar. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır. En çok altı basamaklı doğal sayıları büyük/küçük sembolü kullanarak sıralar. Belli bir kurala göre artan veya azalan sayı örüntüleri oluşturur ve kuralını açıklar. Doğal sayılarla toplama işlemini gerektiren problemleri çözer. Şekillerin alanlarının, bu alanı kaplayan birim karelerin sayısı olduğunu belirler. Kare ve dikdörtgenin alanını toplama ve çarpma işlemleri ile ilişkilendirir.

Tenis Turnuvası	Sütun grafiği, tablo ve diğer grafiklerle gösterilen bilgileri kullanarak günlük hayatla ilgili problemler çözer. Tabloyu inceler, tablo üzerinde yorum ve tahminler yapar. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır. En çok altı basamaklı doğal sayıları büyük/küçük sembolü kullanarak sıralar. Belli bir kurala göre artan veya azalan sayı örüntüleri oluşturur ve kuralını açıklar. Doğal sayılarla toplama işlemini gerektiren problemleri çözer.
Büyük Ayak	Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır. a) <i>Yatay veya dikey sütun grafiği, şekil grafiği, nesne grafiği, tablo, ağaç şeması gibi farklı gösterimler kullanır.</i> Sütun grafiği, tablo ve diğer grafiklerle gösterilen bilgileri kullanarak günlük hayatla ilgili problemler çözer. Doğrudan ölçebileceği bir uzunluğu en uygun uzunluk ölçme birimiyle tahmin eder ve tahminini ölçme yaparak kontrol eder. Uzunluk ölçme birimlerinin kullanıldığı en çok üç işlem gerektiren problemleri çözer. Doğal sayılarla çarpma işlemini gerektiren problemleri çözer. Doğal sayılarla en az bir bölme işlemi gerektiren problemleri çözer.
Sınıfımızı Boyuyoruz!	Uzunluk ölçme birimlerinin kullanıldığı en çok üç işlem gerektiren problemleri çözer. Bir metre, yarım metre, 10 cm ve 5 cm için standart olmayan ölçme araçları tanımlar ve bunları kullanarak ölçme yapar. Metre ile santimetre arasındaki ilişkiyi açıklar ve birbiri cinsinden yazar. Metre ve santimetre birimlerinin kullanıldığı problemleri çözer. Litre ile ilgili problemleri çözer. En çok dört basamaklı doğal sayılarla çıkarma işlemini yapar. Doğal sayılarla toplama ve çıkarma işlemini gerektiren problemleri çözer.
Adenauer Heykeli	Uzunluk ölçme birimleri arasındaki ilişkileri açıklar ve birbiri cinsinden yazar. Uzunluk ölçme birimlerinin kullanıldığı en çok üç işlem gerektiren problemleri çözer. Metre ve santimetre birimlerinin kullanıldığı problemleri çözer. En çok dört basamaklı doğal sayılarla toplama işlemini yapar. Doğal sayılarla toplama işlemini gerektiren problemleri çözer. Üç basamaklı doğal sayılarla iki basamaklı doğal sayıları çarpar. En çok iki basamaklı bir doğal sayı ile bir basamaklı bir doğal sayının çarpımını tahmin eder ve tahminini işlem sonucu ile karşılaştırır. Doğal sayılarla çarpma işlemini gerektiren problemleri çözer. Üç basamaklı doğal sayıları en çok iki basamaklı doğal sayılara böler. Doğal sayılarla en az bir bölme işlemi gerektiren problemleri çözer.

3.4. Araştırmacının Rolü

Yapılandırmacı öğretim deneyinde araştırmacı, ön matematiksel bilgileri konusunda fikir sahibi olduğu bir ya da birkaç öğrenciyi öğretim deneyinin katılımcıları olarak belirlemelidir (Cobb, 2011). Bu doğrultuda araştırmacı, çalışmanın yürütüleceği okulun kültürüne, fiziksel koşullarına, öğrencilerine, personeline uyum sağlamak ve çalışma grubunun belirlenmesi ve öğrencilerin matematiksel düşünme ve iletişim becerileriyle ilgili fikir sahibi olmak için katılımcılarla keşfedici öğretim süreci gerçekleştirmiştir. Bu süreçte ayrıca öğrencilerin, öğretmene (araştırmacıya) uyum sağlamaları hedeflenmiştir. Dokuz (9) matematik ders saatini kapsayan bu süreçte

öğrenciler, kendi doğal bağlamlarında (4/A sınıfında) matematik derslerinde gözlemlenmiştir. Aynı zamanda bu süreçte öğrencilerle iki farklı matematik etkinliği gerçekleştirilmiştir. Böylece öğrencilerin araştırmacıya alışması ve uyum sağlanması gerçekleştirilmiştir. Ardından öğrencilere bireysel olarak *Benzin Doldurma* matematiksel modelleme problemi uygulanmış ve onların matematiksel modelleme yeterlikleri ortaya koyulmuştur. Öğrencilerin modelleme problemi üzerindeki yeterlikleri doğrultusunda hem çalışma grubu (8 öğrenci) ve bu öğrenciler içerisinde odağa alınan öğrenciler (3 öğrenci) belirlenmiştir. Araştırmacının sonraki görevi ise uygun öğrenme ortamlarını hazırlamak ve uygulama sürecine *araştırmacı/öğretmen* rolünde katılarak, öğrencilerin hedeflenen konuya ya da kavrama ilişkin matematiksel bilgiyi nasıl yapılandırıldığını yakından deneyimlemektir (Cobb & Steffe, 2011). Bu doğrultuda araştırmacı tarafından 11 farklı model oluşturma etkinliği tasarlanmıştır. Böylece ilkökul dördüncü sınıf öğrencileri ile altı öğretim bölümünü ve dört ara klinik görüşmeyi içeren, araştırmacının araştırmacı/öğretmen rolünü üstlendiği ve sürecin kayıt altına alındığı model oluşturma etkinlikleri, işbirlikli öğrenme teknikleri ile gerçekleştirilmiştir. Süreçte etkinlikleri araştırmacı kendisi uygulamış ve öğrenciler tarafından gelen soruları cevaplamıştır. Öğretim deneyi boyunca yapılandırmacı bakış açısına göre hareket eden araştırmacı öğrenciye hazır matematiksel bilgiyi sunmak yerine, öğrencinin mevcut ön bilgisini dikkate almalı ve onun kendi matematiksel bilgisini inşa edeceği özel öğretimsel görevleri tasarlamalıdır (Cobb & Steffe, 2011). Bu kapsamda araştırmacı, öğrenciler ile birebir etkileşimde bulunarak sınıfın bir üyesi konumuna gelmiştir. Araştırmacı, etkinliklerin uygulanması aşamasında öğrencileri yönlendiren eylemlerde bulunmamıştır. Öğrencilere uygun sorular sorarak onları düşünmeye ve kendi sorularının yanıtlarının kendilerinin bulmasına fırsat tanımıştır. Araştırmacı, öğretim deneyinin belirli aşamalarında, öğrenci matematiğinin nasıl değişim gösterdiğini görmek için geriye dönük (*retrospective analysis*) analizler yapmalıdır (Steffe & Thompson, 2000). Öğretim deneyi boyunca takip edilen hipotez oluşturma, öğretimsel görevleri planlama, öğretimsel görevleri uygulama ve geriye dönük analizler yapma döngüsü öğrenci matematiğinin baştan sona ayrıntılı olarak modellenmesine kadar devam etmektedir (Steffe & Ulrich, 2014). Bu doğrultuda öğretim deneyi süreci devam ederken sürekli analizler yapılmış ve aynı zamanda süreç sonrasında geriye dönük analizler yapılırken bu kayıtlardan faydalanılmıştır. Son olarak araştırmacı, süreç boyunca adım adım inşa ettiği bu model ile matematik eğitimcilerine öğrenci matematiğinin karanlıkta kalan yönlerini bütüncül olarak sunmalıdır (Steffe &

Thompson, 2000). Bu doğrultuda öğrencilerin uygulama sürecindeki matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel süreci hem grup (öğretim bölümleri) hem de bireysel (klinik görüşmeler) bağlamda bütüncül olarak sunulmuştur.

3.5. Pilot Uygulama

Araştırmanın pilot uygulaması 2022-2023 eğitim öğretim yılının güz döneminde (birinci dönem) Adana'da bulunan aynı okulun farklı bir dördüncü sınıfında gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmanın asıl amacı, tasarlanan model oluşturma etkinliklerinin asıl uygulama öncesinde işlevselliğinin ve kullanılabilirliğinin test edilmesidir. Bir başka deyişle model oluşturma etkinliklerinin, öğrencilerin modelleme yeterliklerinin belirlenebilmesindeki kullanılabilirliğinin anlaşılmasıdır. Bununla birlikte süreç içinde ortaya çıkabilecek olası sorunların belirlenip gerekli önlemlerin alınabilmesini ve araştırmacının deneyim kazanmasını sağlamaktır. Bu sayede model oluşturma etkinliklerinde anlaşılmayan unsurlar, öğrenci çözüm kâğıtlarında ve uygulama sürecinde aksayan yönler belirlenerek, asıl uygulamada yaşanabilecek sorunların önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda pilot çalışma süreci, asıl uygulamada kullanılan yedi farklı model oluşturma etkinliği ile 4/B sınıfı öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. 4/B sınıfı 14 oğlan, 19 kız çocuğu olmak üzere 33 kişilik bir sınıftır. Pilot çalışma öncesinde sınıf öğretmeni bilgilendirilmiş ve etkinliklerinin uygulanmasına yönelik gerekli bilgiler verilmiştir. Etkinlikleri uygulama süreci, öğrencilerin beşinci ve altıncı ders saatinde bir başka deyişle iki ders saatinde gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte öğrenciler, ikili grup olarak sıra arkadaşlarıyla birlikte çalışmışlardır. Birinci dersin ilk 25 dakikasında öğrencilerin tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları üzerinde çalışmaları sağlanmıştır. Birinci dersin son 15 dakikasında ise öğrencilere problem durumu verilerek problemi okumaları ve sıra arkadaşları ile problemi anlamaları sağlanmıştır. İkinci dersin ilk 20 dakikasında öğrenciler problemi çözerken, son 20 dakikasında çözümlerine ilişkin sunumları gerçekleştirmişlerdir. Etkinliklerin uygulanması için ortalama süre 80 dakika (iki ders saati) olarak planlanmış olmasına rağmen süreç içerisinde uygulanan etkinliklere göre bazen biraz daha kısa veya uzun olarak değişiklik gösterebilmiştir. Tablo 18'de pilot çalışma sürecinde uygulanan etkinlikler ve uygulama süreci verilmiştir.

Tablo 18.

Pilot Çalışma Sürecinde Uygulanan Etkinlikler ve Uygulama Süreci

Adım No	Etkinliği Uygulama Tarihi	Uygulanan Model Oluşturma Etkinliği	Etkinlik Türü
1	4 Ekim 2022	Benzin Doldurma	Odak Grup Belirleme
2	7 Ekim 2022	Neden BIG-S Burger?	<i>Ön Klinik Görüşme</i>
3	11 Ekim 2022	Küçük Kara Balık	Düşün-Konuş-Yaz Tekniği
4	18 Ekim 2022	Odamı Dekore Ediyorum!	Düşün-Konuş-Yaz Tekniği
5	25 Ekim 2022	Robot Süpürge Alıyoruz!	Düşün-Eşleş-Paylaş Tekniği
6	1 Kasım 2022	Sınıfımızı Boyuyoruz!	Düşün-Eşleş-Paylaş Tekniği
7	11 Kasım 2022	İşte Zaman	<i>Son Klinik Görüşme</i>

Pilot çalışma sonunda, hem uygulama sürecinde hem de haftalık yapılan değerlendirmeler neticesinde etkinliklerde ve süreçte bazı düzenlemeler yapılmıştır. Bu doğrultuda tanıtıcı makale, hazır oluş soruları, problem durumları ve süreçte yapılan değişiklikler şu şekildedir:

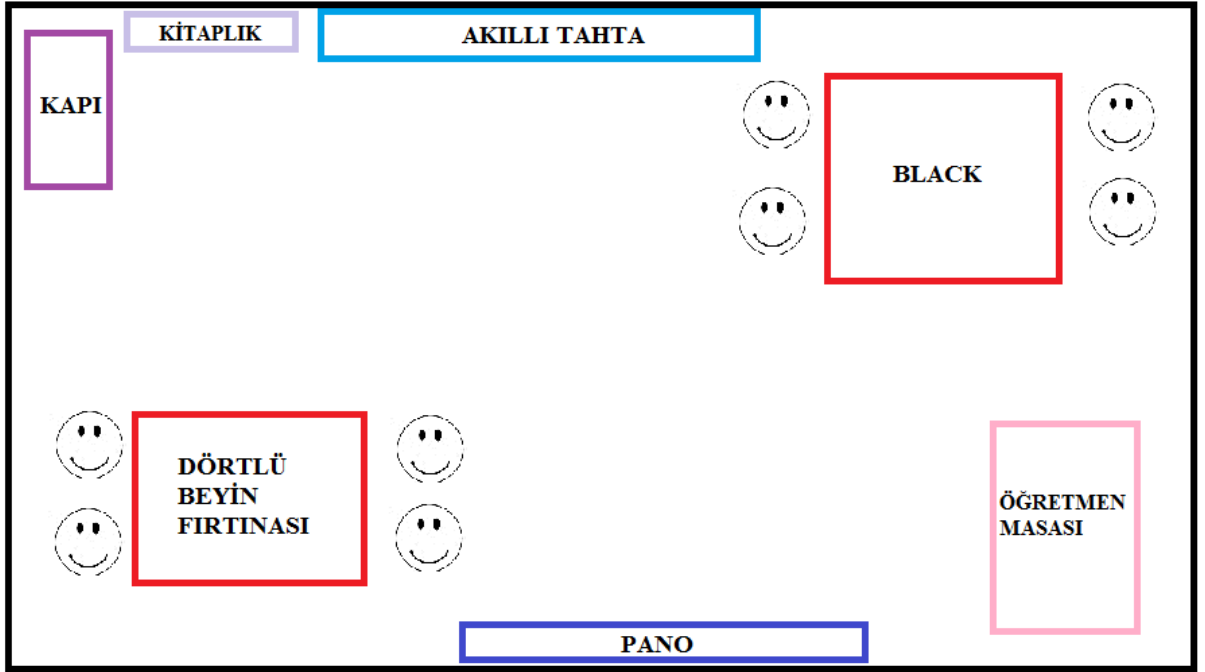
- Tanıtıcı makalelerin, öğrenciler tarafından çok uzun olduğuna ve okurken sıkıldıklarına dair geri bildirimler alınmıştır. Ayrıca gözlemler doğrultusunda öğrencilerin bir süre sonra okumayı bıraktıkları fark edilmiştir. Bu doğrultuda tüm tanıtıcı makaleler yeniden oluşturulmuştur. Bunun için TÜBİTAK Bilim Çocuk E-Dergisi’ndeki yayınlardan yararlanılmıştır. Bu kapsamda problem durumu içeriği ile ilgili olan TÜBİTAK Bilim Çocuk E-Dergisi’ndeki karikatür ve bilgilendirici yazılardan, tanıtıcı makaleler oluşturulmuştur. Böylece içerik, daha yalın bir hale getirilerek öğrencilerin daha rahat okuyabileceği ve öğrenciler için daha eğlenceli bir forma dönüştürülmüştür.
- Hazır oluş soruları, dört soru olarak hazırlanmıştı. Ancak öğrencilerin bu süreçte çok zaman kaybetmesi ve dikkatlerinin dağılması sebebi ile sorular, iki veya üç soruya indirgenmiştir.
- Problem durumlarında “Göreviniz” alt başlığı altında problemin ne istediğine dair ayrı bir soru yönergesi bulunmaktaydı. Ancak böyle bir alt

başlığın olması, öğrencilerin problemi anlamlandırmasını zorlaştırdığı araştırmacı tarafından gözlemlenmiştir. Bir başka deyişle öğrencilerin sadece problemin giriş bölümünü okuyup “Göreviniz” alt başlığını okumadan problemi çözme eylemine geçtikleri görülmüştür. Bundan dolayı “Göreviniz” alt başlığı kaldırılarak soru cümlesi, problem durumunun sonuna eklenmiştir.

- Problem durumunda yer alan “Göreviniz” alt başlığındaki soru yönergeleri iki veya üç sorudan oluşmaktaydı. Ancak öğrenciler tarafından soru yönergelerinin anlaşılmadığı belirlenmiştir. Bundan dolayı soru yönergeleri, problem durumunun son cümlesine yerleştirilerek “ ..., nasıl belirlediğinizi ve çözüm sürecinde neler yaptığınızı detaylı bir şekilde bize bir mektup ile açıklamanızı istiyoruz.” şeklinde tek bir yönerge olacak şekilde düzenlenmiştir.
- Benzer şekilde problem durumunda da problemin çok uzun olduğuna dair geri bildirimler alınmış ve öğrencilerin problemi anlamasını zorlaştırdığı ve problemin odak noktasından uzaklaştıkları gözlemlenmiştir. Bu nedenle tüm problem durumları yeniden gözden geçirilerek öğrencilerin daha kolay anlayabileceği şekilde yalın ve açık hale getirilmiştir.
- *Odamı Dekore Ediyorum!* model oluşturma etkinliğinde yer alan bazı mobilyalara ilişkin öğrencilerin bilgi sahibi olmadığı belirlenmiştir. Bundan dolayı bu etkinlikte yer alan mobilyalara ilişkin görseller eklenmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin derinlik ve genişlik kavramlarını bilmediği görülmüştür. Bundan dolayı bu kavramlara yönelik görseller eklenmiştir.

3.6. Araştırma Ortamı

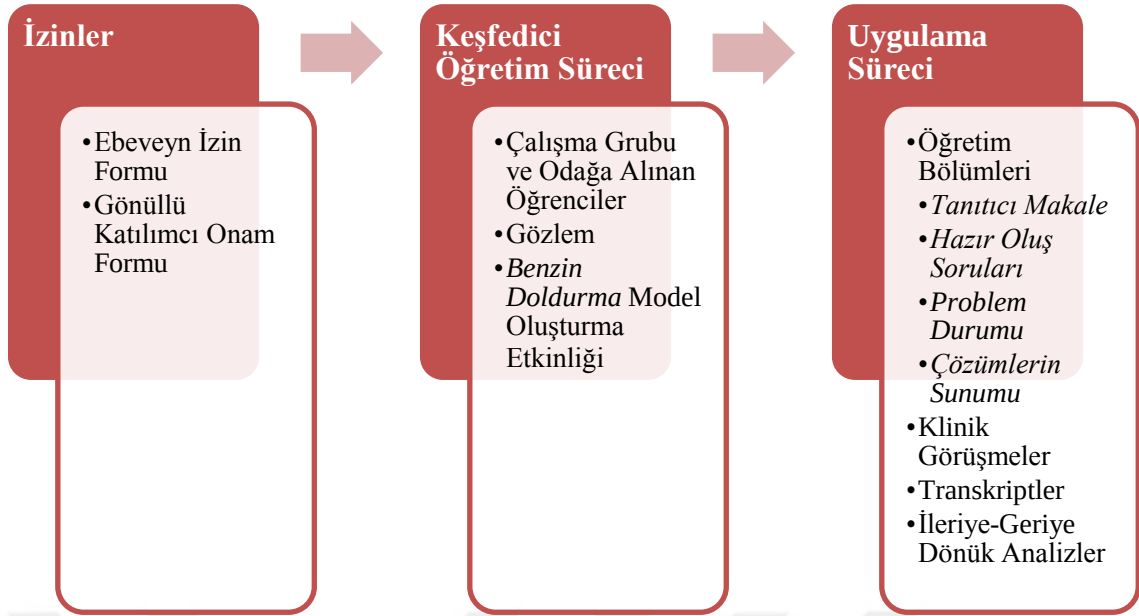
Araştırmanın pilot ve asıl uygulamaları iki farklı ortamda gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama 4/B şubesinin kendi sınıf ortamında gerçekleştirilmiştir. Asıl uygulama ise okulun özel eğitim sınıfında gerçekleştirilmiştir. Hem öğretim bölümleri hem klinik görüşmeler, özel eğitim sınıfında gerçekleştirilmiştir. Asıl uygulamanın gerçekleştirileceği sınıfın düzenlemesi yapılarak araştırmaya uygun fiziki yapının oluşturulması amaçlanmıştır. Asıl uygulamanın yürütüldüğü özel eğitim sınıfına ait temsil Şekil 21’de sunulmuştur.



Şekil 21. Asıl uygulamanın gerçekleştirildiği özel eğitim sınıfı

3.7. Araştırma Verilerinin Toplanması (Asıl Uygulama)

Araştırmanın asıl uygulama verilerinin toplanması 2022-2023 eğitim öğretim yılının bahar döneminde (ikinci dönem) gerçekleştirilmiştir. Asıl uygulama için 4/A sınıfının öğrencileri ile çalışılmıştır. Uygulama aşaması başlamadan önce hem öğrencilere hem de ailelerine çalışma hakkında bilgi verilmiş, gerçek isimlerinin ve doğrudan görüntülerinin kullanılmayacağı belirtilmiştir. Ardından ebeveynlere *Ebeveyn İzin Formu*; öğrencilere ise *Gönüllü Katılımcı Onam Formu* sunularak gerekli onamları alınmıştır (Bkz. Ek 3, Ek 4). Ardından keşfedici öğretim sürecine başlanmıştır. Bu kapsamda araştırmacı dokuz (9) matematik ders saatinde öğrencileri gözlemlemiştir. Bu gözlemlerden sonra hem çalışma grubunu hem de odağa alınacak öğrencilerin belirlenebilmesi için *Benzin Doldurma* model oluşturma etkinliği 4/A sınıfındaki tüm öğrencilere (19 öğrenci) uygulanmıştır. Bu süreçte öğrencilerden, model oluşturma etkinliğini çözmeleri istenmiştir. Bu süreç tamamlandıktan sonra düşük, orta ve yüksek matematiksel modelleme yeterliğine sahip sekiz öğrenci ve bu öğrenciler içerisinde odağa alınan üç öğrenci belirlenmiştir. Öğrencilerin belirlenmesinin ardından asıl uygulama sürecine geçilmiştir. Veri toplama süreci Şekil 22’de sunulmuştur.



Şekil 22. Veri toplama süreci

İşbirlikli öğrenme gruplarıyla çalışmayı gerektiren *öğretim bölümleri*, öğrencilerin sınıf öğretmenin uygun gördüğü 2 ders saatinde okulun özel eğitim sınıfında gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte öğrenciler, dörder kişilik heterojen iki gruba ayrılarak altı öğretim bölümü süresince birlikte çalışmışlardır. Öğrencilerin gruplarına, isim vermeleri istenmiştir. Altı öğretim bölümü süresince, sınıf sıra düzeni grup çalışmasına uygun olacak şekilde düzenlenmiştir. Uygulama sırasında her gruba ses kayıt cihazı konulmuştur. Ayrıca her grubun başına video kamera yerleştirilmiştir. Grupların düzeni ve yapısı Şekil 23’de verilmiştir.



Şekil 233. Uygulama sınıfının oturma düzeni

Klinik görüşmeler, her iki öğretim bölümlerinden iki gün önce gerçekleştirilmiştir. Klinik görüşmeler odağa alınan öğrencilerle birebir yapılarak ses ve video ile kayıt altına alınmıştır. Klinik görüşmeler sonucunda elde edilen veriler, ses ve video kayıtları ile birlikte incelenmiştir. Klinik görüşmeler süresince öğrencilerin modelleme yeterliklerini belirlemeye yönelik araştırmacı tarafından sorular sorulmuştur.

Öğretim bölümlerinin ve klinik görüşmelerin içerikleri kronolojik sıra ile Tablo 19’da sunulmuştur.

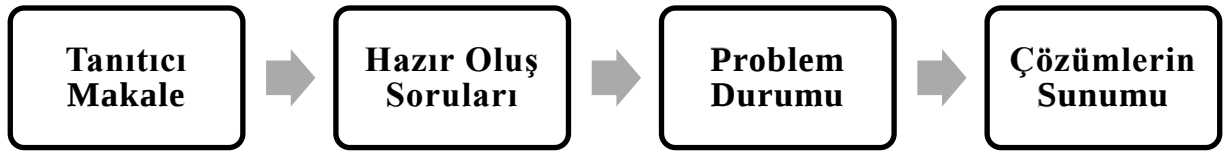
Tablo 19.

Öğretim Deneyi Kapsamındaki Öğretim Bölümleri ve Klinik Görüşmeler

Adım No	Etkinliği Uygulama Tarihi	Uygulanan Etkinlik	Etkinlik Türü
1	22 Mart 2023	Neden BIG-S Burger?	Ön Klinik Görüşme
2	24 Mart 2023	Küçük Kara Balık	Düşün-Konuş-Yaz Tekniği
3	29 Mart 2023	Odamı Dekore Ediyorum!	Düşün-Konuş-Yaz Tekniği
4	31 Mart 2023	İşte Zaman	Birinci Ara Klinik Görüşme
5	3 Nisan 2023	Robot Süpürge Alıyoruz!	Düşün-Eşleş-Paylaş Tekniği
6	7 Nisan 2023	Hangi Bilgisayar Mühendisi?	Düşün-Eşleş-Paylaş Tekniği
7	12 Nisan 2023	Tenis Turnuvası	İkinci Ara Klinik Görüşme
8	14 Nisan 2023	Büyük Ayak	Zamanla Sınırlandırılmış Eşleş-Tartış Tekniği
9	26 Nisan 2023	Sınıfımızı Boyuyoruz!	Zamanla Sınırlandırılmış Eşleş-Tartış Tekniği
10	28 Nisan 2023	Adenauer Heykeli	Son Klinik Görüşme

Öğretim deneyinde öncelikle odağa alınan üç öğrenci ile bireysel olarak *ön klinik görüşme* gerçekleştirilmiştir. Ön klinik görüşmenin ardından birinci ve ikinci *öğretim bölümleri* aşamasına geçilmiştir. Bu süreçte *Küçük Kara Balık* (birinci öğretim bölümü) ve *Odamı Dekore Ediyorum!* (ikinci öğretim bölümü) etkinlikleri öğrencilerle, model oluşturma etkinliklerinin bileşenleri (*tanıtıcı makale, hazır oluş soruları, problem durumu ve çözümlerin sunumu*) ve düşün-konuş-yaz uygulamaları ile gerçekleştirilmiştir. Bunun için ilk olarak tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları, düşün-konuş-yaz uygulamaları ile gerçekleştirilmiştir. Ardından gruplara problem durumu verilerek problemi okumaları, grup arkadaşlarıyla tartışmaları ve problemi çözmeleri düşün-konuş-yaz uygulaması ile gerçekleştirilmiştir. Problem çözüm süreçleri tamamlandıktan sonra ise çözümlerin sunumu aşaması ile etkinliğin uygulama süreci tamamlanmıştır. Birinci ve ikinci öğretim bölümünün ardından birinci ara klinik görüşme, odak alınan üç öğrenci ile bireysel olarak gerçekleştirilmiştir. Birinci ara klinik görüşmenin ardından üçüncü ve dördüncü *öğretim bölümleri* aşamasına geçilmiştir. Bu süreçte *Robot Süpürge Alıyoruz* (üçüncü öğretim bölümü) ve *Hangi Bilgisayar Mühendisi* (dördüncü öğretim bölümü) etkinlikleri öğrencilerle, model oluşturma etkinliklerinin bileşenleri (*tanıtıcı makale, hazır oluş soruları, problem*

durumu ve çözümlerin sunumu) ve düşün-eşleş-paylaş uygulaması ile gerçekleştirilmiştir. Üçüncü ve dördüncü öğretim bölümünün ardından ikinci ara klinik görüşme, odağa alınan üç öğrenci ile bireysel olarak gerçekleştirilmiştir. İkinci ara klinik görüşmenin ardından beşinci ve altıncı *öğretim bölümleri* aşamasına geçilmiştir. Bu süreçte *Büyük Ayak* (beşinci öğretim bölümü) ve *Sınıfımızı Boyuyoruz* (altıncı öğretim bölümü) etkinlikleri öğrencilerle, model oluşturma etkinliklerinin bileşenleri (*tanıtıcı makale, hazır oluş soruları, problem durumu ve çözümlerin sunumu*) ve zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış uygulaması ile benzer şekilde gerçekleştirilmiştir. Beşinci ve altıncı öğretim bölümünün ardından son klinik görüşme, odağa alınan üç öğrenci ile bireysel olarak gerçekleştirilerek süreç tamamlanmıştır. Öğretim bölümleri sürecinde uygulanan her bir model oluşturma etkinliği, dört aşamada (tanıtıcı makale, hazır oluş soruları, problem durumu, çözümlerin sunumu) gerçekleştirilmiştir (Bkz Şekil 24).



Şekil 24. Öğretim bölümlerinin dört aşamalı uygulama süreci

Uygulama süresince yapılan öğretim bölümlerinin ve klinik görüşmelerin süreleri Tablo 20’de yer almaktadır.

Tablo 20.

Öğretim Bölümlerinin ve Klinik Görüşmelerin Süreleri

Uygulanan Etkinlik	Etkinlik Türü	Süre
Neden BIG-S Burger?	Ön Klinik Görüşme (Aslanağzı)	24'59''
	Ön Klinik Görüşme (Lemur)	21'08''
	Ön Klinik Görüşme (Yunus)	19'49''
Küçük Kara Balık	Öğretim Bölümü 1	55'08''
Odami Dekore Ediyorum!	Öğretim Bölümü 2	70'09''
İşte Zaman	Birinci Ara Klinik Görüşme (Aslanağzı)	25'07''
	Birinci Ara Klinik Görüşme (Lemur)	29'56''
	Birinci Ara Klinik Görüşme (Yunus)	24'45''
Robot Süpürge Alıyoruz!	Öğretim Bölümü 3	76'43''
Hangi Bilgisayar Mühendisi?	Öğretim Bölümü 4	68'52''
Tenis Turnuvası	İkinci Ara Klinik Görüşme (Aslanağzı)	26'46''
	İkinci Ara Klinik Görüşme (Lemur)	23'24''
	İkinci Ara Klinik Görüşme (Yunus)	20'24''
Büyük Ayak	Öğretim Bölümü 5	43'09''
Sınıfımızı Boyuyoruz!	Öğretim Bölümü 6	44'16''
Adenauer Heykeli	Son Klinik Görüşme (Aslanağzı)	24'01''
	Son Klinik Görüşme (Lemur)	22'34''
	Son Klinik Görüşme (Yunus)	24'17''

Öğrencilerin hem gruplarla hem bireysel yaptıkları çalışmalar süresince sordukları sorulara yönlendirme yapılmadan cevap verilmiştir. Bunun yanında hem klinik görüşmelerde hem de öğretim bölümlerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin belirlenmesine yönelik sorular sorulmuştur. Araştırmacı “*Problemden ne anladın/ız?, Problem durumu bizden ne istiyor?, Grup arkadaşlarınla tartışmak ister misin?, Problemi çözmek için neler yaptın/ız?, Neden bu yolu izledin/ız?, Neden bu şekilde düşündünüz?, Problemi nasıl çözeceksin/ız?, Bulduğun/uz çözümün doğru olduğu nereden biliyorsun/uz?, Başka türlü nasıl düşünebilirsin/ız?, Neden bu işlemleri yaptın/ız?*” şeklinde sorular sorarak öğrencileri grup içinde tartışmaya ve problemin çözümüne beraber ulaşmalarına rehberlik etmiştir.

3.8. Verilerin Analizi

Çalışmada yer alan ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin, model oluşturma etkinlikleri sürecinde geliştirdiği matematiksel düşünceleri ve ortaya koyduğu yazılı çözüm kâğıtları betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Betimsel analiz yöntemine göre, toplanan veriler daha önceden belirlenen temalara göre düzenlenir ve yorumlanır (Miles & Huberman, 2016). Öğretim bölümlerindeki grupların ve klinik görüşmelerdeki odağa alınan öğrencilerin, sesli ve görsel kayıtları transkript edilerek yazılı doküman haline getirilmiş ve elde edilen veriler betimsel analiz yöntemine göre analiz edilmiştir.

Betimsel analiz yönteminde elde edilen veriler önce sistematik ve açık biçimde betimlenir daha sonra yapılan bu betimlemeler açıklanır ve yorumlanır, neden sonuç ilişkileri irdelenir ve bir takım sonuçlara ulaşılır (Miles & Huberman, 2016). Betimsel analiz yöntemi dört aşamadan oluşur: (1) betimsel analiz için bir kuramsal çerçeve oluşturma, (2) tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi, (3) bulguların tanımlanması, (4) bulguların yorumlanması (Yıldırım & Şimşek, 2011).

İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinliği üzerindeki matematiksel modelleme süreçleri ve yeterlikleri, Borromeo Ferri'nin (2006) çalışmasındaki modelleme yeterlikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Hem araştırmanın başlangıcında öğrenci düzeylerini belirlemede hem de araştırma sürecince öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişimini açıklamada Borromeo Ferri'nin (2006) modelleme yeterlikleri doğrultusunda Tekin Dede ve Bukova Güzel (2018) tarafından oluşturulan Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği (MYDR) kullanılmıştır. MYDR, model oluşturma etkinlikleri üzerinde çalışan öğrencilerin bireysel ya da grupla çalıştıklarında sergiledikleri çözüm yaklaşımları incelenerek bilişsel modelleme yeterliklerini değerlendirmek için geliştirilmiş bir analitik puanlama rubriğidir. MYDR'nin boyutları, Borromeo Ferri'nin (2006) çalışmasındaki *“problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama, doğrulama”* modelleme yeterliklerinden oluşmaktadır. MYDR'den en fazla 25 puan alınırken, en az 0 puan alınabilmektedir. Bu doğrultuda değerlendirme sonucunda öğrenci yeterlik düzeyleri 0-6 puan arası için *“modelleme yeterliğine sahip değil.”*; 7-12 puan arası için *“bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip.”*; 13-21 puan arası için *“kabul edilebilir ölçüde modelleme yeterliğine sahip.”* ve 22-25 puan arası için *“üst düzey modelleme yeterliğine sahip.”* olarak değerlendirilmiştir. MYDR ile analizler gerçekleştirilirken, grupların ve odağa alınan öğrencilerin problem çözme süreci, transkriptleri ve çözüm kâğıtları incelenmiştir. Söz konusu incelemeler gerçekleştirilirken, her bir boyutun varlığı sorgulanarak öğrencilerin yeterlikleri belirlenmiştir. Tüm boyutlar için benzer aşamalardan geçildikten sonra grupların ve odağa alınan öğrencilerin modelleme yeterlikleri toplam puanı hesaplanmıştır. Bununla birlikte MYDR'nin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları için Miles ve Huberman'ın (2016) uyuşum yüzdesi hesaplamasından yararlanılmıştır. Geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları sonucunda uyuşum yüzdesi %88.8 olarak hesaplanan MYDR'nin geçerli ve güvenilir olduğuna karar verilmiştir. Son olarak grupların ve odağa alınan öğrencilerin düşüncelerini ve söylemlerini yansıtmak amacıyla, transkriptlerin tamamına yer verilerek elde edilen

bulgular düzenlenerek yorumlanmış biçimde okuyucuya sunulmuştur. MYDR'nin, her bir basamak ve düzeyinin ayrıntılı açıklamaları Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21.

Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği

	Düzeyler	Tanımlama
Problemi Anlama	Düzy 1 (0 Puan)	Problemi anlamadığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleyememe ve aralarında ilişki kurmama/yanlış ilişki kurma. (PA1)
	Düzy 2 (1 Puan)	Problemi bir ölçüde anladığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri bir ölçüde belirleme ancak aralarında ilişki kurmama/yanlış ilişki kurma. (PA2)
	Düzy 3 (2 Puan)	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ancak aralarında ilişki kurmama/yanlış ilişki kurma. (PA3)
	Düzy 4 (3 Puan)	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verme, ancak verilenleri ve istenenleri belirlerken önemsiz hatalar yapma buna rağmen aralarında ilişki kurma. (PA4)
	Düzy 5 (4 Puan)	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ve aralarında uygun bir ilişki kurma. (PA5)
Problemi Sadeleştirme	Düzy 1 (0 Puan)	Problemi sadeleştirmeme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlememe ve yanlış varsayımlarda bulunma. (PS1)
	Düzy 2 (1 Puan)	Problemi bir ölçüde sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri bir ölçüde belirleme ancak yanlış varsayımlarda bulunma. (PS2)
	Düzy 3 (2 Puan)	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunma. (PS3)
	Düzy 4 (3 Puan)	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve gerçekçi varsayımlarda bulunma. (PS4)
Matematikselleştirme	Düzy 1 (0 Puan)	Matematiksel model oluşturmama veya yanlış model/ler oluşturma. (M1)
	Düzy 2 (1 Puan)	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel model/ler oluşturma. (M2)
	Düzy 3 (2 Puan)	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı doğru matematiksel model/ler oluşturma. (M3)
	Düzy 4 (3 Puan)	Gerçekçi varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel model/ler oluşturma ve birbiriyle ilişkilendirme. (M4)
	Düzy 5 (4 Puan)	Gerçekçi varsayımlara göre gerekli matematiksel model/leri doğru bir şekilde oluşturma, model/modelleri açıklama ve birbiriyle ilişkilendirme. (M5)
Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 1 (0 Puan)	Matematiksel çözüm sunmama, oluşturulan matematiksel modelleri yanlış çözme veya yanlış matematiksel modeli çözmeye çalışma. (MOÇ1)
	Düzy 2 (1 Puan)	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içermeme. (MOÇ2)
	Düzy 3 (2 Puan)	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözme. (MOÇ3)
	Düzy 4 (3 Puan)	Doğru oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içermeme. (MOÇ4)
	Düzy 5 (4 Puan)	Doğru oluşturulan matematiksel model/leri kullanarak doğru matematiksel çözüme ulaşma. (MOÇ5)
Yorumlama	Düzy 1 (0 Puan)	Elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yanlış yorumlama veya hiç yorumlamama. (Y1)
	Düzy 2 (1 Puan)	Hatalar içeren/Eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlama. (Y2)
	Düzy 3 (2 Puan)	Hatalar içeren/Eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama. (Y3)
	Düzy 4 (3 Puan)	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlama. (Y4)
	Düzy 5 (4 Puan)	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama. (Y5)
Doğrulama	Düzy 1 (0 Puan)	Doğrulama yaklaşımında bulunmama veya yanlış doğrulama yapma. (D1)
	Düzy 2 (1 Puan)	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmeme. (D2)
	Düzy 3 (2 Puan)	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme. (D3)
	Düzy 4 (3 Puan)	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları düzeltme. (D4)
	Düzy 5 (4 Puan)	Doğrulama yaklaşımında bulunma, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmeme. (D5)
	Düzy 6 (5 Puan)	Doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme. (D6)
	Düzy 7 (6 Puan)	Doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları düzeltme. (D7)

Kaynak: Tekin Dede & Bukova Güzel, 2018

Elde edilen veriler, kuramsal çerçeve kapsamında önce kodlanmış daha sonra uygun kategoriler altında toplanarak temalaştırılmıştır. Betimsel analizde kullanılan temalar, kategoriler ve kodlar, Tablo 22’de örnek alıntılar verilerek sunulmuştur. Bu kapsamda MYDR kullanılarak öğrencilerin bilişsel modelleme yeterlikleri belirlenmiş ve değerlendirilmiştir.

Tablo 22.

Örnek Tema, Kategori ve Kod Kullanımı

Tema	Kategori	Göstergeler/Alıntılar	Kod
Problemi Anlama	Düzy 3 (PA3)	Aslanağı: Öğretmenim burada en önemli diyor, yani en sevilen çeşitten en seilmeyene doğru sıralamamızı istiyor. Bunu da bir mektup ile açıklayacağız. Şimdi şu anket sonuçlarına bakacağım.	-Problemi anladığını gösteren ifadeler yer verme -Verilenleri ve istenenleri belirlememe
Problemi Sadeleştirme	Düzy 4 (PS4)	Yunus: Tablo yapıyorum öğretmenim. Hepimizin boyunu, ayak uzunluğunu ve genişliğini yazacağım.	-Tablo oluşturma
Matematikselleştirme	Düzy 2 (M2)	Lemur: Öğretmenim, biz daha yüksek olana 1 numara verdik. Ve o şekilde sıraladık. Yunus: Hepsini dikkate alarak yapıyoruz. Araştırmacı/Öğretmen: Sonra ne yapacaksınız peki? Lemur: Bence hepsinin numaralarını toplamamız gerekiyor.	-Hatalı matematiksel modeller oluşturma
Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 5 (MOÇ5)	Zambak: Miray 7. Yıldız Çiçeğı: Burak da 7. Orkide: Berke 6., Buğlem 5., Deren de 5. Aslanağı: Bulut 4., Derin de 3. Yıldız Çiçeğı: Şimdi hepsini toplayalım. Orkide: Bence biz de toplayalım kontrol etmiş de oluruz. Zambak: Şöyle yapacağız. Burak’ı toplayacağız. Sonra Berke’yi. Sırayla hepsini.	-Oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözme
Yorumlama	Düzy 1 (Y1)	Aslanağı: Şimdi bize sıralamamızı istiyor. En	- Elde edilen matematiksel çözümü

		<i>önemliden en önemsiz</i> yorumlamama <i>doğru. Bunu da bu fiyat</i> <i>listesinden yola çıkarak</i> <i>çocuk menüleri birinci</i> <i>sırada, fiyatın puanı</i> <i>ikinci sırada, hızlı</i> <i>olması üçüncü sırada,</i> <i>hamburger dördüncü</i> <i>sırada, patates</i> <i>kızartması da beşinci</i> <i>sırada. Şimdi bunları</i> <i>sırasına göre bir</i> <i>mektup ile açıklamamız</i> <i>gerekiyor.</i> Araştırmacı/Öğretmen: <i>Tamam.</i> (Sıralamasını yazarak gösteriyor.) Aslanagzı: <i>Bitti</i> <i>öğretmenim.</i>	
Doğrulama	Düzy 7 (D7)	Araştırmacı/Öğretmen: <i>Kontrol ettik mi?</i> Lemur: <i>Ettik ama yine</i> <i>de edelim.</i>	- Doğrulama yaklaşımında bulunma

3.9. Araştırmada Geçerlik ve Güvenirlik

Lincoln ve Guba (1985) nitel araştırmanın niteliğini artırabilecek birtakım stratejiler önermektedirler (Erlandson, Harris, Skipper, & Allen, 1993). Çünkü nitel araştırmaların geçerlik ve güvenilirlikleri, nicel araştırmalardan farklılık göstermektedir. Bu kapsamda nitel araştırmalarda *iç geçerlik* yerine *inandırıcılık*, *dış geçerlik* (genelleme) yerine *aktarılabirlik*, *iç güvenirlik* yerine *tutarlık*, *dış güvenirlik* (tekrar edilebilirlik) yerine *teyit edilebilirlik* kavramları kullanılmaktadır. Araştırmada gerçekleştirilen ve nitel araştırmalarda bulunan geçerlik ve güvenirlik kavramları Tablo 23’de açıklanmıştır (Erlandson vd. (1993) uyarlayan Yıldırım & Şimşek, 2016, s.277).

Tablo 23.

Araştırmada Gerçekleştirilen Geçerlik ve Güvenirlik Yöntemleri

Ölçüt	Nicel Araştırma	Nitel Araştırma	Kullanılan Yöntem	Tez Çalışmasında Gerçekleştirilme Durumu
Araştırma sonuçları yoluyla gerçeğin doğru temsili	İç Geçerlik	İnandırıcılık	Uzun Süreli Etkileşim	+
			Derinlik Odaklı Veri Toplama	+
			Çeşitleme	+
			Uzman İncelemesi	+
			Katılımcı Teyidi	+
Sonuçların uygulanması	Dış Geçerlik (Genelleme)	Aktarılabilirlik (Transfer Edilebilirlik)	Ayrıntılı Betimleme	+
			Amaçlı Örnekleme	+
Tutarlılığı sağlama	İç Güvenirlik	Tutarlık	Tutarlık İncelemesi	+
Nesnel, yansız olma	Dış Güvenirlik (Tekrar Edilebilirlik)	Teyit Edilebilirlik	Teyit İncelemesi	+

Araştırmanın geçerlik ve güvenirliğini sağlamak amacıyla izlenen stratejiler; inandırıcılık, aktarılabilirlik, tutarlılık ve teyit edilebilirlik başlıkları altında açıklanmıştır.

3.9.1. İnandırıcılık (İç Geçerlik)

Nitel araştırmalarda araştırmanın bilimsel olarak kabul edilebilmesi için araştırma sürecinin ve sonuçlarının açık, tutarlı ve başka araştırmacılar tarafından teyit edilebilir olması gerekmektedir. Araştırmacının elde ettiği bulguların gerçekliğine, benzer ortamlarda sonuçların geçerliğine, süreçlerin birbiri ile tutarlı olmasına ve verilerin nesnel bir yaklaşımla sonuçlar ortaya koyduğuna ilişkin kanıtlar sunmalıdır (Erlandson vd., 1993). Bu bağlamda araştırmanın inandırıcılığını sağlamak için gerçekleştirilen stratejiler aşağıda açıklanmıştır.

3.9.1.1. Uzun Süreli Etkileşim

Araştırmacı veri kaynakları (katılımcılar, gözlenen ortamlar, dokümanlar vb.) ile uzun süreli etkileşim içinde olmalıdır (Yıldırım & Şimşek, 2016). Böylece veri kaynakları üzerinde kendi varlığından ve öznel algılarından kaynaklanabilecek etkiyi anlayabilmektedir. Araştırma ortamında yeterli zaman geçirmenin, uzun süreli katılım ve sürekli gözlem yapmanın inandırıcılığı arttırmak için önemli olduğunu

vurgulanmaktadır (Lincoln & Guba, 1985). Araştırma ortamında geçirilen zaman, görüşmeye ayrılan zaman ve katılımcılarla sağlıklı ilişkiler kurmak için geçirdiğiniz zamanın tümü verilerin inandırıcılığına katkı sağlamaktadır (Glesne, 2013).

Tez çalışmasında araştırmacı etkinliklerin uygulanmasına başlamadan önce matematik derslerinde (9 ders saati) öğrencileri sınıf ortamında gözlemleyerek güvene dayalı bir bağlamın oluşmasını sağlamıştır. Ayrıca bu süreçte öğrencilerle iki farklı matematik etkinliği gerçekleştirmiştir. Ardından araştırma sürecindeki etkinliklerin, nasıl uygulanacağı ve grup çalışmalarının nasıl olması gerektiği hakkında öğrencilere bilgiler verilmiştir. Bununla birlikte asıl uygulamanın altı hafta boyunca haftada iki kere ve iki ders saati içinde geçmesi öğrenci ve araştırmacı arasında güvene dayalı bağın artarak devam etmesini sağlamıştır.

3.9.1.2. Derinlik Odaklı Veri Toplama

Alanda uzun süre kalan araştırmacı olay, olgu, durum ve yorumları katılımcıların bakış açısıyla ortaya koyabilmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2016). Araştırmacı elde ettiği sonuçları birbiriyle sürekli olarak karşılaştırarak, yorumlayarak ve kavramsallaştırarak araştırmaya katılanların bile açık biçimde farkında olmadıkları bazı örüntüleri ortaya çıkarmalıdır.

Tez çalışmasında, öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimsel sürecini ortaya koymak için çeşitli veri toplama araçları kullanılmıştır. Ses ve video kaydı, klinik görüşmeler, gözlem notları, yazılı dokümanlar (öğrenci çözüm kâğıtları, çözüm mektupları) yoluyla öğretim bölümleri ve klinik görüşmeler boyunca veriler toplanmıştır. Ayrıca öğrencilerin modelleme sürecindeki zihinsel şemalarını daha iyi ortaya koyabilmek için odağa alınan üç öğrenci ile dört klinik görüşme süreci gerçekleştirilmiştir. Bu sayede araştırmanın inandırıcılığına katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

3.9.1.3. Çeşitleme

Gerçeğin farklı yönlerini ve oluşumlarını öğrenebilmek için araştırmacı, araştırdığı olay ve olgulara ilişkin farklı bakış açılarını, farklı anlamları, farklı göstergeleri ve kaynakları ortaya koymalıdır (Yıldırım & Şimşek, 2016). Çeşitleme veri kaynakları, yöntem ve araştırmacı çeşitlemesi olarak farklı başlıklar altında incelenmektedir (Merriam, 2013). Veri kaynaklarının çeşitlendirilmesi, farklı özelliklere

sahip katılımcıların araştırmaya dahil edilmesi ve bu şekilde farklı algıların ve yaşantıların ortaya konarak çoklu gerçekliklere ulaşılması bakımından önemli olmaktadır. Farklı yöntemlerle (doküman analizi, gözlem, görüşme gibi) elde edilen verilerin birbiriyle teyit amacıyla kullanılması, ulaşılan sonuçların geçerliğini ve güvenilirliğini artırmaktadır.

Araştırmada klinik görüşmeler, doküman analizi ve gözlem olmak üzere üç farklı veri toplama yöntemi kullanılarak veri çeşitlemesi sağlanmıştır. Bilişsel modelleme yeterliklerini ortaya koyacak model oluşturma etkinlikleri, öğrenci çözüm kâğıtları, çözüm mektupları, video kaydı, ses kaydı, video ve ses kayıtlarının transkriptleri ve gözlemlerden elde edilen alan notları, kullanılan veri toplama araçlarıdır. Çalışma grubuna seçilen sekiz öğrencinin ve odağa alınan üç öğrencinin farklı matematiksel modelleme yeterliklerine sahip olan öğrencilerden seçilerek veri kaynaklarının çeşitlendirilmesi sağlanmıştır. Elde edilen bulguların inandırıcılığının ve doğruluğunun kontrolü için farklı matematik ve nitel araştırma alan uzmanlarının görüşlerine başvurulmuştur.

3.9.1.4. Uzman İncelemesi

Araştırma konusu hakkında genel bilgiye sahip ve nitel araştırma yöntemleri konusunda uzmanlaşmış kişilerden, yapılan araştırmayı çeşitli boyutlarıyla incelemesinin istenmesi inandırıcılık konusunda alınabilecek önlemlerden biridir. Bu incelemede uzman, araştırmanın deseninden toplanan verilere, bunların analizine ve sonuçların yazımına kadar olan süreçlere eleştirel bir gözle bakmakta ve araştırmacıya geri bildirimler vermektedir (Yıldırım & Şimşek, 2016).

Araştırma süreci boyunca matematik alan eğitimcisi ve nitel araştırma yöntemleri konusunda bir uzmanla araştırma ortamının oluşturulması, veri toplama araçları, verilerin toplanması ve analiz edilmesi süresince düzenli olarak değerlendirme toplantıları yapılmıştır. Ayrıca alan eğitimcisi ve nitel çalışma konusunda deneyimli diğer iki uzmanla farklı yarıyıllarda olmak üzere düzenli toplantılar gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı dört uzmanla birlikte bu toplantılarda araştırmanın deseni, veri toplama araçları, veri toplama süreçleri, çalışma grubunun seçimi, verilerin analizi, verilerden bulguların oluşturulması ve ulaşılan sonuçların güvenilirlik ve geçerliğini değerlendirmişlerdir.

3.9.1.5. Katılımcı Teyidi

Araştırmada elde edilen verilerin ve bunlara ilişkin araştırmacının ulaştığı sonuçların ve yorumların veri kaynakları (katılımcılar) ile teyit edilmesinde yarar bulunmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2016). Bu kapsamda bu tez çalışmasında, etkinlikler ve klinik görüşmeler süresince araştırmacı önceden hazırladığı sorulara ek olarak “*Probleminden ne anladın/ız?, Problem durumu bizden ne istiyor?, Grup arkadaşlarıyla tartışmak ister misin?, Problemi çözmek için neler yaptın/ız?, Neden bu yolu izlediniz?, Neden bu şekilde düşündünüz?, Problemi nasıl çözeceksiniz?, Bulduğun/uz çözümün doğru olduğu nereden biliyorsun/uz?, Başka türlü nasıl düşünebilirsin/ız?, Neden bu işlemleri yaptın/ız?*” şeklinde öğrencilere sorular sorarak gerçekleştirilen sürecin açıklanmasını istemiştir.

3.9.2. Aktarılabilirlik (Dış Geçerlik)

Lincoln ve Guba (1985) nicel araştırmaların temel amaçlarından biri olan ve araştırmanın değerini yargılamada kullanılan *genelleme* kavramının nitel araştırmadaki karşılığı olarak *aktarılabilirlik* kavramını ön plana çıkarmışlardır. Nitel araştırmada genelleme yerine aktarılabilirlik kavramının benimsenmesi, araştırma sonuçlarının doğrudan benzer ortamlara genellenemeyeceği ancak bu tür ortamlara sonuçların uygulanabilirliğine ilişkin geçici yargılara ulaşılması ve test edilebilecek denenceler oluşturulması anlamına gelmektedir. Nicel araştırmada araştırmacının sorumluluğu, evrene genelleme yapmak iken nitel araştırmacının sorumluluğu elde ettiği sonuçların benzer ortamlara aktarılabilirlik değerini ortaya koymaktadır. Nitel araştırmalarda araştırmacı çoğunluğun temsil ettiği genel doğruya ulaşmak yerine, dikkatli ve titiz bir biçimde derinlikli ve özgün olanın derinliğine inmek ve anlamak istemektedir (Merriam, 2013). Bu şekilde araştırmayı okuyan bireyler, benzer ortamlara ve süreçlere ilişkin bir anlayış oluşturabilmekte ve kendi uygulamalarına daha deneyimli ve bilinçli yaklaşabilmektedirler (Yıldırım & Şimşek, 2016). Bu bağlamda araştırmanın aktarılabilirliğini sağlamak için gerçekleştirilen stratejiler aşağıda açıklanmıştır.

3.9.2.1. Ayrıntılı Betimleme

Nitel araştırma sonuçlarının aktarılabilirliği, elde edilen verilerin yeterli düzeyde betimlenmesine bağlıdır. Ayrıntılı betimleme, ham verinin ortaya çıkan kavram ve temalara göre yeniden düzenlenmiş biçimde okuyucuya yorum katmadan ve verinin

doğasına mümkün olduğu ölçüde sadık kalınarak aktarılmasıdır (Yıldırım & Şimşek, 2016).

Gerçekleştirilen tez çalışmasında, model oluşturma etkinliklerinin nasıl tasarlandığı, çalışma grubunun hangi kriterlere göre nasıl oluşturulduğu, çalışma grubunun özellikleri, uygulamanın gerçekleştiği mekânın fiziki özellikleri, elde edilen bulgulara doğrudan alıntılara yer verilmesi, öğrencilerin çözüm kâğıtlarının doğrudan sunulması, verilerin analiz edilme aşamalarının detaylı bir biçimde betimlenerek araştırmanın aktarılabilirliğini güçlendirmek hedeflenmiştir.

3.9.2.2. Amaçlı Örneklem

Nitel araştırmada aktarılabilirliği artırmak için hem tipik olarak karşımıza çıkan olay ve olguları hem de bunların değişkenlik gösteren özelliklerini ortaya koyma amacı güden amaçlı örneklem yöntemleri kullanılmaktadır (Merriam, 2013). Bir başka deyişle nitel araştırmada genele ait bilgileri ortaya koymak yerine hem genele hem de özele ait bilgilere ulaşma yönelimi bulunmaktadır. Bu amaçla araştırmaya dâhil edilen veri kaynaklarının bu farklılığı yansıtacak biçimde seçilmesi önemlidir.

Gerçekleştirilen tez çalışmasında amaçlı örneklem türlerinden olan ölçüt örneklem kullanılmıştır. Hem çalışma grubunda yer alan sekiz öğrenci hem de odağa alınan üç öğrenci belirlenen ölçütler doğrultusunda araştırmaya dâhil edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin farklı modelleme yeterliklerine (düşük, orta, yüksek) sahip olması göz önüne alınarak aktarılabilirliğin önemli bir ölçütünün sağlanması amaçlanmıştır.

3.9.3. Tutarlık (İç Güvenirlik)

Olay ve olguların ortama ve zamana bağlı olarak oluştukları ve aynen tekrar edilmesinin mümkün olmadığı varsayımı dikkate alındığında nitel araştırmada güvenilirliği sağlamak mümkün görünmemektedir (Yıldırım & Şimşek, 2016). Bu çerçevede nitel araştırma, nicel araştırmada kullanıldığı biçimiyle güvenilirlik peşinde değildir. Bunun yerine güvenirliliğin de odaklandığı alanlardan biri olan tutarlılığa önem vermektedir. Burada olay ve olguların değişkenliğini kabul eden ve bu değişkenliği araştırmaya tutarlı bir biçimde yansıtabilen bir yaklaşım söz konusudur. Erlandson ve diğerleri (1993) bu tutarlığın sağlanması için tutarlık incelemesi yapılmasını önermektedirler.

3.9.3.1 Tutarlık İncelemesi

Bu stratejinin amacı, araştırmaya dışarıdan farklı bir gözle bakılması ve araştırmacının baştan sona gerçekleştirdiği araştırma etkinliklerinde tutarlı davranıp davranmadığını ortaya koymaktır (Yıldırım & Şimşek, 2016). Bu tutarlık, veri toplama araçlarının oluşturulması, verilerin toplanması ve analizi aşamalarında kendini göstermelidir.

Gerçekleştirilen tez çalışmasında, tasarlanan model oluşturma etkinlikleri, verilerin toplanma süreci ve elde edilen verilerin tüm analizi dört farklı alan uzmanı tarafından dışarıdan bir gözle değerlendirilmiştir. Model oluşturma etkinlikleri, her iki gruba aynı şekilde uygulanmış ve elde edilen veriler matematiksel modelleme yeterlikleri çerçevesinde analiz edilmiştir. Elde edilen veriler video ve ses kayıtları ile ilişkilendirilerek tutarlığın sağlanması amaçlanmıştır. Ayrıca video ve ses kayıtları yazılı doküman haline getirilerek kuramsal çerçeve kapsamında kodlanmış ve değerlendirilmiştir.

3.9.4. Teyit Edilebilirlik (Dış Güvenirlik)

Bilimsel araştırma sonuçlarının gerçeği yansıtması ve araştırmacının öznel yargılarından ve varsayımlarından uzak olması beklenmektedir. Ancak nitel araştırmada, tam nesnelliğin mümkün olmadığı, araştırmacının etkisinin hiç olmadığı bir araştırmadan söz edilemeyeceği varsayılmaktadır. Bu sebeple Guba ve Lincoln (1985) nitel araştırmacılara *nesnellik* kavramı yerine *teyit edilebilirlik* kavramını önermektedirler. Erlandson ve diğerleri (1993) araştırmanın teyit edilebilirliğini değerlendirmek üzere teyit incelemesi stratejisinin kullanılmasını önermektedirler (Yıldırım & Şimşek, 2016).

3.9.4.1. Teyit İncelemesi

Teyit incelemesinde amaç araştırmacının ulaştığı sonuçları ham veriler ile karşılaştırarak teyit mekanizmasını çalıştırıp çalıştırmadığına bakılmasıdır (Yıldırım & Şimşek, 2016). Dışarıdan bir uzman araştırmada ulaşılan yargıların, yorumların ve önerilerin ham verilerle uygunluğunun teyit edilip edilmediğine ilişkin değerlendirme yapmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2016).

Gerçekleştirilen tez çalışmasında, pilot çalışmadaki veriler dâhil olmak üzere elde edilen video ve ses kayıtları, öğrenci çözüm kâğıtları, gözlem notları, veri kodlama süreci ve analiz aşamalarının tümü alan uzmanlarının incelemesi için saklanmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Öğretim deneyi sürecindeki klinik görüşmeler ve öğretim bölümü aşamalarına ait bulgular, kronolojik sırayla yer almaktadır. 10 adımda gerçekleşen araştırmanın ilk adımı odağa alınan öğrencilerle gerçekleştirilen ön klinik görüşme, ikinci ve üçüncü adımı gruplar halinde gerçekleştirilen matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı öğretim bölümleri, dördüncü adımı odağa alınan öğrencilerle gerçekleştirilen birinci ara klinik görüşme, beşinci ve altıncı adımı gruplar halinde gerçekleştirilen matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı öğretim bölümleri, yedinci adımı odağa alınan öğrencilerle gerçekleştirilen ikinci ara klinik görüşme, sekizinci ve dokuzuncu adımı gruplar halinde gerçekleştirilen matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı öğretim bölümleri, onuncu adımı odağa alınan öğrencilerle gerçekleştirilen son klinik görüşme ile uygulama süreci tamamlanmıştır.

4.1. Ön Klinik Görüşme Bulguları (Neden BIG-S Burger?)

Birinci adımda ön klinik görüşme olarak gerçekleştirilen “*Neden BIG-S Burger?*” matematiksel modelleme problemi, odağa alınan öğrencilere ayrı bir sınıfta birebir olarak uygulanmıştır. İlk yapılan etkinlik olması sebebiyle öğrencilerin biraz endişeli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin, matematiksel modelleme problemlerine rutin matematik problemleri gibi yaklaşıp hemen problemi çözme eğiliminde oldukları görülmüştür.

4.1.1. Aslanağzı’nın Ön Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular

Aslanağzı’na *Neden BIG-S Burger?* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencinin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 24’de öğrencinin *Neden BIG-S Burger?* matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldığı puanlara yer verilmiştir.

Tablo 24.

Aslanağzı'nın Ön Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Neden BIG-S Burger?	Problemi Anlama	Düzy 3	2
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 1	0
	Matematikselleştirme	Düzy 5	4
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 5	4
	Yorumlama	Düzy 1	0
	Doğrulama	Düzy 1	0
	Toplam		10

Tablo 24’de görüldüğü üzere Aslanağzı “Neden BIG-S Burger?” probleminden 10 puan alarak “*bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenci, problemi okuyarak sürece başlamıştır. Öğrenci probleminden ne anladığını sözlü olarak kendi cümleleri ile ifade etmiştir. Öğrencinin “*en sevilen çeşitten en sevilmezene doğru sıralamamızı istiyor.*” söylemi ile problemi anladığını gösteren ifadeler yer verdiği belirlenmiştir (PA3). Ancak verilenleri ve istenenleri belirlemeyerek doğrudan matematik dünyasına geçme eyleminde bulunmuştur. Bir başka deyişle problemi nasıl çözeceğine dair herhangi bir varsayımda bulunmayarak (PS1) doğrudan problemi çözme eğiliminde olmuştur.

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne anladın probleminden?*

Aslanağzı: *Neden BIG-S Burger çeşidi varmış? Neden bunu daha çok seçtiklerini, neden bunu istediklerini soruyor çalışan. Yani restaurant yöneticisi. Onu bulmamızı istiyor.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne bulacaksınız?*

Aslanağzı: *BIG-S Burger’i neden bu kadar çok istediklerini. Yani öyle anladım.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Nasıl çözeceksin?*

Aslanağzı: *Şu an bu tabloya bakacağım öğretmenim. Ondan sonra karar vereceğim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam.*

Aslanağzı: *Öğretmenim burada en önemli diyor, yani en sevilen çeşitten en sevilmezene doğru sıralamamızı istiyor. Bunu da bir mektup ile açıklayacağız. Şimdi şu anket sonuçlarına bakacağım.*

Matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecinde öğrencinin, gerekli matematiksel modelleri doğru bir şekilde oluşturduğu (M5) ve oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözdüğü (MOÇ5) görülmüştür. Bu doğrultuda patates kızartması, hamburger, çocuk menüleri, hızlı olması ve fiyat değişkenlerine verilen puanları toplayarak en önemliden en önemsiz doğru bir sıralama yapmıştır. Bu bağlamda doğru oluşturulan matematiksel modeli kullanarak, doğru matematiksel çözüme ulaşmıştır.

(Öğrenci, patates kızartması, hamburger, çocuk menüsü, hızlı olması ve fiyat kriterlerinde yer alan puanları tek tek topluyor.)

Aslanağzı: (Patates kızartması kriteri için toplama işlemini yaptıktan sonra) *Patates kızartması 22 olur.*

Aslanağzı: (Hamburger kriteri için toplama işlemini yaptıktan sonra) *Hamburger 27 olur.*

Aslanağzı: (Çocuk menüsü kriteri için toplama işlemini yaptıktan sonra) *Çocuk menüsü 37 olur.*

Aslanağzı: (Hızlı olması kriteri için toplama işlemini yaptıktan sonra) *Hızlı olması 29 puan.*

Aslanağzı: (Fiyat kriteri için toplama işlemini yaptıktan sonra) *Fiyat da 35 puan.*

	ANKET SONUÇLARI				
	5 Patates Kızartması	4 Hamburger	3 Çocuk Menüleri	3 Hızlı Olması	2 Fiyat
Müşteri 1	1	3	2	5	4
Müşteri 2	4	3	1	2	5
Müşteri 3	2	1	5	3	4
Müşteri 4	2	3	5	4	1
Müşteri 5	1	2	4	3	5
Müşteri 6	3	4	5	1	2
Müşteri 7	4	5	1	3	2
Müşteri 8	1	2	5	3	4
Müşteri 9	2	3	4	1	5
Müşteri 10	+ 2	+ 1	+ 5	+ 4	+ 3
	22	27	37	29	35

Görsel 1. Aslanağzı'nın matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ön klinik görüşme)

Aslanağzı'nın, elde ettiği matematiksel çözüme ilişkin yorumlama (Y1) ve doğrulama (D1) yaklaşımlarında bulunmadığı belirlenmiştir. Öğrenci her bir kriter için verilen puanları topladıktan ve sıralamayı yaptıktan sonra problemin bittiğini ifade etmiştir. Bu sebeple elde ettiği sayısal sonuçların ne anlam ifade ettiğini, hangi kriterlerin geliştirilmesi gerektiğini değerlendirmeyerek elde ettiği çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlamamıştır. Bununla birlikte problemi doğru anlayıp anlamadığını ve matematiksel işlemlerinin doğruluğunu kontrol etmeyerek de doğrulama yeterliğini ortaya koyamamıştır. Son olarak problemde çözüm yolunun mektup ile açıklanması istenmesine rağmen problemi nasıl çözdüğüne dair bir mektup yazmamıştır.

Aslanağzı: *Şimdi bize sıralamamızı istiyor. En önemliden en önemsiz doğru. Bunu da bu fiyat listesinden yola çıkarak çocuk menüleri birinci sırada, fiyatın puanı ikinci sırada, hızlı olması üçüncü sırada, hamburger dördüncü sırada, patates kızartması da beşinci sırada. Şimdi bunları sırasına göre bir mektup ile açıklamamız gerekiyor.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam.*

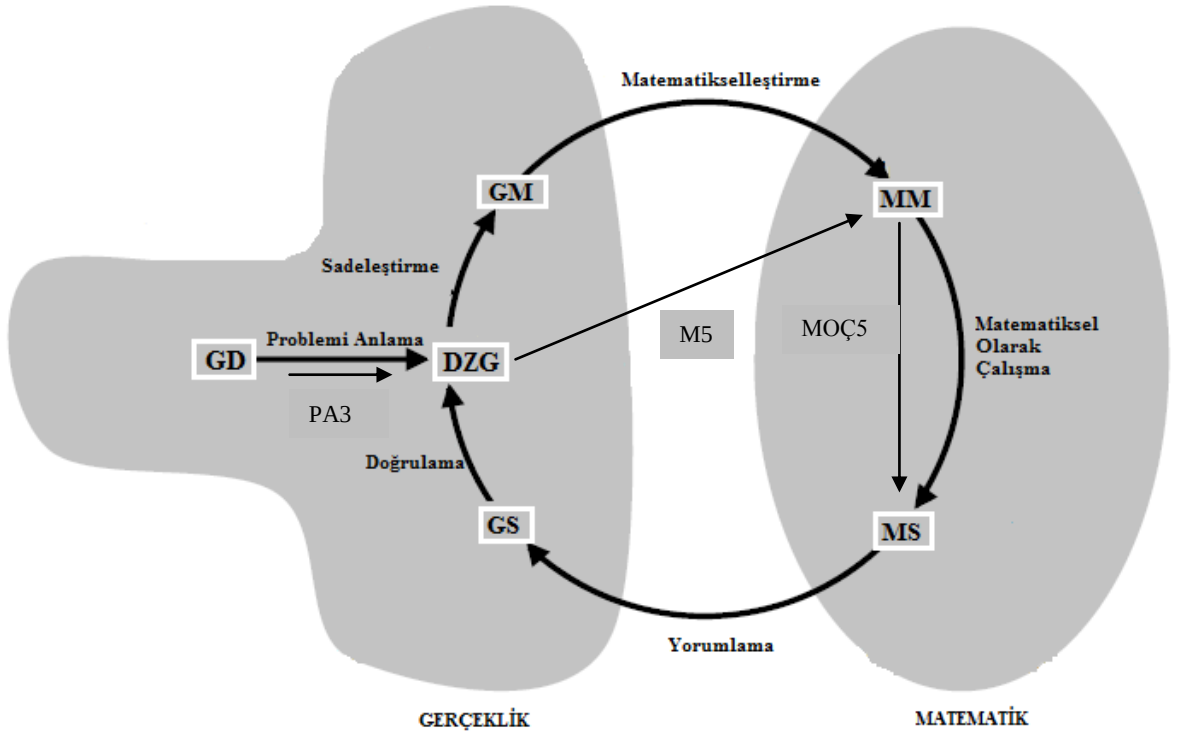
(Sıralamasını yazarak gösteriyor.)

Aslanağzı: *Bitti öğretmenim.*

Fiyat listesine göre "çocuk menüleri" 1. sırada, "ödenen fiyat" 2. sırada, "hızlı olması" 3. sırada, "hamburger" 4. sırada, ve "patates kızartması" 5. sırada olur. Ben müşterilerin verdiği toplam fiyata baktım.

Görsel 2. Aslanağzı'nın çözüm kâğıdından bir kesit (ön klinik görüşme)

Aşağıda Aslanağzı'nın ön klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması Şekil 25'te sunulmuştur.



Şekil 255. Aslanağzı'nın ön klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması

Şekil 25'te görüldüğü gibi Aslanağzı döngüsel bir modelleme süreci geçirememiştir. Öğrenci probleminden ne anladığını sözlü olarak kendi cümleleri ile ifade edebilmiştir (PA3). Ancak verilenleri ve istenenleri belirlemeyerek doğrudan matematik dünyası geçme eyleminde bulunmuştur. Bir başka deyişle problemi nasıl çözeceğine dair herhangi bir gerçekçi varsayımda bulunmayarak (PS1) doğrudan problemi çözmeye eğiliminde olmuştur. Matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecinde öğrencinin, gerekli matematiksel modelleri doğru bir şekilde oluşturduğu (M5) ve oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözdüğü (MOÇ5) görülmüştür. Ancak elde ettiği matematiksel çözüme ilişkin yorumlama (Y1) ve doğrulama (D1) yaklaşımlarında bulunmadığı belirlenmiştir. Son olarak öğrenci, mektup yazma eylemini de gerçekleştirememiştir.

4.1.2. Lemur'un Ön Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular

Lemur'a *Neden BIG-S Burger?* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencinin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 24'de öğrencinin *Neden BIG-S Burger* matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldığı puanlara yer verilmiştir.

Tablo 25.

Lemur'un Ön Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzey	Puan
Neden BIG-S Burger?	Problemi Anlama	Düzey 3	2
	Problemi Sadeleştirme	Düzey 1	0
	Matematikselleştirme	Düzey 5	4
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzey 4	3
	Yorumlama	Düzey 1	0
	Doğrulama	Düzey 1	0
	Toplam		9

Tablo 25’de görüldüğü üzere Lemur “*Neden BIG-S Burger?*” probleminden 9 puan alarak “*bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip.*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenci, problemi okuyarak sürece başlamıştır. Öğrenci, problem durumunu kendi cümleleriyle kısmen ifade edebilmiştir. Problem durumunda, tablodaki anketi kullanılarak insanların tercih nedenlerini en önemliden en önemsiz doğru sıralayan bir liste oluşturulması istendiğini belirtmiştir. Bu doğrultuda öğrencinin problemi anladığını gösteren ifadelere yer verdiği, verilenleri ve istenenleri belirleyebildiği (PA3) görülmüştür. Ancak öğrenci problemi anladığını göstermesine rağmen problemi sadeleştirmediği bir başka deyişle problemin çözümüne yönelik herhangi bir varsayım ortaya koymadan (PS1) doğrudan matematik dünyasına geçiş yapmıştır.

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne anladın problemden?*

Lemur: *BIG-S Burger 10 tane müşteri ile anket yapıyor. O da şöyle bir anket; neden BIG-S Burger’i seçmişler? Bizden de şunu istiyor. Aşağıdaki anketi kullanarak en önemliden en önemsiz doğru bir sıra yapmak.*

Matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecinde öğrencinin, gerekli matematiksel modelleri doğru bir şekilde oluşturduğu (M5) ancak oluşturulan matematiksel modelin çözümünde hata yaptığı (MOÇ4) görülmüştür. Bu doğrultuda patates kızartması, hamburger, çocuk menüleri, hızlı olması ve fiyat değişkenlerine verilen puanları toplayarak en önemliden en önemsiz doğru bir sıralama yapmıştır. Fakat yaptığı toplama işleminde “fiyat” kriterini yanlış toplamıştır. Fiyat kriterinin toplam sonucu 35 olması gerekirken, öğrenci sonucu 34 bulmuştur. Bu bağlamda doğru oluşturulan matematiksel modelin çözümünde hata yapmıştır. Ancak bu durum kriterlerin sıralanmasında önem teşkil etmemiştir. Öğrenci bulduğu sonuçlar doğrultusunda doğru bir sıralama yapmıştır. Patates kızartması, hamburger, çocuk

menüleri, hızlı olması ve fiyat değişkenlerini 1'den 5'e kadar (en önemliden en önemsiz doğru) sıralamıştır.

Araştırmacı/Öğretmen: *Neden toplama yapmaya karar verdin?*

Lemur: *Mesela bu (patates kızartması) 22 çıktı, bu (hamburger) 23 çıktı. İkisi arasında baksaydım yani bu (hamburger) daha fazla puan almış gibi olmaz mıydı?*

Araştırmacı/Öğretmen: *Sonra ne olurdu?*

Lemur: *Şöyle olurdu; büyük küçük diye öyle sıralardım. Öyle düşündüm.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam.*

(Öğrenci, patates kızartması, hamburger, çocuk menüsü, hızlı olması ve fiyat kriterlerinde yer alan puanları tek tek topluyor.)

Araştırmacı/Öğretmen: *Şimdi ne yaptın?*

Lemur: *Patates kızartması şeylerini topladım 22, hamburgerleri topladım 27, çocuk menülerini topladım 37, hızlı olması aaa 1 dakika ... (duraklıyor ve düşünüyor.) Hızlı olması derken ne anlamda?*

Araştırmacı/Öğretmen: *Örneğin sipariş verdiğinde çabuk gelmesi.*

Lemur: *Hımm tamam. Fiyatta 34. Bence 37, 34, 29, 27, 22.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne o söylediklerin?*

Lemur: *En önemliden en önemsiz doğru.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Anladım, tamam.*

Lemur: *Ben öyle düşündüm. Şöyle altına yazsam olur mu? 1, 2 diye.*

(Öğrenci kriterlerin altına sıralamalarını yazıyor.)

Lemur: *En önemli 1 (çocuk menüleri), en önemli 2 (fiyat), en önemli 3 (hızlı olması), en önemli 4 (hamburger), en önemli 5 (patates kızartması) bu şekilde gidiyor. Başka yapacak bir şey yok galiba. Bakayım. (Öğrenci soruya birkaç saniye göz gezdiriyor.) Bitti bence.*

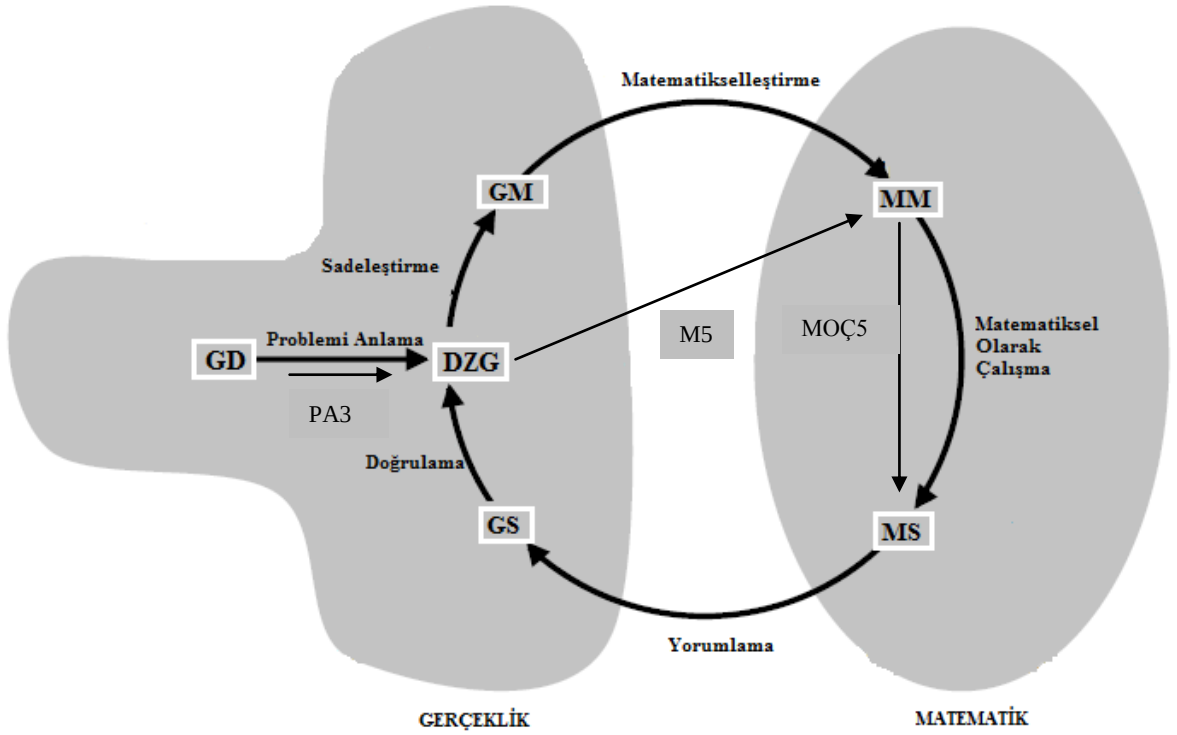
ANKET SONUÇLARI

	Patates Kızartması	Hamburger	Çocuk Menüleri	Hızlı Olması	Fiyat
Müşteri 1	1	3	2	5	4
Müşteri 2	4	3	1	2	5
Müşteri 3	2	1	5	3	4
Müşteri 4	2	3	5	4	1
Müşteri 5	1	2	4	3	5
Müşteri 6	3	4	5	1	2
Müşteri 7	4	5	1	3	2
Müşteri 8	1	2	5	3	4
Müşteri 9	2	3	4	1	5
Müşteri 10	2	1	5	4	3
	22	27	37	29	34
	5	4	7	3	2

Görsel 3. Lemur'un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ön klinik görüşme)

Lemur, elde ettiği matematiksel çözüme ilişkin yorumlama (Y1) ve doğrulama (D1) yaklaşımlarında bulunmamıştır. Öğrenci her bir kriter için verilen puanları topladıktan ve 1'den 5'e kadar sıralama yaptıktan sonra problemin bittiğini ifade etmiştir. Bu sebeple elde ettiği sayısal sonuçların ne anlam ifade ettiğini, hangi kriterlerin geliştirilmesi gerektiğini değerlendirmeyerek elde ettiği çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlamamıştır. Bununla birlikte problemi doğru anlayıp anlamadığını ve matematiksel işlemlerinin doğruluğunu kontrol etmeyerek de doğrulama yeterliğini ortaya koyamamıştır. Oysaki Lemur, fiyat kriterinin toplama işleminde hata yapmıştır. Son olarak problemde çözüm yolunun mektup ile açıklanması istenmesine rağmen problemi nasıl çözdüğüne dair bir mektup yazamamıştır.

Aşağıda Lemur'un ön klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması Şekil 26'da sunulmuştur.



Şekil 266. Lemur'un ön klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması

Şekil 26'da görüldüğü gibi Lemur döngüsel bir modelleme süreci geçirememiştir. Öğrenci probleminden ne anladığını sözlü olarak kendi cümleleri ile ifade edebilmiştir (PA3). Ancak verilenleri ve istenenleri belirlemeyerek doğrudan matematik dünyası geçme eyleminde bulunmuştur. Bir başka deyişle problemi nasıl çözeceğine dair herhangi bir gerçekçi varsayımda bulunmayarak (PS1) doğrudan problemi çözmeye eğiliminde olmuştur. Matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecinde öğrencinin, gerekli matematiksel modelleri doğru bir şekilde oluşturduğu (M5) ancak oluşturulan matematiksel modelin çözümünde hata yaptığı (MOÇ4) görülmüştür. Ayrıca elde ettiği matematiksel çözüme ilişkin yorumlama (Y1) ve doğrulama (D1) yaklaşımlarında bulunmadığı belirlenmiştir. Son olarak öğrenci, mektup yazma eylemini de gerçekleştirememiştir.

4.1.3. Yunus'un Ön Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular

Yunus'a *Neden BIG-S Burger?* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencinin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 25'te öğrencinin *Neden BIG-S Burger* matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldığı puanlara yer verilmiştir.

Tablo 26.

Yunus'un Ön Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzey	Puan
Neden BIG-S Burger?	Problemi Anlama	Düzey 3	2
	Problemi Sadeleştirme	Düzey 1	0
	Matematikselleştirme	Düzey 5	4
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzey 5	4
	Yorumlama	Düzey 1	0
	Doğrulama	Düzey 1	0
	Toplam		10

Tablo 26’da görüldüğü üzere Yunus “Neden BIG-S Burger?” probleminden 10 puan alarak “*bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip.*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenci, problemi okuyarak sürece başlamıştır. Öğrenci, problem durumunu kendi cümleleriyle ifade edebilmiştir. Problem durumunda yer alan değerlendirme kriterlerinin ne anlam ifade ettiğini açıklamıştır. Problem durumunda, tablodaki anket sonuçlarının kullanılarak insanların tercih nedenlerini en önemliden en önemsiz doğru sıralayan bir liste oluşturulması istendiğini belirtmiştir. Bu doğrultuda öğrencinin problemi anladığını gösteren ifadeler yer verdiği, verilenleri ve istenenleri belirleyebildiği (PA3) görülmüştür. Ancak öğrenci problemi anladığını göstermesine rağmen problemi sadeleştirmediği bir başka deyişle problemin çözümüne yönelik herhangi bir varsayım ortaya koymadan (PS1) doğrudan matematik dünyasına geçiş yapmıştır.

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne anladın problemden?*

Yunus: *Öğretmenim BIG-S Burger diye bir restaurant varmış.*

Restaurantın yöneticisi neden BIG-S Burger’i tercih ettiklerini sormuş. Ve bunun 5 farklı kanıtını bulmak istemiş. 10 kişi ile anket yapmış. İnsanlar patates kızartması, hamburger, çocuk menüleri, hızlı olması ve fiyat durumuna göre puan vereceklermiş. 1 puan en düşük, 5 puan ise en yüksek puanmış. Sonra da en önemliden en önemsiz doğru sıralamamı istemiş.

Matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecinde öğrencinin, gerekli matematiksel modelleri doğru bir şekilde oluşturduğu (M5) ve oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözdüğü (MOÇ5) görülmüştür. Bu doğrultuda patates kızartması, hamburger, çocuk menüleri, hızlı olması ve fiyat değişkenlerine verilen puanları toplayarak en önemliden en önemsiz doğru bir sıralama yapmıştır. Bu

bağlamda doğru oluşturulan matematiksel modeli kullanarak, doğru matematiksel çözüme ulaşmıştır. Ayrıca öğrenci toplama işlemleri sonucunda elde ettiği sayısal ifadelerin birimini (puan) de yazmıştır. Bununla birlikte kriterleri küçükten büyüğe doğru sıralamış (en önemliden en önemsiz doğru) ve sıralama yaparken küçüktür “<” işaretini kullanmıştır.

<u>ANKET SONUÇLARI</u>					
	Patates Kızartması	Hamburger	Çocuk Menüleri	Hızlı Olması	Fiyat
Müşteri 1	1 22	3	2	5	4
Müşteri 2	4 21	3 6	1 3	2 7	5 9
Müşteri 3	2 17	1 7	5 8	3 10	4 18
Müşteri 4	2 15	3 10	5 13	4 14	1 14
Müşteri 5	1 10	2 12	4 17	3 17	5 19
Müşteri 6	3 12	4 16	5 22	1 18	2 21
Müşteri 7	4 3	5 21	1 23	3 21	2 23
Müşteri 8	1 6	2 23	5 28	3 24	4 27
Müşteri 9	2 4	3 26	4 32	1 25	5 32
Müşteri 10	2	1 27	5 37	4 29	3 35
	$\frac{1}{22}P$	$\frac{1}{27}P$	$\frac{5}{37}P$	$\frac{4}{29}P$	$\frac{3}{35}P$
P.K. 22 < H. 27 < H.G. 29 < F. 35 < Ç.M. 37					

Görsel 4. Yunus’un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ön klinik görüşme)

Yunus, elde ettiği matematiksel çözüme ilişkin yorumlama (Y1) ve doğrulama (D1) yaklaşımlarında bulunmamıştır. Öğrenci her bir kriter için verilen puanları topladıktan ve küçükten büyüğe doğru sıralama yaptıktan sonra problemin bittiğini ifade etmiştir. Bu sebeple elde ettiği sayısal sonuçların ne anlam ifade ettiğini, hangi kriterlerin geliştirilmesi gerektiğini değerlendirmeyerek elde ettiği çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlamamıştır. Bununla birlikte problemi doğru anlayıp anlamadığını ve matematiksel işlemlerinin doğruluğunu kontrol etmeyerek de doğrulama yeterliğini ortaya koyamamıştır. Yunus ilk başta küçükten büyüğe doğru sıralama yaparken, sayılar arasına küçüktür “<” işareti yerine büyüktür “>” işareti koymuştur. Öğretmen bu durumu fark ederek işaretin anlamını sormuştur. Bu sorunun

ardından öğrenci yaptığı hatayı fark ederek sıralamasındaki işareti küçüktür “<” olarak değiştirmiştir. Son olarak problemde çözüm yolunun mektup ile açıklanması istenmesine rağmen problemi nasıl çözdüğüne dair bir mektup yazmamıştır.

Araştırmacı/Öğretmen: *Bu işaretin anlamı ne?*

Yunus: *Bu işaretin anlamı büyüktür öğretmenim. Çünkü öğretmenim bir de şöyle bir şey var, küçüktür işaretinin yanına çizgiyi koyduğunuz zaman direk “k” harfi oluyor. Büyüktür işaretine koyunca “b” harfi oluyor.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Şu noktayı anlamadım. 22 büyüktür 27.*

Doğru mu sence? 22, 27’den büyük mü?

Yunus: *1 dakika o zaman. Hayır öğretmenim. Benim anlatmak istediğim. Aaaaa, yanlış yapmışım.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Sen ne yapmak istemiştin?*

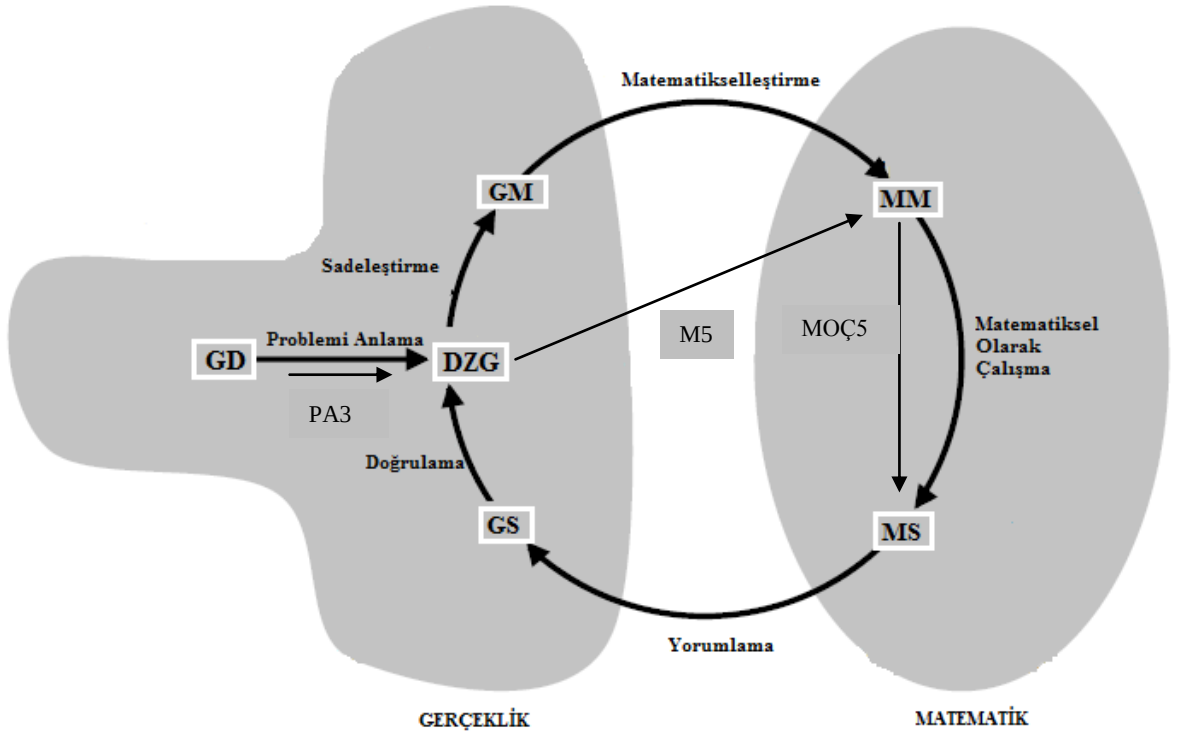
Yunus: *Benim amacım 27’nin 22’den daha büyük olduğunu göstermekti.*

Araştırmacı/Öğretmen: *O zaman ne yapman gerekir?*

Yunus: *Küçüktür işareti.*

(Öğrenci sıralamayı yeniden düzenliyor ve “>” işareti yerine “<” işareti yapıyor.)

Aşağıda Yunus’un ön klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması Şekil 27’de sunulmuştur.



Şekil 277. Yunus'un ön klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması

Şekil 27'de görüldüğü gibi Yunus döngüsel bir modelleme süreci geçirememiştir. Öğrenci probleminden ne anladığını sözlü olarak kendi cümleleri ile ifade edebilmiştir (PA3). Ancak verilenleri ve istenenleri belirlemeyerek doğrudan matematik dünyasına geçme eyleminde bulunmuştur. Bir başka deyişle problemi nasıl çözeceğine dair herhangi bir gerçekçi varsayımda bulunmayarak (PS1) doğrudan problemi çözme eğiliminde olmuştur. Matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecinde öğrencinin, gerekli matematiksel modelleri doğru bir şekilde oluşturduğu (M5) ve oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözdüğü (MOÇ5) görülmüştür. Ancak elde ettiği matematiksel çözüme ilişkin yorumlama (Y1) ve doğrulama (D1) yaklaşımlarında bulunmadığı belirlenmiştir. Son olarak öğrenci, mektup yazma eylemini de gerçekleştirememiştir.

4.2. Birinci Öğretim Bölümüne İlişkin Bulgular

Öğrencilerin gruplar halinde yapmış oldukları çözüm süreçleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri ile birinci öğretim bölümünün uygulama süreci ve araştırmacı/öğretmenin rolüne ilişkin bulgular bu bölümde sunulmuştur. Birinci öğretim bölümünde “Küçük Kara Balık” model oluşturma etkinliği iki gruba uygulanmıştır. Bu etkinlikte “düşün-konuş-yaz tekniği” kullanılmıştır. Etkinlik için öğrencilere ilk olarak

tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları sunulmuştur. Bu süreç tamamlandıktan sonra iki gruba Küçük Kara Balık matematiksel modelleme problemi verilmiştir.

4.2.1. Black Grubuna Ait Bulgular

Black grubuna *Küçük Kara Balık* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencilerin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 26’da öğrencilerin *Küçük Kara Balık* matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldıkları puanlara yer verilmiştir.

Tablo 27.

Black Grubunun Birinci Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Küçük Kara Balık	Problemi Anlama	Düzy 2	1
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 2	1
	Matematikselleştirme	Düzy 2	1
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 3	2
	Yorumlama	Düzy 1	0
	Doğrulama	Düzy 1	0
	Toplam		5

Tablo 27’de görüldüğü üzere Black grubu “*Küçük Kara Balık*” matematiksel modelleme probleminden 5 puan alarak “*modelleme yeterliğine sahip değil*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenciler ilk olarak grup içerisinde problemi bireysel olarak okuyarak sürece başlamışlardır. Problemden nelerin verildiği, bizden ne istendiği, problemi nasıl çözebileceklerini düşünerek okumaları ve küçük notlar almaları gerektiği araştırmacı tarafından söylenmesine rağmen hiçbir grup üyesinin bu eylemleri gerçekleştirmediği görülmüştür. Öğrencilerin bireysel okuma süreci tamamlandıktan sonra grup arkadaşları ile bir araya gelerek probleminden neler anladıklarını tartışmaları, verilenleri ve istenenleri belirlemeleri ve bu doğrultuda problemi nasıl çözebileceklerine ilişkin çözüm varsayımları oluşturmaları araştırmacı tarafından yönerge olarak verilmesine rağmen öğrenciler doğrudan problemi çözme eylemine geçmişlerdir. Bu sebeplerden dolayı problemi bir ölçüde anladıkları (PA2), verilenleri ve istenenleri belirleyemedikleri ve problemi bir ölçüde sadeleştirdikleri (PS2) görülmüştür. Öğrencilerin Pınar’ın haftalık harcamalarının neler olabileceğine ilişkin bir ihtiyaç listesi oluşturarak (*Pınar’ın okuldaki kantin harcamaları, kırtasiye harcamaları, standart harcamaları gibi*) gerçekçi varsayımlar doğrultusunda problemi sadeleştirmeleri gerekirken bunu yapmayarak doğrudan matematik dünyasına geçiş

yapmışlardır.

Ayçiçeği: Geriye zaten 30 lirası kalacağı için 80 lirası oluyor.

Kaktüs: Ama 2 haftaya bekleyebilecek mi?

Ayçiçeği: Beklemese bile geriye 30 lirası kalacak. Öbür haftada 50 lirası olacağı için yine 80 lirası olacak. Başka günlerde de diğer önemli ihtiyaçlarını alabilir.

Yunus: Ama başka ihtiyaçlarından bahsetmiyor ki.

Kaktüs: Bence kumbarada biriktirsin. 50 lirası var ya. 50 liranın 20 lirasını kumbaraya ayırır ve sonra onunla kitap alır geriye kalanı ile ihtiyaçlarını alır.

Ayçiçeği: Zaten ben de öyle dedim.

Yunus: 5 günde 30 lira harcayan biri de ne bileyim.

Kaktüs: Bence de.

Lemur: Gerçi kantinde bir günde 20 lira harcıyorduk biz.

Ayçiçeği: Neyse. Her türlü 50 liradan 20 lira çıkacak. Bu kesin. Bunu bulduk.

Lemur: O 30 lirayı zaten biriktirdiğinde lazım olduğunda oradan alabilir.

Öğrenciler matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde Pınar'ın haftalık harcamalarının neler olabileceğine ilişkin bir ihtiyaç listesi oluşturarak (Pınar'ın okuldaki kantin harcamaları, kırtasiye harcamaları, standart harcamaları gibi) kalan miktarın onun diğer harcamalarına yetip yetmeyeceğine ilişkin matematiksel modeller oluşturmaları gerekmektedir. Ancak öğrenciler sadece haftalık harçlık miktarı olan 50 TL'den kitabın fiyatı olan 20 TL'yi çıkararak bir matematiksel model oluşturmuşlardır. Bundan dolayı bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda eksik matematiksel model oluşturarak (M2) bu modeli doğru çözümlerdir (MOÇ3).

Ayçiçeği: Şimdi 50'den 20'yi çıkarınca 30 kalıyor. Bunu biriktirip haftaya da 50 lira alacağı için 80 lira ediyor. 80 liraya da ihtiyaçlarını alabilir.

Kaktüs: Haftalık harçlığı 50 lira ise onun hepsini harcıyor olabilir.

Ayçiçeği: Ona biz karar veririz. Zaten bu hafta bu kitabı alacak

illa 20 lira gidecek yani.

Lemur: 30 lirayı o hafta ihtiyaçları için kullanır.

Ayçiçeği: İlk hafta bence direk 20 lirasını ayıralım.

Yunus: Bence kitabı alalım hemen.

Ayçiçeği: Bence 50'den 20'yi çıkaralım. 30 lirayı da biriktirsin.

Bu kadar.

Kaktüs: Babasından 20 lira istesin.

Yunus: O zaman haftalık harçlığından kesilmiyor mu?

Ayçiçeği, Kaktüs, Lemur: Kesiliyor.

Yunus: Ya biriktirip 50 liradan 20 lirayı alacak ya da o hafta ihtiyaçlarını alacak.

Ayçiçeği: Bence biriktirsin. Diğer hafta daha çok parası olacağı için diğer hafta ihtiyaçlarını alabilir.

Yunus: Ya zam gelirse.

Lemur: Onu mu düşüneceğiz. Bence ihtiyaçlarını almalı.

Yunus: Kitabı almalı. Kalan parası ile ihtiyaçlarını almalı.

Araştırmacı/Öğretmen: (Araştırmacı masaya gelir) Neler yaptınız?

Yunus: Şimdi öğretmenim biz önce kitabı alıp ardından da ihtiyaçlarını almalı diye düşünüyoruz.

Kaktüs: Öğretmenim Ayçiçeği diyor ki 2 hafta biriktirelim.

Ayçiçeği: Öğretmenim her türlü 50 TL'den 20 TL çıkacak bu kesinleşti.

Kaktüs: Ben diyorum ki babasından istesin.

Lemur: Ben de Yunus'a katılıyorum. O 30 lirayı ihtiyaçları için harcasın, diğer haftada istekleri için.

Araştırmacı/Öğretmen: O zaman grup olarak son kararınızı verin ve yapmaya devam edin.

(Grup üyelerinden Kaktüs yazıcı olarak seçilmiştir. Problemin çözüm sürecini arkadaşları söylemiş, o kâğıda yazmıştır.)

Ayçiçeği: O zaman 50'den 20'yi çıkartalım ilk önce.

Lemur: Bu kalan parasıyla, kalan 30 TL'si ile bu haftaki ihtiyaçlarını alıp (sözü kesilir.)

Ayçiçeği: Haftaya da istediklerini alabilir.

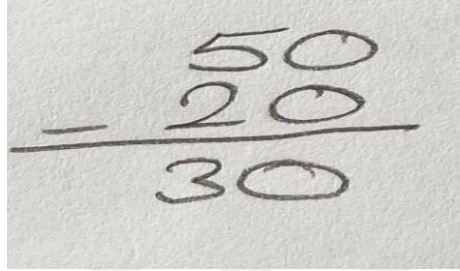
Yunus: *Şimdi bir şey söyleyeceğim. Kantinde bir tost 6 lira. Her gün bir tost alsa (sözü kesilir.)*

Lemur: *Tost ne alaka.*

Ayçiçeği: *Neyse hadi yazalım.*

Lemur: *Kalan parası ile isteklerini alır.*

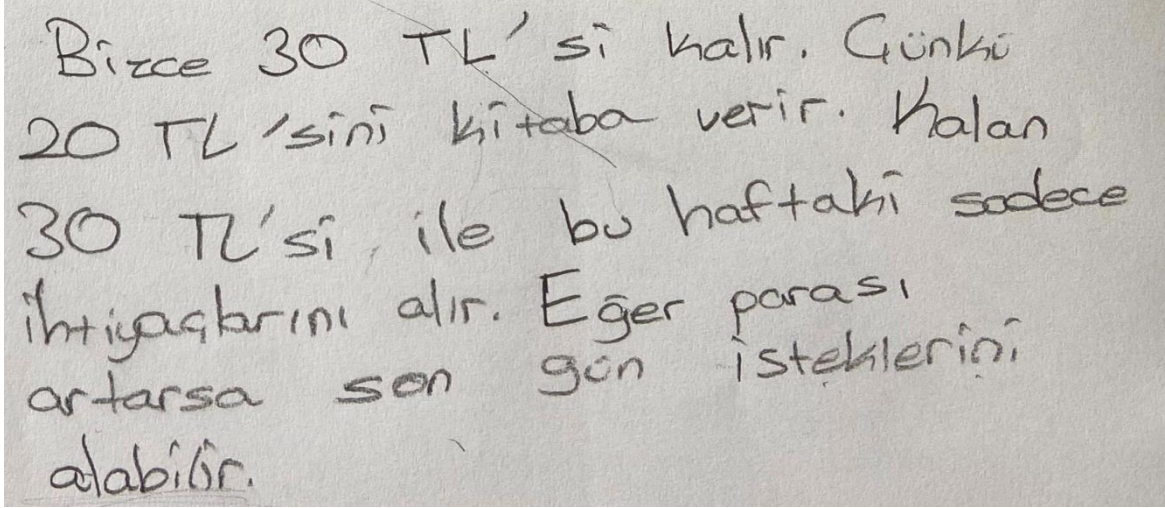
Kaktüs: *Bitti öğretmenim.*



$$\begin{array}{r} 50 \\ - 20 \\ \hline 30 \end{array}$$

Görsel 5. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (birinci öğretim bölümü)

Öğrenciler elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlayamamışlardır (Y1). Sadece elde ettikleri matematiksel çözümü belirtip geriye kalan para miktarı ile Pınar'ın o haftaki ihtiyaçlarını karşılayabileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca problem durumunda mektup yazılması istenmesine rağmen öğrenciler mektup yazmamıştır. Öğrencilerin Pınar'ın haftalık harcamalarının neler olabileceğine ilişkin bir ihtiyaç listesi oluşturarak (*Pınar'ın okuldaki kantin harcamaları, kırtasiye harcamaları, standart harcamaları gibi*) Pınar'ın para miktarına göre gerçek yaşam bağlamında problemi yorumlayabilmesi gerekmektedir. Örneğin Pınar'ın kitabı bir arkadaşından veya kütüphaneden ödünç alması, bu kitabın ikinci el olarak sahaflarda olup olmadığını kontrol etmesi, kitabı alacağı dönemlerde kitap fuarı var ise fuardan kitap alması çünkü kitap fuarlarında, kitaplar normal satış fiyatından daha uygun satılabilmektedir. Bir başka gerçek yaşam bağlamında yorum olarak Küçük Kara Balık kitabını yayınlayan diğer yayınevlerinin satış fiyatlarına bakarak daha uygun satış fiyatı olan bir yayınevinden kitap alması veya bu duruma benzer şekilde kitabı İdefix internet sitesi dışında satış yapan diğer kitap satışı yapan internet sitelerine bakarak daha uygun satış fiyatı olan bir internet sitesinden kitap alabilecek seçeneklerinin olmasıdır.



Görsel 6. Black grubunun çözüm kâğıdından bir kesit (birinci öğretim bölümü)

Öğrencilerin, problemi doğru anlayıp anlamadıklarını, çözüm varsayımlarının ve oluşturdukları matematiksel modelin doğruluğunu, matematiksel çözümlerinde işlem hatası yapıp yapmadıklarını kontrol ederek doğrulama yaklaşımında bulunmaları gerekmektedir. Ancak öğrenciler doğrulanma yaklaşımında bulunmayarak bu yeterliği gösterememişlerdir (D1). Grup içerisinde Lemur “*Kontrol edelim. Belki yanlış yazmışsınız.*” söyleminde bulunmasına rağmen grup arkadaşları tarafından dikkate alınmayarak bu isteği göz ardı edilmiştir.

Lemur: *Kontrol edelim. Belki yanlış yazmışsınız.*

Ayçiçeği: *Bu hep böyle. Neyini kontrol edeceğiz.*

Araştırmacı/Öğretmen: (Araştırmacı masaya gelir) *Ne dedin*

Lemur? *Kontrol mü edelim dedin?*

Lemur: *Evet öğretmenim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Kontrol ederken neyi kontrol edeceksiniz?*

Hep bir ağızdan: *Yazım yanlışı.*

Kaktüs: *Zaten ben yazdığımda siz fark ederdiniz. Hepiniz bana bakıyordunuz.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Başka neyi kontrol edebilirsiniz?*

Yunus: *İşlemi. Yanlış yaptık mı?*

Lemur: *İşlem doğrudur da yani.*

Ayçiçeği: *Zaten Kaktüs yazdığında fark ederdi bunu.*

4.2.2. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubuna Ait Bulgular

Dörtlü Beyin Fırtınası grubuna *Küçük Kara Balık* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencilerin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 27’de öğrencilerin *Küçük Kara Balık* matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldıkları puanlara yer verilmiştir.

Tablo 28.

Dörtlü Beyin Fırtınası Grubunun Birinci Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Küçük Kara Balık	Problemi Anlama	Düzy 2	1
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 2	1
	Matematikselleştirme	Düzy 1	0
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 1	0
	Yorumlama	Düzy 1	0
	Doğrulama	Düzy 1	0
	Toplam		2

Tablo 28’de görüldüğü üzere Dörtlü Beyin Fırtınası grubu “*Küçük Kara Balık*” matematiksel modelleme probleminden 2 puan alarak “*modelleme yeterliğine sahip değil*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenciler ilk olarak grup içerisinde problemi bireysel olarak okuyarak sürece başlamışlardır. Problemde nelerin verildiği, bizden ne istendiği, problemi nasıl çözebileceklerini düşünerek okumaları ve küçük notlar almaları gerektiği araştırmacı tarafından söylenmesine rağmen hiçbir grup üyesinin bu eylemleri gerçekleştirmediği görülmüştür. Öğrencilerin bireysel okuma süreci tamamlandıktan sonra grup arkadaşları ile bir araya gelerek problemde neler anladıklarını tartışmaları, verilenleri ve istenenleri belirlemeleri ve bu doğrultuda problemi nasıl çözebileceklerine ilişkin çözüm varsayımları oluşturmaları araştırmacı tarafından yönerge olarak verilmiştir. Bu kapsamda Orkide ve Aslanağzı problemi kendi cümleleriyle ifade etmişlerdir. Ardından grup içerisinde problemi nasıl çözebileceklerine dair tartışmışlardır. Ancak öğrencilerin Pınar’ın haftalık harcamalarının neler olabileceğine ilişkin bir ihtiyaç listesi oluşturarak (*Pınar’ın okuldaki kantin harcamaları, kırtasiye harcamaları, standart harcamaları gibi*) gerçekçi varsayımlar doğrultusunda problemi sadeleştirmeleri gerekirken bunu yapmayarak para biriktirme fikri üzerinden bir çözüm varsayımı geliştirmişlerdir. Bundan dolayı problemi bir ölçüde anladıkları (PA2) verilenleri ve istenenleri belirleyemedikleri ve problemi bir ölçüde sadeleştirdikleri (PS2) görülmüştür.

Orkide: *Pınar'a Bir Şeftali Bin Şeftali kitabı hediye edilmiş. Bu kitabı beğenince Samed Behrengi'nin diğer kitaplarını merak etmiş. Küçük Kara Balık kitabını almaya karar vermiş. Kitabın fiyatı 20 TL imiş. Pınar'ın haftalık harçlığı 50 TL imiş. Pınar'ın ihtiyaçlarını da alabilmesi gerekiyormuş.*

Zambak: *Mektup yazmamızı istiyor.*

Aslanağzı: *Pınar'a Bir Şeftali Bin Şeftali kitabı hediye edilmiş. Bunu okumuş zevkle. Samed Behrenginin başka kitaplarını da almak istemiş. Küçük Kara Balık kitabının yorumlarına bakarak bu kitabı beğenmiş. Kitabın fiyatı 20 TL imiş. Haftalık harçlığı 50 TL imiş. Diyor ki Pınar harçlığını kullanarak bu kitabı aldığı anda, harçlığından diğer günlerde de ihtiyaçlarını karşılayacak kadar miktar kalmalıdır. Ne önerirsiniz?*

Zambak: *Acaba şöyle bir şey var mı? Bir hafta parası var ya diğer haftanın parasını da ekleyebiliyor muyuz? Bak ne diyor haftalık harçlık miktarı yani her hafta 50 TL'si var.*

Aslanağzı: *Şimdi şöyle düşünelim, ilk hafta 0 TL'si var, bir hafta geçince 50 TL almış. 50 TL'nin 20 TL'sini harcayınca 30 TL kalıyor. 30 lirasını da tasarruflu bir şekilde harcamasını öneririz.*

Yıldız Çiçeği: *Bununla da ilgili bir mektup yazacağız.*

Zambak: *Öğretmenim bir şey sorabilir miyim? Şimdi burada hafta diyor ya bunu diğer haftayla birleştirebilir miyiz?*

Araştırmacı/Öğretmen: *Ona siz karar vereceksiniz. Eğer anlamlı, gerçekçi ve matematiksel işlemlerle gösterebileceğiniz bir varsayımınız ve çözümünüz olursa neden olmasın.*

Aslanağzı: *Bence öğretmen ekleyebilirsiniz demek istedi.*

Zambak: *Bence bir para miktarı belirlemeliyiz. Bir haftada kaçta bölebiliriz o parayı. Böylece günlük harçlık miktarını bulabiliriz. Böylece diğer ihtiyaçlarına da para kalmış olur. Örneğin başka kitap beğenirse onu da alabilir.*

Aslanağzı: *Şöyle bir şey de var. Önce 2 hafta bekleyebilir kitap almak için. Ki 100 lirası olsun. 20 lirasını harcar geri kalan parasıyla da geçinir.*

Orkide: *Ne demek istedin anlamadım?*

Aslanağzı: *2 hafta bekler. 2 hafta bekleyince 50 TL'den 100 TL'si olacak. 100 TL'nin 20 lirasını harcayacak.*

Yıldız Çiçeği: *Bence o zaman 1 ay biriktirsin parasını. O zaman daha çok kitap alabilir.*

Aslanağzı: *1 ay çok bence.*

Yıldız Çiçeği: *Aslanağzı dedi ya 2 hafta biriktirince 100 lirası olacak diye. O parasını bir yerde biriktirir. Ve diğer ihtiyaçlarını da evden karşılayabilir.*

Orkide: *Bence biriktirebilir. Bir süre biriktirdikten sonra atıyorum 200 lirası oldu o 200 liranın 20 TL'si ile bir miktar kitap alır istediklerini, kalanıyla kendi ihtiyaçlarını karşılayabilir.*

Zambak: *2 hafta yapalım. 4 hafta, 1 aya denk geliyor.*

Aslanağzı: *Bence de 2 hafta yapalım. 3 desek de uzun olur, 2 ideal, 2 hafta yapalım.*

Öğrenciler matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde Pınar'ın haftalık harcamalarının neler olabileceğine ilişkin bir ihtiyaç listesi oluşturarak (Pınar'ın okuldaki kantin harcamaları, kırtasiye harcamaları, standart harcamaları gibi) kalan miktarın onun diğer harcamalarına yetip yetmeyeceğine ilişkin gerçekçi matematiksel modeller oluşturmaları gerekmektedir. Ancak öğrencilerin herhangi bir matematiksel model oluşturmada zihinden toplama ve çıkarma işlemi yaptıkları görülmüştür. Bundan dolayı herhangi bir matematiksel model oluşturmamış (M1) ve matematiksel bir çözüm geliştirmemişlerdir (MOÇ1). Öğrenciler doğrudan mektup yazma eyleminde bulunmuşlardır.

Aslanağzı: *Şöyle yazalım istersen, bekle bekle yazma hemen (Orkide yazıcı görevinde olduğu için Orkide'ye söylüyor) önce kararlaştıralım sonra düzgünce yazalım. Pınar 2 hafta parasını biriktirerek 100 TL kazanabilir. 100 TL'nin 20 TL'sini harcayıp kalan 80 TL'si ile tasarruflu şekilde geçinebilir.*

Zambak: *Geçinebilir demeyelim de, daha istediği kitaplar da varsa onları da alabilir gibi şeyler yazalım.*

Yıldız Çiçeği: *Tamam olabilir.*

Orkide: *Bir şey söyleyeceğim bence sizin söylediğiniz de doğru ama ben bu kadar kolay bir çözümü olduğunu tahmin etmiyorum.*

Aslanağzı: *Ben açıklayıcı anlatıyorum biraz. Ben söyleyeyim mi?*

Yıldız Çiçeği: *Sen söyle, biz senin yanlışlarını düzeltiriz.*

Öğrenciler herhangi bir matematiksel çözüm elde etmedikleri için gerçek yaşam bağlamında yorumlama yeterliğini ortaya koyamamışlardır (Y1). Yaptıkları zihinsel hesaplamalarla mektup yazmışlardır. Ancak yazdıkları mektupta da sadece Pınar’a para biriktirmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Aslanağzı: *Pınar, parasını 2 hafta biriktirip 100 lira kazanıp 20 TL’sini harcayabilir.*

Orkide: *Çok uzatmadan yazalım.*

Aslanağzı: *Tamam. Kalan parasını da ihtiyaçlarını karşılamak için kullanabilir.*

Zambak: *“Kullanabilirsin.” diyelim. Pınar diye başladık ya.*

Aslanağzı: *Kullanabilir işte. Çok uzatmayalım.*

Yıldız Çiçeği: *Bir okuyalım bakalım anlamlı mı olmuş.*

Orkide: *Okuyorum. ‘Pınar, parasını 2 hafta biriktirip 100 lira kazanıp 20 TL’sini harcayabilir. Kalan parasını da ihtiyaçlarını karşılamak için kullanabilir.’*

Aslanağzı: *Bence güzel.*

Zambak: *Bence de güzel.*

Yıldız Çiçeği: *Birazcık daha düşünelim mi? Mektup ya biraz daha uzun olabilir.*

Aslanağzı: *Yeterli bu kadar.*

Zambak: *Bence de.*

Mektup:
Pinar, parasını 12 hafta biriktirip 100 lira kazanıp
20 TL'sini harcaabilir. Kalan parasında ihtiyaçlarını
karşılamak için kullanabilir. Harcamak için kalan
parası 80 TL.

Görsel 7. Dörtlü beyin fırtınası grubunun çözüm kâğıdından bir kesit (birinci öğretim bölümü)

Öğrencilerin, problemi doğru anlayıp anlamadıklarını, çözüm varsayımlarının ve oluşturdukları matematiksel modelin doğruluğunu, matematiksel çözümlerinde işlem hatası yapıp yapmadıklarını kontrol ederek doğrulama yaklaşımında bulunmaları gerekmektedir. Ancak öğrenciler doğrulanma yaklaşımında bulunmayarak bu yeterliği gösterememişlerdir (D1).

4.2.3. Birinci Öğretim Bölümünün Uygulama Süreci ve Araştırmacı/Öğretmenin Rolü

Küçük Kara Balık model oluşturma etkinliğinde düşün-konuş-yaz tekniği kullanılmıştır. Öğrenciler dörderli iki ayrı gruba ayrılmıştır. Öğrencilere kendi gruplarına isim vermeleri istenmiştir. Bu kapsamda gruplardan birinin ismi “Black”, diğerinin ise “Dörtlü Beyin Fırtınası” olmuştur. Ardından her öğrenciye birer tane olmak üzere tanıtıcı makale dağıtılmıştır. Tanıtıcı makalede Küçük Kara Balık kitabının yazarı Samed Behrengi hakkında bilgilendirici bir metin yer almaktadır. Öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problem durumunu okumaları ve notlar almalarının sağlanması için araştırmacı/öğretmen tarafından “*Tanıtıcı makaleyi bireysel olarak okuyoruz. Ardından tanıtıcı makaleden neler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz. Tanıtıcı makaleyi okumaya başlayabilirsiniz.*” yönergesi verilmiştir. Öğrenciler bireysel olarak tanıtıcı makaleyi okuduktan sonra tanıtıcı makaleden neler anladıklarını ve neler öğrendiklerini grup arkadaşları ile konuşarak tartışabilmeleri için araştırmacı/öğretmen tarafından “*Şimdi tanıtıcı makaleden neler anladığınızı grup arkadaşlarınızla bir araya gelerek tartışmanızı istiyorum.*” yönergesi verilmiştir. Bu süreçte öğrenciler “Samed Behrengi Kimdir?” tanıtıcı makalesinde yer alan bilgilerden neler anladıklarını grup arkadaşlarıyla konuşarak ifade etmişlerdir. Konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra hazır oluş sorularını cevaplama aşamasına geçilmiştir. Bunun için araştırmacı/öğretmen “*Tanıtıcı makaledeki bilgilerimizden yararlanarak şimdi kâğıdın*

arkasında yer alan hazır oluş sorularımızı cevaplayalım. Grup arkadaşlarınızla birlikte soruları cevaplayıp kâğıdın üzerine yazabilirsiniz.” yönergesi vermiştir. Öğrenciler grup arkadaşlarıyla birlikte soruları cevapladıktan sonra her bir soru için tüm grupların yanıtları alınmıştır. Yanıtlar alındıktan sonra problem durumu aşamasına geçilmiştir.

Black ve Dörtlü Beyin Fırtınası gruplarına “Küçük Kara Balık” matematiksel modelleme problemi kâğıdı, yine her bir öğrenciye birer tane olmak üzere dağıtılmıştır. Ardından öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problemi okumaları, notlar almaları ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak düşünmelerinin sağlanabilmesi için araştırmacı/öğretmen tarafından “*Problemi bireysel olarak okuyoruz. Ardından problemde neler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz. Ayrıca problemi okurken ‘Problemde neler verilmiş?, Problem bizden ne istiyor?, Problemi nasıl çözebiliriz?’ sorularını düşünerek okumanızı ve düşünmenizi istiyorum.*” yönergesi verilmiştir. Öğrencilerin küçük notlar almasının araştırmacı/öğretmen tarafından söylenmesine rağmen öğrencilerin hiçbirinin not almadığı gözlemlenmiştir. Öğrencilerin problemi okumaları tamamlandıktan sonra öğrencilerin problemde neler anladıklarını ve nasıl çözebileceklerine dair grup arkadaşları ile konuşarak tartışmalarını sağlamak için araştırmacı/öğretmen tarafından “*Şimdi problemde neler anladığınızı grup arkadaşlarınızla tartışmanızı istiyorum. Problemde verilenler neler?, İstenenler neler? Bu problemi nasıl çözebilirsiniz? Bu soruları grup arkadaşlarınızla tartışınız.*” yönergesi verilmiştir. Bu süreçteki amaç öğrencilerin fikirleri değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşmalarını sağlamaktır. Ancak Black grubu bu aşamada verilenleri ve istenenleri belirlemeyerek doğrudan matematik dünyasına geçiş yapmıştır. Bir başka deyişle doğrudan problemi çözmeye eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Benzer şekilde Dörtlü Beyin Fırtınası grubu da verilenleri ve istenenleri belirlemeden, zihinden işlem yaparak problemi çözmeye çalışmışlardır. Bu gözlemler sonucunda ikinci öğretim bölümü için araştırmacı/öğretmen, öğrencilerin bu davranışları sergilemesi için yönergeler ve geri bildirimler sağlaması gerektiğine karar vermiştir. Bunun için ikinci öğretim bölümünde öğrencilerin problemi okuduktan sonra küçük notlar almaları gerektiğine dair yönerge verilmesinin ardından araştırmacı/öğretmenin tek tek her bir öğrenciyi kontrol etmesi ve geri bildirimler vermesi kararlaştırılmıştır. Ayrıca grup arkadaşlarıyla tartışma sürecinde verilenleri ve istenenleri belirleme, çözüm varsayımı oluşturma süreçlerinde de yine her grubu kontrol etmesi ve geri bildirimler vermesi planlanmıştır. Öğrencilerin problemi nasıl çözebileceklerini düşünürken kendi yaşantılarıyla bağ kurmalarına yönelik sorular

sorulmasına karar verilmiştir. Örneğin, Küçük Kara Balık probleminde yola çıkarak “*Sen kitap almak istediğinde nasıl kitap alıyorsun?*” gibi sorular ile öğrencilerin gerçek yaşamla bağ kurması sağlanacaktır.

Konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen “*Şimdi grup arkadaşlarınızla birlikte tüm fikirlerinizi paylaştınız. Artık problemi çözmeniz gerekiyor. Problemi çözmeye başlayabilirsiniz.*” yönergelerini vermiştir. Black grubu bu süreçte tek bir matematiksel işlem yapmış ve mektup yazmamıştır. Dörtlü Beyin Fırtınası grubu ise hiç matematiksel model oluşturmayarak zihinden hesaplamalar yapmıştır. Bu kapsamda ikinci öğretim bölümü için araştırmacı/öğretmen, öğrencilerin matematiksel işlemler oluşturması için yönergeler ve geri bildirimler sağlaması gerektiğine karar vermiştir. Bunun için ikinci öğretim bölümünde her grubun matematiksel işlemler bir başka deyişle matematiksel modeller oluşturabilmesi için her grubu kontrol etmesi ve matematiksel işlemler yapmaları gerektiğini ifade etmesi yönünde karar almıştır. Ayrıca grupların mektup yazmadığı görülmüştür. Bunun içinde araştırmacı/öğretmen bu etkinlikler için mektup taslağı hazırlamıştır. Bu taslak, ikinci öğretim bölümünden itibaren kullanılmaya başlanmıştır. Son olarak öğrencilerin yorumlama ve doğrulama yapmadıkları belirlenmiştir. Öğrencilere elde ettikleri matematiksel çözümü problemin isteğine göre yorumlamaları gerektiği ikinci öğretim bölümünde vurgulanacaktır. Ayrıca problemi doğru anlayıp anlamadıklarını, verilenleri ve istenenleri doğru belirleyip belirlemediklerini, çözüm varsayımlarının ve oluşturdukları matematiksel modelin doğruluğunu, matematiksel çözümlerinde işlem hatası yapıp yapmadıklarını kontrol etmeleri gerektiği söylenecektir.

Öğrenciler problemi çözdükten sonra sunum aşamasına geçilmiştir. Bu süreçte her gruptan bir öğrenci sözcü olarak seçilmiştir. İlk olarak Black grubundan Lemur tahtaya kalkarak grubu adına problem çözümlerini anlatmıştır.

Araştırmacı/Öğretmen: *Aranızdan bir tane sözcü belirleyeceksiniz. O kişi tahtaya kalkıp problemi nasıl çözdüğünü anlatacak grubunuz adına. Kim olsun belirleyin.*

Black: *Lemur.*

Dörtlü Beyin Fırtınası: *Aslanağzı.*

Araştırmacı/Öğretmen: *İlk kim başlasın.*

Aslanağzı: *İlk Lemur başlasın öğretmenim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Lemur senin için de uygun mu?*

Lemur: *Uygun öğretmenim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *O zaman seni tahtaya alalım.*

Lemur: *Kâğıdımızı da alabilir miyim öğretmenim?*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tabii ki de.*

(Lemur tahtaya çıkar.)

Araştırmacı/Öğretmen: *Nasıl çözdünüz? İlk başta neler yaptınız?*

Lemur: *Biz ilk başta, Pınar 20 liraya bir kitap alacaktı, haftalık harçlığı da 50 liraydı. Kalan harçlığını bulduk. Bizden istediği ise diğer günlerde ihtiyaçlarını karşılayacak kadar miktar kalmasıydı. Bu durumda pınar ne yapmalı diyordu. Bizce kalan 30 lirasını bu ihtiyaçlarını eğer o ihtiyaçlarını aldıktan sonra parası kalırsa isteklerini alması için harcamalı diye düşündük.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki o istekleri neler olabilir onu düşündünüz mü?*

Lemur: *Yok düşünmedik.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Başka neler düşündünüz?*

Lemur: *Başka bir şey düşünmedik öğretmenim. Bu kadar.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki, Lemur ve grubuna teşekkür ediyoruz.*

Black grubunun ardından Dörtlü Beyin Fırtınası grubundan Aslanağzı tahtaya kalkarak grubu adına problem çözümlerini anlatmıştır.

Araştırmacı/Öğretmen: *Siz neler yaptınız? Nasıl çözdünüz?*

Aslanağzı: *Öğretmenim biz şöyle düşündük. Pınar 2 haftada 100 lira biriktirip, 100 lirasının 20 lirasını Küçük Kara Balık kitabı için harcayabilir. Harcamak için Kalan parası da 80 TL. Bu parasını tasarruflu bir şekilde kullanabilir. Mesela alacağı şeyler de daha farklı kitaplar yemek istediği şeyler olabilir. Biz çok işlem yapmak istemedik öğretmenim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Niye?*

Aslanağzı: *Çünkü işlem yapmaya gerek duymadık. Yorumladık.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Lemur ne ekleyeceksin?*

Lemur: *Bir şey diyeceğim. 2 hafta bekleyip 100 lira biriktirelim dedin ya. O sırada kitabın fiyatı artarsa ne olacak?*

Aslanağzı: *Problem öyle bir şey vermemiş ki.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Ama bu da bir olasılık.*

Zambak: *Parası artarsa o parayla da alabilir. Zaten 100 lirası olacak.*

Lemur: *Mesela o hafta alacağı istekleri var ya, atıyorum 80 lira gerekiyordu kitabın parası arttığı için 50 lirası kaldı başka kitap alacağı için. O zaman ne olacak?*

Aslanağzı: *Onu Pınar biliyor. Ne alacağını bilmiyoruz. 2 hafta içinde bir kitabın fiyatı 150 lira olamaz.*

Yunus: *150 lira olmayabilir ama 30 lira olabilir.*

Aslanağzı: *Tamam 100 lirası var yine alabilir.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Teşekkür ederiz Aslanağzı ve grubu.*

Dörtlü Beyin Fırtınası grubu, problem çözümlerini anlatırken Black grubundan Lemur bir fikir ortaya atmış ve öğrenciler arasında bir beyin fırtınası ortamı oluşmuştur. Lemur kitabın fiyatı artarsa ne olacak şeklinde bir soru sormuştur. Ancak Aslanağzı problem durumunda o şekilde bir ifade olmadığını ve kendilerini ilgilendirmedğini ifade etmiştir. Dörtlü Beyin Fırtınası grubundan Zambak ise para biriktirdiği için zaten Pınar'ın fazla parası olduğunu bundan dolayı kitabı almasını engellemeyeceğini ifade etmiştir. Bu doğrultuda sunum aşamasında öğrenciler diğer gruba eleştirel bir bakış açısı ile çözümleri değerlendirmeye ve fikirler üretmeye çalışmışlardır.

Sunum aşaması tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen öğrencilerin gerçekçi bir varsayımla ve çözümle nasıl hareket edilebileceğini gösterebilmek için öğrencilere sorular sormaya başlamıştır. Soruları sorarken öğrencilerin kendi yaşantıları ile ilişki kurmasına dikkat edilmiştir. Bu şekilde gerçek yaşam bağlamında problemi anlamaları ve çözebilmeleri sağlanmıştır. İlk olarak öğrencilere okulda ne gibi ihtiyaçları olabileceği sorulmuştur.

Araştırmacı/Öğretmen: *Şimdi başka nasıl öneriler getirebiliriz onu düşünelim. Şimdi kendinizi düşünün. Pınar da okula gidiyor siz de okula gidiyorsunuz. Haftanın 5 günü okuldasınız. Okulda ne gibi ihtiyaçlarınız oluyor?*

Orkide: *Öğretmenim yemek yeme.*

Lemur: *Beslenme, tuvalet.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tuvalete para veriyor muyuz?*

Kaktüs: *Hayır öğretmenim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Para verdiğiniz başka ne ihtiyaçlarınız oluyor?*

Zambak: *Su*

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki, ne kadar harçlık alıyorsunuz?*

Orkide, Yunus, Aslanağzı: *Çok değişiyor öğretmenim.*

Öğrencilere okulda ne gibi ihtiyaçları olabileceği sorusuna verdikleri cevaplardan sonra günlük mü yoksa haftalık mı harçlık aldıkları sorulmuştur.

Araştırmacı/Öğretmen: *Günlük mü alıyorsunuz yoksa haftalık mı?*

Aslanağzı: *Ben çoğu zaman almıyorum öğretmenim. Gerek duymuyorum. Beslenmemi yanımda getiriyorum.*

Orkide, Yunus, Aslanağzı: *Çok değişiyor öğretmenim.*

Öğrencilerden net bir cevap alınamadıktan sonra bu sefer araştırmacı/öğretmen “Bir kitap almak istediğinizde nasıl alıyorsunuz?” sorusunu öğrencilere yöneltmiştir.

Araştırmacı/Öğretmen: *O zaman şöyle düşünelim. Bir kitap almak istediğinizde nasıl alıyorsunuz?*

Zambak: *Ben paraları biriktirip kitap alıyorum. Okul harçlığımdan biriktirip alıyorum.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Biriktirdiğin kısım haricinde kalan parayı nerede harcıyorsun?*

Zambak: *Değişiyor öğretmenim. Bazen fosforlu kalem alıyorum. Başka harcamıyorum.*

Yıldız Çiçeği: *Param yetmiyorsa ailem bana zaten fazlasıyla verdiği için çok şey yapmıyorum paramı biriktiriyorum.*

Aslanağzı: *Ben paramı çoğu zaman harcamadığım için tasarruflu bir şekilde kullanıyorum.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki o zaman, kitap almak istediğinizde nasıl kitap alıyorsunuz?*

Ayçiçeği: *Öğretmenim ben zaten çok fazla para kullanan biri değilim, ben parayı daha çok biriktirmek için alıyorum. Daha sonra isteğimdir ihtiyacımdır aileme yük olmadan alıyorum.*

Lemur: *Ben babama söylüyorum. Babam izin veriyor. O alıyor.*

Orkide: *Öğretmenim ben para aldığımda genellikle bana fazlasıyla verdiği için mutlaka para üstü oluyor, ailemin verdiği parayla ihtiyacımı alıyorum kalan parayla da ilerde almak istediğim şey için kumbarama atıyorum.*

Öğrenciler para biriktirerek veya ailesinden kitabı almasını isteyerek kitap aldıklarını ifade etmiştir. Bu cevapların ardından “*Peki diyelim ki hiç paranız yok, hiç para da alıyorsunuz o zaman kitabı nasıl alabiliriz? Kitapları nerelerde bulabiliriz?*” sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Bu soru ile birlikte ulaşılması gereken hedefe ulaşılmıştır. Öğrenciler gerçekçi varsayımlar ve gerçek yaşam bağlamında yorumlamalarda bulunarak aslında başka çözümlerinde olduğunu fark etmişlerdir. Öğrenciler bu şekilde Pınar’a verdikleri öneriler ile kendi yaşamlarında bu matematiksel çözümü nasıl kullanabileceklerini öğrenmiş olmuşlardır.

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki diyelim ki hiç paranız yok, hiç para da alıyorsunuz o zaman kitabı nasıl alabiliriz? Kitapları nerelerde bulabiliriz?*

Yunus: *Kütüphanelerde bulabiliriz.*

Zambak: *Öğretmenim bazı okullarda okul dolapları, okul kitaplığı oluyor. Oradan alabiliriz.*

Yıldız Çiçeği: *Öğretmenim ben fuarda görmüştüm. Geçen fuara gitmiştim. Orada hem kitap veriyorlar hem de ayraç veriyorlar.*

Aslanağzı: *Öğretmenim bazen açık böyle nasıl deyim eşyaların satıldığı bir pazar oluyor oralarda da kitap oluyor.*

Araştırmacı/Öğretmen: *İkinci el kitapların satıldığı yerler olan sahaflar olabiliyor.*

Lemur: *Tanıdığımız bir akrabamızdan ödünç alabiliriz.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Aslında cevapları verdiniz. Gördüğünüz*

gibi bu parayı hiç harcamadan veya daha az harcayarak da kitabı satın alabileceğimiz pek çok yer var. Fuardan, kütüphaneden, arkadaşımızdan veya sahaflardan kitabı alabiliriz. Örneğin sahaflar daha uyguna kitap satıyor. Ya da kitap fuarlarında kampanyalar olduğu için daha ucuza alabiliriz. Problemimizde bir tane internet sitesinden alıyordu. Aslında pek çok internet sitesi var. Başka internet sitelerine bakarak hangisinde daha uygun fiyatlıysa oradan da kitabı satın alabiliriz. Bakın gördüğünüz gibi kitap alabilmek için pek çok seçeneğimiz var. Aslında problemleri kendi hayatlarımızdan yola çıkarak çözüyoruz.

4.3. İkinci Öğretim Bölümüne İlişkin Bulgular

Öğrencilerin gruplar halinde yapmış oldukları çözüm süreçleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri ile ikinci öğretim bölümünün uygulama süreci ve araştırmacı/öğretmenin rolüne ilişkin bulgular bu bölümde sunulmuştur. İkinci öğretim bölümünde “Odamı Dekore Ediyorum!” model oluşturma etkinliği iki gruba uygulanmıştır. Bu etkinlikte “düşün-konuş-yaz” tekniği kullanılmıştır. Etkinlik için öğrencilere ilk olarak tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları sunulmuştur. Bu süreç tamamlandıktan sonra iki gruba Odamı Dekore Ediyorum! matematiksel modelleme problemi verilmiştir.

4.3.1. Black Grubuna Ait Bulgular

Black grubuna *Odamı Dekore Ediyorum!* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencilerin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 28’de öğrencilerin *Odamı Dekore Ediyorum!* matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldıkları puanlara yer verilmiştir.

Tablo 29.

Black Grubunun İkinci Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Odamı Dekore Ediyorum!	Problemi Anlama	Düzy 2	1
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 1	0
	Matematikselleştirme	Düzy 2	1
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 3	2
	Yorumlama	Düzy 1	0
	Doğrulama	Düzy 5	4
	Toplam		8

Tablo 28’de görüldüğü üzere Black grubu “*Odamı Dekore Ediyorum*” matematiksel modelleme probleminden 8 puan alarak “*bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenciler ilk olarak grup içerisinde problemi bireysel olarak okuyarak sürece başlamışlardır. Problemde nelerin verildiği, bizden ne istendiği, problemi nasıl çözebileceklerini düşünerek okumaları ve küçük notlar almaları gerektiği araştırmacı tarafından söylenmesine rağmen hiçbir grup üyesinin bu eylemleri gerçekleştirmediği görülmüştür. Araştırmacı/Öğretmen “*Ne anladınız problemden?*” sorusunu öğrencilere yönelttikten sonra Lemur grup adına probleminden neler anladığını ifade etmiştir.

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne anladınız problemden?*

Lemur: *Birhan odasına eşyaları yerleştirecek. Nasıl yerleştireceğini bilmiyor. Onu bize soruyor. En gerekli olan mobilyaları bize söylemiş. Çalışma masası, yatak, giyinme dolabı. Ve odanın genişliğini de vermiş. Bizden istediği odanın genişliğine uygun odayı düzenlememizi istiyor.*

Öğrenci probleminden ne anladığını ifade ederken problem durumunda verilen “*... amacım odamı keyifli ve verimli bir şekilde dekore etmektir.*” ifadesini dikkate almadığı görülmüştür. Bu sebeple öğrencilerin problemi bir ölçüde anladıkları, verilenleri ve istenenleri belirleyemedikleri görülmüştür (PA2). Hâlbuki öğrenciler problemi sadeleştirirken ilk olarak mobilyaların işlevselliğini dikkate almaları gerekmektedir. Örneğin elbise dolabının kapılarının, oda kapısının, balkonun ve pencerenin tam açılmasını engelleyen, Birhan’ın odadaki diğer mobilyalara veya elektrik prizlerine erişimini engelleyen bir mobilya olup olmadığını kontrol etmeleri gerekiyordu. İkinci aşamada ise işlevsellik kontrolünü geçen planlar estetik bakımdan değerlendirilerek gerçekçi varsayımlar doğrultusunda problemi sadeleştirmeleri gerekirken bunu

yapmayarak doğrudan matematik dünyasına geçiş yapmışlardır (PS1).

Lemur: *Yatağı nasıl koyalım?*

Yunus: *Yatağın uzunluğu 190 cm. Genişliği 140 cm.*

Ayçiçeği: *125 cm'e koyalım.*

Yunus: *Sığmaz Ayçiçeği, 190'a 140 cm. Olmaz. Yatağın yeri 150 cm'in olduğu yer olsun.*

Ayçiçeği: *Buraya bir kitaplık kapının yanına. Şuraya da bir yatak komodini de şu yatağın yanına alsak ondan sonra da çalışma masasını şuraya alsak onun önüne sandalye gelse (sözü kesilir)*

Kaktüs: *Ayçiçeği her şeyi kullanmak zorunda değiliz.*

Ayçiçeği: *Koltuk kitaplığın yanına gelsin.*

Lemur: *Oraya sığar mı bakmamız lazım.*

Yunus: *Bence herkes eşyaları bir yerleştiresin ardından arasından seçelim.*

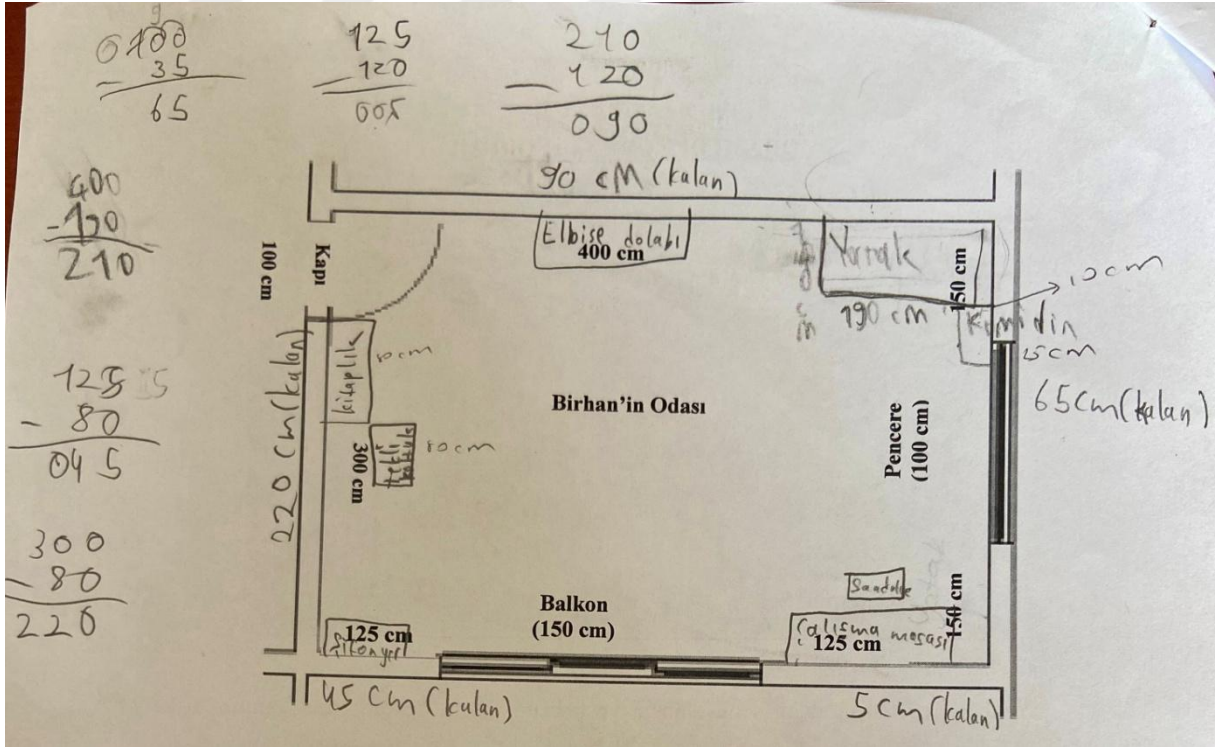
Öğrenciler matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde Birhan'ın öncelikli isteklerine uygun olarak ilk önce yatak, elbise dolabı ve çalışma masasını yerleştirmeleri ardından gerçekçi ihtiyaçlara uygun olarak diğer eşyalardan hangilerini seçebileceklerini bulmaları gerekmektedir. Ancak öğrenciler mobilyaların kullanışlı ve verimli olması etkenini göz ardı ederek herhangi bir varsayım ortaya koymadan doğrudan tüm mobilyaları kullanma eğiliminde olmuşlardır. Bu kapsamda öğrenciler mevcut mobilyaların hepsini odayı dekore etmek için kullanmışlardır. Bundan dolayı bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda eksik matematiksel modeller oluşturmuşlardır (M2). Bu süreçte araştırmacı/öğretmen öğrencilerin herhangi bir matematiksel işlem yapmağını fark etmiştir.

Araştırmacı/Öğretmen: *Yine hiç matematiksel işlem görmüyorum.*

Kaktüs: *Yapacağız öğretmenim.*

Bu uyarının ardından grup üyelerinden Lemur matematiksel işlemleri yaparken; Yunus, Kaktüs ve Ayçiçeği ise kroki üzerine mobilyaları yerleştirme görevini

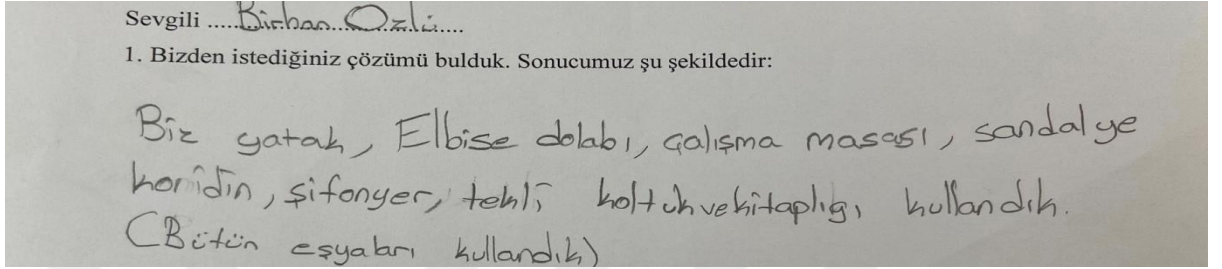
üstlenmiştir. Öğrenciler mobilyaları yerleştirirken pencere kenarlarını ve kapı değişkenlerini dikkate almamışlardır. Yatağı krokide yer alan 150 cm'lik alana yerleştirdikten sonra komodini, yatağın yanına koymuşlardır. Ancak yatağın genişliği 140 cm olduğu için geriye 10 cm'lik bir alan kalmaktadır. Komodinin genişliği 35 cm olduğu için komodinin pencerenin önüne gelmiştir. Bundan dolayı öğrenciler pencerenin açılıp açılmaması durumunu dikkate almadan bir başka deyişle gerçekçi bir varsayım doğrultusunda düşünmeden rastgele bir yerleşim yapmışlardır. Benzer şekilde kitaplığı da kapının hemen yanına yerleştirmişlerdir. Kapının açılıp açılmaması durumunu dikkate almamışlardır. Ayrıca 300 cm'lik alana tekli koltuğu ve kitaplığı yan yana yerleştirmelerine rağmen o alanda geriye kalan alanı hesaplarken tekli koltuğun kapladığı alanı göz ardı etmişlerdir. Öğrenciler 300 cm'den 160 cm'i [kitaplığın genişliği (80 cm) + tekli koltuğun genişliği (80 cm)] çıkarmaları gerekirken sadece kitaplığın kapladığı genişlik alanı çıkarmışlardır. Bir başka deyişle 300 cm'den, 80 cm'i çıkartarak geriye o bölümde 220 cm'lik alan kaldığını ifade etmişlerdir. Bundan dolayı öğrenciler oluşturdukları eksik matematiksel modelleri doğru çözmüşlerdir (MOÇ3).



Görsel 8. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ikinci öğretim bölümü)

Öğrenciler elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlamamışlardır. Sadece hangi eşyaları kullandıklarını ifade etmişlerdir. Seçtikleri

eşyaları neden kullandıklarını, kullanışlı olup olmadığını, Birhan'ın isteklerini dikkate alıp almadıklarını, estetik açıdan uygunluğunu açıklamadıkları için elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlamamışlardır (Y1). Ayrıca bu hafta öğrenciler için araştırmacı/öğretmen tarafından bir mektup taslağı hazırlanmıştır. Ancak öğrenciler mektup taslağında yine matematiksel işlemlerini göstermemişlerdir. Sadece buldukları sonucu yazmışlardır.



Görsel 9. Black grubunun mektubu (ikinci öğretim bölümü)

Black grubu ilk defa doğrulama yeterliğini ortaya koymuştur. Grup üyelerinden Lemur “*Şimdi kontrol edelim, doğru mu yerleştirmişiz.*” ifadesini kullanmıştır. Ancak öğrenciler sadece mobilyaları krokiye doğru yerleştirip yerleştirmediklerini kontrol ettikleri için doğrulama yaklaşımında bulundukları ancak hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmedikleri görülmüştür (D5). Ayrıca oluşturdukları matematiksel modellerinde hatalar olmasına rağmen [Öğrenciler 300 cm'den 160 cm'i [kitaplığın genişliği (80 cm)+tekli koltuğun genişliği (80 cm)] çıkarmaları gerekirken sadece kitaplığın kapladığı genişlik alanı çıkarmışlardır.] bunu fark etmeyerek bu hatayı düzeltmemişlerdir.

4.3.2. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubuna Ait Bulgular

Dörtlü Beyin Fırtınası grubuna *Odamı Dekore Ediyorum!* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencilerin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 29'de öğrencilerin *Odamı Dekore Ediyorum!* matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldıkları puanlara yer verilmiştir.

Tablo 30.

Dörtlü Beyin Fırtınası Grubunun İkinci Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Odamı Dekore Ediyorum!	Problemi Anlama	Düzy 3	2
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 2	1
	Matematikselleştirme	Düzy 2	1
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 3	2
	Yorumlama	Düzy 1	0
	Doğrulama	Düzy 5	4
	Toplam		10

Tablo 30’da görüldüğü üzere Dörtlü Beyin Fırtınası grubu “*Odamı Dekore Ediyorum!*” matematiksel modelleme probleminden 10 puan alarak “*bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenciler ilk olarak grup içerisinde problemi bireysel olarak okuyarak sürece başlamışlardır. Problemde nelerin verildiği, bizden ne istendiği, problemi nasıl çözebileceklerini düşünerek okumaları ve küçük notlar almaları gerektiği araştırmacı tarafından söylenmiştir. Bu kapsamda öğrenciler problem durumunda önemli gördükleri yerleri renkli kalemle işaretlemişlerdir. Öğrenciler “*Ancak odamda bir yatak, bir elbise dolabı ve bir çalışma masasının mutlaka bulunması gerekmektedir. Amacım odamı keyifli ve verimli bir şekilde dekore etmektir.*” ifadelerini renkli kalem ile çizmişlerdir. Ancak sözlü olarak ifadelerinde “keyifli ve verimli” olma etkenini göz ardı etmişlerdir. Bu sebeple problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verdikleri, verilenleri ve istenenleri belirledikleri ancak aralarında ilişki kurmadıkları (PA3) görülmüştür.

Zambak: *Birhan, bir eve taşınmışlar. Odasını dekore edecekmiş. Odasında mutlaka bir yatak, çalışma masası, gardırop olmak zorunda.*

Yıldız Çiçeği: *Ben şunu anladım. Birhan keyifli bir oda istiyor. Odasında illa yatak, çalışma masası, gardırop olacak. Bizden şunu istiyor. Biz ona seçenekler sunacağız.*

Aslanağzı: *Sıra kimde? Kim yazsın.*

Orkide: *En son sen (Yıldız Çiçeği) yazmıştın. Bu sefer ben yazayım mı?*

Orkide: *Yeni bir eve taşınmışlar. Odasını dekore etmek istiyormuş. Bize yatak, elbise dolabı ve çalışma masasının mutlaka olması gerektiğini söylüyor. Bunun için ben şuralarda*

(tablolar) *ne demek istediğini tam olarak anlamadım.*

Aslanağzı: *Ben de anlatabilir miyim?*

Zambak: *Tabi sen de anlat.*

Aslanağzı: *Birhan ailesi ile beraber yeni bir eve taşınmış. Ve ailesi Birhan'a odasını kendisinin düzenlemesini söylemiş. Birhan'da keyifli ve zevkli bir oda tasarlamak istiyor. Odasında mutlaka bir yatak, elbise dolabı ve çalışma masası olması gerekiyor. Bize dekore edilecek eşyaları vermiş. Bize de bunları en kullanışlı olandan ne kullanışlı olmayana sıralamamızı istiyor. Yani nasıl dekore ederiz diye soruyor. Ben bunu anladım.*

Yıldız Çiçeği: *Hepimiz hemen hemen aynı şeyi anlamışız.*

Öğrenciler probleminden neler anladıklarını tek tek sözlü olarak grup arkadaşlarına ifade ettikten sonra ilk önce odanın çevresini hesaplama ardından Birhan'ın odasında mutlaka bulunmasını istediği yatak, elbise dolabı ve çalışma masasını yerleştirme kararı alarak problemi bir ölçüde sadeleştirmişlerdir (PS2). Ancak öğrencilerin problemi sadeleştirilirken ilk olarak mobilyaların işlevselliğini dikkate almaları gerekmektedir. Örneğin elbise dolabının kapılarının, oda kapısının, balkonun ve pencerenin tam açılmasını engelleyen, Birhan'ın odadaki diğer mobilyalara veya elektrik prizlerine erişimini engelleyen bir mobilya olup olmadığını kontrol etmeleri gerekiyordu. İkinci aşamada ise işlevsellik kontrolünü geçen planlar estetik bakımdan değerlendirildiğinde gerçekçi varsayımlar oluşturulabilecektir.

Zambak: *Bence önce Birhan'ın odasının genişliğini bulalım.*

Aslanağzı: *Önce yatak, elbise dolabı ve çalışma masasını bulalım.*

Yıldız Çiçeği: *Şimdi tüm ölçüleri toplayalım. Odanın kenarlarını.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Yıldız Çiçeği ne yapıyor orada?*

Aslanağzı: *Tüm odanın genişliğini buluyoruz, topluyoruz öğretmenim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Odanın genişliğini neden buluyorsunuz?*

Zambak: *Eşyaları yerleştirebilmek için. Çok dar olmasın diye.*

Yıldız Çiçeği: *Tamam. 1600.*

Zambak: *Bence arakaya birimiz not alsın.*

Orkide: *Tamam ben alacağım.*

Aslanağzı: *Bence önce yatak, elbise dolabı, çalışma masasını yerleştirelim. Diğerlerine sonra bakarız.*

Zambak: *Evet.*

Yıldız Çiçeği: *Şu üçü.*

Zambak: *Ama bir de sandalye olması gerekiyor. Çünkü çalışma masasına yerde oturarak yapamaz.*

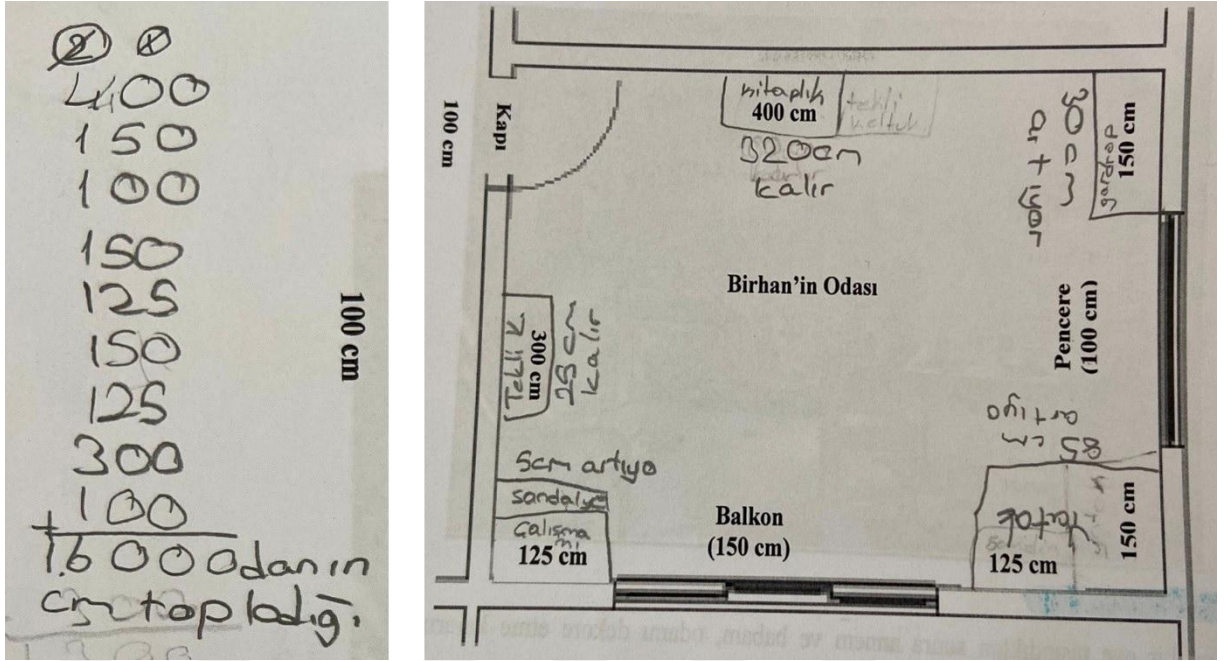
Orkide: *Bakalım sandalye sığacak mı?*

Aslanağzı, Zambak: *Sığar.*

Orkide: *Ama emin olamayız.*

Aslanağzı: *Tamam şu üçünü bir koyalım. Bakalım duruma göre.*

Öğrenciler matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde Birhan'ın öncelikli isteklerine uygun olarak ilk önce yatak, elbise dolabı ve çalışma masasını yerleştirmeleri ardından gerçekçi ihtiyaçlara uygun olarak diğer eşyalardan hangilerini seçebileceklerini bulmaları gerekmektedir. Hatta çalışma masası olduğu için sandalyenin de olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu kapsamda öğrenciler ilk olarak odanın çevresini hesaplamışlar ve ardından bu eşyaları yerleştirmeye başlamışlardır. Odanın çevresini bulmak için kroki üzerinde verilen tüm uzunlukları toplayarak 1600 cm bulmuşlardır. Daha sonra bu eşyaları nereye koyabileceklerini tartışmışlardır. Bu tartışma sürecinde eşyaların uzunluklarını ve genişliklerini dikkate almışlardır. Ancak genişlik ve uzunlukları dikkate alarak yerleştirme noktasında hatalar yapmışlardır. Yatağın genişliği 140 cm, uzunluğu 190 cm olmasına rağmen yatağın genişliğini dikkate alıp uzunluğunu dikkate almayarak balkonun sağ tarafına yerleştirmişlerdir. O bölüm 125 cm olduğu için yatağın uzunluğu, bu kısım için uzun kalmıştır. Bir başka deyişle balkonun kapısının rahat açılıp açılmayacağı durumunu dikkate almayarak gerçekçi bir varsayımda bulunmamışlardır. Benzer şekilde tekli koltuğu kapının sağ tarafına yerleştirmişlerdir. Burada hesaplama yaparken tekli koltuğun o alan için genişliği 80 cm olmasına rağmen öğrenciler tekli koltuğun genişlik, derinlik ve yüksekliklerini toplayarak (275 cm) hatalı bir hesaplama yapmışlardır. Tekli koltuktan geriye kalan alanı bulmak için 300 cm'den 275 cm'i çıkarmışlardır.



Görsel 10. Dörtlü beyin fırtınası grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ikinci öğretim bölümü)

Aslanağzı: *Bence önce çalışma masasını yerleştirelim.*

Zambak: *Çalışma masası her yere girer Aslanağzı.*

Yıldız Çiçeği: *Yatak, yatak.*

Zambak: *Yatak ve elbise dolabı en önemlisi bence.*

Orkide: *Bence ilk önce en büyükleri yapalım ki küçüklere yer kalabilsin.*

Aslanağzı: *Tamam. O zaman önce gardıropla mı başlasak?*

Yıldız Çiçeği: *Şuraya 300 cm'e yatağı koyabiliriz.*

Aslanağzı: *300'e yatağı ve gardırobu yapabiliriz bence.*

Yıldız Çiçeği: *Hayır. 190 (yatağın uzunluğu), 190 (elbise dolabının yüksekliği) 380 olur. Sığmaz.*

Aslanağzı: *Hayır. 190 yükseklik. (elbise dolabının yüksekliği)*

Zambak: *Genişliğe bakmamız lazım.*

Aslanağzı: *300'lük yere gardırop ve yatak sığar. Birisinin genişliği 140 (yatak), diğerinin 120 (elbise dolabı). O zaman sığar yan yana.*

Zambak: *Bence farklı yerlere koyabiliriz.*

Yıldız Çiçeği: *Bence yatağı bu tarafa gardırobu bu tarafa katalım (125 cm'lik yerlere).*

Aslanağzı: Ama öyle olmaz ki.

Zambak: Uzunluk ve genişliğe bakmamız lazım.

Aslanağzı: Yatağın genişliği 140 burası 125.

Yükseklik: 190 cm	
Genişlik: 120 cm Derinlik: 65 cm Yükseklik: 80 cm	1275 - 190 = 1085 Yatakta kalan yer
Derinlik: 50 cm Genişlik: 50 cm Yükseklik: 80 cm	400
Genişlik: 35 cm Derinlik: 40 cm Yükseklik: 50 cm	
Genişlik: 80 cm Derinlik: 50 cm Yükseklik: 100 cm	
Genişlik: 80 cm Derinlik: 95 cm Yükseklik: 100 cm	100 80 80 + 275 Tekli koltuğun herseyinin toplamı
Genişlik: 80 cm Derinlik: 30 cm Yükseklik: 190 cm	80 20 190 300 Kitap kütüğü herseyinin toplamı
2800 - 275 = 2525 Tekli koltuktan kalan yer	

Görsel 11. Dörtlü beyin fırtınası grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ikinci öğretim bölümü)

Öğrencilerin ifadelerinde görüldüğü üzere Yıldız Çiçeği her bir eşya için tabloda verilen tüm ölçüleri toplama eğiliminde olmasına rağmen Zambak ve Aslanağzı sürekli olarak kullanacakları eşyaya göre uzunluğa mı yoksa genişliğe mi bakmaları gerektiğine dair onu ve arkadaşlarını uyarmıştır. Ancak bu uyarışlarına rağmen yine de yatak ve tekli koltuğu yerleştirmede hata yapmışlardır. Doğrulama sürecinde de bu hatalarını fark edememişlerdir. Ancak elbise dolabı, kitaplık, çalışma masası ve sandalye için gerekli olan kısımları (genişlik, uzunluk) dikkate alarak doğru yerleştirmişlerdir. Bundan dolayı bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda kısmen hatalı matematiksel modeller oluşturmuşlardır (M2). Oluşturdukları matematiksel modelleri doğru çözmüşlerdir (MOÇ3). Son olarak öğrenciler yatak, elbise dolabı ve çalışma masası dışında tekli koltuk ve kitaplık için gerçekçi bir varsayım oluşturmadan bu eşyaları kullanmışlardır. Bir başka deyişle bu eşyaları neden kullandıklarını, kullanışlı olup

olmadıklarını ve estetik açıdan herhangi bir değerlendirme yapmadan tercih etmişlerdir.

Aslanağzı: *Yatak 150'ye gitsin, elbise dolabı da.*

Zambak: *Yatak buraya, hemen pencerenin yanına.*

Yıldız Çiçeği: *Gardırobu şuraya koyalım. 300cm'e. Yatağın şura olsun.*

Aslanağzı: *300'e gardırobu koyalım. Ben sözcüyüm, sen (Orkide) yazıcı ol, sen yerleştirici (Yıldız Çiçeği), sen de işlemleri kontrol et (Zambak).*

Yıldız Çiçeği: *Şimdi gardırobu nereye katacağız, bana onu söyleyin. Gardırobun toplamına 360 diyor.*

Zambak: *Neee.*

Aslanağzı: *Genişlik gerek sadece.*

Zambak: *Evet genişliğe bakmamız gerekiyor gardırobun.*

Orkide: *150 cm'in olduğu yere olur.*

Yıldız Çiçeği: *Çalışma masasını şuraya katalım mı? 125 cm'in olduğu yere sandalyeyi de oraya koyarız.*

Orkide: *Yatak, tamam, çalışma masası sandalyeyi gardırobu da tamamladık.*

Zambak: *Kitaplığı da 400cm'lik yere koyabiliriz.*

Yıldız Çiçeği: *Arkadaşlar bir şey diyim mi, bence yatağın yanına komodini koyabiliriz.*

Aslanağzı: *Aaaa mantıklı.*

Yıldız Çiçeği: *Orkide komodini buraya koyuyoruz.*

Orkide: *Komodini nerede?*

Yıldız Çiçeği: *Yatağın yanına.*

Aslanağzı: *Komodini koyduk mu? (Bu soru havada kaldı, komodini yerleştirmediler.)*

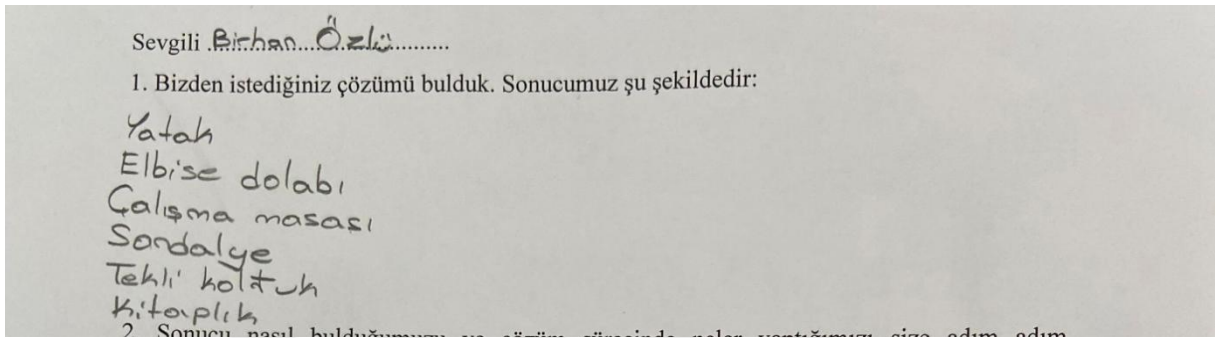
Zambak: *Ben bir şey sorabilir miyim? 400 cmlık yer var ya, kitaplık ve tekli koltuğu koyalım oraya.*

Aslanağzı: *Şifonyere gerek yok.*

Yıldız Çiçeği: *Bence yer kaldı ya şifonyeri de koyabiliriz.*

Aslanağzı: *Bence gerek yok ya, koymayalım.*

Öğrenciler elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlamamışlardır. Sadece hangi eşyaları kullandıklarını ifade etmişlerdir. Seçtikleri eşyaları neden kullandıklarını, kullanışlı olup olmadığını, Birhan'ın isteklerini dikkate alıp almadıklarını, estetik açıdan uygunluğunu açıklamadıkları için elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlamamışlardır (Y1). Ayrıca bu hafta öğrenciler için araştırmacı/öğretmen tarafından bir mektup taslağı hazırlanmıştır. Ancak öğrenciler mektup taslağında yine matematiksel işlemlerini göstermemişlerdir. Sadece buldukları sonucu yazmışlardır.



Görsel 12. Dörtlü beyin fırtınası grubunun mektubu (ikinci öğretim bölümü)

Dörtlü Beyin Fırtınası grubu ilk defa doğrulama yeterliğini ortaya koymuştur. Grup üyelerinden Aslanağzı “Biz kontrol ettik öğretmenim. Yaptığımız işlemlerin hepsini. O anın heyecanıyla sadece bir yerde yanlış yapmışız.” ifadesini kullanmıştır. Öğrenciler matematiksel işlemlerini kontrol etmelerine rağmen yatak ve tekli koltuğun yerleştirmesinde yaptıkları hatayı fark edemedikleri için doğrulama yaklaşımında bulundukları ancak hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmedikleri (D5) görülmüştür.

4.3.3. İkinci Öğretim Bölümünün Uygulama Süreci ve Araştırmacı/Öğretmenin Rolü

Odamı Dekore Ediyorum model oluşturma etkinliğinde düşün-konuş-yaz tekniği kullanılmıştır. Öğrenciler yine “Black” ve “Dörtlü Beyin Fırtınası” olarak iki grup halindedir. Gruplara ilk olarak her öğrenciye birer tane olmak üzere tanıtıcı makale dağıtılmıştır. Tanıtıcı makalede *Mini Mimarlık Sözlüğü* (TÜBİTAK Bilim Çocuk E-Dergisi, Ekim 2013) başlıklı mimarlık terimlerinin yer aldığı bilgilendirici bir metin yer almaktadır. Öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problem durumunu okumaları ve notlar almalarının sağlanması için araştırmacı/öğretmen tarafından “Tanıtıcı

makaleyi bireysel olarak okuyoruz. Ardından tanıtıcı makaleden neler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz. Tanıtıcı makaleyi okumaya başlayabilirsiniz.” yönergesi verilmiştir. Öğrenciler bireysel olarak tanıtıcı makaleyi okuduktan sonra tanıtıcı makaleden neler anladıklarını ve neler öğrendiklerini grup arkadaşları ile konuşarak tartışabilmeleri için araştırmacı/öğretmen tarafından *“Şimdi tanıtıcı makaleden neler anladığınızı grup arkadaşlarınızla bir araya gelerek tartışmanızı istiyorum.”* yönergesi verilmiştir. Bu süreçte öğrenciler “Mini Mimarlık Sözlüğü” tanıtıcı makalesinde yer alan bilgilerden neler anladıklarını grup arkadaşlarıyla konuşarak ifade etmişlerdir. Konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra hazır oluş sorularını cevaplama aşamasına geçilmiştir. Bu süreç sözlü olarak gerçekleştirilmiştir. Öğretmen hazır oluş sorularını öğrencilere yöneltmek grupların yanıtları alınmıştır. Yanıtlar alındıktan sonra problem durumu aşamasına geçilmiştir.

Black ve Dörtlü Beyin Fırtınası gruplarına *“Odamı Dekore Ediyorum!”* matematiksel modelleme problemi kâğıdı, yine her bir öğrenciye birer tane olmak üzere dağıtılmıştır. Ardından öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problemi okumaları, notlar almaları ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak düşünmelerinin sağlanabilmesi için araştırmacı/öğretmen tarafından *“Problemi bireysel olarak okuyoruz. Ardından problemde neler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz. Ayrıca problemi okurken ‘Problemde neler verilmiş?, Problem bizden ne istiyor?, Problemi nasıl çözebiliriz?’ sorularını düşünerek okumanızı ve düşünmenizi istiyorum.”* yönergesi verilmiştir.

Araştırmacı/Öğretmen: *Okurken nelere dikkat ediyoruz?*

Kaktüs: *Not alarak.*

Lemur: *Önemli yerleri aklımızda tutarak ve nasıl çözüm yapacağımızı düşünerek.*

Yunus: *Verilenleri ve istenenleri belirleyerek.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Okumaya başlayabilirsiniz.*

Öğrencilerin problem durumunu okurken neler yapması gerektiği kendileri tarafından söylenmesine rağmen sadece Dörtlü Beyin Fırtınası grubundaki öğrenciler, problem durumunda önemli gördükleri yerleri renkli kalemle göstermişlerdir. Öğrencilerin problemi okumaları tamamlandıktan sonra öğrencilerin problemde neler anladıklarını ve nasıl çözebileceklerine dair grup arkadaşları ile konuşarak tartışmalarını

sağlamak için araştırmacı/öğretmen tarafından “*Şimdi probleminden neler anladığınızı grup arkadaşlarınızla tartışmanızı istiyorum. Problemden verilenler neler?, İstenenler neler? Bu problemi nasıl çözebilirsiniz? Bu soruları grup arkadaşlarınızla tartışınız.*” yönergesi verilmiştir. Bu süreçteki amaç öğrencilerin fikirleri değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşmalarını sağlamaktır. Ancak Black grubu bu aşamada verilenleri ve istenenleri belirlemeyerek doğrudan matematik dünyasına geçiş yapmıştır. Bir başka deyişle doğrudan problemi çözme eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Ancak Dörtlü Beyin Fırtınası grubundaki her bir öğrenci probleminden neler anladığını grup arkadaşlarına sözlü olarak ifade etmiştir. Bu gözlemler sonucunda üçüncü öğretim bölümü için araştırmacı/öğretmen, özellikle Black grubunda yer alan öğrencilerin bu davranışları sergilemesi için yönergeler ve geri bildirimler sağlaması gerektiğine karar vermiştir. Bunun için üçüncü öğretim bölümünde öğrencilerin problemi okuduktan sonra küçük notlar almaları gerektiğine dair yönerge verilmesinin ardından araştırmacı/öğretmenin tek tek her bir öğrenciyi kontrol etmesi ve geri bildirimler vermesi kararlaştırılmıştır. Ayrıca grup arkadaşlarıyla tartışma sürecinde verilenleri ve istenenleri belirleme, çözüm varsayımı oluşturma süreçlerinde de yine her grubu kontrol etmesi ve geri bildirimler vermesi planlanmıştır. Öğrencilerin problemi nasıl çözebileceklerini düşünürken kendi yaşantılarıyla bağ kurmalarına yönelik sorular sorulmasına karar verilmiştir. Örneğin, “*Odama Dekore Ediyorum!*” probleminden yola çıkarak “*Kendi odalarının yerleşim düzeni nasıl? Odalarında hangi eşyalar var?*” gibi sorular ile öğrencilerin gerçek yaşamla bağ kurması sağlanacaktır.

Konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen “*Şimdi grup arkadaşlarınızla birlikte tüm fikirlerinizi paylaştınız. Artık problemi çözmeniz gerekiyor. Problemi çözmeye başlayabilirsiniz.*” yönergesini vermiştir. Birinci öğretim bölümünde öğrencilerin matematiksel işlemler yapmadığı fark edildikten sonra ikinci öğretim bölümü için araştırmacı/öğretmenin, öğrencilerin matematiksel işlemler oluşturmaları için yönergeler ve geri bildirimler sağlaması gerektiğine karar verilmişti. Öğretmen her grubu matematiksel işlemler yapıp yapmadığı noktasında kontrol etmiş ve geri bildirimler vermiştir. Bu kapsamda bu öğretim bölümü için öğrencilerin artık matematiksel işlemler yapmaya başladıkları belirlenmiştir. Ama yine de üçüncü öğretim bölümü için her grubun matematiksel işlemleri bir başka deyişle matematiksel modeller oluşturabilmesi için araştırmacı/öğretmenin her grubu kontrol etmesi ve matematiksel işlemler yapmaları gerektiğini ifade etmesi yönünde karar alınmıştır. İkinci öğretim

bölümünde kullanılmak üzere Şahin (2019) tarafından tasarlanan mektup taslağı kullanılmıştır. Ancak öğrencilerin yine de mektup yazamadığı görülmüştür. Öğrenciler mektupta sadece buldukları sonucu ifade etmişlerdir. Bunun için üçüncü öğretim bölümünde kullanılmak üzere araştırmacı/öğretmen bir mektupta nelerin olması gerektiğine dair bilgilendirici metin hazırlamıştır (Bkz. Ek 22). Şablon vermek yerine öğrencilerin bu metinde yer alan bilgilerin yazdıkları mektupta olup olmadığını kontrol etmesi hedeflenmiştir. Öğrencilerin elde ettikleri matematiksel sonuçları yorumlamadıkları belirlenmiştir. Öğrenciler seçtikleri eşyaları neden kullandıklarını, kullanışlı olup olmadığını, Birhan'ın isteklerini dikkate alıp almadıklarını, estetik açıdan uygunluğunu açıklamaları gerekmekte iken öğrenciler sadece elde ettikleri sonuçları yazılı olarak ifade etmişlerdir. Bu sebeple üçüncü öğretim bölümünde elde ettikleri matematiksel çözümü problemin isteğine göre yorumlamaları gerektiği vurgulanacaktır. Son olarak her grupta ilk defa yorumlama yeterliği göstermiştir. Ancak Black grubu sadece mobilyaları krokiye doğru yerleştirip yerleştirmediklerini kontrol ettikleri için doğrulama yaklaşımında bulundukları ancak hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmedikleri görülmüştür. Dörtlü Beyin Fırtınası grubu ise matematiksel işlemlerini kontrol etmelerine rağmen yatak ve tekli koltuğun yerleştirmesinde yaptıkları hatayı fark edemedikleri için doğrulama yaklaşımında bulundukları ancak hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmedikleri görülmüştür. Bunun için üçüncü öğretim bölümünde problemi doğru anlayıp anlamadıklarını, verilenleri ve istenenleri doğru belirleyip belirlemediklerini, çözüm varsayımlarının ve oluşturdukları matematiksel modelin doğruluğunu, matematiksel çözümlerinde işlem hatası yapıp yapmadıklarını kontrol etmeleri gerektiği söylenecektir.

Gruplar problemi çözdükten sonra sunum aşamasına geçilmiştir. Bu süreçte her gruptan bir öğrenci sözcü olarak seçilmiştir. İlk olarak Dörtlü Beyin Fırtınası grubundan Aslanağzı tahtaya kalkarak grubu adına problem çözümlerini anlatmışlardır.

Aslanağzı: Bizim yerleştirdiğimiz eşyalar yatak, elbise dolabı, çalışma masası, sandalye, tekli koltuk ve kitaplık. Biz kitaplığı 400cm'lik yere kitaplığı koyduk. 100 cm'si kaldı.

Araştırmacı/Öğretmen: Kitaplığın genişliği kaç cm idi? Bakalım. Genişliği 80 cm, nasıl 100 cm kaldı?

B: Yüksekliğe göre yaptık.

Araştırmacı/Öğretmen: Bir hata yapmışsınız orada.

Aslanağzı: *Tamam öğretmenim, düzeltiriz hemen. Pencerenin sağ tarafına 150 cm'lik olan tarafa gardırobu koyduk genişliği 120 cm geriye 30 cm kaldı. Yatağı pencerenin sol tarafına koyduk geriye 85 cm kalır. Balkonun sol tarafına çalışma masası ve sandalye koyduk 5 cm artıyor. Tekli koltuğu 300 cm'lik alana koyduk kapının sağ tarafına 25 cm kalır.*

Dörtlü Beyin Fırtınası grubunun ardından Black grubundan Lemur tahtaya kalkarak grubu adına problem çözümlerini anlatmışlardır.

Lemur: *Biz hepsini kullandık. Balkonun sağ tarafına çalışma masasını koyduk 5 cm kaldı. Çalışma masasını oraya da bir tane sandalye koyduk. Pencerenin yanına yatak ve komodini koyduk. Kapının ilerisinde elbise dolabı koyduk. Kitaplığın yanına da tekli koltuğu koyduk. Şifonyeri de balkonun yanına koyduk.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Sizce tüm eşyaları kullanmak kullanışlı mı?*

Lemur: *Kullanışlı öğretmenim. Hepsi sığıdı.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Önemli olan hepsinin sığması mı? Birhan'ın kullanışlı ve verimli olması isteğini göz ardı etmişsiniz.*

Sunum aşaması için üçüncü öğretim bölümünde gruplardan farklı bir sözcü seçilmesi istenmesine karar verilmiştir. Böylece diğer öğrencilerin de matematiksel iletişim becerilerinin gelişmesi hedeflenmiştir. Son olarak sunum aşaması tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen öğrencilerin problem çözme sürecindeki eksiklerini söylemiştir.

Araştırmacı/Öğretmen: *Bir problemi çözerken verilenler ve istenenler neler bunları yazıyor olmamız lazım. Daha sonra bunlardan yola çıkarak problemi nasıl çözüyoruz bunu ifade etmemiz gerekiyor. Problemi çözerken kendi yaşantımızdan ilişki kurabiliriz. Örneğin Yunus'un grubu problemi çözerken Legolarımla odamı kuruyorum demişti, işte bu kendi*

yaşantılarımızdan yola çıkarak kendi odamızı düşünerek kendi evimizdeki başka alanları düşünerek aslında problemi çözebiliriz. Bunu ihmal etmeyelim hiçbir zaman. Ve matematiksel işlem yapmamız gerekiyor. Ve yaptığımız işlemleri kontrol edelim. Doğru mu topladık, doğru mu çözdük, doğru mu anladık problemi diye.

Araştırmacı/öğretmen bu geri bildirimleri verdikten sonra Odamı Dekore Ediyorum problemini çözerken aslında neleri dikkate almaları gerektiğini ifade etmiştir. Öğrencilere gerçekçi bir varsayım ve çözümle nasıl hareket edilebileceğini ve gerçek yaşam bağlamında nasıl yorumlamalarda bulunabileceklerini söylemiştir. Bu tartışmaların ardından ikinci öğretim bölümü tamamlanmıştır.

Araştırmacı/Öğretmen: Mobilyaları yerleştirirken ilk dikkat etmemiz gereken nokta kullanışlı yani verimli olmasıdır. Bunun için birinci aşamada krokiye yerleştirilen mobilyaların işlevselliği; örneğin elbise dolabının kapılarının, oda kapısının, balkonun ve pencerenin tam açılmasını engelleyen, Birhan'ın odadaki diğer mobilyalara veya elektrik prizlerine erişimini engelleyen bir mobilya olup olmadığını kontrol etmeliyiz. Bu kontrolleri yaptıktan işlevsel açıdan uygun olmayan planları elemeliyiz. İkinci aşamada ise işlevsellik kontrolünü geçen planlar estetik bakımdan değerlendirilmelidir. Bu işlemleri yaparken seçtiğimiz mobilyaları neden seçtiğimizi açıklamamız gerekir. Örneğin çalışma masası mobilya seçenekleri arasında varken neden her iki grupta sandalyeyi tercih etti?

Zambak: Çünkü öğretmenim çalışma masasında ders çalışabilmesi için sandalyeye oturması gerek.

Araştırmacı/Öğretmen: İşte bu. Bu şekilde mantıklı, anlamlı, gerçekçi yorumlarda bulunmamız gerekiyor.

4.4. Birinci Ara Klinik Görüşmenin Bulguları

Birinci ve ikinci öğretim bölümünün ardından odağa alınan öğrencilerle birinci ara klinik görüşme gerçekleştirilmiştir. Birinci ara klinik görüşme olarak “İşte Zaman” matematiksel modelleme problemi, odağa alınan öğrencilere ayrı bir sınıfta birebir olarak uygulanmıştır. Birinci ara klinik görüşmeye ait bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.4.1. Aslanağzı’nın Birinci Ara Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular

Aslanağzı’na *İşte Zaman* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencinin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 30’da öğrencinin *İşte Zaman* matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldığı puanlara yer verilmiştir.

Tablo 30.

Aslanağzı’nın Birinci Ara Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
İşte Zaman	Problemi Anlama	Düzy 2	1
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 3	2
	Matematikselleştirme	Düzy 2	1
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 3	2
	Yorumlama	Düzy 2	1
	Doğrulama	Düzy 5	4
	Toplam		11

Tablo 30’da görüldüğü üzere Aslanağzı “*İşte Zaman*” probleminden 11 puan alarak “*bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenci, problemi okuyarak sürece başlamıştır. Öğrenci probleminden ne anladığını sözlü olarak kendi cümleleri ile ifade edebilmiştir. Ancak problem durumunda geçen “*Neredeyse yılın çoğunu çalışarak işte geçiriyorum.*” ifadesindeki yıl değişkenini dikkate almadığı görülmüştür. Bundan dolayı problemi bir ölçüde anladığı belirlenmiştir (PA2).

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne anladın problemden?*

Aslanağzı: *Öğretmenim Beyza’nın annesi işte çok zaman geçirdiğini fark ediyor. İşte zaman nasıl geçiyor anlamaya çalışıyor. Bize Beyza’nın annesinin düşüncesi hakkında ne düşündüğümüzü soruyor. Bunu da bir mektup ile açıklayın diyor. Beyza’nın annesinin haklı olup olmadığını bulun diyor.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Hangi konuda haklı olup olmadığını?*

Aslanağzı: *1 günde işte çok mu zaman geçiriyor yoksa az mı*

zaman geçiriyor.

Öğrenci, problem durumunu ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceğine dair varsayımlarda bulunmuştur. Bunun için ilk olarak Beyza'nın annesinin mesleğinin ne olabileceğine karar vermiştir. Beyza'nın annesinin matbaada çalışan bir gazeteci olduğunu söylemiştir. Ardından belirlediği meslek doğrultusunda çalışma saatlerini belirlemiştir. Bu süreçte öğrencinin bir yıl boyunca resmi tatiller, yıllık izin, hafta sonu veya saat değişkenlerini göz önünde bulundurarak hesaplamalar yapması gerekmektedir. Bir başka deyişle öğrencinin resmi tatiller, yıllık izin kullanma durumu ve hafta sonlarının kaç güne denk geldiğini ve Beyza'nın annesinin işte kaç saat zaman geçirdiğini belirlemesi gerekmektedir. Bu sayede gerçekçi bir varsayım oluşturabilecektir. Ancak öğrenci sadece bir gün içerisinde işte ve uykuda geçen zamanı dikkate alarak problemi bir ölçüde sadeleştirdiği ve bu kapsamda bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunduğu (PS3) belirlenmiştir.

Araştırmacı/Öğretmen: *Nasıl çözebilirsin sence?*

Aslanağzı: *Önce 1 günün kaç saat olduğunu düşünmem gerek.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Beyza'nın annesi ne iş yapıyor olabilir?*

Annen veya baban çalışıyor mu?

Aslanağzı: *Babam çalışıyor.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne iş yapıyor?*

Aslanağzı: *Belediyede otobüs şoförü.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki, Beyza'nın annesinin ne iş yaptığını biliyor muyuz?*

Aslanağzı: *Hayır.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne olabilir sence? Mesleklere göre çalışma saatleri değişiyor mu?*

Aslanağzı: *Evet değişiyor. Gazeteci olabilir.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Sence gazeteci günde kaç saat işe gidiyordur?*

Aslanağzı: *Matbaalarda çalışıyor diyelim. 6 saat olabilir.*

Matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecinde öğrenci, oluşturduğu varsayım doğrultusunda eksik matematiksel modeller oluşturarak (M2)

oluşturduğu modelleri doğru çözmüştür (MOÇ3). Öğrencinin problemin çözüm sürecinde bir yıl boyunca resmi tatiller, yıllık izin kullanma durumu, hafta sonlarının kaç güne denk geldiği ve saat değişkenlerini göz önünde bulundurarak tablo oluşturması ve buna yönelik hesaplamalar yapması gerekmektedir. Ancak öğrenci bu süreçte sadece 1 günün 24 saat olduğunu, 10 saatini uykuda geçirdiğini varsayarak geriye 14 saati kaldığını ifade etmiştir. Ardından işte 6 saat zaman geçirdiğini bundan dolayı geriye 8 saat boş zamanının kaldığını belirlemiştir.

Aslanağzı: 1 günde 24 saat var. Bunun 10 saati uyuyor diyelim. Geriye 14 saat kalır. Öğretmenim 6 saat çalışıyor. 14'ten 6'yı çıkartacağız. 8. 8 saat boş zamanı var. 24 saatin 10 saati uyuyor, 14 saat kalır. 6 saati çalışıyor, 8 saati boş zaman. 6 saatte çalıştığı zaman olur. Bence evde daha çok vakit geçiriyor yani iş dışında.

$$\begin{array}{r}
 24 \text{ saat} \\
 - 10 \text{ saat uyuyor,} \\
 \hline
 14 \text{ saat kalır,} \\
 - 6 \text{ işte çalıştığı zaman} \\
 \hline
 08 \text{ saat boş zaman}
 \end{array}$$

Görsel 13. Aslanağzı'nın matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (birinci ara klinik görüşme)

Öğrenci, çıkarma işlemlerini yaptıktan sonra mektup yazmaya başlamıştır. Mektubunda yaptığı matematiksel işlemleri açıklamıştır. Beyza'nın annesinin matbaada 6 saat çalıştığını, uykuda geçirdiği zamandan geriye 14 saat kaldığını ve işte 6 saat çalıştığı için geriye 8 saat boş zamanı kaldığını ifade etmiştir. Sadece bu iki saat arasında karşılaştırma yaparak Beyza'nın annesinin iş dışında daha çok zaman geçirdiğini ifade etmesi sebebiyle elde ettiği matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlayabilmiştir (Y2).

Mektup: Beyza'nın annesi matbaada 6 saat çalışıyor. Bir günün 10 saatini uyuyorsa geriye 14 saat kalır. 14 saatin 6 saatini çalışıyor, 8 saatini boş zamanında kullanıyor. Yani iş dışında daha çok zaman geçiriyor.

Görsel 14. Aslanağzı'nın mektubu (birinci ara klinik görüşme)

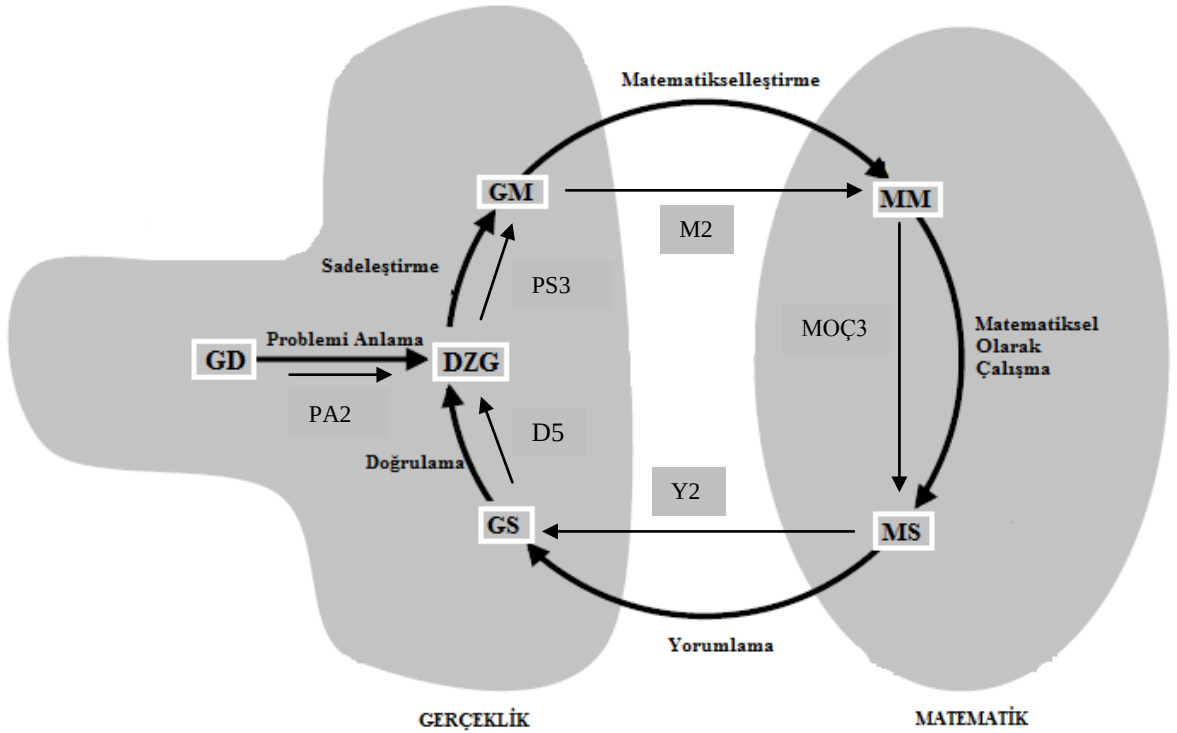
Öğrenci, ilk defa doğrulama yeterliğini ortaya koymuştur. Bu süreçte yaptığı matematiksel işlemleri kontrol etmiştir. Ayrıca problemi bir ölçüde anladığı için eksik matematiksel modeller oluşturmaya rağmen yaptığı hataları fark edememiştir. Bundan dolayı doğrulama yaklaşımında bulunmuş ancak hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmemiştir (D5).

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki biz çözmeyi bitirdikten sonra ne yapıyorduk?*

Aslanağzı: *Kontrol edeceğim öğretmenim.*

(Yaptığı işlemleri kontrol ediyor.)

Aşağıda Aslanağzı'nın birinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması Şekil 28'de sunulmuştur.



Şekil 288. Aslanağzı'nın birinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması

Şekil 28'de görüldüğü gibi Aslanağzı eksikleri olmasına rağmen ilk defa döngüsel bir modelleme süreci geçirmiştir. Öğrenci problemten ne anladığını sözlü olarak kendi cümleleri ile ifade edebilmiştir (PA2). Ancak öğrenci sadece bir günde işte ve uykuda geçen zamanı dikkate alarak problemi bir ölçüde sadeleştirdiği ve bu kapsamda bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunduğu (PS3) belirlenmiştir. Matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecinde öğrencinin, eksik matematiksel modeller oluşturduğu (M2) ve oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözdüğü (MOÇ3) görülmüştür. Elde ettiği matematiksel çözümler doğrultusunda sayılar arasında karşılaştırma yaparak Beyza'nın annesinin iş dışında daha çok zaman geçirdiğini ifade etmesi sebebiyle elde ettiği matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlamıştır (Y2). Öğrenci, ilk defa doğrulama yeterliğini ortaya koymuştur. Bu süreçte sadece yaptığı matematiksel işlemleri kontrol etmiş ancak hataları olmasına rağmen bu hataları düzeltmemiştir (D5).

4.4.2. Lemur'un Birinci Ara Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular

Lemur'un *İşte Zaman* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencinin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 31'de öğrencinin *İşte Zaman* matematiksel

modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldığı puanlara yer verilmiştir.

Tablo 31.

Lemur'un Birinci Ara Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
İşte Zaman	Problemi Anlama	Düzy 2	1
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 3	2
	Matematikselleştirme	Düzy 2	1
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 3	2
	Yorumlama	Düzy 2	1
	Doğrulama	Düzy 5	4
	Toplam		11

Tablo 31’de görüldüğü üzere Lemur “İşte Zaman” probleminden 11 puan alarak “bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenci, problemi okuyarak sürece başlamıştır. Öğrenci probleminden ne anladığını sözlü olarak kendi cümleleri ile ifade edebilmiştir. Ancak problem durumunda geçen “Neredeyse yılın çoğunu çalışarak işte geçiriyorum.” ifadesindeki yıl değişkenini dikkate almadığı görülmüştür. Bundan dolayı problemi bir ölçüde anladığı belirlenmiştir (PA2).

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne anladın probleminden?*

Lemur: *Beyza'nın annesi işte çok zaman geçirdiğini düşünüyor. İşte zamanın çok hızlı geçtiğini düşünüyor. Bizden istediği ise Beyza'nın annesinin haklı olup olmadığını bulmamızı ve çözüm yolunu bir mektupla yazmamızı istiyor?*

Araştırmacı/Öğretmen: *Hangi konuda haklı olup olmadığını?*

Lemur: *Zamanın çok hızlı geçtiğini düşünüyor. Bizden istediği ise Beyza'nın annesinin bu düşüncesinin doğru olup olmadığını bulmak.*

Öğrenci, problem durumunu ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceğine dair varsayımlarda bulunmuştur. Bunun için ilk olarak Beyza'nın annesinin mesleğinin ne olabileceğine karar vermiştir. Kendi babasının mesleğinden yola çıkarak Beyza'nın annesinin ziraat mühendisi olduğunu söylemiştir. Ardından belirlediği meslek doğrultusunda çalışma saatlerini yine kendi babasının çalışma saatlerine göre belirlemiştir. Bu doğrultuda babasının sabah 7’de işe gittiğini, akşam 17.00’da işten çıktığını ifade etmiştir. Bu süreçte öğrencinin bir yıl boyunca resmi tatiller, yıllık izin,

hafta sonu veya saat değişkenlerini göz önünde bulundurarak hesaplamalar yapması gerekmektedir. Bir başka deyişle öğrencinin resmi tatiller, yıllık izin kullanma durumu ve hafta sonlarının kaç güne denk geldiğini ve Beyza'nın annesinin işte kaç saat zaman geçirdiğini belirlemesi gerekmektedir. Bu sayede gerçekçi bir varsayım oluşturabilecektir. Ancak öğrenci ilk olarak günlük işte geçirilen zamanı ardından 1 yılda kaç gün işe gidildiğini dikkate alarak problemi bir ölçüde sadeleştirdiği ve bu kapsamda bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunduğu (PS3) belirlenmiştir.

Lemur: *Babam ziraat mühendisi. Ondan yola çıkayım. ... Bence haksız gibi geliyor çünkü yani okulda bana göre çok hızlı geçmiyor zaman.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Ama bunu bana göre diyerek yapabilir miyiz? Sayısal bir ispatımızın olması lazım. Örneğin baban kaçta işe gidiyor?*

Lemur: *Saat 7'de gidiyor.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Kaçta eve geliyor?*

Lemur: *5'te işten çıkıyor, 5.30'da evde oluyor.*

Matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecinde öğrenci, oluşturduğu varsayım doğrultusunda eksik matematiksel modeller oluşturarak (M2), oluşturduğu modelleri doğru çözmüştür (MOÇ3). Öğrencinin problemin çözüm sürecinde bir yıl boyunca resmi tatiller, yıllık izin kullanma durumu, hafta sonlarının kaç güne denk geldiği ve saat değişkenlerini göz önünde bulundurarak tablo oluşturması ve buna yönelik hesaplamalar yapması gerekmektedir. Ancak öğrenci ilk olarak günlük kaç saat işte zaman geçirildiğini bulmuştur. Bu kapsamda 12.00'ı merkeze alarak ilk önce 12.00'dan işe gidiş saati olan 07.00'ı çıkartarak 5; işten çıkış saati olan 17.00'dan 12.00'ı çıkartarak 5 sonucunu bulmuştur. Bu çıkarma işlemleri sonucunda bulduğu 5 sayılarını toplayarak toplam 10 saati, işte geçirilen zaman olarak ifade etmiştir. Ardından bu çözümünden vazgeçerek gün üzerinden hesaplamalar yapmaya başlamıştır. Bunun için 1 yılın 52 hafta olduğunu ve işe 5 gün gittiği için 52 ile 5'i çarparak 1 yılda kaç gün işe gidildiğini hesaplamıştır. Ardından 365'ten 260'ı çıkararak işe gitmediği günü bulmuştur.

Lemur: *5 'te işten çıkıyor, 5.30 'da evde oluyor.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Kaç saat işte olmuş oluyor baban?*

Lemur: *7 'de gidiyor ise (zihinden işlem yapıyor) 10 saat falan oluyor.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Matematiksel işlem ile gösterebilir misin?*

Lemur: *İlk önce ben 7 ile 12 arasındaki zamanı bulurum sonra 12 ile 5 arasındaki zamanı bulurum, sonra da ikisini toplarım.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam.*

(Öğrenci matematiksel işlemleri yapıyor. 12.00'dan 7.00'ı; 17.00'dan 12.00'ı çıkarıyor, daha sonra çıkan sayıları topluyor.)

Araştırmacı/Öğretmen: *1 günde kaç saat işteymiş?*

Lemur: *10 saat işteymiş.*

Araştırmacı/Öğretmen: *1 gün kaç saat?*

Lemur: *24 saat. O zaman günün 10 saati işteyse kalan zamanı 14 saat. 14 saatin 8 saati uyuyor ise ya da 7 saati, 7 saat evde oluyor gibi oluyor.*

Araştırmacı/Öğretmen: *7 saat mi evde oluyor? 1 gün 24 saat değil mi?*

Lemur: *O zaman 24'ten 10'u çıkartırsak (çıkarma işlemi yapıyor.)*

Araştırmacı/Öğretmen: *Babanın tatil günleri oluyor mu?*

Lemur: *2 gün, cumartesi pazar tatil. 1 yılda 52 hafta var. 52 ile 5 çarparsak...*

Araştırmacı/Öğretmen: *52 ile neden 5'i çarpacaksın?*

Lemur: *1 yılda kaç gün işe gittiğini buluruz. Sonra bunu 10'la çarparız desek ...*

Araştırmacı/Öğretmen: *İlk önce bul bakalım 1 yılda kaç gün işe gittiğini.*

Lemur: *52 ile 5'i çarpıyorum. 260 gün. Kalanı ise 365 günden çıkartırsak ... 105 gün.*

$$\begin{array}{r} 12,00 \\ - 07,00 \\ \hline 5,00 \end{array} + \begin{array}{r} 17,00 \\ - 12,00 \\ \hline 5,00 \end{array} = 10,00 \text{ saat}$$

$$\begin{array}{r} 24,00 \\ - 10,00 \\ \hline 14,00 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 52 \\ \times 5 \\ \hline 260 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 365 \\ - 260 \\ \hline 105 \end{array}$$

Görsel 15. Lemur'un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (birinci ara klinik)

Öğrenci, çıkarma işlemlerini yaptıktan sonra mektup yazmaya başlamıştır. Mektubunda Beyza'nın annesinin haklı olduğunu açıklamıştır. Beyza'nın annesinin 260 gün işe gittiğini, 105 gün işe gitmediğini ifade etmiştir. Sadece bu iki gün arasında bir başka deyişle bulduğu sayılar arasında karşılaştırma yaparak Beyza'nın annesinin işte daha çok zaman geçirdiğini ifade etmesi sebebiyle elde ettiği matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlamıştır (Y2).

Bence Beyza'nın annesi doğru düşünüyor. Çünkü benim işlerime göre bir yılın çoğunu işte geçiriyor. Onun için Beyza'nın annesini haklı düşünüyorum.

Görsel 16. Lemur'un mektubu (birinci ara klinik)

Öğrenci, ilk defa doğrulama yeterliğini ortaya koymuştur. Bu süreçte yaptığı matematiksel işlemleri kontrol etmiştir. Ayrıca problemi bir ölçüde anladığı için eksik matematiksel modeller oluşturmaya rağmen yaptığı hataları fark edememiştir. Bundan dolayı doğrulama yaklaşımında bulunmuş, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmemiştir (D5).

Araştırmacı/Öğretmen: *Bitti mi?*

Lemur: *Ne olur ne olmaz kontrol edeyim.*

ancak hataları olmasına rağmen bu hataları düzeltmemiştir (D5).

4.4.3. Yunus'un Birinci Ara Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular

Yunus'un *İşte Zaman* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencinin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 32'de öğrencinin *İşte Zaman* matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldığı puanlara yer verilmiştir.

Tablo 32.

Yunus'un Birinci Ara Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
İşte Zaman	Problemi Anlama	Düzy 2	1
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 3	2
	Matematikselleştirme	Düzy 2	1
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 3	2
	Yorumlama	Düzy 2	1
	Doğrulama	Düzy 5	4
	Toplam		11

Tablo 32'de görüldüğü üzere Yunus "*İşte Zaman*" probleminden 11 puan olarak "*bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip*" olarak değerlendirilmiştir. Öğrenci, problemi okuyarak sürece başlamıştır. Öğrenci probleminden ne anladığını sözlü olarak kendi cümleleri ile ifade edebilmiştir. Ancak problem durumundaki görselde yer alan resmi yorumlayarak Beyza'nın annesinin çok yoğun olduğunu söylemiştir. Ardından araştırmacı/öğretmenin "*Resme bakarak yorumlamak sence bizi doğru sonuca götürür mü? Matematiksel işlemlerimiz nerede?*" söyleminden sonra babasının çalışma saatleri doğrultusunda düşünmeye başlamıştır. Bundan dolayı problemi bir ölçüde anladığı (PA2) belirlenmiştir.

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne anladın probleminden?*

Yunus: *Şimdi öğretmenim Beyza'nın annesi işte çok fazla vakit geçirdiğini düşünüyormuş. Neredeyse yılın %90'ını işte geçirdiğini düşünüyormuş. Beyza'nın annesinin haklı olup olmadığını ona bir mektup ile açıklamamı istiyor.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Nasıl çözebilirsin sence?*

Yunus: *Öğretmenim resme baktığımda Beyza'nın annesi çok yoğun. Bir yandan bilgisayar açık, bir yandan dosyalar, bir yandan kahve içiyor uykusunu açmak için. Bence Beyza'nın*

annesi haklı işte çok zaman geçiriyor.

Araştırmacı/Öğretmen: *Resme bakarak yorumlamak sence bizi doğru sonuca götürür mü? Matematiksel işlemlerimiz nerede?*

Yunus: *Götürmez ama yine de yoğun gibi.*

Öğrenci, problem durumunu ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceğine dair varsayımlarda bulunmuştur. Bunun için ilk olarak Beyza'nın annesinin mesleğinin ne olabileceğine karar vermiştir. Kendi babasının mesleğinden yola çıkarak Beyza'nın annesinin bir fabrikanın müdür yardımcısı olduğunu söylemiştir. Ardından belirlediği meslek doğrultusunda çalışma saatlerini yine kendi babasının çalışma saatlerine göre belirlemiştir. Bu doğrultuda babasının sabah 8.00-8.30 civarında işe gittiğini, akşam 18.30-19.00 civarında işten çıktığını ifade etmiştir. Bu süreçte öğrencinin bir yıl boyunca resmi tatiller, yıllık izin, hafta sonu veya saat değişkenlerini göz önünde bulundurarak hesaplamalar yapması gerekmektedir. Bir başka deyişle öğrencinin resmi tatiller, yıllık izin kullanma durumu ve hafta sonlarının kaç güne denk geldiğini ve Beyza'nın annesinin işte kaç saat zaman geçirdiğini belirlemesi gerekmektedir. Bu sayede gerçekçi bir varsayım oluşturabilecektir. Ancak öğrenci sadece günlük çalışma saatlerini dikkate alarak problemi bir ölçüde sadeleştirdiği ve bu kapsamda bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunduğu (PS3) belirlenmiştir.

Araştırmacı/Öğretmen: *Annen veya baban çalışıyor mu?*

Yunus: *Babam çalışıyor. Türkiye'nin ilk 3'te sıralanan kireç fabrikalarının birinde müdür yardımcısı.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Baban ne zaman işe gidiyor?*

Yunus: *8-8.30 gibi.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Eve kaçta geliyor?*

Yunus: *6.30-7 gibi.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Bu şekilde hesaplayabilir misin? Günde kaç saat işte kaç saat işte değil?*

Yunus: *Şimdi babamın bir de şöyle bir şeyi var öğretmenim. Babamın işletmesi Ceyhan ve Seyhan'ın arasında. Oraya gitmek için de bir yarım saat yol gidiyor. Toplamda işletmede geçirdiği zamandan yarım saat daha azaltmam gerekiyor.*

(Matematiksel işlem yapmaya başladı)

Matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecinde öğrenci, oluşturduğu varsayım doğrultusunda eksik matematiksel modeller oluşturarak (M2), oluşturduğu modelleri doğru çözmüştür (MOÇ3). Öğrencinin problemin çözüm sürecinde bir yıl boyunca resmi tatiller, yıllık izin kullanma durumu, hafta sonlarının kaç güne denk geldiği ve saat değişkenlerini göz önünde bulundurarak tablo oluşturması ve buna yönelik hesaplamalar yapması gerekmektedir. Ancak öğrenci ilk olarak günlük kaç saat işte zaman geçirildiğini bulmuştur. Bu kapsamda işten çıkış saati olan 18.30'dan, işe gidiş saati olan 08.00'ı çıkarmıştır. İşe gidiş saatini hesaplarken babasının kardeşini sabah okula bıraktığını söylemiş ve bu duruma göre işe gidiş saatini 08.30 yerine 08.00 olarak belirlemiştir. Benzer şekilde babası işe giderken ve işten çıkarken yol süresi yarım saat sürdüğünü ifade ederek bu süreyi işte geçirdiği süreden azaltacağını ifade etmiştir. Bundan dolayı 18.30'dan, 08.00'ı çıkararak 10.30 saat süre bulmuştur. Yolda da yarım saati geçtiği için 10.30'dan, 30 dakikayı çıkararak işte geçen zamanı 10 saat olarak bulmuştur. Ardından 1 yılda 52 hafta olduğunu belirterek, 52'yi 2 ile çarpacağını söylemiştir. Bunun sebebini ise 1 yılda kaç gün hafta sonu olduğunu bulmak olarak açıklamıştır. 52 ile 2'yi çarptıktan sonra bulduğu 104 sayısını, 365'ten çıkartarak 261 gün bulmuştur. Bulduğu 261 gün, işe gittiği günlerin sayısı olarak ifade etmiştir. Ardından işte geçirdiği süre olan 10 saati, 261 ile çarparak 2610 sayısını bulmuştur. Bulduğu 2610 saati, 1 yılda işte geçirilen süre olarak ifade etmiştir. Ancak işte geçirmediği saat süresini bulmadığı için eksik matematiksel model oluşturmuştur.

Yunus: Şimdi babamın bir de şöyle bir şeyi var öğretmenim. Babamın işletmesi Ceyhan ve Seyhan'ın arasında. Oraya gitmek için de bir yarım saat yol gidiyor. Toplamda işletmede geçirdiği zamandan yarım saat daha azaltmam gerekiyor.

(Matematiksel işlem yapmaya başladı)

Yunus: İşten 18.30'da geldiğini düşünsem, şimdi bir de 8.30-8.15 gibi evden çıktığına göre çünkü bir de kardeşimi okula bırakıyor sabahçı olduğu için 8'de çıksa, böyle bir çıkarma işlemi yapsam (18.30'dan 08.00'i çıkarıyor) 10.30 saat işte çalışıyor bir de bunun yarım saati yolda o zaman toplam olarak 10 saat işte çalışıyor. Şimdi 10 saat işte çalışıyorsa 365 günde çarpmam lazım.

Araştırmacı/Öğretmen: *Baban, 365 günün hepsinde mi işe gidiyor?*

Yunus: *Hayır 1 dk. 1 yılda 52 hafta var. 52 ile 2'yi çarpacağım.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Niye?*

Yunus: *Çünkü toplamda 2 tane hafta sonu var. Çarptığım zaman 104 ediyor.*

Araştırmacı/Öğretmen: *104 ne?*

Yunus: *Babamın tatil yaptığı günler.*

(365'ten 104'ü çıkarıyor)

Araştırmacı/Öğretmen: *Bulduğun 261 nedir?*

Yunus: *İşe gittiği günler. İşte 10 saat geçiriyor. İşte 10 saat geçirdiğine göre 10 ile çarpmam lazım.*

Araştırmacı/Öğretmen: *O zaman neyi buldun?*

Yunus: *1 yılda işte geçirdiği saat.*

(10 ile kısa çarpma yaparak 261'in yanına doğrudan 0 ekliyor ve 2610 buluyor)

Handwritten mathematical work on a piece of paper. The work shows three calculations:

$$\begin{array}{r} 1830 \\ - 800 \\ \hline 1030 \\ - 30 \\ \hline 1000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 365 \\ \times 2 \\ \hline 730 \\ + 104 \\ \hline 834 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 365 \\ - 104 \\ \hline 261 \\ \times 10 \\ \hline 2610 \end{array}$$

Below the multiplication, it says "2610 saat işte geçiriyor".

Görsel 17. Yunus'un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (birinci ara klinik görüşme)

Öğrenci, çıkarma işlemlerini yaptıktan sonra mektup yazmaya başlamıştır. Mektubunda Beyza'nın annesinin haklı olduğunu açıklamıştır. "2610 saat işte geçiriyor. Şimdi 261 gün işe gittiğine göre ve de 261 gün toplam olarak 2610 saat işte geçirdiğine göre Beyza'nın annesinin işte geçirdiği doğru yani kurduğu cümle doğru." ifadesinde bulunmuştur. Sadece sayılar arasında karşılaştırma yaparak Beyza'nın annesinin işte daha çok zaman geçirdiğini ifade etmesi sebebiyle elde ettiği matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlamıştır (Y2).

Merhaba, Sevgili Beyzâ'nın Annesi,
 Benim hesaplarıma göre senin dışıadığın ve kurduğun
 cümle doğru çünkü senin yolda toplam 2670 saat
 çalıştığını buldum ya da çoğunun işte geçirdiğini buldum
 ve senin çok haklı buluyorum.

imza: Yunus F

Görsel 18. Yunus'un mektubu (birinci ara klinik görüşme)

Öğrenci, ilk defa doğrulama yeterliğini ortaya koymuştur. Bu süreçte hem problemi yeniden okuyarak anlamaya çalışmış hem de yaptığı matematiksel işlemleri kontrol ettiği için doğrulama yaklaşımında bulunmuştur. Ancak eksik matematiksel modeller oluşturmaya rağmen yaptığı hataları fark edememiştir. Bundan dolayı doğrulama yaklaşımında bulunmuş, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmemiştir (D5).

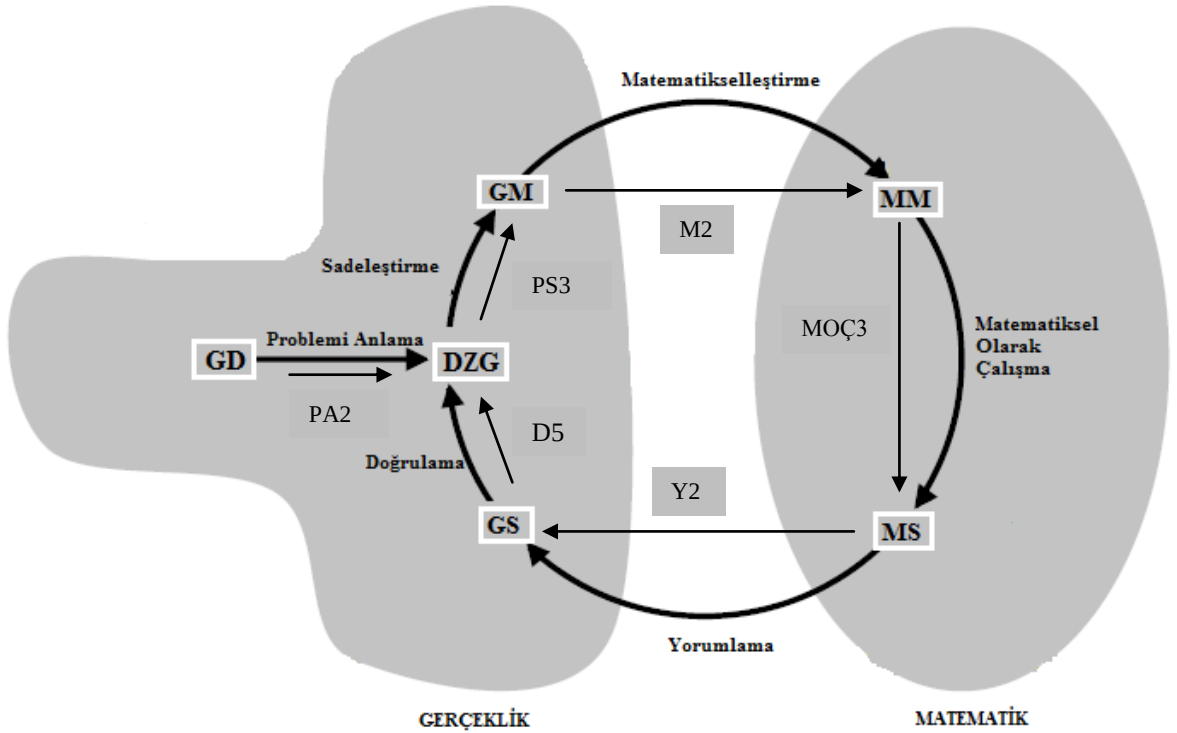
Araştırmacı/Öğretmen: *Peki biz çözümümüzü bitirdikten sonra ne yapıyorduk?*

Yunus: *Çözümümüzü bitirdikten sonra kontrol ediyorduk.*

(Problemi tekrar okuyor, yaptığı işlemleri kontrol ediyor.)

Yunus: *doğru çözmüşüm.*

Aşağıda Yunus'un birinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması Şekil 30'da sunulmuştur.



Şekil 30. Yunus'un birinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması

Şekil 30'da görüldüğü gibi Yunus eksikleri olmasına rağmen ilk defa döngüsel bir modelleme süreci geçirmiştir. Öğrenci probleminden ne anladığını sözlü olarak kendi cümleleri ile ifade edebilmiştir (PA2). Ancak öğrenci sadece günlük çalışma saatlerini dikkate alarak problemi bir ölçüde sadeleştirdiği ve bu kapsamda bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunduğu (PS3) belirlenmiştir. Matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecinde öğrencinin, eksik matematiksel modeller oluşturduğu (M2) ve oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözdüğü (MOÇ3) görülmüştür. Elde ettiği matematiksel çözümler doğrultusunda sayılar arasında karşılaştırma yaparak Beyza'nın annesinin işte daha çok zaman geçirdiğini ifade etmesi sebebiyle elde ettiği matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlamıştır (Y2). Öğrenci, ilk defa doğrulama yeterliğini ortaya koymuştur. Bu süreçte hem problemi yeniden okuyarak anlamaya çalışmış hem de yaptığı matematiksel işlemleri kontrol ettiği için doğrulama yaklaşımında bulunmuştur. Ancak eksik matematiksel modeller oluşturmaya rağmen yaptığı hataları fark edememiştir. Bundan dolayı doğrulama yaklaşımında bulunmuş, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmemiştir (D5).

4.5. Üçüncü Öğretim Bölümüne İlişkin Bulgular

Öğrencilerin gruplar halinde yapmış oldukları çözüm süreçleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri ile üçüncü öğretim bölümünün uygulama süreci ve araştırmacı/öğretmenin rolüne ilişkin bulgular bu bölümde sunulmuştur. Üçüncü öğretim bölümünde “Robot Süpürge Alıyoruz!” model oluşturma etkinliği iki gruba uygulanmıştır. Bu etkinlikte “düşün-eşleş-paylaş” tekniği kullanılmıştır. Etkinlik için öğrencilere ilk olarak tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları sunulmuştur. Bu süreç tamamlandıktan sonra iki gruba Robot Süpürge Alıyoruz! matematiksel modelleme problemi verilmiştir.

4.5.1. Black Grubuna Ait Bulgular

Black grubuna Robot Süpürge Alıyoruz! matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencilerin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 33’de öğrencilerin Robot Süpürge Alıyoruz! matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldıkları puanlara yer verilmiştir.

Tablo 33.

Black Grubunun Üçüncü Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Robot Süpürge Alıyoruz!	Problemi Anlama	Düzy 5	4
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 3	2
	Matematikselleştirme	Düzy 2	1
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 3	2
	Yorumlama	Düzy 1	0
	Doğrulama	Düzy 5	4
	Toplam		13

Tablo 33’de görüldüğü üzere Black grubu “*Robot Süpürge Alıyoruz*” matematiksel modelleme probleminde 13 puan alarak “*kabul edilebilir ölçüde modelleme yeterliğine sahip*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenciler ilk olarak grup içerisinde problemi bireysel olarak okuyarak sürece başlamışlardır. Problemden nelerin verildiği, bizden ne istendiği, problemi nasıl çözebileceklerini düşünerek okumaları ve küçük notlar almaları gerektiği araştırmacı tarafından söylenmiştir. Bu kapsamda öğrenciler problem durumunda önemli gördükleri yerleri renkli kalemle işaretlemişlerdir. Öğrenciler “... ses seviyesi az olan, çalışma süresi ve emiş gücü ideal olan ve iş yükü olarak haftalık temizlik süresini minimuma indirebilecek bir süpürge

almak istemektedir. Ayrıca süpürge için kısıtlı bir bütçeleri bulunmaktadır.” ifadelerini renkli kalem ile çizmişlerdir. Ayrıca problemi kendi cümleleriyle sözlü olarak ifade ettiklerinde ses seviyesine, çalışma süresine, emiş gücüne, halının kalın olma ihtimalini düşünerek aşılabılır engel seviyesine, haftalık temizlik süresini minimuma indirmeleri gerektiği için yer silme özelliğine ve fiyatına dikkat etmeleri gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu sebeple problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verdikleri, verilenleri ve istenenleri belirledikleri ve aralarında ilişki kurabildikleri (PA5) görülmüştür.

Kaktüs: Emiş gücü güçlü olmalı, fiyatının pahalı olmaması gerekiyor.

Lemur: Bu robot çok pahalı olmayacak, ailenin bütçesine uygun olmalı. Evi güzel temizleyecek güzel bir robot olmalı. Bizden istediği ise ilk tercih edilmesi ve son tercih edilmesine göre sıralayacağız.

Yunus: Ben burada fiyatın uygun olması, ardından emiş gücünün ve çalışma süresinin ideal olmasını ve ses seviyesinin az olması yani çalıştığı zaman sesi düşük olacak.

Ayçiçeği: Ucuz olması, sesinin düşük olması gerekiyor.

Araştırmacı/Öğretmen: Şimdi Özlü ailesinin istekleri var. Bunu her iki grupta belirledi. Bu isteklere göre nasıl bir sıralama yapacaksınız onu bulacaksınız.

Kaktüs: Yer silme özelliği olmalı. Çünkü haftalık temizlik yapacak.

Yunus: İnceleyelim bi tabloyu.

Lemur: Bence 2 cm'den az almayalım.

Ayçiçeği: Evet, halının kalınlığını bilemeyiz, her ihtimali düşünmemiz gerek.

Öğrenciler probleminden neler anladıklarını tek tek sözlü olarak eşleştikleri arkadaşlarına ardından grup arkadaşlarına ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceklerini tartışmaya başlamışlardır. İlk olarak herhangi bir matematiksel işlem yapmadan kendi evlerinde bulunan Xiaomi Mi Vacuum Mop Pro marka robot süpürgeyi seçmeye karar vermişlerdir. Bu problemi çözerken nasıl bir matematiksel işlem

yapılabileceğini anlayamamışlardır. Ardından Özlü ailesinin istekleri doğrultusunda tablodaki bilgileri yorumlaya başlamışlardır. İlk olarak emiş gücü değişkenini incelemişlerdir. Tefal marka robot süpürge'nin emiş gücünün iyi olduğuna ancak fiyatının pahalı olduğunu tartışmışlardır. Ardından araştırmacı/öğretmenin verdiği bir örnek ile değişkenlerin değerlerine göre bir sıralama yapmaya karar vermişlerdir. Bir başka deyişle öğrenciler her bir özelliği, 1'den başlayarak sıralamaya başlamışlardır. Bu sebeple problemi sadeleştirdikleri ve bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulundukları belirlenmiştir (PS3). Öğrencilerin gerçekçi varsayımda bulunabilmeleri için her bir kategoriyi kendi içinde değerlendirerek en yüksek puana 10, en düşük puana 1 verecek şekilde sıralama yapmaları gerekmektedir. Örneğin Özlü Ailesi, ses seviyesi az olan bir robot süpürge istedikleri için ses seviyesi en düşük olana 10 puan vermeleri gerekmektedir. Ancak öğrenciler bu puanlamanın tam tersini yaparak ses seviyesi en düşük olana 1 puan vermişlerdir.

Yunus: *İnceleyelim bi tabloyu.*

Lemur: *Bence 2 cm'den az almayalım.*

Ayçiçeği: *Evet, halının kalınlığını bilemeyiz, her ihtimali düşünmemiz gerek.*

Lemur: *Öğretmenim bence şu robotu (Xiaomi Pro) seçebiliriz.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Ama bizim matematiksel işlemler yapmamız gerekiyor dimi.*

Yunus: *Nasıl yapacağız öğretmenim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Bana göre bu diyerek çözemeyiz. Diyelim ki siz bir robot süpürge alacak olsaydınız neye bakardınız?*

Yunus: *Fiyatına.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Fiyatına baktınız. Elinizde 10 tane süpürge var. Nasıl sıralardınız?*

Kaktüs: *Ucuzdan pahalıya göre.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Şimdi bize söylenen birden fazla istek var.*

Yunus: *Ses seviyesi az olan, çalışma süresi ve emiş gücü ideal olan ve iş yükü olarak haftalık temizlik süresini minimuma indirebilecek bir süpürge.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Evet, 3 veya 4 değişkenimiz var. Çalışma süresi ve emiş gücü ideal olan derken ne demek istiyor?*

Lemur: *İyi olan.*

Araştırmacı/Öğretmen: *İş yükü olarak haftalık temizlik süresini minimuma indirebilecek bir süpürge derken?*

Yunus: *Mesela bir insanın haftalık temizlik süresini minimuma yani aza indirecek.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Evet, peki bunu minimuma indirecek özellik ne olabilir sizce?*

Kaktüs, Lemur, Yunus: *Yer silme.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Evet. O zaman şimdi hangi isteklerini dikkate aldınız?*

Kaktüs: *Yer silme, sesinin az olması, aşılabılır engel bence çok önemli halısı varsa ve halısının kalınlığı fazla ise ona dikkat etmemiz gerekir.*

Lemur: *Ses seviyesinin çok olmaması gerekiyor. Çalışma süresi de iyi olmalı.*

Kaktüs: *Peki şimdi biz buna nasıl matematiksel işlem yapacağız?*

Araştırmacı/Öğretmen: *Bir düşünün bakalım. Beyin fırtınası yapalım.*

Yunus: *Arkadaşlar en fazla emiş gücü Tefal.*

Lemur: *Evet.*

Kaktüs: *Ama çok pahalı. Ve çok ses çıkartıyor.*

Yunus: *Tefal'i direk eyleyim mi ne dersiniz?*

Kaktüs: *Hayır hemen elemeyelim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Sıralama diyor sıralamayı nasıl bulabiliriz?*

Yunus: *Aradaki farkı bularak.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Başka?*

Lemur: *Fiyat farkıyla.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Şöyle diyelim sen matematikten 90 aldın, Lemur 95 aldı, Kaktüs 85, Ayçiçeği'de 83 aldı. Bunu nasıl sıralarsınız?*

Kaktüs: *Büyüktür, küçüktür.*

Yunus: *Büyükten küçüğe doğru.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Büyükten küçüğe doğru sıralarken neye göre sıraladım?*

Yunus: *Sınav puanına göre.*

Araştırmacı/Öğretmen: *O zaman buradan bir düşünün bakalım.*

Kaktüs: *O zaman biz de bunu kullanım özelliklerine göre mi sıralayacağız. Ama matematiksel işlem yok.*

Araştırmacı/Öğretmen: *İpucu verdim. Bizim 4 tane değişkenimiz var. Bunları nasıl sıralayabilirsiniz?*

Yunus: *Önce özelliklerine bakarız.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Sıralayın bakalım.*

Yunus: *Ben ses seviyesini sıraladım. Aynı olanlara aynı sıra numarasını verdim.*

Kaktüs: *Evet, aynı olanlar aynı sıra.*

(Öğrenciler her bir özelliği, 1’den başlayarak sıralıyor.)

Öğrenciler matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde tablodaki her bir özelliğe 1’den başlayarak puan vermişlerdir. Bir başka deyişle her bir kategoriye küçükten büyüğe doğru sıralayacak şekilde puanlamışlardır. Problemi çözmek için buldukları strateji doğru olmasına rağmen yanlış bir puanlama sırası yaptıkları için hatalı matematiksel modeller oluşturmuşlardır. Öğrencilerin gerçekçi varsayımda doğrultusunda doğru matematiksel modeller oluşturabilmeleri için dikkate almaları gereken her bir kategoriye kendi içinde değerlendirerek en yüksek puana 10, en düşük puana 1 verecek şekilde sıralama yapmaları gerekmektedir. Örneğin Özlü Ailesi, “ses seviyesi az olan, çalışma süresi ve emiş gücü ideal olan” yönergelerinden yola çıkarak öğrenciler sadece ses seviyesi, çalışma süresi ve emiş gücü değişkenlerini dikkate alarak problemi çözmeye karar verebilirlerdi. Bu doğrultuda ses seviyesi en düşük olana 10 puan vererek 10’dan geriye doğru robot süpürgenin ses seviyesi kategorisini puanlamaları gerekmektedir. Benzer şekilde çalışma süresi ve emiş gücü en yüksek olana 10 puan vererek 10’dan geriye doğru robot süpürgenin çalışma süresi ve emiş gücü kategorilerini puanlamaları gerekmektedir. Bu hatalarından dolayı öğrenciler, bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda hatalı matematiksel modeller oluşturmuşlardır (M2). Ancak hatalı oluşturdukları matematiksel modelleri doğru

çözmüşlerdir (MOÇ3). Bu süreçte öğrencilerin belirledikleri kategorilere verdikleri puanları toplayarak robot süpürgeleri aldıkları puanlara göre sıralamaları gerekmektedir. Bu doğrultuda öğrenciler her bir kategoriye verdikleri puanları doğru olarak toplamışlardır. Ardından her bir robot süpürgeyi aldıkları puanlara göre en yüksek puandan en düşük puana doğru sıralamışlardır.

Araştırmacı/Öğretmen: Ne yaptınız?

Lemur: Öğretmenim, biz daha yüksek olana 1 numara verdik. Ve o şekilde sıraladık.

Yunus: Hepsini dikkate alarak yapıyoruz.

Araştırmacı/Öğretmen: Sonra ne yapacaksınız peki?

Lemur: Bence hepsinin numaralarını toplamamız gerekiyor.

Araştırmacı/Öğretmen: Tamam yapın bakalım.

(Öğrenciler her bir robot süpürgeyi özelliklerine göre verdikleri puanı topluyor. Kaktüs, Lemur ve Ayçiçeği toplama işlemlerini yapıyor, Yunus kontrol ediyor.)

Özlu ailesine bir mektup ile açıklamalısınız.

İlk ve son tercih edilen

Robot Süpürge Bilgileri							
Marka	Emiş Gücü	Aşılabilir Engel Seviyesi	Yer Silme Özelliği	Ses Seviyesi	Çalışma Süresi	Fiyat	
Roborock S5 Max Vacuum Cleaner	2000 Pa	2 cm	Var	60 dB	180 dk	6.999 TL	6
Xiaomi Mi Vacuum Mop Pro	2100 Pa	2 cm	Var	40 dB	120 dk	5.199 TL	2
Xiaomi Viomi V3	2600 Pa	2 cm	Yok	65 dB	120 dk	5.699 TL	3
Tefal RG7675 X-Plorer Serie 75	2700 Pa	1 cm	Var	65 dB	120 dk	8.499 TL	7
iRobot Roomba I3	2400 Pa	2 cm	Yok	58 dB	75 dk	6.499 TL	4
Arzum Robot Akıllı Süpürge Robotek X2	2000 Pa	2 cm'den az	Var	65 dB	110 dk	3.999 TL	1
Arçelik Rs 9034 Hm Robot Süpürge	2000 Pa	2 cm	Var	65 dB	150 dk	6.599 TL	5
Roidmi Eve Vacuum Mop	2700 Pa	2 cm'den az	Var	70 dB	250 dk	6.999 TL	6

Handwritten calculations on the left side of the table:

4
1
3
2
+6
17

5
1
1
1
1
4
+2
14

Handwritten calculations below the table:

27
27
4
4
+3
16

13
13
4
5
+7
21

37
27
27
+4
19

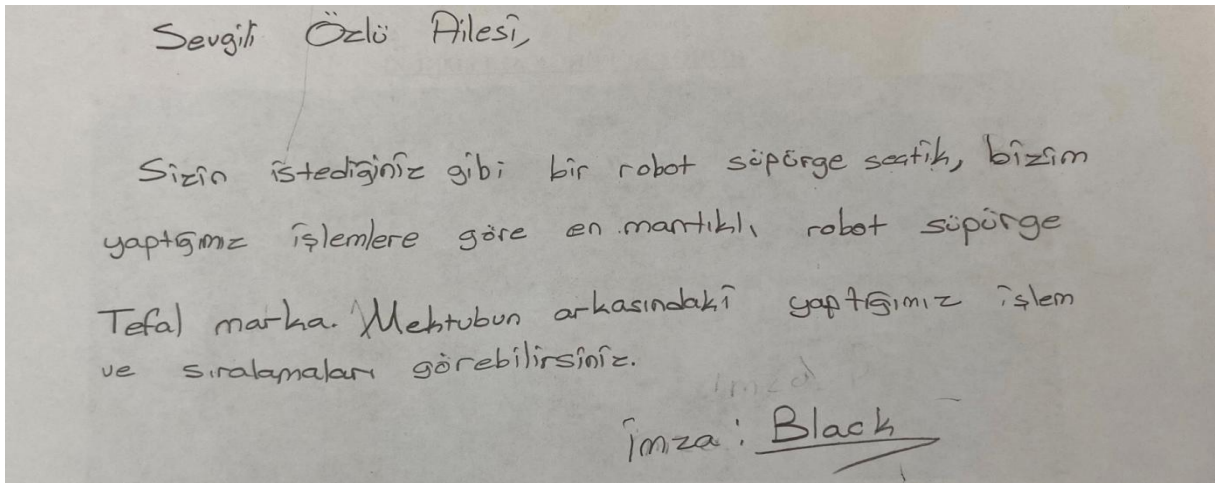
41
27
4
6
+1
18

41
11
4
3
+5
18

11
11
1
5
+6
16

Görsel 19. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (üçüncü öğretim bölümü)

Öğrenciler elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlayamamışlardır. Sadece elde ettikleri puanlar doğrultusunda sıralama yaparak hangi robot süpürgeyi seçtiklerine karar vermişlerdir. Robot süpürgeleri neye göre sıraladıklarını ve seçmeleri gereken robot süpürgeyi neden ve nasıl seçtiklerini açıklamadıkları için elde ettikleri matematiksel çözümü yorumlamamışlardır (Y1). Ancak öğrenciler ilk defa mektubu doğru bir şekilde yazabilmişlerdir. İkinci öğretim bölümünde kullanılan mektup taslağında yer alan bilgilerin hepsine yazdıkları mektup içerisinde yer vermişlerdir.



Görsel 20. Black grubunun mektubu (üçüncü öğretim bölümü)

Black grubu süreç içerisinde doğrulama yeterliğini ortaya koymuştur. Öğrenciler problemi çözerken görev dağılımı yaparak Yunus'a işlemleri kontrol etme görevi vermişlerdir. Öğrenciler seçmeleri gereken robot süpürgeyi belirledikten sonra yaptıkları kontrol işleminde, Tefal marka robot süpürge'nin pahalı olduğunu fark etmişlerdir. Ancak grup üyelerinden Kaktüs "Ama bütün toplamalara göre o çıkıyor. Ve bütçenin en olduğunu söylemiyor ki. Belki fazla bütçeleri var. En ucuzunu seçmek zorunda değiliz bence." söyleminde bulunarak grup arkadaşları bu fikirlerinden vazgeçmişlerdir. Öğrenciler matematiksel işlemlerini kontrol etmelerine rağmen çözüm sürecinde yaptıkları puanlama hatasını fark edemedikleri için doğrulama yaklaşımında bulundukları ancak hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmedikleri (D5) görülmüştür.

4.5.2. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubuna Ait Bulgular

Dörtlü Beyin Fırtınası grubuna Robot Süpürge Alıyoruz! matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencilerin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 34’te öğrencilerin Robot Süpürge Alıyoruz! matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldıkları puanlara yer verilmiştir.

Tablo 34.

Dörtlü Beyin Fırtınası Grubunun Üçüncü Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Robot Süpürge Alıyoruz!	Problemi Anlama	Düzy 3	2
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 2	1
	Matematikselleştirme	Düzy 2	1
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 2	1
	Yorumlama	Düzy 1	0
	Doğrulama	Düzy 5	4
	Toplam		9

Tablo 34’te görüldüğü üzere Dörtlü Beyin Fırtınası grubu “*Robot Süpürge Alıyoruz*” matematiksel modelleme probleminden 9 puan alarak “*bir ölçüde modelleme yeterliğine sahip*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenciler ilk olarak grup içerisinde problemi bireysel olarak okuyarak sürece başlamışlardır. Problemde nelerin verildiği, bizden ne istendiği, problemi nasıl çözebileceklerini düşünerek okumaları ve küçük notlar almaları gerektiği araştırmacı tarafından söylenmiştir. Bu kapsamda öğrenciler problem durumunda önemli gördükleri yerleri renkli kalemle işaretlemişlerdir. Öğrenciler “... ses seviyesi az olan, çalışma süresi ve emiş gücü ideal olan ve iş yükü olarak haftalık temizlik süresini minimuma indirebilecek bir süpürge almak istemektedir. Ayrıca süpürge için kısıtlı bir bütçeleri bulunmaktadır. ... ilk tercih edilmesi gerekenden son tercih edilmesi gerekene doğru bir sıralama listesi” ifadelerini renkli kalem ile çizmişlerdir. Ayrıca problemi kendi cümleleriyle sözlü olarak ifade ettiklerinde ses seviyesine, çalışma süresine, emiş gücüne, haftalık temizleme süresine ve fiyatına dikkat etmeleri gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu sebeple problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verdikleri, verilenleri ve istenenleri belirledikleri ancak aralarında yanlış ilişki kurdukları (PA3) görülmüştür.

Yıldız Çiçeği: *Özlu ailesi robot süpürge almak istiyorlar. Ses seviyesi az olan, çalışma süresi ve emiş gücü ideal olan bir*

süpürge istiyorlar. Ve bütçeleri de kısıtlıymış.

Zambak: *Özlü ailesi robot süpürge almak istiyor. Ve onun da özellikleri var. Emiş gücü, ses seviyesi ve haftalık temizleme süresi ve bütçeleri kısıtlı. En iyisini nasıl alacağımızı bulmamızı istiyor. Ve sıralamamızı istiyor.*

Aslanağzı: *Özlü ailesi robot süpürge almak istiyorlar. Ses seviyesi az olan, çalışma süresi ve emiş gücü ideal olan bir süpürge istiyorlar. Ve bütçeleri de kısıtlıymış.*

Orkide: *Özlü ailesi robot süpürge almak istiyorlar. Ses seviyesi az olan, çalışma süresi ve emiş gücü ideal olan bir süpürge istiyorlar. Ve belirli bütçeleri var. İlk tercih edilmesi gerekenden son tercih edilmesine doğru sıralamamızı istiyor.*

Öğrenciler probleminden neler anladıklarını tek tek sözlü olarak eşleştikleri arkadaşlarına ardından grup arkadaşlarına ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceklerini tartışmaya başlamışlardır. İlk olarak herhangi bir matematiksel işlem yapmadan tablodaki bilgiler doğrultusunda yorumlamalarda bulunmuşlardır. “Öğretmenim bence, bizde burada istediklerine en uygun olanı işaretleyip ondan sonra diğerlerine bakarak çözebiliriz.” şeklinde bir çözüm stratejisi geliştirerek eleme yöntemiyle problemi çözmeye başlamışlardır. Öğrenciler hangi değişkenleri dikkate almaları gerektiğini belirlemelerine rağmen problemi bir ölçüde sadeleştirdikleri ancak yanlış varsayımlarda bulundukları belirlenmiştir (PS2). Öğrencilerin gerçekçi varsayımda bulunabilmeleri için her bir kategoriye kendi içinde değerlendirerek en yüksek puana 10, en düşük puana 1 verecek şekilde sıralama yapmaları gerekmektedir. Örneğin Özlü Ailesi, ses seviyesi az olan bir robot süpürge istedikleri için ses seviyesi en düşük olana 10 puan vermeleri gerekmektedir.

Araştırmacı/Öğretmen: *Siz nelere dikkat edeceksiniz? Özlü ailesi hangi özellikleri istemiş?*

Yıldız Çiçeği: *Özlü ailesi ses seviyesi az olan, çalışma süresi ve emiş gücü ideal olan ve iş yükü olarak haftalık temizlik süresini minimuma indirebilecek bir süpürge istiyor.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Çalışma süresi ve emiş gücü ideal olan derken, buradaki “ideal olan” ne anlama geliyor?*

Zambak: *Normal, çok düşükte değil çok yüksekte değil orta olan.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki, haftalık temizlik süresini minimuma indirebilecek derken ne demek istiyor olabilir?*

Aslanağzı: *Düşük.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Yani?*

Aslanağzı: *Çok fazla çalışmayan.*

Orkide: *Haftada çok çalışmaması.*

Yıldız Çiçeği: *Bir de bütçeleri kısıtlıymış. Uygun fiyatlı olanı istiyorlar.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki, siz bu tablodaki hangi bilgileri ele alacaksınız?*

Zambak: *Öğretmenim bence, bizde burada istediklerine en uygun olanı işaretleyip ondan sonra diğerlerine bakarak çözebiliriz.*

Öğrenciler matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde tablodaki her bir özelliği tek tek inceleyerek eleme yöntemiyle robot süpürgeleri sıralamaya başlamışlardır. İlk olarak robot süpürgeleri 1'den 8'e kadar numaralandırmışlardır.

Marka
Roborock S5 Max Vacuum Cleaner
Xiaomi Mi Vacuum Mop Pro
Xiaomi Viomi V3
Tefal RG7675 X-Plorer Serie 75
iRobot Roomba I3
Arzum Robot Akıllı Süpürge Robotek X2
Arçelik Rs 9034 Hm Robot Süpürge
Roidmi Eve Vacuum Mop

Ses seviyesi değişkenine bakarak en düşük ses seviyesine sahip olan robot süpürgeyi (Xiaomi Mi Vacuum Mop Pro) 1. sıraya yerleştirmişlerdir. Ardından 2. sırada

olması gereken robot süpürgeyi bulurken fiyat değişkenini dikkate almışlar ve tercih edilmemesi gereken süpürgeleri belirlemişlerdir. Bu doğrultuda 1., 4., 5., ve 6. sırada yer alan süpürgeleri elemişlerdir. Aynı zamanda bu eleedikleri robot süpürgeleri aşılabilir engel seviyesi ve çalışma süresi bakımından da değerlendirmişlerdir. Bu noktada araştırmacı/öğretmen masaya gelerek “*O zaman benim temizlik süremi minimuma indirecek özellik ne olabilir?*” sorusunu yönelttikten sonra öğrenciler yer silme özelliğine de bakmaya karar vermişlerdir. Ardından ses seviyesi değişkenine tekrardan bakmaya başlayarak 7. sırada olan robot süpürge (Arçelik Rs 9034 Hm Robot Süpürge) 2. sırada olmasına karar vermişlerdir. Ardından emiş gücüne hiç bakmadıklarını fark ederek emiş gücüne bakmaya başlamışlardır. 1. sırada yer alan robot süpürge (Roborock S5 Max Vacuum Cleaner) emiş gücünün ideal olduğunu yorumlayıp 3. sıraya yerleştirmişlerdir. Ardından araştırmacı/öğretmen masaya gelerek nereye göre sıraladıklarını sormuş ve “*En ideal olana göre. Emiş gücü, aşılabilir engel, yer silme özelliği, ses seviyesi, çalışma süresi ve fiyatı ideal olana göre.*” yanıtını almıştır. Bu yanıt üzerine araştırmacı/öğretmen Black grubuna verdiği örneği vermiştir. Ancak bu örnek grup için bir ipucu oluşturmamıştır. Öğrenciler “*Özelliklere tek tek bakacağız. Özelliklere göre en ideal olan hangisi ise onun başına o süpürgeyi yazacağız. ... Emiş gücü en ideal olan 5. sıradaki, ses seviyesi 2. sıradaki, çalışma süresi 6. sıradaki, fiyat 6. sıradaki.*” şeklinde problemi çözmeye başlamışlardır. Ancak sebepsiz şekilde bir anda bu şekilde çözmeyi bırakarak yine eleme yöntemiyle problemi çözmeye devam etmişlerdir. Ardından “*3 numara olan aşılabilir engel seviyesi ve yer silme özelliğine göre 1. sıradaki.*” şeklinde bir fikirle sıralamaya yapmaya devam etmişlerdir.

Zambak: 4. 'sü?

Yıldız Çiçeği: 8 numara olan bence 5. Sıradaki. Yer silme özelliği de yok.

Zambak: 4. 'sü? Yer silme özelliği gerekiyor.

Orkide: O zaman 3, 1, 7, 8, 2.

Aslanağzı: Tamam.

Yıldız Çiçeği: 6. Bu. Tefal olan. 2 tane kaldı.

Orkide: Geriye 4 ve 5 kaldı.

Aslanağzı: Emiş gücü ideal olan diyor.

Zambak: Tamam, 4. Arzum. Emiş gücü de ideal.

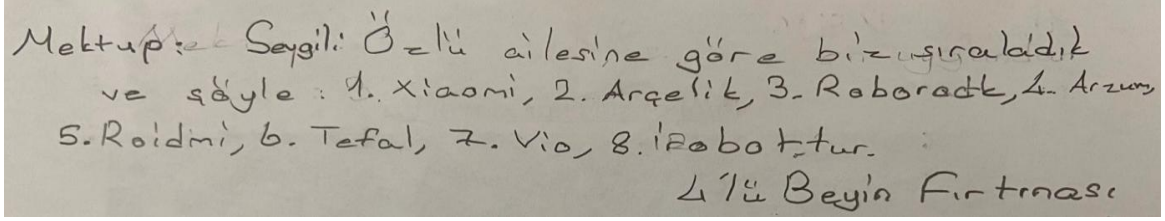
Yıldız Çiçeği: 3, 1, 7, 6, 8, 4, 2, 5. sıralama bu.

Görüldüğü üzere öğrenciler herhangi bir matematiksel işlem yapmadan problemi çözmeye çalışmışlardır. Eleme yöntemiyle problemi çözerken her ne kadar değişkenleri dikkate alsalar da bu değişkenlerin matematiksel anlamda ne ifade ettiklerini belirlememişlerdir. Bir başka deyişle sezgisel olarak ve kendilerince yorumlayarak eleme yöntemiyle robot süpürgeleri sıralamışlardır. Bu hatalarından dolayı öğrenciler, hatalı matematiksel modeller oluşturmuşlar (M2) ve çözümlerinde hatalar yapmışlardır (MOÇ2).

Robot Süpürge Bilgileri						
Marka	Emiş Gücü	Aşılabilir Engel Seviyesi	Yer Silme Özelliği	Ses Seviyesi	Çalışma Süresi	Fiyat
Roborock S5 Max Vacuum Cleaner	2000 Pa	2 cm	Var	60 dB	180 dk	6.999 TL
Xiaomi Mi Vacuum Mop Pro	2100 Pa	2 cm	Var	40 dB	120 dk	5.199 TL
Xiaomi Viomi V3	2600 Pa	2 cm	Yok	65 dB	120 dk	5.699 TL
Tefal RG7675 X-Plorer Serie 75	2700 Pa	1 cm	Var	65 dB	120 dk	8.499 TL
iRobot Roomba I3	2400 Pa	2 cm	Yok	58 dB	75 dk	6.499 TL
Arzum Robot Akıllı Süpürge Robotek X2	2000 Pa	2 cm'den az	Var	65 dB	110 dk	3.999 TL
Arçelik Rs 9034 Hm Robot Süpürge	2000 Pa	2 cm	Var	65 dB	150 dk	6.599 TL
Roidmi Eve Vacuum Mop	2700 Pa	2 cm'den az	Var	70 dB	250 dk	6.999 TL

Görsel 21. Dörtlü beyin fırtınası grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (üçüncü öğretim bölümü)

Öğrenciler elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlayamamışlardır. Sadece elde ettikleri puanlar doğrultusunda sıralama yaparak hangi robot süpürgeyi seçtiklerine karar vermişlerdir. Robot süpürgeleri neye göre sıraladıklarını ve seçmeleri gereken robot süpürgeyi neden ve nasıl seçtiklerini açıklamadıkları için elde ettikleri matematiksel çözümü yorumlamamışlardır (Y1). Ancak öğrenciler mektubu doğru bir şekilde yazabilmişlerdir. İkinci öğretim bölümünde kullanılan mektup taslağında yer alan bilgilerin hepsine yazdıkları mektup içerisinde yer vermişlerdir.



Görsel 22. Dörtlü beyin fırtınası grubunun mektubu (üçüncü öğretim bölümü)

Dörtlü Beyin Fırtınası grubu süreç içerisinde doğrulama yeterliğini ortaya koymuşlardır. Öğrenciler matematiksel işlemlerini kontrol etmelerine rağmen oluşturdukları çözüm stratejisine dair hatalarını fark edemedikleri için doğrulama yaklaşımında bulundukları ancak hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmedikleri (D5) belirlenmiştir.

4.5.3. Üçüncü Öğretim Bölümünün Uygulama Süreci ve Araştırmacı/Öğretmenin Rolü

Robot Süpürge Alıyoruz model oluşturma etkinliğinde düşün-eşleş-paylaş tekniği kullanılmıştır. Öğrenciler yine “Black” ve “Dörtlü Beyin Fırtınası” olarak iki grup halindedir. Gruplara tanıtıcı makale verilmeden önce sıralara 1’den 4’e kadar numaraların yazdığı kapalı renkli kâğıtlar dağıtılmıştır. Ardından araştırmacı/öğretmen “1’den 3’e kadar sayacağım. 3 dediğimde hepiniz renkli kâğıtlardan bir tanesini seçeceksiniz. O sizin bugünkü numaranız olmuş olacak.” yönergesini verdikten sonra öğrenciler kartları çekip numaralarını öğrenmişlerdir. Ardından yine her öğrenciye birer tane olmak üzere tanıtıcı makale dağıtılmıştır. Tanıtıcı makalede *Robot Süpürge Nasıl Çalışır?* (TÜBİTAK Bilim Çocuk E-Dergisi, Kasım 2020) başlıklı robot süpürge çalışması sürecinin yer aldığı bilgilendirici bir metin yer almaktadır. Öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problem durumunu okumaları ve notlar almalarının sağlanması için araştırmacı/öğretmen tarafından “*Tanıtıcı makaleyi bireysel olarak okuyoruz. Ardından tanıtıcı makaleden neler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz. Tanıtıcı makaleyi okumaya başlayabilirsiniz.*” yönergesi verilmiştir. Öğrenciler bireysel olarak tanıtıcı makaleyi okuduktan sonra araştırmacı/öğretmen öğrencileri kendi grupları içerisinde ikili olarak eşleştirmiştir. Bunun için araştırmacı/öğretmen “*1 ile 4 ve 2 ile 3 eşleşsin.*” yönergesini her grup için söylemiştir. Öğretmen eşleşmeleri tamamladıktan sonra “*Şimdi eşleştiğiniz arkadaşınız ile tanıtıcı makaleden ne/ler anladığınızı ve ne/ler öğrendiğinizi konuşarak tartışın.*” yönergesini vermiştir. Konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra hazır oluş sorularını cevaplama

aşamasına geçilmiştir. Bu süreç sözlü olarak gerçekleştirilmiştir. Öğretmen hazır oluş sorularını öğrencilere yönelterek grupların yanıtları alınmıştır. Yanıtlar alındıktan sonra problem durumu aşamasına geçilmiştir.

Black ve Dörtlü Beyin Fırtınası gruplarına “Robot Süpürge Alıyoruz!” matematiksel modelleme problemi kâğıdı, yine her bir öğrenciye birer tane olmak üzere dağıtılmıştır. Ardından öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problemi okumaları, notlar almaları ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak düşünmelerinin sağlanabilmesi için araştırmacı/öğretmen tarafından “Okurken nelere dikkat ediyoruz?” sorusu sorulmuştur. Bunun üzerine öğrencilerin verdiği yanıtlar şu şekildedir:

Araştırmacı/Öğretmen: *Okurken nelere dikkat ediyoruz?*

Aslanağzı: *Not alarak.*

Lemur: *Önemli yerleri aklımızda tutarak ve nasıl çözüm yapacağımızı düşünerek.*

Yunus: *Verilenleri ve istenenleri belirleyerek.*

Görüldüğü üzere öğrenciler artık problemi okurken nelere dikkat etmeleri ve ne yapmaları gerektiğine dair bir farkındalık kazanmaya başlamışlardır. Bu kapsamda hem Black hem de Dörtlü Beyin Fırtınası grubundaki öğrenciler, problem durumunda önemli gördükleri yerleri renkli kalemle göstermişlerdir. Öğrencilerin problemi okumaları tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen öğrencileri kendi grupları içerisinde ikili olarak eşleştirmiştir. Bunun için araştırmacı/öğretmen “1 ile 4 ve 2 ile 3 eşleşsin.” yönergesini her grup için vermiştir.

Araştırmacı/Öğretmen: *Şimdi 1 numara ile 4 numara, 2 numara ile 3 numara eşleşsin. Eşleşen yan yana oturabilir. Şimdi ikili olarak eşleştiniz. Grupça değil de eşleştdiğiniz arkadaşınızla probleminden ne anladığınızı ve problemi nasıl çözebileceğinizi konuşuyorsunuz.*

Öğretmen eşleşmeleri tamamladıktan sonra “Şimdi probleminden neler anladığınızı eşleştdiğiniz arkadaşlarınızla tartışmanızı istiyorum. Problemde verilenler neler?, İstenenler neler? Bu problemi nasıl çözebilirsiniz? Bu soruları eşleştdiğiniz arkadaşınız ile tartışınız. Hadi başlayalım!” yönergesini söylemiştir. Bu süreçteki amaç öğrencilerin

fikirleri değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşmalarını sağlamaktır. Bu aşamada hem Black hem Dörtlü Beyin Fırtınası grubu, probleminden neler anladıklarını kendi cümleleri ile eşleştirdi arkadaşlarına sözlü olarak ifade etmişlerdir. Bu gözlemler sonucunda öğrenciler bu davranışları sergilemelerine rağmen bu eylemin kalıcı olarak devam etmesi için dördüncü öğretim bölümü için araştırmacı/öğretmen, yönergeler ve geri bildirimler sağlaması gerektiğine karar vermiştir. Bunun için dördüncü öğretim bölümünde öğrencilerin problemi okuduktan sonra küçük notlar almaları gerektiğine dair yönerge verilmesinin ardından araştırmacı/öğretmenin tek tek her bir öğrenciyi kontrol etmesi ve geri bildirimler vermesi kararlaştırılmıştır. Ayrıca grup arkadaşlarıyla tartışma sürecinde verilenleri ve istenenleri belirleme, çözüm varsayımı oluşturma süreçlerinde de yine her grubu kontrol etmesi ve geri bildirimler vermesi planlanmıştır. Öğrencilerin problemi nasıl çözebileceklerini düşünürken kendi yaşantılarıyla bağ kurmalarına yönelik sorular sorulmasına karar verilmiştir. Örneğin, Robot Süpürge Alıyoruz probleminden yola çıkarak *“Kendi evlerinde robot süpürge var mı? Bir robot süpürge alırken aileleri nelere dikkat etmişler?”* gibi sorular ile öğrencilerin gerçek yaşamla bağ kurması sağlanacaktır.

İkili olarak konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen *“Şimdi ikili eşleştirdiğiniz arkadaşınız ile birlikte tüm fikirlerinizi paylaştınız. Artık problemi çözmeniz gerekiyor. Grup arkadaşlarınızla bir araya gelerek ortak bir çözüm varsayımına karar vermelisiniz. Bu kararı verdikten sonra problemi çözmeye başlayabilirsiniz. Hadi başlayalım!”* yönergelerini vermiştir. İkinci öğretim bölümünde öğrenciler matematiksel işlemler oluşturmalarına dair yönergeler ve geri bildirimler verilmesine rağmen araştırmacı/öğretmen yine de öğrencileri matematiksel işlemler yapmaları konusunda geri bildirimler vermiştir. Bunun için her grup matematiksel işlemler yapıp yapmadıkları noktasında kontrol edilmiştir. Her iki grupta matematiksel işlem yapma noktasında zorlanmıştır. Bunun için hem Black hem de Dörtlü Beyin Fırtınası grubuna nasıl matematiksel işlem yapabileceklerine dair örnekler ve ipuçları verilmiştir.

Kaktüs: *Peki şimdi biz buna nasıl matematiksel işlem yapacağız?*

Araştırmacı/Öğretmen: *Bir düşünün bakalım. Beyin fırtınası yapalım.*

Yunus: *Arkadaşlar en fazla emiş gücü Tefal.*

Lemur: *Evet.*

Kaktüs: *Ama çok pahalı. Ve çok ses çıkartıyor.*

Yunus: *Tefal'i direk eyleyim mi ne dersiniz?*

Kaktüs: *Hayır hemen elemeyelim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Sıralama diyor sıralamayı nasıl bulabiliriz?*

Yunus: *Aradaki farkı bularak.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Başka?*

Lemur: *Fiyat farkıyla.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Şöyle diyelim sen matematikten 90 aldın, Lemur 95 aldı, Kaktüs 85, Ayçiçeği de 83 aldı. Bunu nasıl sıralarsınız?*

Kaktüs: *Büyüktür, küçüktür.*

Yunus: *Büyükten küçüğe doğru.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Büyükten küçüğe doğru sıralarken neye göre sıraladım?*

Yunus: *Sınav puanına göre.*

Araştırmacı/Öğretmen: *O zaman buradan bir düşünün bakalım.*

Kaktüs: *O zaman biz de bunu kullanım özelliklerine göre mi sıralayacağız. Ama matematiksel işlem yok.*

Araştırmacı/Öğretmen: *İpucu verdim. Bizim 4 tane değişkenimiz var. Bunları nasıl sıralayabilirsiniz?*

Yunus: *Önce özelliklerine bakarız.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Sıralayın bakalım.*

Yunus: *Ben ses seviyesini sıraladım. Aynı olanlara aynı sıra numarasını verdim.*

Kaktüs: *Evet, aynı olanlar aynı sıra.*

(Öğrenciler her bir özelliği, 1'den başlayarak sıralıyor)

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne yaptınız?*

Lemur: *Öğretmenim, biz daha yüksek olana 1 numara verdik. Ve o şekilde sıraladık.*

Yunus: *Hepsini dikkate alarak yapıyoruz.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Sonra ne yapacaksınız peki?*

Lemur: *Bence hepsinin numaralarını toplamamız gerekiyor.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam yapın bakalım.*

(Öğrenciler her bir robot süpürge'nin özelliklerine göre verdikleri puanı topluyor.)

Öğretmenin bu rehberliğinden sonra Black grubu doğru bir çözüm stratejisi oluştururken, Dörtlü Beyin Fırtınası grubu doğru bir çözüm stratejisi oluşturamamıştır. Dörtlü Beyin Fırtınası grubu sıralama dışında herhangi bir matematiksel model oluşturmayarak eleme yöntemiyle problemi çözmeye çalışmıştır. Bunun için araştırmacı/öğretmen tarafından dördüncü öğretim bölümünde gruplara matematiksel işlemler yapmaları noktasında geri bildirimler verilmesi ve her iki grubun kontrol edilmesine karar verilmiştir. Her iki grupta ilk defa mektubu doğru olarak yazabilmiştir. İkinci öğretim bölümünde kullanılan mektup taslağında yer alan bilgilerin hepsine yazdıkları mektup içerisinde yer vermişlerdir. Yine de öğrencilerin mektup yazma davranışını kalıcı hale getirmek için mektup içerisinde olması gereken bilgilerin olup olmadığını kontrol etmesi hedeflenmiştir. Öğrencilerin elde ettikleri matematiksel sonuçları yorumlayamadıkları ve yorumlama yapmakta zorlandıkları görülmüştür. Öğrenciler seçtikleri robot süpürgeyi neden seçtiklerini, hangi değişkenleri dikkate aldıklarını açıklamaları gerekmekte iken öğrenciler sadece elde ettikleri sonuçları yazılı olarak ifade etmişlerdir. Bu kapsamda araştırmacı/öğretmen gruplara elde ettikleri matematiksel sonuçların nasıl yorumlanması gerektiğini sunum aşaması tamamlandıktan sonra öğrencilere açıklamıştır. Ayrıca dördüncü öğretim bölümünde de elde ettikleri matematiksel çözümü problemin isteğine göre yorumlamaları gerektiği vurgulanacaktır. Son olarak her grupta doğrulama yeterliği göstermiştir. Ancak Black grubu matematiksel işlemlerini kontrol etmelerine rağmen çözüm sürecinde yaptıkları puanlama hatasını fark edemedikleri için doğrulama yaklaşımında bulundukları ancak hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmedikleri görülmüştür. Benzer şekilde Dörtlü Beyin Fırtınası grubu matematiksel işlemlerini kontrol etmelerine rağmen oluşturdukları çözüm stratejisine dair hatalarını fark edemedikleri için doğrulama yaklaşımında bulundukları ancak hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmedikleri belirlenmiştir. Bunun için dördüncü öğretim bölümünde problemi doğru anlayıp anlamadıklarını, verilenleri ve istenenleri doğru belirleyip belirlemediklerini, çözüm varsayımlarının ve oluşturdukları matematiksel modelin doğruluğunu, matematiksel çözümlerinde işlem hatası yapıp yapmadıklarını kontrol etmeleri gerektiği

söylenecektir.

Gruplar problemi çözdükten sonra sunum aşamasına geçilmiştir. Sunum aşaması için üçüncü öğretim bölümünde gruplardan farklı bir sözcü seçileceğine karar verilmişti. Bunun için bu sefer diğer öğretim bölümlerinden farklı olarak Dörtlü Beyin Fırtınası grubundan Yıldız Çiçeği, Black grubundan Lemur tahtaya kalkarak grubu adına problem çözümlerini anlatmıştır.

Araştırmacı/Öğretmen: *Nasıl sıraladınız?*

Yıldız Çiçeği: *İdeal olan hangisi ise ona baktık. Temizlik süresini az istedikleri için yer silmeyi de aldık.*

Kaktüs: *Biz çözmek için bütün bilgileri sıraladık. İyiden kötüye göre. Ve bunların hepsini marka marka topladık. En fazla puan alanı seçmek istedik. Çünkü bize daha kullanışlı olacak. Yer silme özelliği de bizim için önemli. O yüzden biz Tefal markasını seçtik.*

Son olarak sunum aşaması tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen öğrencilerin problem çözme sürecindeki hatalarını ve eksiklerini söylemiştir.

Araştırmacı/Öğretmen: *Black grubu problemin nasıl çözülebileceğine dair doğru bir yol izledi. Problemi şu şekilde çözmemiz gerekiyordu. Örneğin Özlü Ailesi, “ses seviyesi az olan, çalışma süresi ve emiş gücü ideal olan” yönergelerinden yola çıkarak sadece ses seviyesi, çalışma süresi ve emiş gücü değişkenlerini dikkate alarak problemi çözmeye karar verebilirdiniz. Bu doğrultuda ses seviyesi en düşük olana 10 puan vererek 10’dan geriye doğru robot süpürgenin ses seviyesi kategorisini puanlayacaktınız. Benzer şekilde çalışma süresi ve emiş gücü en yüksek olan 10 puan vererek 10’dan geriye doğru robot süpürgenin çalışma süresi ve emiş gücü kategorilerini puanlayacaktınız. Ardından kategorilere verdiğiniz puanları toplayarak robot süpürgeleri aldıkları puanlara göre sıralayacaktınız. Ardından her bir robot süpürgeyi aldıkları puanlara göre en yüksek puandan en düşük puana doğru*

sıralayarak ilk tercih edilmesi gerekeni belirleyecektiniz. Black grubunun yaptığı hata, ses seviyesi az olanı istedikleri için ona en yüksek puanı vermeniz gerekiyordu. En yüksek puandan başlayıp en düşüğe doğru gitmeniz gerekiyordu.

Yunus: Ters puanlamışız.

Araştırmacı/Öğretmen: Ama çözüm mantığınız doğru. O konuda bir sıkıntı yok.

Lemur: Biz küçük deyince küçük puan vermişiz. Sayı olarak düşünmüşüz.

Araştırmacı/Öğretmen: Evet. Siz (4'lü Beyin Fırtınası) anladınız mı?

Orkide: Evet öğretmenim. Şöyle yapacaktık. Burada puanlama yapacağız. Bizden istenilenlerden en iyi olana en yüksek puanı vereceğiz. Mesela en yüksek puan 5 puan diyelim, bizden istenilen en iyi olana 5 yazacağız diğerlerini de puanlayacağız. Sonra verdiğimiz puanları toplayacağız. O puanlardan en çok puan alan robot süpürge en iyi robot süpürge olacak.

Araştırmacı/Öğretmen: Bizim burada kaç markamız var. 8 tane. O zaman biz 5 puandan başlarsak, 8 tane robot süpürgemiz olduğu için puanlama için sayımız yetmeyecek. O yüzden kaç tane markamız varsa o sayıdan başlayarak puanlama yapabiliriz. Diyelim 10 tane olsaydı, 10'dan başlayarak sıralama yapacaktık. Anlaştık mı?

Araştırmacı/Öğretmen: Daha önce hiç bu tarz problemler çözdünüz mü?

Zambak: Hayır.

Araştırmacı/Öğretmen: Elde ettiğimiz matematiksel sonucu ne yapıyorduk, günlük yaşama yorumlamamız lazım. Örneğin elde ettiğiniz 21 puanlık bir değer vardı. Bu değer ne anlam ifade ediyor. 21 puanın aslında seçeceğiniz robot süpürge'nin sayısal değeri olduğunu, hangi nedenlerden dolayı o robot süpürgeyi seçmeniz gerektiğini söylüyor olmanız lazım. O şekilde bırakmayacağız. Kontrol ettik mi?

Yunus: *İşlemleri.*

Aslanagzı: *Sıralamamızı.*

Araştırmacı/öğretmen bu geri bildirimleri verdikten sonra Robot Süpürge Alıyoruz problemini çözerken aslında neleri dikkate almaları gerektiğini ifade etmiştir. Öğrencilere gerçekçi bir varsayımla ve çözümle nasıl hareket edilebileceğini ve gerçek yaşam bağlamında nasıl yorumlamalarda bulunabileceklerini söylemiştir. Bu tartışmaların ardından üçüncü öğretim bölümü tamamlanmıştır.

4.6. Dördüncü Öğretim Bölümüne İlişkin Bulgular

Öğrencilerin gruplar halinde yapmış oldukları çözüm süreçleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri ile dördüncü öğretim bölümünün uygulama süreci ve araştırmacı/öğretmenin rolüne ilişkin bulgular bu bölümde sunulmuştur. Dördüncü öğretim bölümünde “Hangi Bilgisayar Mühendisi?” model oluşturma etkinliği iki gruba uygulanmıştır. Bu etkinlikte “düşün-eşleş-paylaş” tekniği kullanılmıştır. Etkinlik için öğrencilere ilk olarak tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları sunulmuştur. Bu süreç tamamlandıktan sonra iki gruba Hangi Bilgisayar Mühendisi? matematiksel modelleme problemi verilmiştir.

4.6.1. Black Grubuna Ait Bulgular

Black grubuna Hangi Bilgisayar Mühendisi? matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencilerin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 35’te öğrencilerin Hangi Bilgisayar Mühendisi? matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldıkları puanlara yer verilmiştir.

Tablo 35.

Black Grubunun Dördüncü Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Hangi Bilgisayar Mühendisi?	Problemi Anlama	Düzy 5	4
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 4	3
	Matematikselleştirme	Düzy 5	4
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 5	4
	Yorumlama	Düzy 5	4
	Doğrulama	Düzy 7	6
	Toplam		24

Tablo 35’te görüldüğü üzere Black grubu “*Robot Süpürge Alıyoruz*” matematiksel modelleme probleminden 25 puan alarak “üst düzey modelleme yeterliğine sahip” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenciler ilk olarak grup içerisinde problemi bireysel olarak okuyarak sürece başlamışlardır. Problemden nelerin verildiği, bizden ne istendiği, problemi nasıl çözebileceklerini düşünerek okumaları ve küçük notlar almaları gerektiği araştırmacı tarafından söylenmiştir. Bu kapsamda öğrenciler problem durumunda önemli gördükleri yerleri renkli kalemle işaretlemişlerdir. Öğrenciler “...*üç bilgisayar mühendisine ihtiyacım bulunmaktadır. ... maaş bütçesi sınırlı olacaktır. ... yüksek performanslı ama aynı zamanda maaş isteği çok olmayan çalışanları tercih etmem gerekecektir. ... Çalışanlarım için ayıracağım ofis, her kenarı 5 m uzunluğunda olan kare bir alandır. ... profesyonel çalışma disiplinine sahip olmak. ... Kararınızı verdikten sonra seçmem gereken üç çalışanı, nasıl belirlediğinizi ve çözüm sürecinde neler yaptığınızı bana detaylı bir şekilde bir mektup ile açıklayınız.*” ifadelerini renkli kalem ile çizmişlerdir. Ayrıca problemi kendi cümleleriyle sözlü olarak ifade ettiklerinde maaş isteğinin az olmasına, çalışma performansının yüksek olmasına, çalışma disiplinin olmasına dikkat etmeleri gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu sebeple problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadeler yer verdikleri, verilenleri ve istenenleri belirledikleri ve aralarında ilişki kurabildikleri (PA5) görülmüştür.

Lemur: *Ben şöyle anladım. Ferhat Albayrak bir bilgisayar mühendisiymiş. Amerika’da Microsoft yazılımcısıymış. Kendi yazılım şirketini kuracakmış, Türkiye’ye dönecekmiş. Türkiye’ye döndüğünde ise şirketi için 3 tane bilgisayar mühendisi lazımmış. Bu şirket için istekleri ise şu şekilde imiş: 3 tane bilgisayar mühendisi olacak, performansı yüksek olacak ama çok maaş istemeyecek 3 kişi olmalıymış. Ve bu 3 mühendisi 5 m’lik odalara yerleştirecekmiş.*

Yunus: *Benim anladığım da senin gibi. Ferhat Bey bir bilgisayar mühendisi. Türkiye’ye gelip yazılım şirketi kuracak. Bu yazılım şirketinde 3 tane çalışanı olacak. Çalışanları yüksek performanslı ama çok maaş istemeyecek personellerini her tarafı 5 m’lik bir alana yerleştirecek. Bu 3 çalışanı nasıl seçeceğiz onu bulacağız.*

Kaktüs: *3 kişi istiyormuş ve performansı yüksek birisini*

istiyormuş. Maaşı az istiyormuş ve çalışma disiplini yüksek olması gerekiyormuş. Bunlara uyacak 3 kişiyi istiyor. Ve bizim de bu 3 kişiyi nasıl bulduğumuzu bir mektupla iyice anlatmamızı istiyor.

Ayçiçeği: Türkiye’de bir şirket kuracakmış. Bu şirket için 3 kişiyi seçecekmiş. Bu kişilerin maaşı az olmalı, çalışma performansı yüksek olmalı ve memnun olması gerekiyor.

Öğrenciler probleminden neler anladıklarını tek tek sözlü olarak eşleştikleri arkadaşlarına ardından grup arkadaşlarına ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceklerini tartışmaya başlamışlardır. Öğrenciler Robot Süpürge Alıyoruz probleminin çözüm yoluna benzer bir problem olduğunu fark edebilmişlerdir. Ayrıca Robot Süpürge Alıyoruz probleminde yaptıkları hatayı da hatırlamışlardır. Grup üyelerinden Yunus, Robot Süpürge Alıyoruz probleminde tersten puanlama yaptıklarını arkadaşlarına hatırlatarak buna dikkat etmeleri gerektiğini ifade etmiştir. Öğrenciler Ferhat Bey’in isteklerine göre çalışma performansı, maaş isteği ve çalışma disiplini memnuniyeti kriterlerini dikkate alacaklarını ifade etmişlerdir. Bu kapsamda öğrenciler gerçekçi bir varsayımda bulunarak (PS4), her bir kategoriyi kendi içinde değerlendirerek bir puanlama yapmaya karar vermişlerdir. Bunun için verilen tabloda 7 çalışanın bilgileri yer aldığı için puanlamayı 1’den 7’ye kadar yapacaklarını belirlememişlerdir. Bir başka deyişle değerlendirilen kritere göre en yüksek puan 7, en düşük puan 1 olacak şekilde puanlama yapmaya başlamışlardır.

Yunus: Bence puanlamamız lazım.

Lemur: Evet puanlayıp toplayıp karşılaştıracacağız. Geçen ki soru gibi bu da.

Araştırmacı/Öğretmen: Kaçtan başlayacaksınız?

Lemur: 7’den olsun bence. Çünkü 7 kişi var.

Yunus: Ama geçenkinde tersten puanlama yapmıştık. Bu sefer öyle yapmayalım, dikkat edelim ona.

Araştırmacı/Öğretmen: Çalışma performansı yüksek istiyorsa 7 puanı kime vereceksiniz?

Lemur: En yüksek puanlı olana.

Araştırmacı/Öğretmen: Peki, maaş isteğinde en yüksek puanı

kime vereceksiniz?

Yunus: *Maaş isteği çok olmayan istediği için en az olana vereceğiz.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamamdır. Devam edebilirsiniz.*

Yunus: *Öğretmenim, biz yine 1 kâğıda yapacağız ama hepimiz sıralasak ve böylece kontrol etsek olur mu?*

Araştırmacı/Öğretmen: *Olur, neden olmasın. Peki, Isorum daha var. Çalışma disiplini en yüksek puanı kime vereceksiniz?*

Kaktüs: *Çalışma disiplini olanı istediği için en çok puanı olana.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki yapın bakalım.*

Öğrenciler matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde tablodaki kriterleri Ferhat Bey'in isteklerine göre kendi içinde değerlendirmişlerdir. Bunun için ilk olarak çalışma performansı kriteri ile sürece başlamışlardır. Ferhat Bey, çalışma performansı yüksek birisini istediği için çalışma performansı en yüksek olana 7 puan vererek geriye doğru puanlamışlardır. Ardından Ferhat Bey maaş isteği az olan çalışanlar istediği için maaş isteği en düşük olana 7 puan vererek geriye doğru puanlamışlardır. Son olarak Ferhat Bey çalışma disiplini memnuniyeti olan çalışanlar istediği için çalışma disiplini memnuniyeti n yüksek olana 7 puan vererek geriye doğru puanlamışlardır. Puanlama işlemleri tamamlandıktan sonra öğrenciler, çalışanların her bir kategoride aldığı puanları toplamışlardır. Toplama işleminden sonra sıralama yaparak birinci (Buğlem) ve ikinci (Miray) seçilecek çalışanı belirlemişlerdir. Ancak üçüncü çalışan için aynı puanı alan üç çalışan (Burak, Berke, Deren) olduğu için bu kişiyi nasıl belirleyebileceklerini tartışmışlardır.

(Öğrenciler, Kaktüs'ün kağıdını çözüm kâğıdı olarak belirlediler. Aynı zamanda Yunus, Lemur ve Ayçiçeği, kendi kağıtlarında puanlama yapıyorlar. Bir kategorideki puanlama bittikten sonra tüm kâğıtlardaki sıralamaları kontrol ediyorlar.)
Kaktüs: *Çalışma performansında en yüksek puanı alana 7 puan vereceğiz, sonra 7'den geriye doğru sıralayacağız.*

(Öğrenciler sıralama yaptıktan sonra birbirlerinin sıralamalarını kontrol ediyorlar.)

Yunus: *Tamam hepsi doğru çıktı. Şimdi maaş isteği. Ama bunda*

bu sefer en az olana en yüksek puanı vereceğiz.

Kaktüs: Evet. Hadi sıralayalım.

(Öğrenciler sıralama yaptıktan sonra birbirlerinin sıralamalarını kontrol ediyorlar.)

Lemur: Öğretmenim, biz 4 kişilik kontrol yapıyoruz.

(Öğrenciler sıralama yaptıktan sonra birbirlerinin sıralamalarını kontrol ediyorlar. Ardından çalışma disiplini memnuniyeti kategorisindeki sıralamayı yapıp kontrol ediyorlar.)

Kaktüs: Şimdi bitirdik. Herkes kendi toplamasını yapsın. Sonra yine kontrol edelim.

Lemur: Tamam.

Araştırmacı/Öğretmen: Ne yapıyorsunuz?

Lemur: En doğru 3 kişiyi bulmak için sıra sıra toplayacağız. Sonra yüksek puanlı 3 kişiyi seçeceğiz.

(Öğrenciler her bir kategoriye verdikleri puanları topluyorlar.

Ardından puanları büyükten küçüğe doğru sıralıyorlar.)

Lemur: Öğretmenim, aynı puanlar çıktı nasıl seçeceğiz?

Araştırmacı/Öğretmen: Sen olsan nasıl seçerdin?

Yunus: İsteklerine göre mi öğretmenim?

Araştırmacı/Öğretmen: Olabilir.

Yunus: Bak memnuniyet diyor bizim aslında memnuniyete bakmamız lazım.

Lemur: Hımm bir düşünelim.

Yunus: Şimdi Buğlem ve Miray'ı yazalım.

Lemur: Tamam ben bir sıralama yapayım.

Kaktüs: 3, 3, 3 ne? Biz şimdi nasıl sıralayacağız?

Lemur: İşte kendimiz yorumlayarak yapacağız. Aklıma muhteşem bir şey geldi. Şu üçünü yeniden sıralayalım.

İşe Başvuran Kişilerin Bilgileri									
İşe Başvuran Kişiler	Çalışma Performansı (100 puan üzerinden)	Maaş İstekleri	Çalışma Alanları (Masa+Sandalye)	Çalışma Disiplini Memnuniyeti (100 puan üzerinden)					
3 Burak 12	70 4	2 15.000 TL	Kısa kenar: 2 m Uzun kenar: 3 m	80 7					
3 Berke 13	65 3	4 14.600 TL	Kısa kenar: 2 m Uzun kenar: 2 m	75 6					
1 Buglem 8	90 7	6 13.800 TL	Kısa kenar: 1 m Uzun kenar: 3 m	70 5					
4 Derin 12	50 2	7 12.400 TL	Kısa kenar: 2 m Uzun kenar: 5 m	50 3					
5 Bulut 10	42 1	5 14.500 TL	Kısa kenar: 1 m Uzun kenar: 2 m	55 4					
2 Miray 14	80 6	1 16.000 TL	Kısa kenar: 2 m Uzun kenar: 2 m	80 7					
3 Deren 13	75 5	3 14.800 TL	Kısa kenar: 1 m Uzun kenar: 1 m	70 5					

Bilgisayar Mühendisinin isteğine göre
3 kişi
Performans yüksek
Maaş az.
Çalışma disiplini

Her kare 1 metreye eşittir.

Bulut!

Burak

Buglem

Miray

Derin

Deren

Görsel 23. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (dördüncü öğretim bölümü)

İlk olarak bu üç kişiyi kendi aralarında tekrardan 1'den 3'e kadar puanlama yapmaya karar vermişlerdir. Ancak bu kişiler yine aynı toplam puanı almışlardır. Ardından Yunus, bu üç kişinin çalışma performansı, maaş isteği ve çalışma disiplini memnuniyetindeki sayıları toplamaya karar vermiştir. Bu noktada araştırmacı/öğretmen "Ama aynı birimde değil ki aldıkları değerler. Çalışma performansının birimi puanken, maaş isteğinin birimi TL. Aynı birim olmadığı için bize doğru bir sonuç verebilir mi?" sorusunu Yunus'a yöneltmiştir. Yunus farklı birimleri fark ederek "Hımm tamam öğretmenim. O zaman çalışma disiplini ve çalışma performansını toplayayım. Onlar puan üzerinden." söyleminde bulunarak hatasını düzeltmiştir. Ardından öğrenciler, bu üç çalışanın çalışma performansı ve çalışma disiplini memnuniyetindeki sayıları toplayarak en yüksek puana sahip olan kişiyi üçüncü çalışan (Burak) olarak belirlemişlerdir. Bu kapsamda öğrenciler, gerçekçi varsayımlara göre doğru

matematiksel modeller oluşturmuşlar (M5) ve oluşturdukları matematiksel modelleri doğru çözmüşlerdir (MOÇ5).

Araştırmacı/Öğretmen: *N'aptınız? 3. Kişiye nasıl karar vereceğinizi buldunuz mu?*

Lemur: *Ben şöyle bir şey düşündüm. Biz burada 7'si arasında puanlama yaptık. Bu sefer 3'ü arasında puanlama yapalım.*

Kaktüs: *Aynı sonuç çıkmaz mı?*

Lemur: *Ama 3'e 7, bir deneyelim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam yapın bakalım.*

Yunus: *Benim aklıma da bir fikir geldi. Şimdi öğretmenim, buradakilerin çalışma performansını, maaş isteğini, çalışma disiplini hepsini toplayacağım en yükseği hangisi çıkarsa o 3. Olacak.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Ama aynı birimde değil ki aldıkları değerler. Çalışma performansının birimi puanken, maaş isteğinin birimi TL. Aynı birim olmadığı için bize doğru bir sonuç verebilir mi?*

Yunus: *Hımm tamam öğretmenim. O zaman çalışma disiplini ve çalışma performansını toplayayım. Onlar puan üzerinden.*

(Üçünü kişiyi belirlemek için Lemur ve Kaktüs; Burak, Berke ve Deren'in 1'den 3'e kadar tekrar puanlıyor.)

Lemur: *Kesin eşit çıkacak dimi ya.*

Kaktüs: *Off evet hepsi eşit çıktı. 6 puan aldı hepsi. Çalışma disiplinine bakalım o zaman. Bence Burak. Burak diyorum.*

Yunus: *Bence benim söylediğim yolu deneyelim. Berke ve Deren'in çalışma disiplini ve çalışma performansından aldığı puanları toplayalım.*

Lemur: *Tamam hadi yapalım hemen.*

(Yunus; Berke ve Deren'in çalışma disiplini ve çalışma performansından aldığı puanları topluyor.)

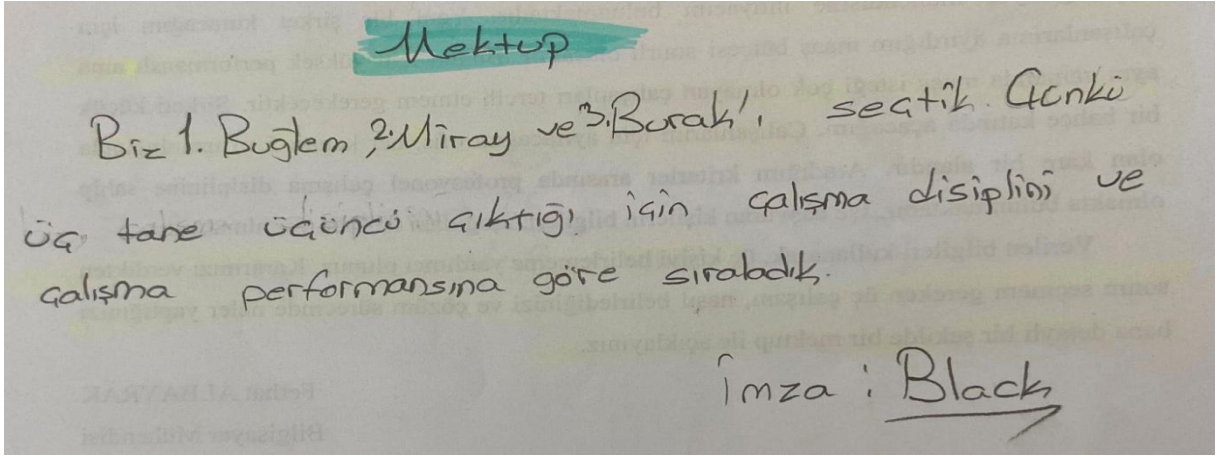
Yunus: *Tamam. Burak 150 puan aldı. 3. Burak.*

Burak	Barke	Deren
80	65	75
+ 70	+ 75	+ 70
-----	-----	-----
150	140	145

Görsel 24. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (devamı-dördüncü öğretim bölümü)

Öğrenciler elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlamışlardır. Elde ettikleri puanlar doğrultusunda sıralama yaparak hangi üç çalışanı seçtiklerine karar vermişlerdir. Bu üç çalışanı neden ve nasıl seçtiklerini açıkladıkları için elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlamışlardır (Y5). Son olarak öğrenciler mektubu doğru bir şekilde yazabilmişlerdir. İkinci öğretim bölümünde kullanılan mektup taslağında yer alan bilgilerin hepsine yazdıkları mektup içerisinde yer vermişlerdir.

Yunus: *Biz öncelikle herkesi puanladık. Ferhat Bey maaş isteği az olan, çalışma performansı ve disiplini yüksek birisini istediği için onarlı puanladık. Biz de 7 kişi olduğu için 7'den başladık. Sonra puanları topladık. 3 kişinin puanı aynı çıktı. Sonra 3 kişinin çalışma performansı ve çalışma disiplini puanlarını topladık. En yüksek puanı alan kişi Burak olduğu için Burak'ı seçtik. 1. Buğlem, 2. Miray, 3. Burak oldu.*



Görsel 25. Black grubunun mektubu (dördüncü öğretim bölümü)

Black grubu hem süreç içerisinde hem süreç sonunda doğrulama yeterliğini ortaya koymuştur (D7). Öğrenciler problemi çözerken her bir grup üyesinin problemi çözmesine karar vermişlerdir. Bir başka deyişle hepsi aynı anda aynı işlemi yapmışlardır. Yaptıkları işlem bittikten sonra her bir grup üyesinin işlemini kontrol etmişlerdir. Ardından bir sonraki işleme geçmişlerdir. Süreç sonunda ise problemi doğru problemi doğru anlayıp anlamadıklarını, çözüm varsayımlarının ve oluşturdukları matematiksel modelin doğruluğunu, matematiksel çözümlerinde işlem hatası yapıp yapmadıklarını kontrol ettiklerini ifade etmişlerdir.

Yunus: *Problemi okuduk tekrardan. İşlemleri kontrol ettik, sonucumuzu kontrol ettik. Hepimizin yaptığı aynı çıkınca demek ki doğru yapmışız dedik.*

4.6.2. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubuna Ait Bulgular

Dörtlü Beyin Fırtınası grubuna Hangi Bilgisayar Mühendisi? matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencilerin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 36'da öğrencilerin Hangi Bilgisayar Mühendisi? matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldıkları puanlara yer verilmiştir.

Tablo 36.

Dörtlü Beyin Fırtınası Grubunun Dördüncü Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği

Hangi Bilgisayar Mühendisi?	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
	Problemi Anlama	Düzy 5	4
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 4	3
	Matematikselleştirme	Düzy 5	4
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 5	4
	Yorumlama	Düzy 5	4
	Doğrulama	Düzy 7	6
	Toplam		24

Tablo 36’da görüldüğü üzere Dörtlü Beyin Fırtınası grubu “*Robot Süpürge Alıyoruz*” matematiksel modelleme probleminden 25 puan alarak “üst düzey modelleme yeterliğine sahip” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenciler ilk olarak grup içerisinde problemi bireysel olarak okuyarak sürece başlamışlardır. Problemde nelerin verildiği, bizden ne istendiği, problemi nasıl çözebileceklerini düşünerek okumaları ve küçük notlar almaları gerektiği araştırmacı tarafından söylenmiştir. Bu kapsamda öğrenciler problem durumunda önemli gördükleri yerleri renkli kalemle işaretlemişlerdir. Öğrenciler “...üç bilgisayar mühendisine ihtiyacım bulunmaktadır. ... maaş bütçesi sınırlı olacaktır. ... yüksek performanslı ama aynı zamanda maaş isteği çok olmayan çalışanları tercih etmem gerekecektir. ... Çalışanlarım için ayıracağım ofis, her kenarı 5 m uzunluğunda olan kare bir alandır. ... profesyonel çalışma disiplinine sahip olmak. ... Kararınızı verdikten sonra seçmem gereken üç çalışanı, nasıl belirlediğinizi ve çözüm sürecinde neler yaptığınızı bana detaylı bir şekilde bir mektup ile açıklayınız.” ifadelerini renkli kalem ile çizmişlerdir. Ayrıca problemi kendi cümleleriyle sözlü olarak ifade ettiklerinde maaş isteğinin az olmasına, çalışma performansının yüksek olmasına, çalışma disiplinin olmasına dikkat etmeleri gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu sebeple problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verdikleri, verilenleri ve istenenleri belirledikleri ve aralarında ilişki kurabildikleri (PA5) görülmüştür.

Aslanağzı: *Bir bilgisayar mühendisi varmış. Bir şirket kuracakmış. Şirketi için çalışan arıyormuş. Bunun için kriterleri varmış. Bu kriterlere uygun 3 çalışan arıyor.*

Orkide: *Bir bilgisayar mühendisi, kendine bir şirket kuracakmış. Bunun için çalışanlara ihtiyacı varmış. Bu çalışanlar için belirli bir maaşı varmış bu yüzden çok fazla maaş istemeyen çalışanlar*

arıyormuş ve bize hangilerini seçtiğimizi söylememizi istiyor.

Yıldız Çiçeği: Bilgisayar mühendisi Ferhat bir şirket kurmak istiyormuş. 3 kişiye ihtiyacı varmış. Yeni bir şirket kuracağı için çalışanlarına ayırdığı maaş bütçesi kısıtlı. Ve çalışma performansı çalışma disiplini olan çalışanları tercih edecek.

Zambak: Ben de şöyle anladım. Ferhat Bey bilgisayar mühendisiymiş. Şirket kurmak için Amerika'dan Türkiye'ye gelmiş. Ondan sonra çalıştığı alanda 3 tane eleman gerekiyormuş. Yeni bir şirket kuracağı için maaşı az olan birisini ve yüksek performanslı birisini istiyormuş. Ve çalışacağı alan bir bahçede imiş. Bize de bu çalışanlardan 3 tanesini seçip bir mektup ile yazmamızı istiyor.

Yıldız Çiçeği: Hepimiz aynı şeyi anlamışız.

Öğrenciler problemde neler anladıklarını tek tek sözlü olarak eşleştikleri arkadaşlarına ardından grup arkadaşlarına ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceklerini tartışmaya başlamışlardır. Öğrenciler Robot Süpürge Alıyoruz probleminin çözüm yoluna benzer bir problem olduğunu fark edebilmişlerdir. Bu kapsamda öğrenciler gerçekçi bir varsayımda bulunarak (PS4), her bir kategoriye kendi içinde değerlendirerek bir puanlama yapmaya karar vermişlerdir. Öğrenciler Ferhat Bey'in isteklerine göre çalışma performansı, maaş isteği ve çalışma disiplini memnuniyeti kriterlerini dikkate alacaklarını ifade etmişlerdir. Bunun için verilen tabloda 7 çalışanın bilgileri yer aldığı için puanlamayı 1'den 7'ye kadar yapacaklarını belirlemişlerdir. Bir başka deyişle değerlendirilen kritere göre en yüksek puan 7, en düşük puan 1 olacak şekilde puanlama yapmaya başlamışlardır.

Zambak: Ben bir şey diyeceğim. Hani öğretmen bize geçende puanlama yapın demişti ya öyle yapalım.

Orkide: Bence de bende aynı şeyi düşündüm. Geçen ki problem gibi.

Aslanağzı: Çalışma performansı en yüksek Buğlem oluyor ona 1 verelim.

Orkide: Hayır, işte ona en yükseği vereceğiz. 7 puan vermeliyiz.

Zambak, Yıldız Çiçeği: Evet.

Aslanağzı: *Doğru.*

Zambak: *Puan alacağı için en yüksek puan.*

Yıldız Çiçeği: *7 puan. Çünkü 7 kişiler. 7'den başlayalım, en yüksek 7 puan.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Siz hangilerini dikkate aldınız?*

Orkide: *Arkadaki metne göre, çalışma performansı istiyor, maaş istekleri çünkü kısıtlı bir bütçesi var, bir de çalışma disiplini memnuniyeti.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Çalışma performansında, en yüksek puanı kime vereceksiniz?*

Aslanağzı: *En yükseğe.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki, maaş isteğinde?*

Orkide: *Kısıtlı bir bütçesi varmış o yüzden az maaşlı olana.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Çalışma disiplini memnuniyetinde?*

Yıldız Çiçeği: *En yüksek puanı alana.*

Aslanağzı: *İlk çalışma performansı ile başlayalım.*

Öğrenciler matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde tablodaki kriterleri Ferhat Bey'in isteklerine göre kendi içinde değerlendirmişlerdir. Bunun için ilk olarak çalışma performansı kriteri ile sürece başlamışlardır. Ferhat Bey, çalışma performansı yüksek birisini istediği için çalışma performansı en yüksek olana 7 puan vererek geriye doğru puanlamışlardır. Ardından Ferhat Bey maaş isteği az olan çalışanlar istediği için maaş isteği en düşük olana 7 puan vererek geriye doğru puanlamışlardır. Son olarak Ferhat Bey çalışma disiplini memnuniyeti olan çalışanlar istediği için çalışma disiplini memnuniyeti en yüksek olana 7 puan vererek geriye doğru puanlamışlardır. Puanlama işlemleri tamamlandıktan sonra öğrenciler, çalışanların her bir kategoride aldığı puanları toplamışlardır. Toplama işleminden sonra sıralama yaparak birinci (Buğlem) ve ikinci (Miray) seçilecek çalışanı belirlemişlerdir. Ancak üçüncü çalışan için aynı puanı alan üç çalışan (Burak, Berke, Deren) olduğu için bu kişiyi nasıl belirleyebileceklerini tartışmışlardır.

Aslanağzı: *İlk çalışma performansı ile başlayalım. Buğlem 7.*

Yıldız Çiçeği: *Miray 6.*

Orkide: *Deren 5.*

Aslanağzı: *Burak 4.*

Yıldız Çiçeği: *Berke 3.*

Aslanağzı: *Derin 2.*

Zambak: *Bulut 1.*

Yıldız Çiçeği: *Şimdi maaş isteklerini sıralayalım. Buğlem yine 7 oluyor arkadaşlar.*

Aslanağzı: *Hayır, Derin.*

Orkide, Zambak: *Evet Derin 7.*

Yıldız Çiçeği: *Tamam.*

Aslanağzı: *Buğlem 6 oluyor. Bulut 5. Berke 4.*

Orkide: *Deren 3.*

Aslanağzı: *Burak 2. Miray 1.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Puanlama yaptıktan sonra ne yapacaksınız?*

Orkide: *Toplayacağız.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam.*

Orkide: *Şimdi çalışma disiplini memnuniyeti.*

Zambak: *Miray 7.*

Yıldız Çiçeği: *Burak da 7.*

Orkide: *Berke 6. Buğlem 5. Derin de 5.*

Aslanağzı: *Bulut 4. Derin de 3.*

Yıldız Çiçeği: *Şimdi hepsini toplayalım.*

Orkide: *Bence biz de toplayalım kontrol etmiş de oluruz.*

Zambak: *Şöyle yapacağız. Burak'ı toplayacağız. Sonra Berke'yi.*

Sırayla hepsini.

(Öğrencilerin hepsi, kişilerin her bir kategori için aldığı puanları topluyor.)

Yıldız Çiçeği: *Buğlem 1.*

Orkide: *Miray 2, Derin 3.*

Aslanağzı: *Ama Burak ve Berke'de aynı puanda.*

Yıldız Çiçeği: *Evet aynı oluyor ama maaşlarına göre bakarsak.*

Orkide: *Niye sadece maaşlarına baktık ki? Diğerlerine de bakalım.*

Yıldız Çiçeği: *Buğlem 1. Net.*

Aslanağzı: *Miray 2.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Aynı puanda olan kişileri nasıl sıraladınız? 13 puan alan 3 kişi var, kim 3. Olacak?*

Yıldız Çiçeği: *Burak.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Niye Burak? Tek tek sıralar mısınız?*

(Öğrenciler büyükten küçüğe doğru sıralıyorlar.)

İşe Başvuran Kişiler	Çalışma Performansı (100 puan üzerinden)	Maaş İstekleri	Çalışma Alanları (Masa+Sandalye)	Çalışma Disiplini Memnuniyeti (100 puan üzerinden)	
Burak	70 4	15.000 TL 2	Kısa kenar: 2 m Uzun kenar: 3 m	80 7	13
Berke	65 3	14.600 TL 4	Kısa kenar: 2 m Uzun kenar: 2 m	75 6	13
Buğlem	90 7	13.800 TL 6	Kısa kenar: 1 m Uzun kenar: 3 m	70 5	18
Derin	50 2	12.400 TL 7	Kısa kenar: 2 m Uzun kenar: 5 m	50 3	12
Bulut	42 1	14.500 TL 5	Kısa kenar: 1 m Uzun kenar: 2 m	55 4	10
Miray	80 6	16.000 TL 1	Kısa kenar: 2 m Uzun kenar: 2 m	80 7	14
Deren	75 5	14.800 TL 3	Kısa kenar: 1 m Uzun kenar: 1 m	70 5	13

Görsel 26. Dörtlü beyin fırtınası grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (dördüncü öğretim bölümü)

Öğrenciler üçüncü kişiyi belirlemek için ilk olarak herhangi bir gerekçe sunmadan doğrudan Burak'ın üçüncü çalışan olacağını ifade etmişlerdir. Ardından araştırmacı/öğretmenin “ ‘Bence’ ile olmaz. Bir sebep sunman gerekiyor.” söyleminden sonra maaş isteklerine göre belirleyebileceklerini çünkü Ferhat Bey'in kısıtlı bir bütçesi olduğunu belirtmişlerdir. Bu doğrultuda bu üç çalışanın maaş isteklerini küçükten büyüğe doğru sıraladıklarında en az maaş isteğine sahip olan kişiyi Berke olarak belirlemişlerdir. Bu kapsamda öğrenciler, gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modeller oluşturmuşlar (M5) ve oluşturdukları matematiksel modelleri doğru çözmüşlerdir (MOÇ5).

Araştırmacı/Öğretmen: *3 kişi aynı puanı almış. Bu üçüncü kişiyi nasıl belirleyeceksiniz?*

Yıldız Çiçeği: *Bence Burak.*

Araştırmacı/Öğretmen: *‘Bence’ ile olmaz. Bir sebep sunman gerekiyor.*

Zambak: Öğretmenim maaş isteklerine göre belirleyebiliriz.

Çünkü kısıtlı bir bütçesi var.

Araştırmacı/Öğretmen: Tamam ona göre yapın bakalım.

Zambak: Deren 3.

Orkide: Ama hayır Berke'nin maaş isteği daha az.

Zambak: Doğru Deren 14.800 isterken, Berke 14.600 istiyor.

Öğrenciler elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlamışlardır. Elde ettikleri puanlar doğrultusunda sıralama yaparak hangi üç çalışanı seçtiklerine karar vermişlerdir. Bu üç çalışanı neden ve nasıl seçtiklerini açıkladıkları için elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlamışlardır (Y5). Son olarak öğrenciler mektubu doğru bir şekilde yazabilmişlerdir. İkinci öğretim bölümünde kullanılan mektup taslağında yer alan bilgilerin hepsine yazdıkları mektup içerisinde yer vermişlerdir.

puanladık. Ferhat Bey maaş isteği az olan, çalışma performansı ve disiplini yüksek birisini istediği için onları puanladık. Yani en yüksekten en küçüğe doğru. Sıraladıktan sonra çalışanların puanlarını topladık. Birinci Buğlem, ikinci Miray çıktı. Ama 3 kişide aynı puanda çıktığı için ve Ferhat Bey'in kısıtlı bütçesi olduğu için maaş isteklerine baktık. Onda da Berke çıktı.

Mektup: Ferhat Bey'in isteklerine göre 1. sırada Buğlem vardır. 2. sırada Miray vardır. 3. sırada Berke vardır. Çünkü en az maaş isteyen ve kategorileri iyi olan odur.

4'ü Beğin Fırtınası

Görsel 27. Dörtlü beyin fırtınası grubunun mektubu (dördüncü öğretim bölümü)

Black grubu hem süreç içerisinde hem süreç sonunda doğrulama yeterliğini ortaya koymuşlardır (D7). Öğrenciler problemi çözerken her bir grup üyesinin problemi

çözmesine karar vermişlerdir. Bir başka deyişle hepsi aynı anda aynı işlemi yapmışlardır. Yaptıkları işlem bittikten sonra her bir grup üyesinin işlemini kontrol etmişlerdir. Ardından bir sonraki işleme geçmişlerdir. Süreç sonunda ise problemi doğru problemi doğru anlayıp anlamadıklarını, çözüm varsayımlarının ve oluşturdukları matematiksel modelin doğruluğunu, matematiksel çözümlerinde işlem hatası yapıp yapmadıklarını kontrol ettiklerini ifade etmişlerdir.

Aslanağzı: *Probleme baktık. Yaptığımız işlemleri kontrol ettik, sonucumuzu kontrol ettik.*

4.6.3.Dördüncü Öğretim Bölümünün Uygulama Süreci ve Araştırmacı/Öğretmenin Rolü

Hangi Bilgisayar Mühendisi model oluşturma etkinliğinde düşün-eşleş-paylaş tekniği kullanılmıştır. Öğrenciler yine “Black” ve “Dörtlü Beyin Fırtınası” olarak iki grup halindedir. Gruplara tanıtıcı makale verilmeden önce sıralara 1’den 4’e kadar numaraların yazdığı kapalı renkli kâğıtlar dağıtılmıştır. Ardından araştırmacı/öğretmen “1’den 3’e kadar sayacağım. 3 dediğimde hepiniz renkli kâğıtlardan bir tanesini seçeceksiniz. O sizin bugünkü numaranız olmuş olacak.” yönergesini verdikten sonra öğrenciler kartları çekip numaralarını öğrenmişlerdir. Ardından yine her öğrenciye birer tane olmak üzere tanıtıcı makale dağıtılmıştır. Tanıtıcı makalede *Mühendis* (Bilim Çocuk Sözlüğü-Mühendis, TÜBİTAK Bilim Çocuk E-Dergisi, Aralık 2021) başlıklı mühendisin kim olduğuna dair bilgilendirici bir metin yer almaktadır. Öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problem durumunu okumaları ve notlar almalarının sağlanması için araştırmacı/öğretmen tarafından “*Tanıtıcı makaleyi bireysel olarak okuyoruz. Ardından tanıtıcı makaleden neler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz. Tanıtıcı makaleyi okumaya başlayabilirsiniz.*” yönergesi verilmiştir. Öğrenciler bireysel olarak tanıtıcı makaleyi okuduktan sonra araştırmacı/öğretmen öğrencileri kendi grupları içerisinde ikili olarak eşleştirir. Bunun için araştırmacı/öğretmen “*3 ile 4 ve 1 ile 2 eşleşsin.*” yönergesini her grup için söylemiştir. Araştırmacı/öğretmen eşleşmeleri tamamladıktan sonra “*Şimdi eşleştiğiniz arkadaşınız ile tanıtıcı makaleden ne/ler anladığınızı ve ne/ler öğrendiğinizi konuşarak tartışın.*” yönergesini vermiştir. Konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra hazır oluş sorularını cevaplama aşamasına geçilmiştir. Bu süreç sözlü olarak gerçekleştirilmiştir. Öğretmen hazır oluş sorularını öğrencilere yönelterek grupların yanıtları alınmıştır. Yanıtlar alındıktan sonra problem durumu aşamasına geçilmiştir. Beşinci öğretim bölümü için tanıtıcı makale ve

hazır oluş soruları ev ödevi olarak öğrencilere verilecektir. Böylece tanıtıcı makale ve hazır oluş sorularının ev ödevi olarak kullanılması süreci gerçekleştirilmiş olacaktır.

Black ve Dörtlü Beyin Fırtınası gruplarına “Hangi Bilgisayar Mühendisi?” matematiksel modelleme problemi kâğıdı, yine her bir öğrenciye birer tane olmak üzere dağıtılmıştır. Ardından öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problemi okumaları, notlar almaları ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak düşünmelerinin sağlanabilmesi için araştırmacı/öğretmen tarafından “Okurken nelere dikkat ediyoruz?” sorusu sorulmuştur. Bunun üzerine öğrencilerin verdiği yanıtlar şu şekildedir:

Araştırmacı/Öğretmen: *Okurken neler yapıyoruz?*

Lemur: *Neleri dikkate almamız gerektiğini belirliyoruz.*

Yunus: *Nasıl bir çözüm yolu bulacağımızı düşünüyoruz.*

Aslanagzı: *Fosforlu kalemle önemli yerleri çiziyoruz.*

Görüldüğü üzere öğrenciler problemi okurken nelere dikkat etmeleri ve ne yapmaları gerektiğine dair farkındalıkları devam etmektedir. Bu kapsamda hem Black hem de Dörtlü Beyin Fırtınası grubundaki öğrenciler, problem durumunda önemli gördükleri yerleri renkli kalemle göstermişlerdir. Öğrencilerin problemi okumaları tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen öğrencileri kendi grupları içerisinde ikili olarak eşleştirmiştir. Bunun için araştırmacı/öğretmen “3 ile 4 ve 1 ile 2 eşleşsin.” yönergesini her grup için vermiştir.

Araştırmacı/Öğretmen: *3 ve 4, 1 ve 2 eşleşsin. Şimdi eşleştığınız arkadaşınızla problemde ne anladığınızı sözlü olarak ifade ediyorsunuz. Neleri dikkat aldınız ve nasıl çözeceğinize dair.*

Öğretmen eşleşmeleri tamamladıktan sonra “Şimdi problemde neler anladığınızı eşleştirdiğiniz arkadaşlarınızla tartışmanızı istiyorum. Problemde verilenler neler?, İstenenler neler? Bu problemi nasıl çözebilirsiniz? Bu soruları eşleştirdiğiniz arkadaşınız ile tartışınız. Hadi başlayalım!” yönergesini söylemiştir. Bu süreçteki amaç öğrencilerin fikirleri değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşmalarını sağlamaktır. Bu aşamada hem Black hem Dörtlü Beyin Fırtınası grubu, problemde neler anladıklarını kendi cümleleri ile eşleştirdiği arkadaşlarına sözlü olarak ifade etmişlerdir. Bu gözlemler sonucunda öğrenciler bu

davranışları sergilemelerine rağmen bu eylemin kalıcı olarak devam etmesi için beşinci öğretim bölümü için araştırmacı/öğretmen, yönergeler ve geri bildirimler sağlaması gerektiğine karar vermiştir. Bunun için beşinci öğretim bölümünde öğrencilerin grup arkadaşlarıyla tartışma sürecinde verilenleri ve istenenleri belirleme, çözüm varsayımı oluşturma süreçlerinde yine her grubu kontrol etmesi ve geri bildirimler vermesi planlanmıştır.

İkili olarak konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen “*Şimdi ikili eşleştiğiniz arkadaşınız ile birlikte tüm fikirlerinizi paylaştınız. Artık problemi çözmeniz gerekiyor. Grup arkadaşlarınızla bir araya gelerek ortak bir çözüm varsayımına karar vermelisiniz. Bu kararı verdikten sonra problemi çözmeye başlayabilirsiniz. Hadi başlayalım!*” yönergelerini vermiştir. Öğrenciler artık matematiksel işlemler yapmaya başlamıştır. Yine de araştırmacı/öğretmen tarafından her iki grup, matematiksel işlem yapıp yapmadığı noktasında kontrol edilmiştir. Beşinci öğretim bölümü için de öğrenciler matematiksel işlem yapıp yapmadıkları noktasında kontrol edilecektir. Her iki grupta artık mektubu doğru olarak yazabilmektedir. İkinci öğretim bölümünde kullanılan mektup taslağında yer alan bilgilerin hepsine yazdıkları mektup içerisinde yer vermişlerdir. Yine de öğrencilerin mektup yazma davranışını kalıcı hale getirmek için mektup içerisinde olması gereken bilgilerin olup olmadığının kontrol etmesi hedeflenmiştir. Öğrenciler ilk defa elde ettikleri matematiksel sonuçları gerçek yaşam bağlamında yorumlamışlardır. Öğrenciler seçtikleri üç çalışanı neden ve nasıl seçtiklerini, hangi değişkenleri dikkate aldıklarını açıklamışlardır. Yine de bu davranışı kalıcı hale getirmek için beşinci öğretim bölümünde elde ettikleri matematiksel çözümü problemin isteğine göre yorumlamaları gerektiği vurgulanacaktır. Son olarak iki grupta, doğrulama yeterliği göstermiştir. Hem Black hem de Dörtlü Beyin Fırtınası grubu problemi tekrardan okuduklarını, matematiksel işlemlerini kontrol ettiklerini belirtmişlerdir.

Gruplar problemi çözdükten sonra sunum aşamasına geçilmiştir. Sunum aşaması için dördüncü öğretim bölümü için gruplardan farklı bir sözcü seçileceğine karar verilmişti. Bunun için bu sefer diğer öğretim bölümlerinden farklı olarak Dörtlü Beyin Fırtınası grubundan Orkide, Black grubundan Yunus tahtaya kalkarak grubu adına problem çözümlerini anlatmıştır.

Orkide: *Öğretmenim biz 7 kişi olduğu için 7’den 1’e doğru puanladık. Ferhat Bey maaş isteği az olan, çalışma performansı*

ve disiplini yüksek birisini istediği için onları puanladık. Yani en yüksekten en küçüğe doğru. Sıraladıktan sonra çalışanların puanlarını topladık. Birinci Buğlem, ikinci Miray çıktı. Ama 3 kişide aynı puanda çıktığı için ve Ferhat Bey'in kısıtlı bütçesi olduğu için maaş isteklerine baktık. Onda da Berke çıktı.

Yunus: Biz öncelikle herkesi puanladık. Ferhat Bey maaş isteği az olan, çalışma performansı ve disiplini yüksek birisini istediği için onarlı puanladık. Biz de 7 kişi olduğu için 7'den başladık. Sonra puanları topladık. 3 kişinin puanı aynı çıktı. Sonra 3 kişinin çalışma performansı ve çalışma disiplini puanlarını topladık. En yüksek puanı alan kişi Burak olduğu için Burak'ı seçtik. 1. Buğlem, 2. Miray, 3. Burak oldu. Sonra da mektubumuzu yazdık.

Son olarak sunum aşaması tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen öğrencilerin problemin ortaya koyulan varsayımlar doğrultusunda farklı çözüm süreçlerinin olabileceğini söylemiştir.

Araştırmacı/Öğretmen: Bu tarz problemlerin birden fazla çözümünü olduğunu fark etmiş olduk. 4'lü Beyin Fırtınası grubunun üçüncü kişisi farklı Black grubunu farklı. İşte önemli olan sizin ortaya koyduğunuz gerekçeler ve varsayımlar olmuş oluyor.

Araştırmacı/öğretmen bu geri bildirimleri verdikten sonra Hangi Bilgisayar Mühendisi problemini çözerken aslında neleri dikkate almaları gerektiğini ifade etmiştir. Öğrencilere gerçekçi bir varsayımla ve çözümle nasıl hareket edilebileceğini ve gerçek yaşam bağlamında nasıl yorumlamalarda bulunabileceklerini söylemiştir. Dikkat çeken önemli bir nokta ise “Robot Süpürge Alıyoruz” modelleme probleminde geliştirilen “puanlama sistemi” matematiksel modelini, bu problemde de kullanarak “Robot Süpürge Alıyoruz” modelleme problemindeki modelimizin genellenebilir ve prototip bir model olduğunu görmüş ve deneyimlemiş olmalarıdır. Bir başka deyişle öğrencilerin geliştirdikleri çözüm stratejilerinin aslında genel bir model olduğunu fark etmeleri sağlanmıştır. Bu tartışmaların ardından dördüncü öğretim bölümü

tamamlanmıştır.

4.7. İkinci Ara Klinik Görüşmenin Bulguları

Üçüncü ve dördüncü öğretim bölümünün ardından odağa alınan öğrencilerle ikinci ara klinik görüşme gerçekleştirilmiştir. İkinci ara klinik görüşme olarak “Tenis Turnuvası” matematiksel modelleme problemi, odağa alınan öğrencilere ayrı bir sınıfta birebir olarak uygulanmıştır. İkinci ara klinik görüşmeye ait bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.7.1. Aslanağzı’nın İkinci Ara Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular

Aslanağzı’na *Tenis Turnuvası* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencinin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 37’de öğrencinin *Tenis Turnuvası* matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldığı puanlara yer verilmiştir.

Tablo 37.

Aslanağzı’nın İkinci Ara Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Tenis Turnuvası	Problemi Anlama	Düzy 4	3
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 4	3
	Matematikselleştirme	Düzy 5	4
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 5	4
	Yorumlama	Düzy 4	3
	Doğrulama	Düzy 7	6
	Toplam		23

Tablo 37’de görüldüğü üzere Aslanağzı “*Tenis Turnuvası*” probleminden 23 puan alarak “*üst düzey modelleme yeterliğine sahip*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenci, problemi okuyarak sürece başlamıştır. Öğrenci probleminden ne anladığını sözlü olarak kendi cümleleri ile ifade edebilmiştir. Öğrenci bir tenis maçı düzenleneceğini ve belirlenen 9 şehri en iyi şehirler, ikinci en iyi şehirler ve kötü şehirler olarak gruplandıracağını belirtmiştir. Bu gruplamayı yaparken maçın açık havada yapılacağını ve hava durumunun iyi olmasının gerektiğini söylemiştir. Ancak “*Havanın iyi olmasını istiyorlar ama çok güneşli olmamasını da istiyorlar.*” ifadesinden dolayı problem durumunda geçen “... çok sıcak olmayan bir şehir” ifadesini yanlış anlamlandığı fark edilmiştir. Bunun üzerine araştırmacının “*Çok güneşli olmamasını mı istiyorlar yoksa çok sıcak olmamasını mı? Güneş olduğunda her zaman hava çok mu sıcak oluyor?*”

Örneğin şu an hava güneşli ama sıcak mı?” söyleminden sonra düşüncesi değişerek “Değil öğretmenim. O zaman en fazla olana en yüksek vereceğim güneşli günde.” ifadesinde bulunmuştur. Bundan dolayı problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelerle yer verdiği ancak verilenleri ve istenenleri belirlerken önemsiz hatalar yaptığı buna rağmen aralarında ilişki kurabildiği belirlenmiştir (PA4).

Araştırmacı/Öğretmen: Ne anladın problemden?

Aslanağzı: Öğretmenim Almanya Tenis grubu Türkiye’de açık havada bir tenis maçı yapmak istiyor. Ve 9 tane şehir belirlemişler. Bunlardan en iyi şehir, ikinci en iyi şehir ve kötü şehirleri sıralamamızı istiyor. Maç yapılacağı gün hava durumunun iyi olmasını istemişler. Ve açık alanda yapılmasını istemişler.

Araştırmacı/Öğretmen: Hangilerini dikkate alacaksın Aslanağzı?

Aslanağzı: Havanın iyi olmasını istiyorlar ama çok güneşli olmamasını da istiyorlar.

Araştırmacı/Öğretmen: Çok güneşli olmamasını mı istiyorlar yoksa çok sıcak olmamasını mı? Güneş olduğunda her zaman hava çok mu sıcak oluyor? Örneğin şu an hava güneşli ama sıcak mı?

Aslanağzı: Değil öğretmenim. O zaman en fazla olana en yüksek vereceğim güneşli günde.

Öğrenci, problem durumunu ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceğine dair varsayımlarda bulunmuştur. Öğrenci, Robot Süpürge Alıyoruz ve Hangi Bilgisayar Mühendisi matematiksel modelleme problemlerinin çözüm yoluna benzer bir problem olduğunu fark edebilmiştir. Bu kapsamda öğrenci, gerçekçi bir varsayımda bulunarak belirlediği kategorileri kendi içinde değerlendirerek bir puanlama yapmaya karar vermiştir. *“Havanın iyi olmasını istiyorlar ama çok güneşli olmamasını da istiyorlar.”* ifadesinden dolayı problem durumunda geçen *“... çok sıcak olmayan bir şehir”* ifadesini yanlış anlamlandırıdğı fark edilmiştir. Bunun üzerine araştırmacının *“Çok güneşli olmamasını mı istiyorlar yoksa çok sıcak olmamasını mı? Güneş olduğunda her zaman hava çok mu sıcak oluyor? Örneğin şu an hava güneşli ama sıcak mı?”* söyleminden

sonra düşüncesi değişerek “Değil öğretmenim. O zaman en fazla olana en yüksek vereceğim güneşli günde.” ifadesinde bulunmuştur. Ardından araştırmacının “30°C’nin üstündeki gün sayısı çok sıcak mıdır?” sorusundan sonra “Sıcaktır öğretmenim. O zaman en yüksek puan Eskişehir.” ifadesinde bulunarak doğru bir varsayımda bulunmuştur. Yıllık ortalama yağış miktarında ise tenis maçının açık havada yapılması istendiği için yağış miktarı az olmalı varsayımında bulunmuştur. 15°C’nin altında olmaması gerektiğini çünkü hava durumunun iyi olmasını istediklerini belirtmiştir. Öğrencinin bu ifadeleri doğrultusunda tabloda verilen kriterlerin hepsini dikkate alacağını ifade etmesi sebebiyle problemi sadeleştirdiği, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlediği ve gerçekçi varsayımlarda bulunduğu belirlenmiştir (PS4).

Araştırmacı/Öğretmen: *Problemi nasıl çözeceksin?*

Aslanağzı: *Öğretmenim ben burada 9 tane şehir vermiş. 9 en yüksek puan, 1’de en alçak puan. O şekilde sıralayacağım sonra da gruplayacağım.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Hangilerini dikkate alacaksın Aslanağzı?*

Aslanağzı: *Havanın iyi olmasını istiyorlar ama çok güneşli olmamasını da istiyorlar.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Çok güneşli olmamasını mı istiyorlar yoksa çok sıcak olmamasını mı? Güneş olduğunda her zaman hava çok mu sıcak oluyor? Örneğin şu an hava güneşli ama sıcak mı?*

Aslanağzı: *Değil öğretmenim. O zaman en fazla olana en yüksek vereceğim güneşli günde.*

Araştırmacı/Öğretmen: *30°C’nin üstündeki gün sayısı çok sıcak mıdır?*

Aslanağzı: *Sıcaktır öğretmenim. O zaman en yüksek puan Eskişehir.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Yıllık ortalama yağış miktarında peki?*

Aslanağzı: *Öğretmenim en düşük olana yani İzmir. Çünkü açık havada yapılacağı için yağmur az olmalı.*

Öğrenci, matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde tablodaki kriterleri Almanya Tenis Federasyonu Ekibi'nin isteklerine göre kendi içinde değerlendirmiştir. Bunu yaparken 9 şehir olduğu için 1'den 9'a kadar puanlama yapmıştır. Öğrenci ilk olarak güneşli gün sayısı kriteri ile sürece başlamışlardır. Almanya Tenis Federasyonu Ekibi, turnuvayı açık havada yapmak istediği için güneşli gün sayısı en fazla olana 9 puan vererek geriye doğru puanlamıştır. Ardından Almanya Tenis Federasyonu Ekibi hava durumu iyi olan ve çok sıcak olmayan bir başka deyişle ılık bir hava istedikleri için 15°C'nin altındaki gün sayısı en az olana 9 puan vererek geriye doğru puanlamıştır. Benzer şekilde Almanya Tenis Federasyonu Ekibi çok sıcak olmayan bir şehir istedikleri için 30°C'nin üstündeki gün sayısı en az olana 9 puan vererek geriye doğru puanlamıştır. Son olarak Almanya Tenis Federasyonu Ekibi tenis turnuvasını açık havada yapmak istedikleri için yıllık ortalama yağış miktarı en az olana 9 puan vererek geriye doğru puanlamıştır. Puanlama işlemleri tamamlandıktan sonra öğrenci, her bir şehrin kaç puan aldığını toplamıştır. Toplama işleminden sonra şehirleri; en iyi şehirler, ikinci en iyi şehirler ve kötü şehirler şeklinde gruplandırmıştır. Bu kapsamda Aslanağzı, gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modeller oluşturmuş (M5) ve oluşturduğu matematiksel modelleri doğru çözmüştür (MO5).

Araştırmacı/Öğretmen: *Problemi nasıl çözeceksin?*

Aslanağzı: *Öğretmenim ben burada 9 tane şehir vermiş. 9 en yüksek puan, 1'de en alçak puan. O şekilde sıralayacağım sonra da gruplayacağım.*

(Öğrenci her bir kriteri isteklere göre 1'den 9'a kadar puanlıyor.

Öğrenci her bir kriteri puanladıktan sonra puan sıralamasını kontrol ediyor ardından diğer kriteri puanlamaya geçiyor.)

Araştırmacı/Öğretmen: *Şimdi ne yapacaksın Aslanağzı?*

Aslanağzı: *Çanakkale'nin toplam puanını yani hepsinin puanlarını toplayacağım.*

(Toplama işlemi yaparken zihinden toplama yapıyor.)

Araştırmacı/Öğretmen: (Toplama işlemi bittikten sonra) *Ne yapıyorsun Aslanağzı?*

Aslanağzı: *Önce sıralayacağım. Sonra üçlü gruplara ayıracağım.*

(Aslanağzı, şehirleri aldıkları puana göre en yüksek puandan en düşük puana doğru sıralıyor. Ardından şehirlerin yanına en iyi, 2. en iyi ve en kötü şeklinde yazıyor.)

ŞEHİR	Güneşli Gün Sayısı (1 Yılda)	15° C'nin Altındaki Gün Sayısı (1 Yılda)	30° C'nin Üstündeki Gün Sayısı (1 Yılda)	Yıllık Ortalama Yağış Miktarı (mm/yıl)
en iyi 2. 4 Çanakkale	685 +	612 +	815 +	31224 = 23+
en iyi 2 İzmir	795 +	540 +	4169 +	9274 = 25+
en iyi 2. 5 Eskişehir	236 +	2184 +	96 +	7516 = 20+
en kötü 3 Mersin	471 +	90 +	3185 +	12222 = 13+
en kötü 7 Samsun	345 +	455 +	730 +	5661 = 19+
en kötü 8 Adana	685 +	90 +	1328 +	21534 = 18+
en iyi 1 Antalya	9178 +	84 +	2237 +	8386 = 27+
en iyi 2. 6 Kayseri	584 +	3157 +	636 +	6633 = 20+
en iyi 3 Muğla	8114 +	710 +	558 +	4863 = 24+

Görsel 28. Aslanağzı'nın matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ikinci ara klinik görüşme)

Öğrenci, şehirleri gruplandırdıktan sonra mektup yazmaya başlamıştır. Mektubunda en iyi şehirlerin, ikinci en iyi şehirlerin ve kötü şehirlerin hangileri olduğunu ifade etmiştir. Şehirleri gruplandırırken nasıl ve neye göre puanladığını ve gruplandığını açıklamaması sebebiyle elde ettiği doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlamıştır (Y4).

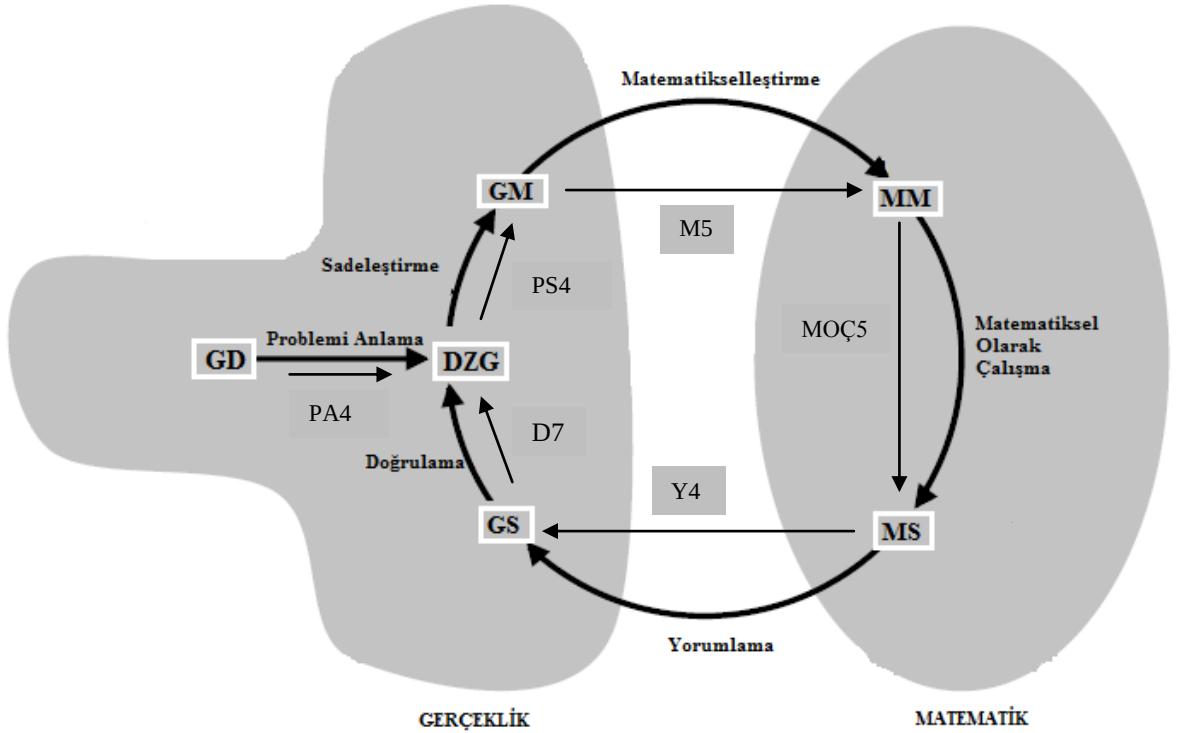
Araştırmacı/Öğretmen: *Problemi en baştan nasıl çözdüğünü anlatır mısın?*

Aslanağzı: *Öğretmenim ben önce puanladım. Sonra sırasıyla şehirlerin aldığı puanları topladım. Ve üçlü grup halinde şurada (mektupta) belirttim. En iyi yazan 3 tanesi en iyiler, en iyi ikinci yazanlar üçlü diğer grup, en kötülerde 7, 8 ve 9 öğretmenim.*

Mektup: En iyi şehirler: 1. Antalya, 2. İzmir ve 3. Muğla. En iyi 2. şehirler: 1. Çanakkale 2. Eskişehir ve 3. Kayseri. En kötü şehirler: 1. Samsun, 2. Adana ve 3. Mersin'dir.

Görsel 29. Aslanağzı'nın mektubu (ikinci ara klinik görüşme)

Öğrenci, problem çözme sürecinde yaptığı matematiksel işlemleri kontrol ettiği için doğrulama yaklaşımında bulunmuştur (D7). Son olarak aşağıda Aslanağzı'nın ikinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması Şekil 31'de sunulmuştur.



Şekil 301. Aslanağzı'nın ikinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması

Şekil 31'de görüldüğü gibi Aslanağzı, döngüsel bir modelleme süreci geçirmiştir. Öğrencinin problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadeler yer verdiği ancak verilenleri ve istenenleri belirlerken önemsiz hatalar yaptığı buna rağmen aralarında ilişki kurabildiği belirlenmiştir (PA4). Öğrencinin tabloda verilen kriterlerin hepsini dikkate alacağını ifade etmesi sebebiyle problemi sadeleştirdiği, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlediği ve gerçekçi varsayımlarda bulunduğu belirlenmiştir (PS4). Aslanağzı, gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modeller oluşturmuş (M5) ve oluşturduğu matematiksel modelleri doğru çözmüştür (MO5). Şehirleri gruplandırırken nasıl ve neye göre puanladığını ve gruplandığını açıklamaması sebebiyle elde ettiği doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlamıştır (Y4). Problem çözme sürecinde yaptığı matematiksel işlemleri kontrol ettiği için doğrulama yaklaşımında bulunmuştur (D7).

4.7.2. Lemur'un İkinci Ara Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular

Lemur'a *Tenis Turnuvası* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencinin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 38'de öğrencinin *Tenis Turnuvası* matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldığı puanlara yer verilmiştir.

Tablo 38.

Lemur'un İkinci Ara Klinik Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Tenis Turnuvası	Problemi Anlama	Düzy 5	4
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 4	3
	Matematikselleştirme	Düzy 5	4
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 5	4
	Yorumlama	Düzy 4	3
	Doğrulama	Düzy 7	6
	Toplam		24

Tablo 38'de görüldüğü üzere Lemur "*Tenis Turnuvası*" probleminden 24 puan alarak "*üst düzey modelleme yeterliğine sahip*" olarak değerlendirilmiştir. Öğrenci, problemi okuyarak sürece başlamıştır. Öğrenci probleminden ne anladığını sözlü olarak kendi cümleleri ile ifade edebilmiştir. Öğrenci açık havada bir tenis turnuvası düzenleneceğini, tenis turnuvası yapılacak ilin hava durumunun uygun olması ve havanın olması gerektiğini ifade etmiştir. Tabloda verilen şehirleri en iyi şehirler, ikinci en iyi şehirler ve kötü şehirler şeklinde 3 gruba ayıracağını belirtmiştir. Bundan dolayı problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadeler yer verdiği, verilenleri ve istenenleri belirlediği ve aralarında ilişki kurabildiği belirlenmiştir (PA5).

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne anladın probleminden?*

Lemur: *Almanya Tenis Federasyonu, Türkiye'de Avrupa Tenis Turnuvası düzenleyecek. Bunun için Türkiye'ye bir mektup gönderiyor. Mektupta ise Almanya'nın istekleri açık havada tenis turnuvasını yapmak. Yapılan ilin hava durumunun uygun olması ve o ildeki hava sıcaklığı çok soğuk da değil çok sıcak da değil yani ılık olmalı. Bizden istediği ise tabloda verilen şehirleri 3 gruba ayıracağız. O gruplar en iyi şehirler, ikinci en iyi şehirler ve kötü şehirler şeklinde ayrılacak.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tabloda hangi bilgiler verilmiş?*

A: Güneşli gün sayısı 1 yıla göre, 15°C 'nin altındaki gün sayısı, 30°C 'nin üstündeki gün sayısı ve yıllık ortalama yağış miktarı verilmiş.

Öğrenci, problem durumunu ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceğine dair varsayımlarda bulunmuştur. Öğrenci, Robot Süpürge Alıyoruz ve Hangi Bilgisayar Mühendisi matematiksel modelleme problemlerinin çözüm yoluna benzer bir problem olduğunu fark edebilmiştir. Bu kapsamda öğrenci, gerçekçi bir varsayımda bulunarak belirlediği kategorileri kendi içinde değerlendirerek bir puanlama yapmaya karar vermiştir. Öğrenci tüm kriterleri dikkate alarak bir puanlama yapacağını belirtmiştir. Öğrenci, araştırmacının “*Peki sence 30°C 'nin üstündeki gün sayısı sıcak yoksa ılık mıdır?*” sorusuna “*Sıcaktır öğretmenim*” söyleminde bulunarak gerçekçi bir varsayımda bulunmuştur. Ardından araştırmacının “*Yıllık ortalama yağış miktarı önemli mi?*” sorusuna “*Önemli çünkü açık havada yapmak istiyorlar.*” söyleminde bulunarak yine gerçekçi bir varsayımda bulunmuştur. Turnuvanın açık havada yapılması istendiği için güneşli gün sayısı en fazla olana en yüksek puanı vereceğini belirtmiştir. Havanın ılık olması istendiği 15°C 'nin altındaki gün sayısı en olana en yüksek puanı vereceğini ifade etmiştir. Öğrencinin bu ifadeleri doğrultusunda problemi sadeleştirdiği, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlediği ve gerçekçi varsayımlarda bulunduğu belirlenmiştir (PS4).

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki sence 30°C 'nin üstündeki gün sayısı sıcak yoksa ılık mıdır?*

Lemur: *Sıcaktır öğretmenim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki hangi kriterleri dikkate alacaksın?*

Lemur: *Bu aslında diğer sorulara da çok benziyor. Ben hepsini dikkate almak istiyorum.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Yıllık ortalama yağış miktarı önemli mi?*

Lemur: *Önemli çünkü açık havada yapmak istiyorlar.*

Araştırmacı/Öğretmen: *O zaman güneşli gün sayısında en yüksek puanı nasıl vereceksin?*

Lemur: *En yükseğe.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Neden?*

Lemur: *Açık havada istediği için.*

Araştırmacı/Öğretmen: *15°C 'nin altındaki gün sayısında en*

yüksek puanı kime vereceksin?

Lemur: *En düşüğe.*

Araştırmacı/Öğretmen: *30°C'nin üstündeki gün sayısı en yüksek puanı kime vereceksin?*

Lemur: *Eskişehir'e. Çünkü ılık olmalı yani az olmalı gün sayısı.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Yıllık ortalama yağış miktarında en yüksek puanı kime vereceksin?*

Lemur: *Düşük olmalı o yüzden İzmir.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam puanlamaya başlayabilirsin. Peki puanlama yaptıktan sonra ne yapacaksın?*

Lemur: *Verdiğim puanları toplayacağım sonra kıyaslayacağım.*

Öğrenci, matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde tablodaki kriterleri Almanya Tenis Federasyonu Ekibi'nin isteklerine göre kendi içinde değerlendirmişlerdir. Bunu yaparken 9 şehir olduğu için 1'den 9'a kadar puanlama yapmıştır. Öğrenci ilk olarak güneşli gün sayısı kriteri ile sürece başlamışlardır. Almanya Tenis Federasyonu Ekibi, turnuvayı açık havada yapmak istediği için güneşli gün sayısı en fazla olana 9 puan vererek geriye doğru puanlamıştır. Ardından Almanya Tenis Federasyonu Ekibi hava durumu iyi olan ve çok sıcak olmayan bir başka deyişle ılık bir hava istedikleri için 15°C'nin altındaki gün sayısı en az olana 9 puan vererek geriye doğru puanlamıştır. Benzer şekilde Almanya Tenis Federasyonu Ekibi çok sıcak olmayan bir şehir istedikleri için 30°C'nin üstündeki gün sayısı en az olana 9 puan vererek geriye doğru puanlamıştır. Son olarak Almanya Tenis Federasyonu Ekibi tenis turnuvasını açık havada yapmak istedikleri için yıllık ortalama yağış miktarı en az olana 9 puan vererek geriye doğru puanlamıştır. Puanlama işlemleri tamamlandıktan sonra öğrenci, her bir şehrin kaç puan aldığını toplamıştır. Toplama işleminden sonra birinci, ikinci ve üçüncü şehirler olarak üçerli biçimde gruplandırmıştır. Bu kapsamda Lemur, gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modeller oluşturmuş (M5) ve oluşturduğu matematiksel modelleri doğru çözmüştür (MO5).

ŞEHİR	Güneşli Gün Sayısı (1 Yılda)	15° C'nin Altındaki Gün Sayısı (1 Yılda)	30° C'nin Üstündeki Gün Sayısı (1 Yılda)	Yıllık Ortalama Yağış Miktarı (mm/yıl)	
2 Çanakkale	85 6	12 6	15 8	1224 3	23
1 İzmir	95 7	40 5	169 4	274 9	25
2 Eskişehir	36 2	184 2	6 9	516 7	20
3 Mersin	71 4	0 9	185 3	2222 1	17
3 Samsun	45 3	55 4	30 3	661 5	19
3 Adana	85 6	0 9	328 1	1534 2	18
1 Antalya	178 9	4 8	237 2	386 8	27
2 Kayseri	84 5	157 3	36 16	633 6	20
1 Muğla	114 8	10 6	58 5	863 4	24

Görsel 30. Lemur'un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ikinci ara klinik görüşme)

Öğrenci, şehirleri gruplandırdıktan sonra mektup yazmaya başlamıştır. Mektubunda en iyi şehirlerin, ikinci en iyi şehirlerin ve kötü şehirlerin hangileri olduğunu ifade etmiştir. Şehirleri gruplandırırken nasıl ve neye göre puanladığını ve gruplandığını açıklamaması sebebiyle elde ettiği doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlamıştır (Y4).

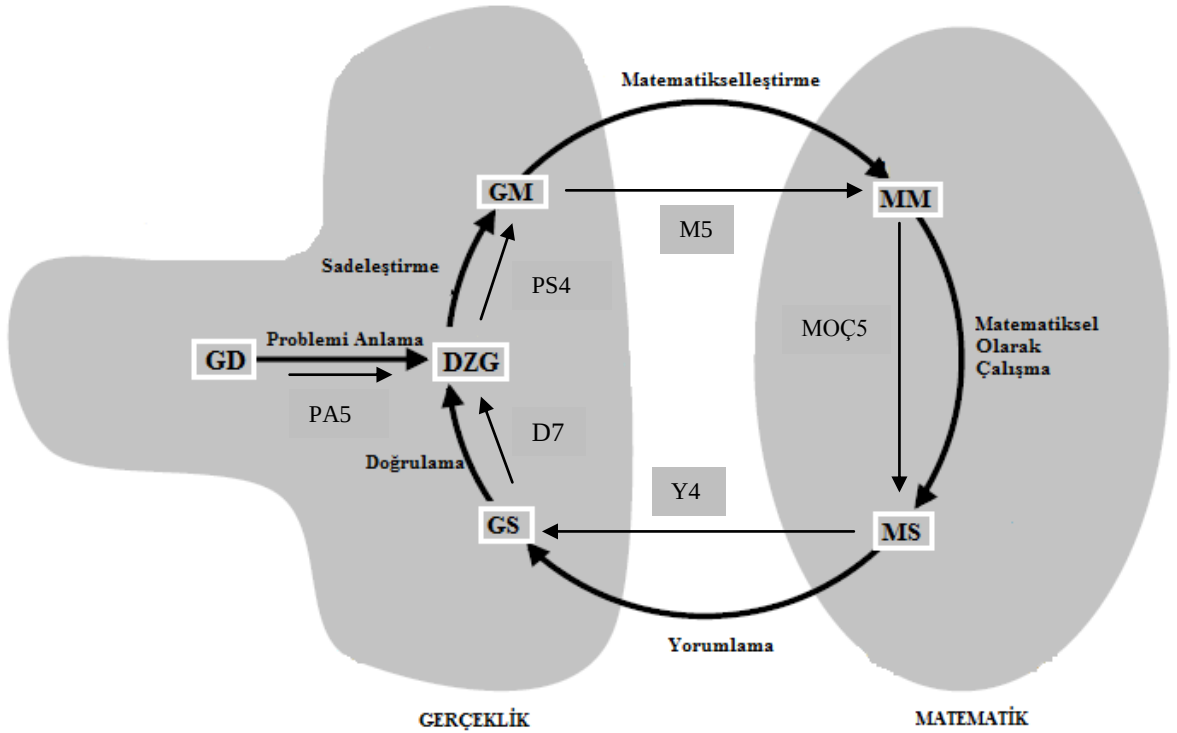
Araştırmacı/Öğretmen: *Şimdi bana neler yaptığını sözlü olarak anlatabilir misin?*

Lemur: *En başta güneşli gün sayısı, 15°C'nin altındaki gün sayısı, 30°C'nin üstündeki gün sayısı ve yıllık ortalama yağış miktarlarını göz önüne aldım. Tüm şehirlere puan verdim. Sonra bunların puanlarını topladım ve üçlü gruplara ayırdım.*

En iyi şehirler = İzmir, Antalya, Muğla
 2. en iyi şehirler = Çanakkale, Eskişehir, Kayseri
 kötü şehirler = Mersin, Samsun, Adana
 Nasıl yaptığımı diğer kâğıttaki tablodan bakabilirsiniz.

Görsel 31. Lemur'un mektubu (ikinci ara klinik görüşme)

Öğrenci, problem çözme sürecinde yaptığı matematiksel işlemleri kontrol ettiği için doğrulama yaklaşımında bulunmuştur (D7). Son olarak aşağıda Lemur'un ikinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması Şekil 32'de sunulmuştur.



Şekil 312. Lemur'un ikinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması

Şekil 32'de görüldüğü gibi Lemur döngüsel bir modelleme süreci geçirmiştir. Öğrenci problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verdiği, verilenleri ve istenenleri belirlediği ve aralarında ilişki kurabildiği belirlenmiştir (PA5). Öğrencinin tabloda verilen kriterlerin hepsini dikkate alacağını ifade etmesi sebebiyle problemi sadeleştirdiği, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlediği ve gerçekçi varsayımlarda bulunduğu belirlenmiştir (PS4). Lemur, gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modeller oluşturmuş (M5) ve oluşturduğu matematiksel modelleri doğru çözmüştür (MO5). Lemur, şehirleri gruplandırırken nasıl ve neye göre puanladığını ve gruplandığını açıklamaması sebebiyle elde ettiği doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlamıştır (Y4). Problem çözme sürecinde yaptığı matematiksel işlemleri kontrol ettiği için doğrulama yaklaşımında bulunmuştur (D7).

4.7.3. Yunus'un İkinci Ara Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular

Yunus'a *Tenis Turnuvası* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencinin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 39'da öğrencinin *Tenis Turnuvası* matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldığı puanlara yer verilmiştir.

Tablo 39.

Yunus'un İkinci Ara Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Tenis Turnuvası	Problemi Anlama	Düzy 5	4
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 4	3
	Matematikselleştirme	Düzy 5	4
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 5	4
	Yorumlama	Düzy 4	3
	Doğrulama	Düzy 7	6
	Toplam		24

Tablo 39’da görüldüğü üzere Yunus “*Tenis Turnuvası*” probleminden 24 puan alarak “*üst düzey modelleme yeterliğine sahip*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenci, problemi okuyarak sürece başlamıştır. Öğrenci probleminden ne anladığını sözlü olarak kendi cümleleri ile ifade edebilmiştir. Öğrenci bir tenis turnuvası düzenleneceğini ve bu turnuvanın açık havada yapılmasının istendiğini belirtmiştir. Havanın çok soğuk ya da çok sıcak olmamasını ifade etmiştir. Görevinin belirlenen 9 şehir 3 gruba ayırarak en iyi şehirler, ikinci en iyi şehirler ve kötü şehirler olarak Almanya Tenis Federasyonu’na göndermek olduğunu söylemiştir. Bundan dolayı problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadeler yer verdiği, verilenleri ve istenenleri belirlediği ve aralarında ilişki kurabildiği belirlenmiştir (PA5).

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne anladın probleminden?*

Yunus: *Almanya Tenis Federasyonu ekibi, Türkiye’de Avrupa Tenis Turnuvası düzenlemek istiyor. Bunun için Türkiye Tenis Federasyonu Başkanlığı’na bir mektup göndermişler. İstekleri açık havada yapılmasını istiyorlarmış. Havanın çok soğuk ya da çok sıcak olmasını istemiyorlarmış. Hava durumunun iyi olmasını istiyorlarmış. Görevimiz Almanya Tenis Federasyonu ekibine 9 şehir belirlemiş Türkiye Tenis Federasyonu Başkanlığı. Bu şehirleri 3 gruba ayırarak en iyi şehirler, ikinci en iyi şehirler ve kötü şehirler olarak Almanya Tenis Federasyonu’na göndermemizi istiyorlar.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tabloda hangi bilgiler verilmiş?*

Yunus: *Güneşli gün sayısı 1 yıla göre, 15°C’nin altındaki gün sayısı, 30°C’nin üstündeki gün sayısı ve yıllık ortalama yağış miktarı verilmiş.*

Öğrenci, problem durumunu ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceğine dair varsayımlarda bulunmuştur. Bu kapsamda öğrenci, gerçekçi bir varsayımda bulunarak belirlediği kategorileri kendi içinde değerlendirerek bir puanlama yapmaya karar vermiştir. Öğrenci tüm kriterleri dikkate alarak bir puanlama yapacağını belirtmiştir. Öğrenci, 15°C'nin altındaki gün sayısını özellikle dikkate alacağını çünkü 15°C'nin düşük olduğunu söylemiştir. Yıllık ortalama yağış miktarının önemli olduğunu çünkü açık havada yapılmasının istendiğini ifade etmiştir. Öğrencinin bu ifadeleri doğrultusunda problemi sadeleştirdiği, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlediği ve gerçekçi varsayımlarda bulunduğu belirlenmiştir (PS4).

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki sence 30°C'nin üstündeki gün sayısı sıcak yoksa ılık mıdır?*

Yunus: *Sıcaktır öğretmenim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki hangi kriterleri dikkate alacaksın?*

Yunus: *Hepsini öğretmenim. Şunu özellikle dikkate alacağım puanlama durumunda. 15°C'nin altındaki gün sayısını eğer 0'sa daha yüksek puan vereceğim. Çünkü 15°C düşük.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Yıllık ortalama yağış miktarı önemli mi?*

Yunus: *Çok önemli bence. Çünkü açık havada yapmak istiyorlar.*

Araştırmacı/Öğretmen: *15°C'nin altındaki gün sayısında en yüksek puanı kime vereceksin?*

Yunus: *En düşüğe.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam puanlamaya başlayabilirsin.*

Peki, puanlama yaptıktan sonra ne yapacaksın?

Yunus: *Toplayacağım sonra gruplayacağım.*

Öğrenci, matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde tablodaki kriterleri Almanya Tenis Federasyonu Ekibi'nin isteklerine göre kendi içinde değerlendirmişlerdir. Bunu yaparken 9 şehir olduğu için 1'den 9'a kadar puanlama yapmıştır. Öğrenci ilk olarak güneşli gün sayısı kriteri ile sürece başlamışlardır. Almanya Tenis Federasyonu Ekibi, turnuvayı açık havada yapmak istediği için güneşli gün sayısı en fazla olana 9 puan vererek geriye doğru puanlamıştır. Ardından Almanya Tenis Federasyonu Ekibi hava durumu iyi olan ve

çok sıcak olmayan bir başka deyişle ılık bir hava istedikleri için 15°C'nin altındaki gün sayısı en az olana 9 puan vererek geriye doğru puanlamıştır. Benzer şekilde Almanya Tenis Federasyonu Ekibi çok sıcak olmayan bir şehir istedikleri için 30°C'nin üstündeki gün sayısı en az olana 9 puan vererek geriye doğru puanlamıştır. Son olarak Almanya Tenis Federasyonu Ekibi tenis turnuvasını açık havada yapmak istedikleri için yıllık ortalama yağış miktarı en az olana 9 puan vererek geriye doğru puanlamıştır. Puanlama işlemleri tamamlandıktan sonra öğrenci, her bir şehrin kaç puan aldığını toplamıştır. Toplama işleminden sonra birinci, ikinci ve üçüncü şehirler olarak üçerli biçimde gruplandırmıştır. Bu kapsamda Yunus, gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modeller oluşturmuş (M5) ve oluşturduğu matematiksel modelleri doğru çözmüştür (MO5).

(Öğrenci her bir kriteri isteklere göre 1'den 9'a kadar puanlıyor.)

(Toplama işlemi yaparken zihinden toplama yapıyor.)

Yunus: *Öğretmenim ben şimdi hepsini topladım. Burada 1., 2. ve 3. diye sıraladım. 1. En iyi, 2. numara En iyi 2., 3. numara uygun olmayan şehirler.*

(Bu noktada Yunus gruplama yaparken toplama işleminde (Antalya ilinde yaptığı toplama hatası) hata yaptığını fark ediyor ve toplama işlemini düzeltiyor.)

Yunus: *Öğretmenim ben ikinci en iyi şehirler yerine, iyi şehirler diyebilir miyim?*

Araştırmacı/Öğretmen: *Diyebilirsin.*

ŞEHİR	Güneşli Gün Sayısı (1 Yılda)	15° C'nin Altındaki Gün Sayısı (1 Yılda)	30° C'nin Üstündeki Gün Sayısı (1 Yılda)	Yıllık Ortalama Yağış Miktarı (mm/yıl)
Çanakkale	85 6	12 6	15 8	1224 3 = 232.
İzmir	95 7	40 5	169 4	274 9 = 251.
Eskişehir	36 2	184 2	6 3	516 7 = 202.
Mersin	71 4	0 3	185 2	2222 1 = 173.
Samsun	45 3	55 4	30 2	661 5 = 193.
Adana	85 6	0 3	328 1	1534 2 = 183.
Antalya	178 9	4 8	237 2	386 8 = 241.
Kayseri	84 5	157 3	36 6	633 6 = 202.
Muğla	114 8	10 7	58 3	863 4 = 241.

GÖREVİNİZ

Türkiye Tenis Federasyonu Başkanlığı'na, Almanya ekibi için önerilerinizi içeren bir tavsiye mektubu yazınız. Bu tavsiye mektubunda önerdiğiniz şehirleri üç gruba ayırınız. **"En iyi şehirler"**, **"ikinci en iyi şehirler"** ve **"kötü şehirler"**. Bu şekilde Almanya Tenis Federasyonu ekibi, hangi şehirleri dikkate alması gerektiğini ve hangilerini dikkate almaması gerektiğini bilecektir.

Bu üç gruba oluşturmak için çözüm yolunuzun nasıl olduğunu (yönteminizin) ve çözüm sürecinde neler yaptığınızı mektubunuzda detaylı bir şekilde açıklayınız.

en iyi şehirler

İzmir
Antalya
Muğla

2. iyi şehirler

Çanakkale
Eskişehir
Kayseri

kötü şehirler

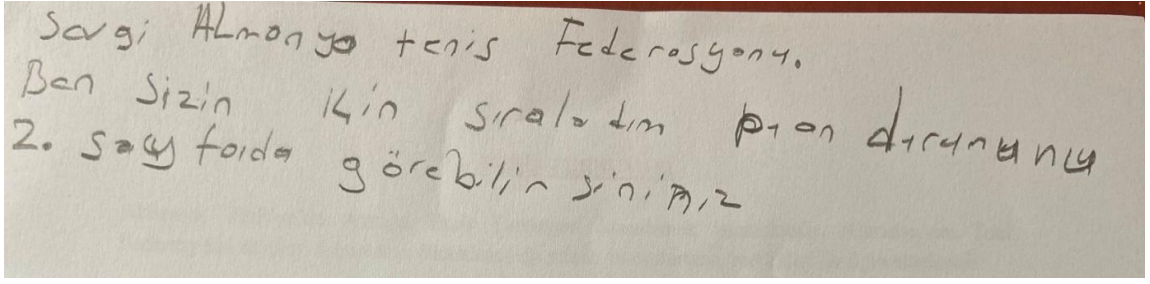
Samsun
Adana
Mersin

Görsel 32. Yunus'un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (ikinci ara klinik görüşme)

Öğrenci, şehirleri gruplandırdıktan sonra mektup yazmaya başlamıştır. Mektubunda en iyi şehirlerin, ikinci en iyi şehirlerin ve kötü şehirlerin hangileri olduğunu ifade etmiştir. Şehirleri gruplandırırken nasıl ve neye göre puanladığını ve gruplandığını açıklamaması sebebiyle elde ettiği doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlamıştır (Y4).

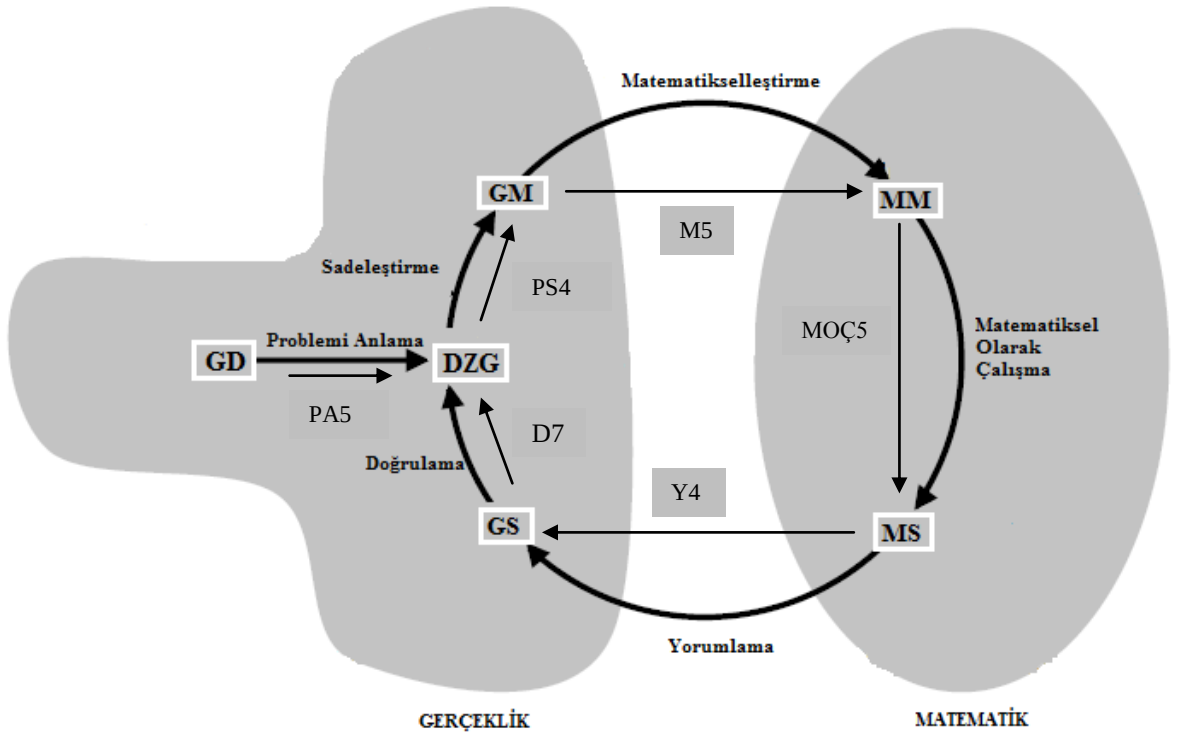
Araştırmacı/Öğretmen: *Şimdi bana neler yaptığını sözlü olarak anlatabilir misin?*

Yunus: *Bütün ayrıntıları göz önünde bulundurdum ve önceki problemlerde yaptığımız gibi puanlama yaptım ve puanları topladım. Ardından burada en iyi şehirler, iyi şehirler ve kötü şehirler olarak sıraladım. Ve de burada puan durumunu görmek isterseniz buradan bakabileceklerini mektup olarak yazdım.*



Görsel 33. Yunus'un mektubu (ikinci ara klinik görüşme)

Öğrenci, problem çözme sürecinde yaptığı matematiksel işlemleri kontrol etmiş ve toplama işleminde yaptığı hatayı fark ederek düzeltmiştir. Bu kapsamda Yunus, problem çözme sürecinde yaptığı matematiksel işlemleri kontrol ettiği ve fark ettiği hataları düzelttiği için doğrulama yaklaşımında bulunmuştur (D7). Son olarak aşağıda Yunus'un ikinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması Şekil 33'de sunulmuştur.



Şekil 323. Yunus'un ikinci ara klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması

Şekil 33'de görüldüğü gibi Yunus, döngüsel bir modelleme süreci geçirmiştir. Öğrenci problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelerle yer verdiği, verilenleri ve istenenleri belirlediği ve aralarında ilişki kurabildiği belirlenmiştir (PA5). Öğrencinin tabloda verilen kriterlerin hepsini dikkate alacağını ifade etmesi sebebiyle problemi sadeleştirdiği, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlediği ve gerçekçi

varsayımlarda bulunduğu belirlenmiştir (PS4). Yunus, gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modeller oluşturmuş (M5) ve oluşturduğu matematiksel modelleri doğru çözmüştür (MO5). Şehirleri gruplandırırken nasıl ve neye göre puanladığını ve gruplandığını açıklamaması sebebiyle elde ettiği doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlamıştır (Y4). Yunus, problem çözme sürecinde yaptığı matematiksel işlemleri kontrol ettiği ve fark ettiği hataları düzelttiği için doğrulama yaklaşımında bulunmuştur (D7).

4.8. Beşinci Öğretim Bölümüne İlişkin Bulgular

Öğrencilerin gruplar halinde yapmış oldukları çözüm süreçleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri ile beşinci öğretim bölümünün uygulama süreci ve araştırmacı/öğretmenin rolüne ilişkin bulgular bu bölümde sunulmuştur. Beşinci öğretim bölümünde “Büyük Ayak” model oluşturma etkinliği iki gruba uygulanmıştır. Bu etkinlikte “zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış” tekniği kullanılmıştır. Etkinlik için öğrencilere bir gün önceden tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları ev ödevi olarak verilmiştir. Uygulama (problem durumu) sürecinde iki gruba “Büyük Ayak” matematiksel modelleme problemi verilmiştir.

4.8.1. Black Grubuna Ait Bulgular

Black grubuna Büyük Ayak matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencilerin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 40’da öğrencilerin Büyük Ayak matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldıkları puanlara yer verilmiştir.

Tablo 40.

Black Grubunun Beşinci Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Büyük Ayak	Problemi Anlama	Düzy 5	4
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 4	3
	Matematikselleştirme	Düzy 5	4
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 5	4
	Yorumlama	Düzy 5	4
	Doğrulama	Düzy 7	6
	Toplam		24

Tablo 40’da görüldüğü üzere Black grubu “Büyük Ayak” matematiksel modelleme probleminde 25 puan alarak “üst düzey modelleme yeterliğine sahip” olarak

değerlendirilmiştir. Öğrenciler ilk olarak grup içerisinde problemi bireysel olarak okuyarak sürece başlamışlardır. Bu sefer araştırmacı/öğretmen tarafından öğrencilere okurken neler yapılacağına dair bir yönerge verilmemiştir. Buna rağmen öğrenciler problemi okurken problem durumunda önemli gördükleri yerleri renkli kalemle işaretlemişlerdir. Öğrenciler “...*Olay yerine gelen polis ekiplerinin bulabildiği tek şey bir sürü ayak izidir. Ayak izlerinden birisi, aşağıda gösterilmektedir. Genişlik= 10 cm. Topuk ve parmak ucu arası uzunluk= 36 cm. Göreviniz, polise ayak izi bulunan kişinin boyunun uzunluğunu belirlemede kullanmak üzere bir yöntem geliştirmektir.*” ifadelerini renkli kalem ile çizmişlerdir. Okuma süreleri tamamlandıktan sonra “*Şimdi arkadaşlarınızla bir araya geliyorsunuz. Problemden neler anladığınızı ve nasıl çözebileceğinizi tartışıyorsunuz.*” yönergesi araştırmacı tarafından verilmiştir. Bu yönerge üzerine Black grubu üyelerinden Yunus “*Öğretmenim önce bireysel anlatmıyor muyduk?*” sorusunu sormuştur. Yunus’un bu sorusu öğrencilere kazandırılmak istenen problemi anlama yeterliliğinin bir göstergesidir. Öğrenci doğrudan problem çözmeye eylemine geçmeden önce problemi kendi cümleleri ile ifade etmesi, problemde verilenlerin ve istenenlerin belirlenmesi gerektiğinin farkına varabilmiştir. Bu kapsamda öğrenciler problemi kendi cümleleriyle sözlü olarak ifade ettiklerinde, genişlik ile topuk ve parmak ucu arası uzunluğa dikkat etmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Aranılan kişinin boy uzunluğunu verilen bu iki ölçüden yola çıkarak bulmaları gerektiğini söylemişlerdir. Bu sebeple problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verdikleri, verilenleri ve istenenleri belirledikleri ve aralarında ilişki kurabildikleri (PA5) görülmüştür.

Lemur: Sabah okula gelen öğrenciler sıralarına Küçük Kara Balık kitabının bırakıldığını görmüşler. Öğrenciler ve sınıf öğretmeni kitabı bırakan kişiye teşekkür etmek istemişler. Sonra polis gelmiş, bir sürü ayak izi olduğunu görmüşler. Onlardan biri de aşağıdaki resimde gösterilmiş. Bizden istediği ise kitapları bırakan kişinin boy uzunluğunu bulmamız. Bir de resimde ayağın genişliği, topuk ve parmak ucu arasındaki uzunluk verilmiş. Bu uzunluklardan yola çıkarak problemi çözmemizi istiyor.

Öğrenciler probleminden neler anladıklarını sözlü olarak grup arkadaşlarına ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceklerini tartışmaya başlamışlardır. Öğrenciler ilk olarak “topuk ve parmak ucu arasındaki uzunluk” ifadesinin ne anlama geldiğini tartışmışlardır. Bu ifadenin ayak uzunluğu olduğuna karar verdikten sonra Kaktüs “... *bir şeyle bir şeyi çarpmamız gerekiyor ama neyi?*” söyleminde bulunarak gerçekçi bir varsayımla problemi sadeleştirmeye başlamıştır. Ayçiçeği 36 cm (topuk ve parmak ucu arasındaki uzunluk) ile 10 cm (genişlik) sayılarını çarpma fikrini ortaya atmıştır. Bunun üzerine Kaktüs “*Onları çarparsak 360 cm olur. Bir insanın boyu nasıl 360 cm olsun. Olamaz.*” ifadesinde bulunarak matematiksel sayı ile gerçek yaşam arasında bir ilişki kurarak yorumlamada bulunmuştur. Ardından araştırmacı grup masasına gelerek “*Kendi ayak uzunluklarınızdan yola çıkarak bir şeyler düşünebilir misiniz acaba?*” ifadesinde bulunmuştur. Bunun üzerine öğrenciler kendi boy uzunluklarını bulmaya karar vermiştir. Kaktüs ve Lemur boy uzunluklarını söylerken, Yunus’un ayak uzunluğunu cetvel ile ölçtüğünü fark eden araştırmacı/öğretmen grup masasına gelerek Yunus’un ne yaptığını sormuştur. Bu soru üzerine önce Kaktüs “*Ayağını ölçüyor.*” söyleminde bulunmuştur. Ardından Lemur “*Bizim kendi topuk ve parmak ucu arasındaki uzunluğumuz 36 cm. Biz de kendi ayak uzunluğumuzu ölçüp kendi ayağımızdan çıkaracağız.*” ifadesinde bulunmuştur. Bunun üzerine araştırmacı/öğretmen “*Boy uzunluğu ile ayak uzunluğu arasındaki bir ilişki olabilir mi?*” sorusunu öğrencilere yönelterek beyin fırtınası yapmalarını sağlamaya çalışmıştır. Bunun üzerine öğrenciler kendi ayak uzunluklarını ölçmeye başlamışlardır. Boy uzunluklarını bilmedikleri için araştırmacı/öğretmenden boylarını ölçmesini istemiştir. Öğretmen öğrencilerin boylarını tek tek metre ile ölçmüştür. Black grubu kendi boylarını, ayak uzunluklarını ve genişliklerini gösteren bir tablo oluşturmuşlardır. Öğretmen yine grup masasına gelerek ne yaptıklarını sormuştur. Lemur “*Öğretmenim bizim ayak uzunluğumuz 26, onunki 36. 10 fark var. Benim boyum 142. 142’ye 10 eklersek. 152 cm boyu.*” ifadesinde bulunmuştur. Öğretmen öğrencilerin tablo oluşturmalarına rağmen hala ayak uzunluğu ile boy arasındaki ilişkiye yönelik herhangi bir düşünce üretmediklerini fark ettikten sonra yine “*Boy uzunluğu ile ayak uzunluğu arasındaki bir ilişki olabilir mi? Tabloya göre söylediğimi düşünün bakalım.*” söyleminde bulunmuştur. Ardından Kaktüs “*Bence hepsi aynı olacak. Ayakla bir şeyin çarpımı olacak ve o da boy olacak.*” ifadesinde bulunarak gerçekçi bir varsayımda bulunmuştur. Bir başka deyişle ayak uzunluğu ile boy uzunluğu arasında bir sayı yani sabit bir oran olduğunu fark etmişlerdir. Bunun üzerine öğrenciler tabloyu oluşturduktan sonra boy uzunluklarını ayak uzunluklarına

bölmeye karar vermişlerdir. Öğrenciler kendi boy ve ayak uzunluklarını bularak tablo oluşturdıkları için problemi sadeleştirdikleri ve gerekli/gereksiz değişkenleri belirleyebildikleri (PS4) görülmüştür. Son olarak boy uzunluğu ve ayak uzunluğu arasındaki ilişkiyi fark ederek “*ayak uzunluklarını hangi sayı ile çarparlarsa boy uzunluğunu verir?*” varsayımından yola çıkarak gerçekçi bir çözüm varsayımında bulunmuşlardır.

Araştırmacı/Öğretmen: *Topuk ve parmak ucu arasındaki uzunluk derken neyi kastediyor?*

Yunus: *Ayağımızın uzunluğunu.*

Kaktüs: *Bence şöyle bir şey yapabiliriz. 10 cm bir topuk genişliği varmış. Topuk ve parmak ucu arasındaki uzunluk 36 cm imiş. Biz bunu bulmak için bence bunları ... Bir şeyle bir şeyi çarpmamız gerekiyor ama neyi?*

Araştırmacı/Öğretmen: *Kendi ayak uzunluklarınızdan yola çıkarak bir şeyler düşünebilir misiniz acaba?*

Ayçiçeği: *36 ile 10'u çarpalım o zaman.*

Kaktüs: *Onları çarparsak 360 cm olur. Bir insanın boyu nasıl 360 cm olsun. Olamaz.*

Yunus: *Kendi boy uzunluğunu bilen var mı?*

Kaktüs: *Ben biliyorum 140 cm.*

Lemur: *Benim de 141 cm.*

Kaktüs: *Bence şöyle yapmalıyız. Arasındaki farkı bulalım sonra da toplayalım.*

Lemur: *Öğretmenim biz bir tane çözüm bulduk gibi.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Yunus ne yapıyor şu anda?*

Kaktüs: *Ayağını ölçüyor.*

Lemur: *Bizim kendi topuk ve parmak ucu arasındaki uzunluğumuz 36 cm. Biz de kendi ayak uzunluğumuzu ölçüp kendi ayağımızdan çıkaracağız.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Anladım. Peki, boy uzunluğu ile ayak uzunluğu arasındaki bir ilişki olabilir mi?*

Kaktüs: *Düşünelim öğretmenim.*

Yunus: *Ben boy uzunluğumu bilmiyorum. Bir de ayakkabı mı*

giymiş yoksa ayakkabısız mı?

Araştırmacı/Öğretmen: Sence?

Kaktüs: *Ayakkabı tabii ki de. Çıplak ayakla mı geziyor. Biz de kendi ayaklarımızı ölçelim.*

(Öğrenciler tek tek ayak uzunluklarını ölçüyorlar. Görselde olduğu gibi topuk ve parmak ucu arasındaki uzunluğa göre ölçüm yapıyorlar.)

Kaktüs: *Benimki 26, adamınki 36. Baya büyük.*

Lemur: *Öğretmenim bizim boylarımızı ölçer misiniz?*

(Öğretmen, öğrencilerin boylarını ölçüyor. Öğrenciler, tek tek not alıyorlar.)

Lemur: *Öğretmenim çözüm buldum gibi. Bizim ayak uzunluğumuz 26 cm. Kaktüs'ünki de 26 cm.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Ölçtünüz mü? Ölçerken göreyim. Sen ne yapıyorsun Yunus?*

Yunus: *Tablo yapıyorum öğretmenim. Hepimizin boyunu, ayak uzunluğunu ve genişliğini yazacağım.*

Lemur: *Öğretmenim bizim ayak uzunluğumuz 26, onunki 36. 10 fark var. Benim boyum 142. 142'ye 10 eklersek. 152 cm boyu.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Bilemedim. Bakın Yunus bir tablo yapıyor. Size bir şey demiştim. Boy uzunluğu ile ayak uzunluğu arasındaki bir ilişki olabilir mi? Tabloya göre söylediğimi düşünün bakalım.*

Kaktüs: *Bence hepsi aynı olacak. Ayakla bir şeyin çarpımı olacak ve o da boy olacak.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Kaktüs'ün fikrinden gidin bakalım.*

Lemur: *Aaaa buldum buldum. 142'yi 26'ya böldün mü? Böleceğiz.*

Yunus: *Tamam tabloyu dolduralım bölelim.*

(Öğrenciler tablo oluşturarak boy, ayak uzunluğu ve genişliğini yazıyorlar.)

Öğrenciler matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde tablo oluşturduktan sonra herkes kendi boy uzunluğunu, ayak uzunluğuna bölmüştür.

Bölme işlemlerini bitirdikten sonra tek tek birbirlerinin bölme işlemlerini kontrol etmişlerdir. Ardından herkeste aynı sayı (6) çıktığını fark ettikten sonra 6 sayısını 36 cm (topuk ve parmak ucu arasındaki uzunluk) ile çarpmaya karar vermişlerdir. Böylece ayak izi bulunan kişinin boy uzunluğunu (216 cm) bulmuşlardır. Bu kapsamda öğrenciler, gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modeller oluşturmuşlar (M5) ve oluşturdukları matematiksel modelleri doğru çözmüşlerdir (MOÇ5).

Araştırmacı/Öğretmen: *Buldunuz mu sayıyı?*

Lemur: *Hangi sayıyı?*

Kaktüs: *Daha değil öğretmenim. Herkesinkini karşılaştıracamız.*

Lemur: *Önce kendi uzunluğumuza böleceğiz.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Neyi böleceksin?*

Lemur: *Boy uzunluğumu, ayak uzunluğuma böleceğim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam bölün bakalım.*

Lemur: *Sonra da bulduğumuz o sayı ile 36 cm'i çarpacağız.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Yapın bakalım.*

(Öğrenciler tek tek kendi boy uzunluklarını, ayak uzunluklarına bölüyor. Bölme işlemlerini bitirdikten sonra tek tek birbirlerinin bölme işlemlerini kontrol ediyorlar.)

Lemur: *Benimki tam bölünmedi.*

Kaktüs: *Kalanı boş ver.*

(Öğretmen masaya gelir)

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne yaptınız?*

Kaktüs: *Öğretmenim hepsini böldük.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne çıktı bölümlerinizi?*

Lemur: *Hepsinde 6 çıktı. Aaaa o zaman 36 ile 6'yı çarpacağız.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Evet.*

Kaktüs: *Buldum. 216 cm. Yani 2 m 16 cm.*

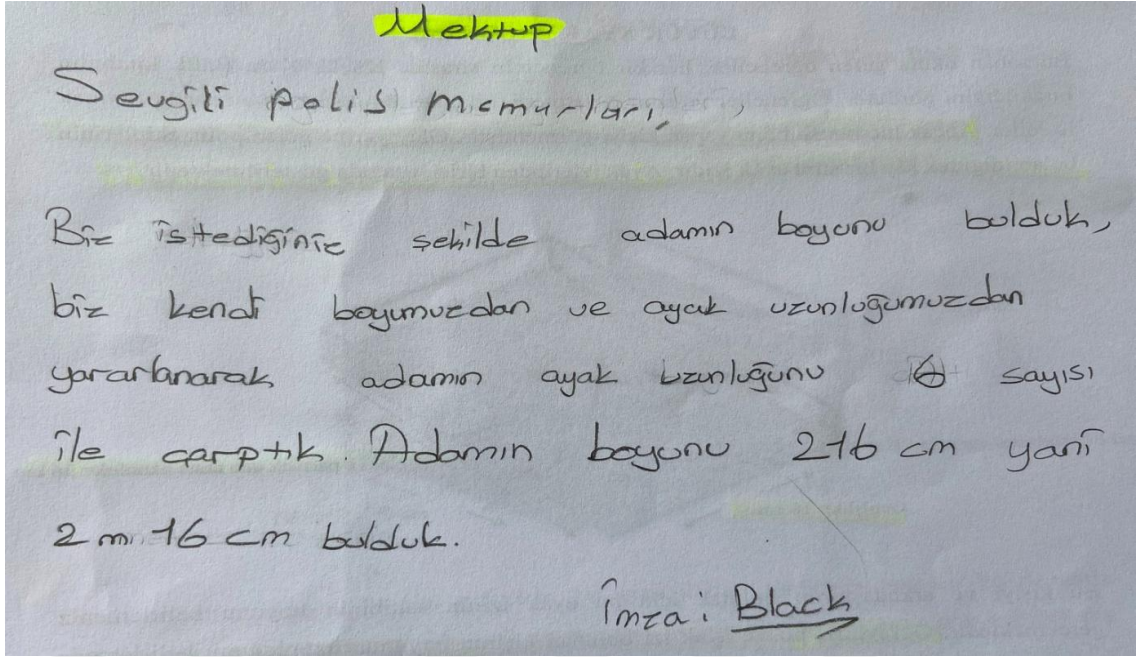
Lemur: *Bulduk.*

Lemur	Yunus	Kaktüs	Ayçiçeği	
142 cm	140 cm	143 cm	155 cm	Boy
23 cm	23 cm	23 cm	25 cm	Uzunluk
10 cm	7 cm	16 cm	cm	Enlem
$\begin{array}{r} 142 \\ - 23 \\ \hline 119 \\ - 10 \\ \hline 109 \end{array}$	$\begin{array}{r} 140 \\ - 23 \\ \hline 117 \\ - 7 \\ \hline 110 \end{array}$	$\begin{array}{r} 143 \\ - 23 \\ \hline 120 \\ - 16 \\ \hline 104 \end{array}$	$\begin{array}{r} 155 \\ - 25 \\ \hline 130 \\ - 6 \\ \hline 124 \end{array}$	
$\begin{array}{r} 216 \\ - 6 \\ \hline 210 \\ - 16 \\ \hline 194 \end{array}$				

Görsel 34. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (beşinci öğretim bölümü)

Öğrenciler elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlamışlardır. Elde ettikleri boy uzunluğunu (216 cm) nasıl bulduklarını, boy ve ayak uzunluğunu arasındaki ilişkiden nasıl yararlandıklarını açıkladıkları için elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yorumlamışlardır (Y5). Son olarak öğrenciler mektubu doğru bir şekilde yazabilmişlerdir. İkinci öğretim bölümünde kullanılan mektup taslağında yer alan bilgilerin hepsine yazdıkları mektup içerisinde yer vermişlerdir.

Lemur: Biz en başta bireysel okuduk sonra tartıştık. Sonra tablo yapma fikri geldi, tablo oluşturduk. Bu tabloda ben, Yunus, Kaktüs ve Ayçiçeği'nin boy uzunlukları, ayak uzunlukları ve ayak genişliklerini yazdık. Sonra boy uzunluklarımızı, ayak uzunluklarımıza böldük. Böldüğümüzde sonuç 6 çıkıyordu. Sonra düşündük ki herkeste büyük ihtimalle 6 sonucu çıkar diye düşündük ve bu kişinin ayak uzunluğunu 6 ile çarptık. Sonucumuz ise 216 cm oldu.



Görsel 35. Black grubunun mektubu (beşinci öğretim bölümü)

Black grubu hem süreç içerisinde hem süreç sonunda doğrulama yeterliğini ortaya koymuşlardır. Öğrenciler problemi çözerken her bir grup üyesinin bölme işlemi yapmasına karar vermişlerdir. Bir başka deyişle hepsi aynı anda aynı işlemi yapmışlardır. Yaptıkları işlem bittikten sonra her bir grup üyesinin işlemini kontrol etmişlerdir. Ardından bir sonraki işleme geçmişlerdir. Süreç sonunda ise problemi doğru problemi doğru anlayıp anlamadıklarını, çözüm varsayımlarının ve oluşturdukları matematiksel modelin doğruluğunu, matematiksel çözümlerinde işlem hatası yapip yapmadıklarını kontrol ettiklerini ifade etmişlerdir (D7).

Araştırmacı/Öğretmen: *Kontrol ettik mi?*

Lemur: *Ettik ama yine de edelim.*

4.8.2. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubuna Ait Bulgular

Dörtlü Beyin Fırtınası grubuna Büyük Ayak matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencilerin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 41’de öğrencilerin Büyük Ayak matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldıkları puanlara yer verilmiştir.

Tablo 41.

Dörtlü Beyin Fırtınası Grubunun Beşinci Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Büyük Ayak	Problemi Anlama	Düzy 4	3
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 4	3
	Matematikselleştirme	Düzy 5	4
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 5	4
	Yorumlama	Düzy 4	3
	Doğrulama	Düzy 7	6
	Toplam		23

Tablo 41’de görüldüğü üzere Dörtlü Beyin Fırtınası grubu “*Büyük Ayak*” matematiksel modelleme probleminden 23 puan alarak “*üst düzey modelleme yeterliğine sahip*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenciler ilk olarak grup içerisinde problemi bireysel olarak okuyarak sürece başlamışlardır. Bu sefer araştırmacı/öğretmen tarafından öğrencilere okurken neler yapılacağına dair bir yönerge verilmemiştir. Buna rağmen öğrenciler problemi okurken problem durumunda önemli gördükleri yerleri renkli kalemle işaretlemişlerdir. Öğrenciler “...*Ayak izlerinden birisi, aşağıda gösterilmektedir. Genişlik= 10 cm. Topuk ve parmak ucu arası uzunluk= 36 cm. Göreviniz, polise ayak izi bulunan kişinin boyunun uzunluğunu belirlemede kullanmak üzere bir yöntem geliştirmektir.*” ifadelerini renkli kalem ile çizmişlerdir. Okuma süreleri tamamlandıktan sonra “*Şimdi arkadaşlarınızla bir araya geliyorsunuz. Problemden neler anladığınızı ve nasıl çözebileceğinizi tartışıyorsunuz.*” yönergesi araştırmacı tarafından verilmiştir. Bu kapsamda öğrenciler problemi kendi cümleleriyle sözlü olarak ifade ettiklerinde genişlik ile topuk ve parmak ucu arası uzunluk verildiğini ve aranan kişinin boy uzunluğunu bulmaları gerektiğini söylemişlerdir. Bu sebeple problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verdikleri, verilenleri ve istenenleri belirledikleri ve aralarında ilişki kurabildikleri görülmüştür (PA4).

Orkide: *Öğrenciler sınıflarına girdiklerinde sıralarına Küçük Kara Balık kitabının bırakıldığını görmüşler. Öğretmenleri ve sınıf öğrencileri bunları bırakan kişilere teşekkür etmek istemiş. Burada da bize genişliği ve uzunluğu vermişler. Bu kişinin boyunu polise bir mektup ile açıklamamızı istiyor.*

Aslanağzı: *Galiba herkes aynı şeyi anladı diye düşünüyorum. Çok uzatmaya gerek yok. Problemi nasıl çözebileceğimizi konuşalım.*

Zambak: *Bu problemi nasıl çözeceğiz anlamadım.*

Aslanağzı: *Ayak genişliği ve topuk parmak ucu arasındaki uzunluk. Verilen cm'lere göre.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Evet, siz ne yaptınız?*

Yıldız Çiçeği: *Düşünüyoruz öğretmenim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Problemde neler vermişler?*

Aslanağzı: *Ayak genişliğini ve topuk parmak ucu arasındaki uzunluğunu vermişler.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne kadarmış?*

Orkide: *Genişlik 10 cm, uzunluk da 36 cm.*

Öğrenciler problemde neler anladıklarını tek tek sözlü olarak grup arkadaşlarına ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceklerini tartışmaya başlamışlardır. Öğrenciler ilk olarak ayak uzunluklarını ölçerek problemi sadeleştirmeye başlamışlardır. Ardından kendi boy uzunluklarını belirlemeye karar vermişlerdir. Ancak boy uzunluklarını bilmeyen öğrenciler olduğu için araştırmacı tarafından grup üyelerinin boy uzunlukları metre ile ölçülmüştür. Ardından topuk genişliklerini de ölçmeye karar vermişlerdir. Öğrenciler, grup üyelerinin boy uzunluğu, ayak uzunluğu ve topuk genişlik ölçülerini gösteren bir tablo oluşturmak yerine sadece kendi kağıtlarını yazarak göstermişlerdir. Grup üyelerinin ölçüleri bulunduktan sonra Zambak “Kendi boyumuza göre o adamında boy uzunluğunu bulabiliriz.” ifadesinde bulunarak gerçekçi bir varsayımda bulunmuştur. Bunun üzerine araştırmacı masaya gelerek ne yaptıklarını sormuş ve Aslanağzı “Öğretmenim 36 ile 10’u çarparsınız 360 çıkar. 36 ile 7’yi çarparsınız atıyorum 252 çıkar. 360’dan 252’yi çıkarırsınız bu kişinin bizden daha uzun büyük olduğunu anlayabiliriz. Oradan yola çıkarak da boyunu, yaşını vb. özelliklerinde tahminde bulunabiliriz.” söyleminde bulunmuştur. Araştırmacı öğrencilerin boy uzunluğu ve ayak uzunluğu ilişkisine dair düşünceler üretmesini sağlamak için “Ama bu yaptıklarınızın matematiksel bir gerekçesi yok. Boy uzunluğu ve ayak uzunluğu arasında bir ilişki olabilir mi?” ifadesinde bulunmuştur. Bunun üzerine Yıldız Çiçeği “Biz kendimize göre mi yapacağız? Onun verdiği sayıları kullanmayacak mıyız?” sorusunu sormuştur. Bu soruya araştırmacı “O ne vermiş. Ayak uzunluğu vermiş, boy uzunluğunu bulmanızı istiyor. Ama şu an elinizde kendinizin boy uzunluğu ve ayak uzunluğu var. Bunların arasında bir ilişki var mı yok mu ona göre düşünün bakalım.” yanıtını vermiştir. Bu yanıt ile kendi ayak uzunlukları ile boy uzunlukları arasındaki ilişkiden

yola çıkarak aranan kişinin boy uzunluğunu bulabileceklerine dair bir ipucu verilmeye çalışılmıştır. Bunun üzerine Orkide “*Boyumuzu ayağımıza bölebiliriz.*” söyleminde bulunarak araştırmacının verdiği ipucunu anlamlandırdığı anlaşılmıştır. Bir başka deyişle gerçekçi bir varsayımda bulunmuştur. Bunun üzerine öğrenciler boy uzunluklarını, ayak uzunluklarına bölmeye karar vermişlerdir. Öğrenciler kendi boy ve ayak uzunluklarını buldukları için problemi sadeleştirdikleri ve gerekli/gereksiz değişkenleri belirleyebildikleri görülmüştür (PS4). Son olarak boy uzunluğu ve ayak uzunluğu arasındaki ilişkiyi fark ederek “*Boyumuzu ayağımıza bölebiliriz.*” varsayımından yola çıkarak gerçekçi bir çözüm varsayımında bulunmuşlardır.

Araştırmacı/Öğretmen: *Kendi boy uzunluğunu ve ayak uzunluğunuzu biliyor musunuz?*

Yıldız Çiçeği: *Boy uzunluğumu biliyorum.*

Orkide: *O zaman ayak uzunluklarımızı ölçelim.*

(Öğrenciler ayak uzunluklarını ölçüyor.)

Orkide: *Benim ki 21.*

Zambak: *Benim 23.*

Yıldız Çiçeği: *25.*

Aslanağzı: *24 benimki.*

Orkide: *Öğretmenim ayak uzunluklarımızı ölçtük. Ama boyumun uzunluğunu bilmiyorum.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam ölçelim.*

(Öğretmen tek tek öğrencilerin boylarını ölçüyor. Ardından öğrenciler kağıtlarına boy uzunluklarını yazıyor.)

Araştırmacı/Öğretmen: *Bunların arasında nasıl bir ilişki olabilir? Boy uzunluğu ve ayak uzunluğu arasında bir ilişki olabilir mi? Düşünün bakalım. Matematiksel işlem yapmayı unutmayın.*

Yıldız Çiçeği: *36 ile 10'u çarpalım.*

Aslanağzı: *Topuk uzunluğunu da ölçelim belki işimize yarar.*

(Öğrenciler topuk genişliklerini ölçüyor.)

Aslanağzı: *Şimdi benim ayak uzunluğum 24 cm, bunun 36 cm. Büyük bir kişi olacak. Bizden illa büyük birisi. Hadi düşünelim biraz. Sonra tekrar bir araya gelelim.*

(Bireysel olarak düşünüyorlar. Yaklaşık 1 dakika)

Zambak: *Kendi boyumuza göre o adamında boy uzunluğunu bulabiliriz.*

Aslanağzı: *Bence de. Ama nasıl ne matematiksel işlem yapacağız?*

Araştırmacı/Öğretmen: *N'aptınız?*

Aslanağzı: *Öğretmenim 36 ile 10'u çarparız 136 çıkar. 20 ile 7'yi çarparız atıyorum 56 çıkar. 136'dan 56'yı çıkarırız bu kişinin bizden daha uzun büyük olduğunu anlayabiliriz. Oradan yola çıkarak da boyunu, yaşını vb. özelliklerinde tahminde bulunabiliriz.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Ama bu yaptıklarınızın matematiksel bir gerekçesi yok. Boy uzunluğu ve ayak uzunluğu arasında bir ilişki olabilir mi? Bunu düşünmenizi istemiştım.*

Yıldız Çiçeği: *Biz kendimize göre mi yapacağız? Onun verdiği sayıları kullanmayacak mıyız?*

Araştırmacı/Öğretmen: *O ne vermiş. Ayak uzunluğu vermiş boy uzunluğunu bulmanızı istiyor. Ama şu an elinizde kendinizin boy uzunluğu ayak uzunluğu var. Bunların arasında bir ilişki var mı yok mu ona göre düşünün bakalım.*

Orkide: *Boyumuzu ayağımıza bölebiliriz.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam bir yapın bakalım ne çıkacak.*

Yıldız Çiçeği: *Ne yapacağız?*

Orkide: *Boy uzunluğumuzu, ayak uzunluğumuza böleceğiz.*

Öğrenciler matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde kendi boy ve ayak uzunluklarını bulduktan sonra herkes kendi boy uzunluğunu, ayak uzunluğuna bölmüştür. Bölme işlemlerini kontrol etmek için bölüm ile bölüneni çarpmışlardır. Ardından herkesin bölme işleminin sonucunun 6 çıktığını belirtmişlerdir. Ancak boy uzunluğu ile ayak uzunluğu arasındaki bu sabit oranı fark edememişlerdir. Aslanağzı herhangi bir gerekçe ortaya koymadan “Herkes bölümde çıkan sonuçla ayak uzunluğunu çarpsın.” söyleminde bulunmuştur. Yıldız Çiçeği neden böyle bir işlem yapacaklarını sorduğunda Aslanağzı “Çünkü bu sayıyı kullanmamız lazım.” ifadesinde bulunmuştur. Bunun üzerine araştırmacı masaya gelerek öğrencilerle beyin fırtınası

yapmış ve boy uzunluğu ile ayak uzunluğu arasında sabit bir oran olduğunu öğrencilere fark ettirmeye çalışmıştır.

Araştırmacı/Öğretmen: *6 sonucunu ne yaparak buldunuz?*

Yıldız Çiçeği: *Boy uzunluğumuzu, ayak uzunluğumuza bölerek.*

Araştırmacı/Öğretmen: *O zaman ne olur. Boy uzunluğu ile ayak uzunluğu arasındaki ilişki yani oran olmuş olur. Hepinizde hangi sayı çıktı?*

Orkide: *6 öğretmenim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *O zaman boy uzunluğu ile ayak uzunluğu arasındaki oran 6 birimdir, yani 6 kattır.*

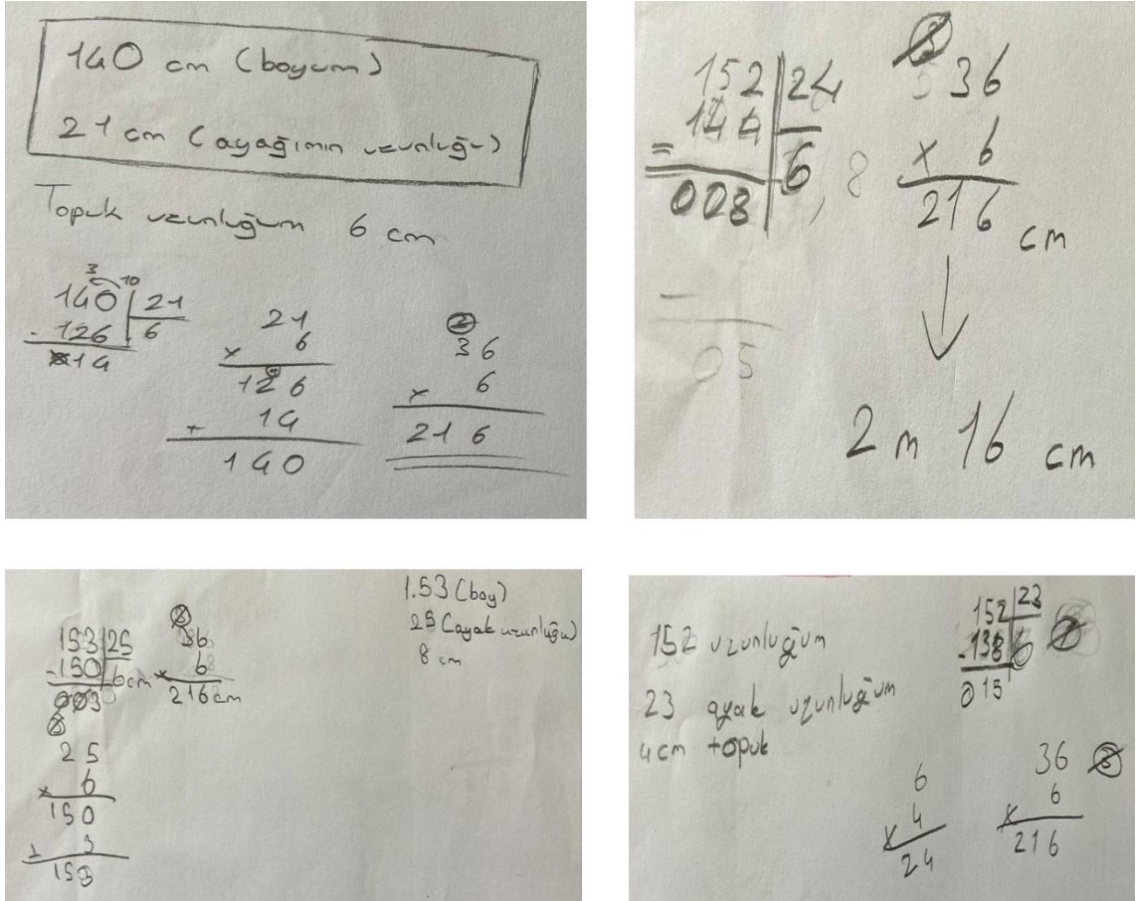
Yıldız Çiçeği: *O zaman ayak uzunluğu ile boy uzunluğu arasında 6 kat varsa, 36 ile 6'yı çarpacağız.*

Öğrenciler bu tartışmadan sonra bölme işlemlerindeki sabit oranı (6) fark ederek, 6 sayısını 36 cm (topuk ve parmak ucu arasındaki uzunluk) ile çarpmaya karar vermişlerdir. Böylece ayak izi bulunan kişinin boy uzunluğunu (216 cm) bulmuşlardır. Bu kapsamda öğrenciler, gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modeller oluşturmuşlar (M5) ve oluşturdukları matematiksel modelleri doğru çözmüşlerdir (MOÇ5).

Orkide: *216 cm.*

Zambak: *Akşam anneme yapacağım bunu.*

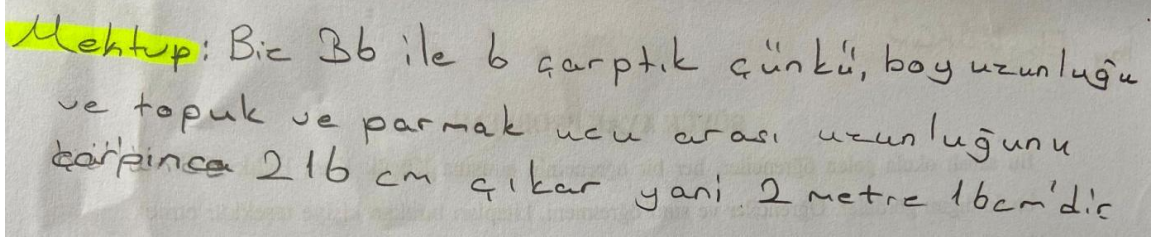
Aslanağzı: *Tamam şimdi anladım. 152'yi 24'e böldük 6 çıktı. O zaman 36 ile 6'yı çaptığımızda boyu çıkacak. Boyunu da 36'ya böldüğümüzde yine 6 çıkacak. İşte o yüzden 36 ile 6'yı çarpacağız.*



Görsel 36. Dörtlü beyin fırtınası grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (beşinci öğretim bölümü)

Öğrenciler elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlamışlardır. Elde ettikleri boy uzunluğunu (216 cm) nasıl bulduklarını, boy ve ayak uzunluğunu arasındaki ilişkiden nasıl yararlandıklarını tam olarak açıklamadıkları için elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlamışlardır (Y4). Son olarak öğrenciler mektubu doğru bir şekilde yazabilmişlerdir. İkinci öğretim bölümünde kullanılan mektup taslağında yer alan bilgilere yazdıkları mektup içerisinde yer vermişlerdir.

Orkide: Bizde ilk ben anlatmıştım. Ben anlattıktan sonra hepimizin aynı şeyi anladığını gördük. Sonra problemi nasıl çözeceğimizi düşündük. Biz ilk olarak çözümümüzde herkes kendi boyunu ayak uzunluğuna böldü. Ama önce kendi ayak uzunluğumuzu ve boyumuzu ölçtük. Daha sonra böldük. Herkesin ki 6 çıktı. Daha sonra bu 36 cm ile 6'yı çarptık. 216 cm bulduk.



Görsel 37. Dörtlü beyin fırtınası grubunun mektubu (beşinci öğretim bölümü)

Dörtlü Beyin Fırtınası grubu hem süreç içerisinde hem süreç sonunda doğrulama yeterliğini ortaya koymuşlardır. Öğrenciler problemi çözerken her bir grup üyesinin bölme işlemi yapmasına karar vermişlerdir. Bir başka deyişle hepsi aynı anda aynı işlemi yapmışlardır. Yaptıkları işlem bittikten sonra bölme işlemlerinin doğruluğunu çarpma işlemi yaparak kontrol etmişlerdir. Ardından bir sonraki işleme geçmişlerdir. Süreç sonunda ise problemi doğru problemi doğru anlayıp anlamadıklarını, çözüm varsayımlarının ve oluşturdukları matematiksel modelin doğruluğunu, matematiksel çözümlerinde işlem hatası yapıp yapmadıklarını kontrol ettiklerini ifade etmişlerdir (D7).

4.8.3. Beşinci Öğretim Bölümünün Uygulama Süreci ve Araştırmacı/Öğretmenin Rolü

Büyük Ayak model oluşturma etkinliğinde zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış tekniği kullanılmıştır. Öğrenciler yine “Black” ve “Dörtlü Beyin Fırtınası” olarak iki grup halindedir. Gruplara bir gün önceden tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları her öğrenciye birer tane olmak üzere dağıtılmış ve ev ödevi olarak verilmiştir. Tanıtıcı makalede *İz Sürerken* (Türkiye’deki Memeli Hayvanların İz Rehberi, WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul, Türkiye, Temmuz 2016) başlıklı hayvanların ayak izleri ile hangi bilgilere ulaşılabileceğine dair bilgilendirici bir metin yer almaktadır. Beşinci öğretim bölümü günü, ilk olarak tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları grup üyelerinden toplanmıştır. Öğrenciler tanıtıcı makalede önemli gördükleri yerleri renkli kalemler ile çizmişlerdir. Her öğrenci hazır oluş sorularını, kâğıdın arkasına, kendi cümleleri ile cevaplamıştır. Altıncı öğretim bölümü için de tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları ev ödevi olarak öğrencilere verilecektir. Böylece tanıtıcı makale ve hazır oluş sorularının ev ödevi olarak kullanılması süreci gerçekleştirilmiş olacaktır. Son olarak bu etkinliğin uygulanması sürecinde araştırmacı/öğretmende mutlaka bir metre bulunması iyi olacaktır. Öğrencilerin sıralarında ise cetvel

bulunmalıdır. Çünkü uzunluk ölçüleri ile ilgili bir etkinlik olduğu için araştırmacı/öğretmen boy uzunluğunu bilmeyen öğrencilerin metre ile öğrencilerin boyunu ölçebilir. Öğrencilerin ise problemi çözerken cetvel ile ayak uzunluklarını ölçmeleri gerekmektedir.

Tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları grup üyelerinden toplandıktan sonra gruplara 1'den 4'e kadar numaraların yazdığı kapalı renkli kâğıtlar dağıtılmıştır. Ardından araştırmacı/öğretmen *"1'den 3'e kadar sayacağım. 3 dediğimde hepiniz renkli kâğıtlardan bir tanesini seçeceksiniz. O sizin bugünkü numaranız olmuş olacak."* yönergesini verdikten sonra öğrenciler kartları çekip numaralarını öğrenmişlerdir. Ardından Black ve Dörtlü Beyin Fırtınası gruplarına "Büyük Ayak" matematiksel modelleme problemi kâğıdı, yine her bir öğrenciye birer tane olmak üzere dağıtılmıştır. Ardından öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problemi okumaları, notlar almaları ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak düşünmelerinin sağlanabilmesi için araştırmacı/öğretmen tarafından *"Problemi bireysel olarak okuyoruz."* yönergesi verilmiştir. Bu sefer öğrencilere *" 'Problemde neler verilmiş?, Problem bizden ne istiyor?, Problemi nasıl çözebiliriz?' sorularını düşünerek okumanızı ve düşünmenizi istiyorum."* yönergesi verilmeyerek öğrencilerin ne yapacağı izlenmek istenmiştir. Görülmüştür ki, öğrenciler bu yönerge verilmeyle artık problemde önemli gördükleri yerleri çizdikleri, verilenleri ve istenenleri belirleyerek problemi okuma sürecini gerçekleştirmeye çalıştıkları bir başka deyişle problemi anlama yeterliğine yönelik davranışları ortaya koyabildikleri belirlenmiştir.

Öğrencilerin problemi okumaları tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen öğrencileri kendi grupları içerisinde ikili olarak eşleştirmiştir. Bunun için araştırmacı/öğretmen *"1 ile 4 ve 2 ile 3 eşleşsin."* yönergesini her grup için söylemiştir. Öğretmen eşleşmeleri tamamladıktan sonra *"Şimdi arkadaşlarınızla bir araya geliyorsunuz ve tartışıyorsunuz. Bunun için 5 dakika süreniz var."* yönergesini vermiştir. Bunun üzerine Black grubundan Yunus *"Öğretmenim önce bireysel anlatmıyor muyduk?"* söyleminde bulunmuştur. Yunus'un bu sorusu öğrencilere kazandırılmak istenen problemi anlama yeterliliğinin bir göstergesidir. Öğrenci doğrudan problem çözme eylemine geçmeden önce problemi kendi cümleleri ile ifade etmesi, problemde verilenlerin ve istenenlerin belirlenmesi gerektiğinin farkına varabilmiştir. Bu süreçteki amaç öğrencilerin fikirleri değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşmalarını sağlamaktır. Bu aşamada hem Black hem Dörtlü Beyin Fırtınası grubu, problemden

neler anladıklarını kendi cümleleri ile arkadaşlarına sözlü olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca araştırmacı/öğretmenin, grup arkadaşlarıyla tartışma sürecinde verilenleri ve istenenleri belirleme, çözüm varsayımı oluşturma süreçlerinde de yine her grubu kontrol etmesi ve geri bildirimler vermesi planlanmıştır.

Öğretmenin “*Artık problemi çözmeniz gerekiyor. Grup arkadaşlarınızla bir araya gelerek ortak bir çözüm varsayımına karar vermelisiniz. Bu kararı verdikten sonra problemi çözmeye başlayabilirsiniz. Hadi başlayalım!*” yönergesi vermesi planlanmıştı. Ancak artık öğrenciler bu yönergeye ihtiyaç duymadan problemi sadeleştirmeye bir başka deyişle probleminden neler anladıklarını sözlü olarak arkadaşlarına anlattıktan sonra nasıl çözebileceklerini tartışmaya başlamışlardır. Bu tartışmanın ardından bu problem için gerekli olan değişkenleri belirlemeye çalışmışlardır. Her iki gruptaki öğrenciler, kendi boy uzunluklarını, ayak uzunluklarını ve topuk genişliklerini ölçerek belirlemişlerdir. Bu eylemler göstermektedir ki, artık öğrenciler problemi sadeleştirme yeterliğini herhangi bir yönergeye ihtiyaç duymadan davranış olarak kendiliğinden göstermektedirler.

Öğrenciler matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde matematiksel işlem yapmaları noktasında dördüncü öğretim bölümüne kadar kontrol ediliyor ve araştırmacı tarafından matematiksel işlem yapmaları noktasında geri bildirimler sağlanıyordu. Ancak öğrenciler artık bu geri bildirime ihtiyaç duymadan matematiksel işlem yapmaları gerektiği bilincine ulaştıkları görülmüştür. Bunun kanıtı ise her iki grubun kendi boy uzunluklarını, ayak uzunluklarını ve topuk genişliklerini ölçerek yazması ve bu sayılarla matematiksel işlem yapmalarıdır. Ayrıca Black grubu bu süreçte tablo oluşturarak kendi boy uzunluklarını, ayak uzunluklarını ve topuk genişliklerini tablo üzerinde göstermiştir. Bununla birlikte Dörtlü Beyin Fırtınası grubundan Aslanağzı (odak grupta yer alan öğrenci) “*Ama nasıl matematiksel işlem yapacağız?*” ifadesinde bulunarak matematiksel işlem yapmaları gerektiğinin bilincine varmıştır. Yine de altıncı öğretim bölümü için de öğrenciler matematiksel işlem yapıp yapmadıkları noktasında kontrol edilecektir. Her iki grupta mektubu doğru olarak yazabilmiştir. İkinci öğretim bölümünde kullanılan mektup taslağında yer alan bilgilere, yazdıkları mektup içerisinde yer vermişlerdir. Yine de altıncı öğretim bölümü için öğrencilerin mektup içerisinde olması gereken bilgilerin olup olmadığının kontrol edilmesi hedeflenmiştir. Öğrenciler elde ettikleri matematiksel sonuçları gerçek yaşam bağlamında yorumlamışlardır. Black grubu, boy ve ayak uzunluğu arasında nasıl bir ilişki olduğunu açıklarken, Dörtlü Beyin Fırtınası grubu bu açıklamaya mektuplarında

yer vermemişlerdir. Bunun için altıncı öğretim bölümünde öğrencilere, elde ettikleri matematiksel çözümü problemin isteğine göre yorumlamaları gerektiği vurgulanacaktır. Son olarak her grupta doğrulama yeterliği göstermiştir. Hem Black hem de Dörtlü Beyin Fırtınası grubu problemi tekrardan okuduklarını, matematiksel işlemlerini kontrol ettiklerini belirtmişlerdir.

Problemi sadeleştirme ve matematikselleştirme sürecinde araştırmacı/öğretmenin en önemli rolü grupları sürekli kontrol ederek öğrencilerin fikirlerini “*boy ve ayak uzunluğu arasında nasıl bir ilişki olabilir?*” sorusunu düşündürmeye yönlendirmektir. Bunun için araştırmacı/öğretmenin öğrencilere sorabileceği soruları ve söylemleri şu şekildedir:

- Problemde neler verilmiş?
- Kendi boy uzunluğunuzu ve ayak uzunluğunuzu biliyor musunuz?
- Bunların arasında nasıl bir ilişki olabilir? Boy uzunluğu ve ayak uzunluğu arasında bir ilişki olabilir mi? Düşünün bakalım.
- Topuk ve parmak ucu arasındaki uzunluk derken neyi kastediyor?
- Kendi ayak uzunluklarınızdan yola çıkarak bir şeyler düşünebilir misiniz acaba?
- Boy uzunluğu ile ayak uzunluğu arasındaki bir ilişki olabilir mi?
- Ama bu yaptıklarınızın matematiksel bir gerekçesi yok. Boy uzunluğu ve ayak uzunluğu arasında bir ilişki olabilir mi?
- Ayak uzunluğu vermiş, boy uzunluğunu bulmanızı istiyor. Ama şu an elinizde kendinizin boy uzunluğu ve ayak uzunluğu var. Bunların arasında bir ilişki var mı yok mu ona göre düşünün bakalım.
- 6 sonucunu ne yaparak buldunuz?
- Boy uzunluğu ile ayak uzunluğu arasındaki ilişki yani oran olmuş olur. Hepinizde hangi sayı çıktı?
- Kontrol ettik mi?

Gruplar problemi çözdükten sonra sunum aşamasına geçilmiştir. Sunum aşaması Dörtlü Beyin Fırtınası grubundan Orkide, Black grubundan Lemur tahtaya kalkarak grubu adına problem çözümlerini anlatmıştır.

Lemur: *Biz en başta bireysel okuduk sonra tartıştık. Sonra tablo yapma fikri geldi, tablo oluşturduk. Bu tabloda ben, Yunus, Kaktüs ve Ayçiçeği'nin boy uzunlukları, ayak uzunlukları ve ayak genişliklerini yazdık. Sonra boy uzunluklarımızı, ayak uzunluklarımıza böldük. Böldüğümüzde sonuç 6 çıkıyordu. Sonra düşündük ki herkeste büyük ihtimalle 6 sonucu çıkar diye düşündük ve bu kişinin ayak uzunluğunu 6 ile çarptık. Sonucumuz ise 216 cm oldu.*

Orkide: *Bizde ilk ben anlatmıştım. Ben anlattıktan sonra hepimizin aynı şeyi anladığını gördük. Sonra problemi nasıl çözeceğimizi düşündük. Biz ilk olarak çözümümüzde herkes kendi boyunu ayak uzunluğuna böldü. Ama önce kendi ayak uzunluğumuzu ve boyumuzu ölçtük. Daha sonra böldük. Herkesinki 6 çıktı. Daha sonra bu 36 cm ile 6'yı çarptık. 216 cm bulduk.*

Sunum aşaması tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen gruplara “Ne öğrendik bugün?” sorusunu yöneltilerek öğrencilerin kendi süreçlerini yorumlamaları ve değerlendirmeleri sağlanmıştır. Bu soru üzerine öğrenciler ile gerçekleştirilen diyaloglar yanıtları şu şekildedir:

Aslanağzı: *Herkesin boy uzunluğu ile ayak uzunluğu arasında bir ilişki olduğunu gördük.*

Yunus: *6 oranı olduğunu öğrendik boy uzunluğu ile ayak uzunluğu arasında.*

Zambak: *Boyumuz ile ayağımız arasındaki ilişkinin sürekli 6 cm çıktığını.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Oransal olarak 6 birim yani 6 katı diyebiliriz. Boy uzunluğu ile ayak uzunluğu arasında 6 birimlik bir oran var.*

Orkide: *Bu problemde kişinin boy uzunluğu vermeden ayak uzunluğu ile boyunu bulmayı öğrendik.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Bu sayıyı standart bir sayı. İnsanların boy uzunluğu ve ayak uzunluğu arasında bir ilişki var. Eve*

gittiğinizde ailenizin boy ve ayak uzunluklarını birbirine böldüğünüzde bakalım yine 6 sayısını bulacak mısınız?

Aslanağzı: Kesin bulacağız öğretmenim.

Araştırmacı/Öğretmen: Amerika’da bir insanı da ölçseniz aynı İspanya’daki bir insan içinde aynı oran çıkmış olacak.

Yunus: Yani öğretmenim Almanya’daki dayımı da ölçsek yine aynı çıkacak.

Araştırmacı/Öğretmen: Evet. Diyelim ki 5.5, 5.6, 5.7 çıktığında da yine aynı sayı mı çıkmış oluyor?

Lemur: Evet öğretmenim çünkü 6’ya yuvarlarız.

Araştırmacı/Öğretmen: 5.4 çıksa ne olur?

Kaktüs: O zaman olmaz. O, 5 demektir.

Lemur: Mesele biz yuvarlamayı öğrenirken 444 olduğunda 400’e, 445 olduğunda 500’e yuvarlıyorduk.

Araştırmacı/öğretmen ve öğrencilerle birlikte gerçekleştirilen bu değerlendirme sürecinde Büyük Ayak problemini çözerken aslında neleri dikkate almaları gerektiği ortaya koyulmuştur. Öğrencilere gerçekçi bir varsayımla ve çözümle nasıl hareket edilebileceğini ve gerçek yaşam bağlamında nasıl yorumlamalarda bulunabileceklerinin fark ettirilmesi sağlanmıştır. Bu tartışmaların ardından beşinci öğretim bölümü tamamlanmıştır.

4.9. Altıncı Öğretim Bölümüne İlişkin Bulgular

Öğrencilerin gruplar halinde yapmış oldukları çözüm süreçleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri ile altıncı öğretim bölümünün uygulama süreci ve araştırmacı/öğretmenin rolüne ilişkin bulgular bu bölümde sunulmuştur. Altıncı öğretim bölümünde “Sınıfımızı Boyuyoruz” model oluşturma etkinliği iki gruba uygulanmıştır. Bu etkinlikte “zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış” tekniği kullanılmıştır. Etkinlik için öğrencilere bir hafta önceden tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları ev ödevi olarak verilmiştir. Uygulama (problem durumu) sürecinde iki gruba “Sınıfımızı Boyuyoruz” matematiksel modelleme problemi verilmiştir.

4.9.1. Black Grubuna Ait Bulgular

Black grubuna Sınıfımızı Boyuyoruz matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencilerin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 42’de öğrencilerin Sınıfımızı Boyuyoruz matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldıkları puanlara yer verilmiştir.

Tablo 42.

Black Grubunun Altıncı Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Sınıfımızı Boyuyoruz	Problemi Anlama	Düzy 4	3
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 4	3
	Matematikselleştirme	Düzy 5	4
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 5	4
	Yorumlama	Düzy 4	3
	Doğrulama	Düzy 7	6
	Toplam		23

Tablo 42’de görüldüğü üzere Black grubu “*Sınıfımızı Boyuyoruz*” matematiksel modelleme probleminden 23 puan alarak “*üst düzey modelleme yeterliğine sahip*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenciler ilk olarak grup içerisinde problemi bireysel olarak okuyarak sürece başlamışlardır. Bu sefer araştırmacı/öğretmen tarafından öğrencilere okurken neler yapılacağına dair bir yönerge verilmemiştir. Buna rağmen öğrenciler problemi okurken problem durumunda önemli gördükleri yerleri renkli kalemle işaretlemişlerdir. Öğrenciler “*...Gerekli miktarda boya alabilmemiz için boyanacak alanı doğru ölçmeli ve hesaplamalıyız. Çünkü okulumuz boyama işlemlerine sınırlı bir bütçe ayırdığından dolayı boyama yapılırken herhangi bir boya israfı istemiyoruz. ... Boya satışı yapan yerler, 3 metre yüksekliğe ve 3 metre genişliğe sahip bir duvara 1 litre boyanın yeterli olduğunu söylediler.*” ifadelerini renkli kalem ile çizmişlerdir. Okuma süreleri tamamlandıktan sonra “*Şimdi ne yapacaksınız.*” sorusu öğrencilere yöneltilmiştir. Bu soru üzerine Black grubundan Lemur “*Bir araya gelip problemde ne anladığımızı anlatacağız. Sonra nasıl çözeceğimizi konuşacağız.*” ifadesinde bulunmuştur. Lemur’un bu ifadesi öğrencilere kazandırılmak istenen problemi anlama ve sadeleştirme yeterliliğinin bir göstergesidir. Öğrenci doğrudan problem çözme eylemine geçmeden önce problemi kendi cümleleri ile ifade etmesi, problemde verilenlerin ve istenenlerin belirlenmesi ve nasıl çözebileceğini düşünmesi gerektiğinin farkına varabilmiştir. Bu kapsamda öğrenciler problemi kendi cümleleriyle sözlü olarak

ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda okulun sınırlı bir bütçesi olduğunu, 3 m yüksekliğe ve 3 m genişliğe 1 litre boyanın yeterli olduğunu ve sınıfı kendileri boyuyor olsalardı boya miktarının ne kadar olabileceği sorusuna yanıt aradıklarını belirtmişlerdir. Aynı zamanda “3 metre yükseklik 3 metre genişlik=1 litre boya” şeklinde kâğıt üzerine not yazmışlardır. Bu süreçte ilk önce sınıfın tüm duvarının genişliğini ölçerek hesaplamalar yapıp daha sonrasında boyanmaması gereken yerleri (kapı, pencere, akıllı tahta) de dikkate aldıkları için problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verdikleri, verilenleri ve istenenleri belirlerken önemsiz hatalar yaptıkları buna rağmen aralarında ilişki kurabildikleri (PA4) görülmüştür.

Araştırmacı/Öğretmen: *Okuduk mu problemi.*

Tüm öğrenciler: *Evet.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Şimdi ne yapacaksınız?*

Lemur: *Bir araya gelip problemde ne anladığımızı anlatacağız.*

Sonra nasıl çözeceğimizi konuşacağız.

Araştırmacı/Öğretmen: *Harika başlayalım.*

Yunus: *4/B sınıflarını başka bir renge boyamak istiyorlarmış.*

Okulun sınırlı bütçesi varmış. Boya firmaları 3 m yüksekliğe ve 3 m genişliğe 1 litre boyanın yeterli olduğunu söylemişler. Siz kendi sınıfınızı boyuyor olsaydınız ne kadar boyaya ihtiyacımız olacağını soruyor.

Öğrenciler problemde neler anladıklarını tek tek sözlü olarak grup arkadaşlarına ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceklerini tartışmaya başlamışlardır. Öğrenciler ilk olarak içinde bulundukları sınıfın duvarlarının genişliğini ölçeceklerini ifade etmişlerdir. Aynı zamanda Kaktüs “Öğretmenim 3 m yüksekliğinde ve 3 m genişliğinde olunca 1 litre boya yetiyormuş.” ifadesinde bulunarak bu değişkene göre boya miktarını belirleyeceklerini söylemiştir. Ardından sınıfın uzun ve kısa duvarlarını ölçerek problem durumuna göre gerekli değişkenleri belirlemişlerdir. Çözüm kâğıtlarına sınıfı ifade eden bir dikdörtgen çizerek uzun duvar ile kısa duvarın ölçülerini yazmışlardır. Bu kapsamda öğrencilerin problemi sadeleştirdikleri, gerekli değişkenleri belirledikleri ve gerçekçi varsayımlarda bulundukları (PS4) belirlenmiştir.

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne yapacaksınız?*

Yunus: *Öğretmenim biz önce gerekli miktarda boya almak için bu duvarları ölçeceğiz. O ölçüme göre de bir boya alacağız.*

Kaktüs: *Öğretmenim 3 m yüksekliğinde ve 3 m genişliğinde olunca 1 litre boya yetiyormuş.*

(Öğrenciler sınıfın uzun duvarını ile kısa duvarını ölçüyor.

Çözüm kâğıtlarına sınıfı ifade eden dikdörtgen çiziyorlar.

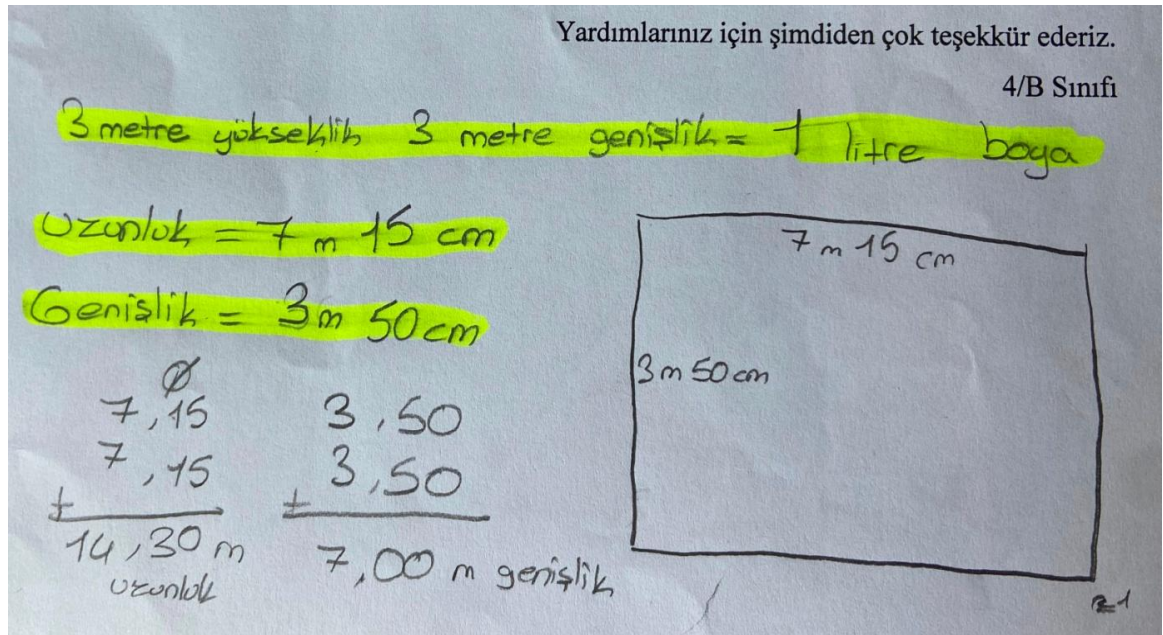
Dikdörtgen üzerine uzun duvar ile kısa duvarın ölçülerini yazıyorlar.)

Araştırmacı/Öğretmen: *Elinizi kesmeyin, dikkat edin ölçerken.*

Ayçiçeği: (Uzun duvarı ölçtükten sonra) *7 m 15 cm.*

Lemur: (Kısa duvarı ölçtükten sonra) *3 m 50 cm.*

Öğrenciler matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde, içinde bulundukları sınıfın duvar genişliğini bulduktan sonra uzun duvarların ve kısa duvarların ölçülerini toplamışlardır. Kaktüs toplam sonucu 3'e böleceklerini ifade etmiştir. Bunun sebebi sorulduğunda ise “Çünkü 3 m genişlik 1 litre imiş ondan dolayı 3'e böleceğiz.” ifadesinde bulunmuştur. Bu durum Black grubunun gerçekçi varsayımlara göre gerekli matematiksel modelleri doğru bir şekilde oluşturduğu ve oluşturduğu modelleri birbiriyle ilişkilendirdiği anlamına gelmektedir.



Görsel 38. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (altıncı öğretim bölümü)

Öğrenciler bölme işlemini tamamladıktan sonra araştırmacı/öğretmen tarafından “Sınıfımızda neler var. Pencere. Pencerenin olduğu alanı sayacak mıyız?” sorusu sorularak öğrencilerin aslında boyanmaması gereken alanlarında hesaplanması gerektiği fikrinin düşündürülmesi sağlanmıştır. Bu sorunun ardından Black grubu üyeleri, bir anda ayağa kalkıp pencerelere koşmaya başlamıştır. İlk olarak pencerenin genişliğini ölçmüşlerdir. Ardından Yunus “Kapıda var.” diyerek kapının genişliğini ölçmüşlerdir. Kapıyı ölçtükten sonra Lemur “Akıllı tahtada boyanmaz.” demiş ve akıllı tahtanın da genişliğini ölçmüşlerdir. Öğrenciler pencere, kapı ve akıl tahtanın genişliklerini ölçtükten sonra bu ölçüleri toplamışlardır. Daha sonra tüm sınıfın duvar genişliğinden, boyanmaması gereken genişlikleri çıkarmışlardır. Çıkan sonuca da 3’e bölerek ne kadar boyaya ihtiyacı olduklarını hesaplamışlardır. Bu kapsamda öğrenciler, gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modeller oluşturmuşlar (M5) ve oluşturdukları matematiksel modelleri doğru çözmüşlerdir (MOÇ5).

(Öğrenciler, tüm duvarın ölçüsünü toplayarak buluyorlar.)

Yunus: 21 m 30 cm.

Araştırmacı/Öğretmen: Ne yaptın Yunus?

Yunus: Öğretmenim önce 7 ile 7’yi topladım. Sonra 15 ile 15’i topladım. Sonra da 3 ile 3’ü topladım.

Araştırmacı/Öğretmen: Metreleri bir cm’leri bir topladın. Tamam devam edin.

Yunus: Küsuratları sayacak mıyız?

Lemur: Bence gerek yok.

Kaktüs: Saymayalım, sıkıntı çıkıyor.

Yunus: Küsuratları saymazsak 21 m.

Araştırmacı/Öğretmen: Şimdi ne yapacaksınız?

Kaktüs: 21’i 3’e böleceğiz.

Araştırmacı/Öğretmen: Neden?

Kaktüs: Çünkü 3 m genişlik 1 litre imiş ondan dolayı 3’e böleceğiz.

Araştırmacı/Öğretmen: Tamam. Devam edin.

(Öğrenciler, 21’i 3’e bölüyor.)

Kaktüs: 7 litre. Bulduk. Böylece boyada artmaz.

Araştırmacı/Öğretmen: Sınıfımızda neler var. Pencere.

Pencerenin olduğu alanı sayacak mıyız?

(Tüm grup bir anda ayağa kalkıp pencerelere koşuyor.

Pencerenin genişliğini ölçüyorlar.)

Kaktüs: *Pencere 135 cm.*

Yunus: *Kapı da var.*

(Kapıya koşuyorlar.)

Lemur: *98 cm. Akıllı tahta da boyanmaz.*

Yunus: *Aaa evet.*

(Akıllı tahtayı ölçüyorlar.)

Yunus: *188 cm.*

(Öğrenciler pencere, kapı ve akıl tahtanın genişliklerini ölçtükten sonra ölçüleri topluyorlar.)

Yunus: *5 m 34 cm.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Şimdi ne yapacaksınız?*

Kaktüs: *Tümüünden çıkartacağız.*

Yunus: *21 m 30 cm'den çıkartacağız.*

(Çıkarma işlemini yapıyorlar.)

Yunus: *15 m 96 cm.*

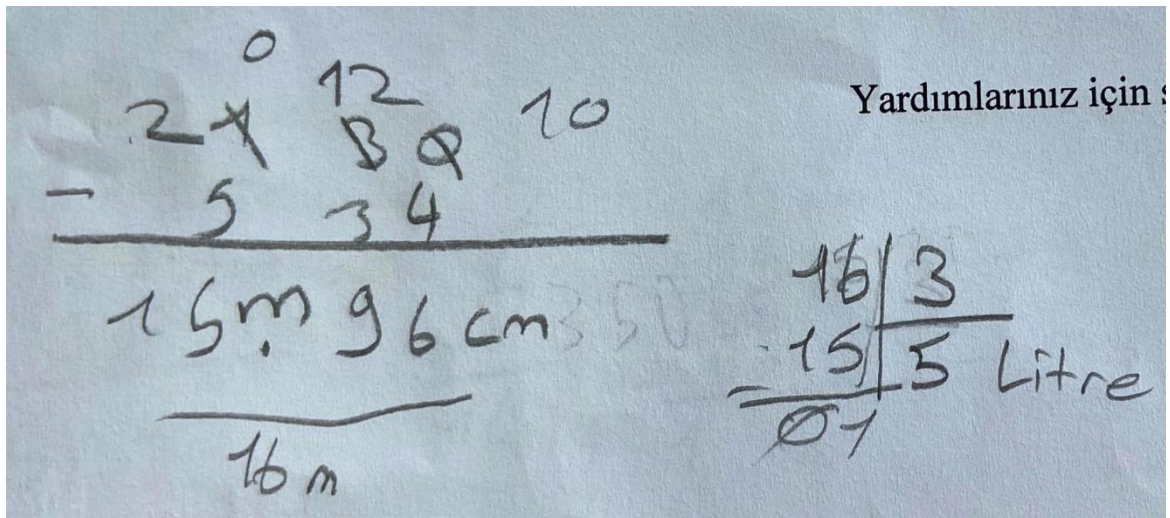
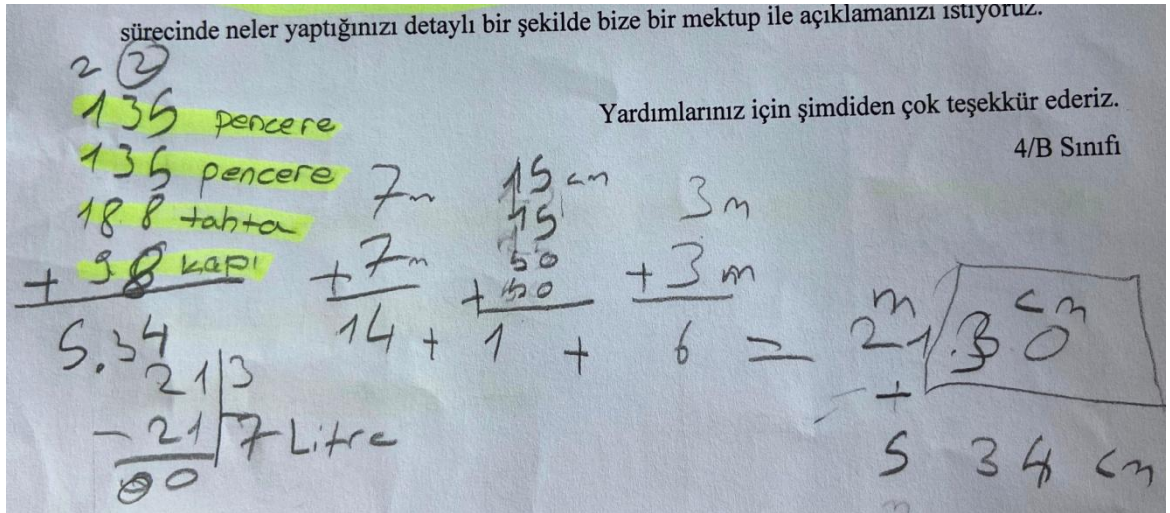
Kaktüs: *96 cm. 4 cm daha olsa 1 m daha olacak. O zaman 16 m sayalım.*

Lemur: *Tamam. Bölelim 3'e.*

(16'yı 3'e bölüyorlar.)

Yunus: *5 litre.*

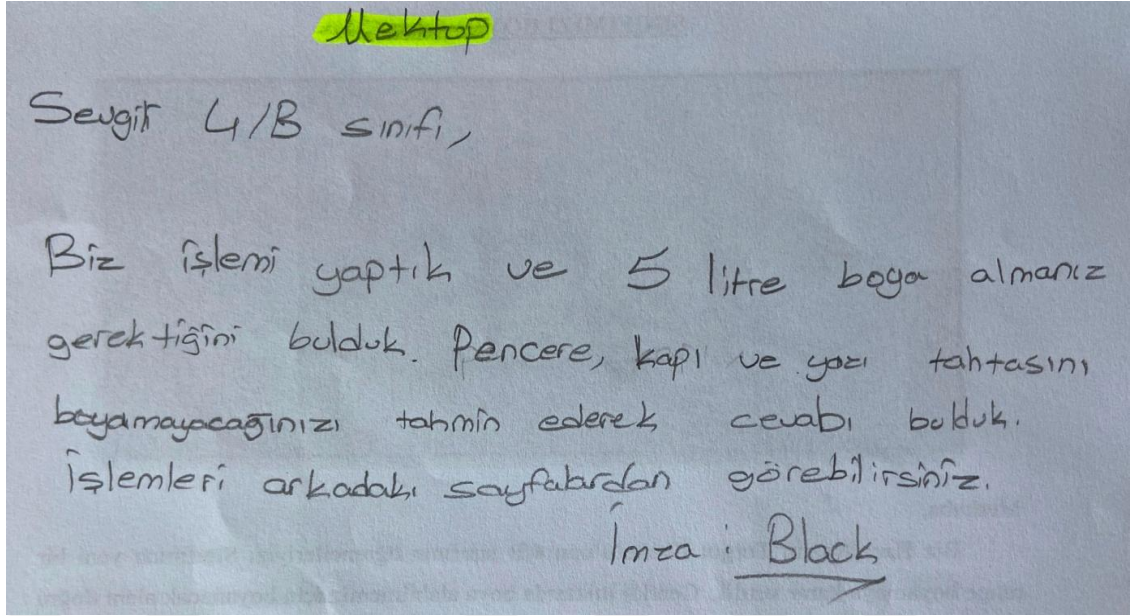
Kaktüs: *Bulduk.*



Görsel 39. Black grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (devamı-altıncı öğretim bölümü)

Öğrenciler elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlamışlardır. Elde ettikleri boya miktarını (5 litre) nasıl bulduklarını açıklamalarına rağmen duvar ölçülerini doğru ölçmezlerse ne gibi sonuçlar doğurabileceğini ifade etmedikleri için elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlamışlardır (Y4). Son olarak öğrenciler mektubu doğru bir şekilde yazabilmişlerdir. İkinci öğretim bölümünde kullanılan mektup taslağında yer alan bilgilere yazdıkları mektup içerisinde yer vermişlerdir.

Ayçiçeği: Kısa duvar ile uzun duvarı ölçtük. Ondan sonra onlarla işlemler yaptık. En sonunda da şunu hatırladık. Pencere, kapı, tahta boyanmayacaktı. O yüzden bunları ölçüp topladık. 15 m 96 cm bulduk. Bu da 16 m'ye yuvarlandığı için 16'yı 3'e böldük. Sonunda 5 litre bulduk.



Görsel 40. Black grubunun mektubu (altıncı öğretim bölümü)

Black grubu hem süreç içerisinde hem süreç sonunda doğrulama yeterliğini ortaya koymuşlardır. Öğrenciler problemi çözerken her bir grup üyesinin toplama, çıkarma ve bölme işlemi yapmasına karar vermişlerdir. Bir başka deyişle hepsi aynı anda aynı işlemi yapmışlardır. Yaptıkları işlem bittikten sonra her bir grup üyesinin işlemini kontrol etmişlerdir. Ardından bir sonraki işleme geçmişlerdir. Süreç sonunda ise problemi doğru problemi doğru anlayıp anlamadıklarını, çözüm varsayımlarının ve oluşturdukları matematiksel modelin doğruluğunu, matematiksel çözümlerinde işlem hatası yapıp yapmadıklarını kontrol ettiklerini ifade etmişlerdir (D7).

4.9.2. Dörtlü Beyin Fırtınası Grubuna Ait Bulgular

Dörtlü Beyin Fırtınası grubuna Sınıfımızı Boyuyoruz matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencilerin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 43'de öğrencilerin "Sınıfımızı Boyuyoruz" matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldıkları puanlara yer verilmiştir.

Tablo 43.

Dörtlü Beyin Fırtınası Grubunun Altıncı Öğretim Bölümü Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzey	Puan
Sınıfımızı Boyuyoruz	Problemi Anlama	Düzey 4	3
	Problemi Sadeleştirme	Düzey 4	3
	Matematikselleştirme	Düzey 5	4
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzey 5	4
	Yorumlama	Düzey 4	3
	Doğrulama	Düzey 7	6
	Toplam		23

Tablo 43’de görüldüğü üzere Dörtlü Beyin Fırtınası grubu “*Sınıfımızı Boyuyoruz*” matematiksel modelleme probleminden 23 puan alarak “üst düzey modelleme yeterliğine sahip” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenciler ilk olarak grup içerisinde problemi bireysel olarak okuyarak sürece başlamışlardır. Bu sefer araştırmacı/öğretmen tarafından öğrencilere okurken neler yapılacağına dair bir yönerge verilmemiştir. Buna rağmen öğrenciler problemi okurken problem durumunda önemli gördükleri yerleri renkli kalemle işaretlemişlerdir. Öğrenciler “...*Gerekli miktarda boya alabilmemiz için boyanacak alanı doğru ölçmeli ve hesaplamalıyız. Çünkü okulumuz boyama işlemlerine sınırlı bir bütçe ayırdığından dolayı boyama yapılırken herhangi bir boya israfı istemiyoruz. ... Boya satışı yapan yerler, 3 metre yüksekliğe ve 3 metre genişliğe sahip bir duvara 1 litre boyanın yeterli olduğunu söylediler. ... Çözümünüzü yaptıktan sonra almamız gereken boya miktarını nasıl belirlediğinizi ve çözüm sürecinde neler yaptığınızı detaylı bir şekilde bize bir mektup ile açıklamanızı istiyoruz.*” ifadelerini renkli kalem ile çizmişlerdir. Okuma süreleri tamamlandıktan sonra grup üyelerinden Aslanağzı ve Yıldız Çiçeği problemden neler anladıklarını grup arkadaşlarına sözlü olarak ifade etmişlerdir. Bu durum öğrencilere kazandırılmak istenen problemi anlama ve sadeleştirme yeterliliğinin bir göstergesidir. Öğrenci doğrudan problem çözme eylemine geçmeden önce problemi kendi cümleleri ile ifade etmesi, problemde verilenlerin ve istenenlerin belirlenmesi ve nasıl çözebileceğini düşünmesi gerektiğinin farkına varabilmiştir. Bu kapsamda öğrenciler problemi kendi cümleleriyle sözlü olarak ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda okulun sınırlı bir bütçesi olduğunu, boyanacak alanın doğru ölçülmesi gerektiğini, 3 m yüksekliğe ve 3 m genişliğe 1 litre boyanın yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Bu süreçte ilk önce sınıfın tüm duvarının genişliğini ölçerek hesaplamalar yapıp daha sonrasında boyanmaması gereken yerleri (kapı, pencere, akıllı tahta) de dikkate aldıkları için problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelerle yer verdikleri, verilenleri ve istenenleri belirlerken önemsiz hatalar yaptıkları

buna rağmen aralarında ilişki kurabildikleri görülmüştür (PA4).

Yıldız Çiçeği: *4B sınıfı öğrencileri sınıflarını boyamak istiyormuş. Gerekli miktarda boya almak istiyorlarmış. Boyanacak alanı doğru ölçmeli ve hesaplamalıymış. Okulun sınırlı bütçesi olduğu için boya israfı istemiyorlarmış. Boya satışı yapan yerler 3 metre yüksekliğe ve 3 metre genişliğe sahip bir duvara 1 litre boyanın yeterli olacağını söylüyor.*

Aslanağzı: *3 metre yüksekliğe ve 3 metre genişliğe sahip bir duvara 1 litre boya.*

Öğrenciler problemde neler anladıklarını tek tek sözlü olarak grup arkadaşlarına ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceklerini tartışmaya başlamışlardır. Öğrenciler ilk olarak içinde bulundukları sınıfın duvarlarının genişliğini ölçeceklerini ifade etmişlerdir. Aynı zamanda Aslanağzı “... Sonra 3 metre dediği için 3’e böleceğiz.” ifadesinde bulunarak bu değişkene göre boya miktarını belirleyeceklerini söylemiştir. Ardından sınıfın uzun ve kısa duvarlarını ölçerek problem durumuna göre gerekli değişkenleri belirlemişlerdir. Çözüm kâğıtlarına sınıfı ifade eden bir dikdörtgen çizerek uzun duvar ile kısa duvarın ölçülerini yazmışlardır. Bu kapsamda öğrencilerin problemi sadeleştirdikleri, gerekli değişkenleri belirledikleri ve gerçekçi varsayımlarda bulundukları belirlenmiştir (PS4).

Zambak: *Önce duvarları ölçmemiz gerek. Genişliğini ölçelim.*

Aslanağzı: *Uzun duvar ile kısa duvarı ölçüp 2 ile çarpıyoruz.*

(Öğrenciler sınıfın uzun duvar ile kısa duvarı ölçüyor. Çözüm kâğıtlarına sınıfı ifade eden dikdörtgen çiziyorlar. Dikdörtgen üzerine uzun duvar ile kısa duvarın ölçülerini yazıyorlar.)

Aslanağzı: *7 m 15 cm. (uzun duvar)*

Aslanağzı: *(Kısa duvarı ölçtüktan sonra) 3 m 50 cm. Ben anladım. 7 m 15 cm ile 2’yi çarpacağız. 3 m 50 cm ile de 2’yi çarpacağız. Sonra toplayıp 3’e böleceğiz. Çünkü 3 metre genişliğinde olduğu için.*

Öğrenciler matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde, içinde bulundukları sınıfın duvar genişliğini bulduktan sonra sınıf dikdörtgen şeklinde olduğu için uzun duvarların ve kısa duvarların ölçülerini bulmak için öncelikle 2 ile çarpmışlardır. Ardından bu ölçüleri toplayarak tüm sınıfın duvar genişliğini hesaplamışlardır. Aslanağzı toplam sonucu 3'e böleceklerini ifade etmiştir. Bunun sebebi sorulduğunda ise "Çünkü 3 metre genişliğe sahip bir duvara 1 litre boya yettiği için." ifadesinde bulunmuştur. Bu durum Dörtlü Beyin Fırtınası grubunun gerçekçi varsayımlara göre gerekli matematiksel modelleri doğru bir şekilde oluşturduğu ve oluşturduğu modelleri birbiriyle ilişkilendirdiği anlamına gelmektedir.

Yardımlarınız için şimdiden çok teşekkür ederiz.
4/B Sınıfı

3m 50cm
7m 15cm

350
x 2
700cm = 7m

715
x 2
1430cm

1430cm
+ 700cm
2130cm

2130cm
2130cm
00

2130cm
2130cm
00

350
x 2
700cm

1430
+ 700
2130cm

2130
- 21
003
- 3
0

553cm = boyanacak yer

Uzun duvar = 7m 15cm
Kısa duvar = 3m 50cm

715
x 2
1430cm

350
x 2
700cm

1430
+ 700
2130cm

2130
- 21
003
- 3
0

Görsel 41. Dörtlü beyin fırtınası grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (altıncı öğretim bölümü)

Öğrenciler bölme işlemini tamamladıktan sonra araştırmacı/öğretmen tarafından “*Peki bir şey soracağım. Pencere olan duvarın hepsini boyayacak mıyız?*” sorusu sorularak öğrencilerin aslında boyanmaması gereken alanlarında hesaplanması gerektiği fikrinin düşündürülmesi sağlanmıştır. Bu sorunun ardından Dörtlü Beyin Fırtınası grubu üyelerinden Aslanağzı “*Hadi kalkın çabuk.*” diyerek pencere, kapı ve akıllı tahtanın genişliklerini ölçmüşlerdir. Öğrenciler pencere, kapı ve akıl tahtanın genişliklerini ölçtükten sonra bu ölçüleri toplamışlardır. Daha sonra tüm sınıfın duvar genişliğinden, boyanmaması gereken genişlikleri çıkarmışlardır. Çıkan sonuca da 3’e bölerek ne kadar boyaya ihtiyacı olduklarını hesaplamışlardır. Bu kapsamda öğrenciler, gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modeller oluşturmuşlar (M5) ve oluşturdukları matematiksel modelleri doğru çözmüşlerdir (MOÇ5).

Yıldız Çiçeği: *İşlem kâğıdı kimin olsun?*

Aslanağzı: *Herkes yapsın, böylece kontrol etmiş oluruz.*

(Öğrenciler 7 m 15 cm ile 2’yi çarpıyor. Ardından 3 m 50 cm ile de 2’yi çarpıyor.)

Araştırmacı/Öğretmen: *Siz ne yaptınız?*

Aslanağzı: *Öğretmenim biz baya anladık problemi. Biz önce bunları topladık. Çünkü 2 tane aynı duvar olduğu için. Sonra 3 m dediği için 3’e böleceğiz.*

Araştırmacı/Öğretmen: *3’e neden böleceksiniz?*

Zambak: *Çünkü 3 metre genişliğe sahip bir duvara 1 litre boya yettiği için.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamamdır. Devam edebilirsiniz.*

(Öğrenciler tüm duvarın genişliğini bulmak için çarpım sonuçlarını topluyor.)

Aslanağzı: *Toplam 21 m 30 cm. Şimdi 21 m 30 cm’i 3 böleceğiz.*

Yıldız Çiçeği: *7 litre.*

Araştırmacı/Öğretmen: (Öğretmen masaya gelir) *Peki bir şey soracağım. Pencere olan duvarın hepsini boyayacak mıyız?*

Zambak: *Hayır.*

Orkide, Aslanağzı, Yıldız Çiçeği: *Aaaaa.*

Aslanağzı: *Hadi kalkın çabuk.*

(Öğrenciler pencere, kapı ve akıl tahtanın genişliklerini ölçüyor.

Ölçüleri çözüm kağıtlarına yazıyor.)

Yıldız Çiçeği: Pencere 134 cm.

Orkide: Kapı 98 cm.

Zambak: Akıllı tahta 187 cm.

Yıldız Çiçeği: Tamam şimdi hepsini toplayacağız.

(İlk olarak 2 tane pencere olduğu için 134 ile 2'yi çarpıyorlar.)

Yıldız Çiçeği: Pencere 2 m 68 cm.

Orkide: O zaman boyanmayacak yerleri çıkartacağız.

(Öğrenciler pencere, kapı ve akıllı tahtanın ölçülerini topluyor.)

Orkide: 553 cm.

Yıldız Çiçeği: 21 m 30 cm'den 5 m 53 cm'i çıkartacağız.

Aslanagzı: 15 m 77 cm çıktı. Şimdi 3'e böleceğiz.

(Öğrenciler 15'i 3'e bölüyor.)

Aslanagzı: 5 litre. Bulduk.

Handwritten mathematical work showing various calculations and measurements:

- $7m\ 15cm$
- $3m\ 50cm$
- $98cm\ (kapı)$
- $187\ (tahta)$
- $134cm\ (bir\ pencerenin\ uzunluğu)$
- Calculation: $\begin{array}{r} 350 \\ \times 2 \\ \hline 700 \end{array}$
- Calculation: $\begin{array}{r} 715 \\ \times 2 \\ \hline 1430 \end{array}$
- Calculation: $\begin{array}{r} 14m\ 30cm \\ + 7m\ 00cm \\ \hline 21m\ 30 \end{array}$
- Calculation: $\begin{array}{r} 134 \\ \times 2 \\ \hline 268\ (iki\ pencere) \end{array}$

Handwritten mathematical work showing a subtraction problem:

$$\begin{array}{r} 10\ 12 \\ 1\ 02\ 10 \\ \hline 2120 \\ - 553 \\ \hline 15m\ 77cm \end{array}$$

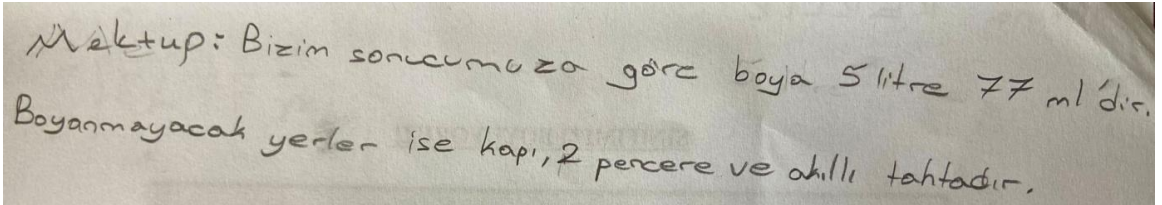
Handwritten mathematical work showing a division problem:

$$\begin{array}{r} 15 \overline{) 3} \\ - 15 \\ \hline 00 \end{array}$$

Görsel 42. Dörtlü beyin fırtınası grubunun matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (devamı-altıncı öğretim bölümü)

Öğrenciler elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlamışlardır. Elde ettikleri boya miktarını (5 litre) nasıl bulduklarını açıklamalarına rağmen duvar ölçülerini doğru ölçmezlerse ne gibi sonuçlar doğurabileceğini ifade etmedikleri için elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlamışlardır (Y4). Son olarak öğrenciler mektup yazmışlardır.

Zambak: Öğretmenim biz önce uzun duvarı bulduk. 7 m 15 cm. Ondan sonra kısa duvarı bulduk. Kısa duvar da 3 m 50 cm. Ondan sonra biz 2 tane uzun duvarımız olduğu için 7 m 15 cm ile 2'yi çarptık. Aynı şekilde 2 tane kısa duvarımız olduğu için 3 m 50 cm ile 2'yi çarptık. Ondan sonra bunları topladık. 21 m 30 cm bulduk. Ondan sonra boyanmayacak yerleri bulduk. Boyanmayacak yerlerde 2 pencere, akıllı tahta ve kapı. Bunlarda 553 cm boyanmayacak yerimiz var. Yani 5 m 53 cm. Biz ondan sonra 21 m 30 cm'den de 5 m 53 cm'i çıkardık. 15 m 77 cm bulduk. Ondan sonra da 15 m'yi 3'e böldük.



Mektup: Bizim sonucumuza göre boya 5 litre 77 ml'dir. Boyanmayacak yerler ise kapı, 2 pencere ve akıllı tahtadır.

Görsel 43. Dörtlü beyin fırtınası grubunun mektubu (altıncı öğretim bölümü)

Dörtlü Beyin Fırtınası grubu hem süreç içerisinde hem süreç sonunda doğrulama yeterliğini ortaya koymuşlardır. Öğrenciler problemi çözerken her bir grup üyesinin toplama, çıkarma ve bölme işlemi yapmasına karar vermişlerdir. Bir başka deyişle hepsi aynı anda aynı işlemi yapmışlardır. Yaptıkları işlem bittikten sonra her bir grup üyesinin işlemini kontrol etmişlerdir. Ardından bir sonraki işleme geçmişlerdir. Süreç sonunda ise problemi doğru problemi doğru anlayıp anlamadıklarını, çözüm varsayımlarının ve oluşturdukları matematiksel modelin doğruluğunu, matematiksel çözümlerinde işlem hatası yapıp yapmadıklarını kontrol ettiklerini ifade etmişlerdir (D7).

4.9.3. Altıncı Öğretim Bölümünün Uygulama Süreci ve Araştırmacı/Öğretmenin Rolü

Sınıfımızı Boyuyoruz model oluşturma etkinliğinde zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış tekniği kullanılmıştır. Öğrenciler yine “Black” ve “Dörtlü Beyin Fırtınası” olarak iki grup halindedir. Gruplara bir hafta önceden tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları her öğrenciye birer tane olmak üzere dağıtılmış ve ev ödevi olarak verilmiştir. Tanıtıcı makalede *Uzunluk Ölçüleri ve Ölçelim Hesaplayalım* (TÜBİTAK Bilim Çocuk E-Dergisi, Aralık, 2018) başlıklı standart ölçü birimleri ve temel ölçü birimlerine dair bilgilendirici bir metin ve uzunluk ölçüleri ile ilgili bir problem yer almaktadır. Altıncı öğretim bölümü günü öğrencilerle tanıtıcı makale değerlendirilmiş ve tanıtıcı makalede yer alan problem çözülmüştür. Ardından tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları grup üyelerinden toplanmıştır. Öğrenciler tanıtıcı makalede önemli gördükleri yerleri renkli kalemler ile çizmişlerdir. Her öğrenci hazır oluş sorularını cevaplamıştır. Beşinci ve altıncı öğretim bölümü ile birlikte tanıtıcı makale ve hazır oluş sorularının ev ödevi olarak kullanılması süreci gerçekleştirilmiştir. Son olarak Sınıfımızı Boyuyoruz etkinliğinin uygulanması sürecinde öğrencilerde mutlaka bir metre bulunması gerekmektedir. Çünkü uzunluk ölçüleri ile ilgili bir etkinlik olduğu için öğrenciler metre kullanarak problemi çözeceklerdir. Bu sebeple öğrencilere tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları dağıtılırken, bir sonraki uygulama için her gruptan bir öğrencinin metre getirmesi istenmiştir.

Tanıtıcı makale ve hazır oluş soruları grup üyelerinden toplandıktan sonra gruplara 1’den 4’e kadar numaraların yazdığı kapalı renkli kâğıtlar dağıtılmıştır. Ardından araştırmacı/öğretmen “1’den 3’e kadar sayacağım. 3 dediğimde hepiniz renkli kâğıtlardan bir tanesini seçeceksiniz. O sizin bugünkü numaranız olmuş olacak.” yönergesini verdikten sonra öğrenciler kartları çekip numaralarını öğrenmişlerdir. Ardından Black ve Dörtlü Beyin Fırtınası gruplarına “Sınıfımızı Boyuyoruz” matematiksel modelleme problemi kâğıdı, yine her bir öğrenciye birer tane olmak üzere dağıtılmıştır. Problem kâğıdı dağıtıldıktan sonra bu sürece kadar araştırmacı/öğretmen tarafından problemin okunmasına dair bir yönerge verilirken, bu son öğretim bölümünde sadece “Problemi okumanız için 5 dakika süreniz bulunmaktadır.” yönergesi verilmiştir. Bir başka deyişle problemi okurken nasıl okumaları gerektiğine dair herhangi bir yönerge verilmemiştir. Yönerge verilmemesine rağmen öğrenciler problemi bireysel olarak okumaya başlamıştır. Bununla birlikte öğrenciler önemli gördükleri yerleri çizdikleri, verilenleri ve istenenleri belirleyerek problemi okuma

sürecini gerçekleştirmeye çalıştıkları bir başka deyişle problemi anlama yeterliğine yönelik davranışları ortaya koyabildikleri görülmüştür.

Öğrencilerin problemi okumaları tamamlandıktan sonra yine bu öğretim bölümüne kadar araştırmacı/öğretmen tarafından gruplara “*Şimdi arkadaşlarınızla bir araya geliyorsunuz ve tartışıyorsunuz.*” yönergesi verilmekteydi. Ancak herhangi bir yönerge verilmeden hem Black hem Dörtlü Beyin Fırtınası grubu, problemde neler anladıklarını kendi cümleleri ile arkadaşlarına sözlü olarak ifade etmeye başlamışlardır. Bu durum fark edilince araştırmacı/öğretmen öğrencilere müdahale etmemiş ve öğrenciler kendi olağan akışına bırakılmıştır. Öğrencilere sadece tartışmaları için 5 dakika sürelerinin olduğu söylenmiştir. Öğrenciler doğrudan problem çözme eylemine geçmeden önce problemi kendi cümleleri ile ifade etmesi, problemde verilenlerin ve istenenlerin belirlenmesi gerektiğinin farkına varabilmiştir. Öğrenciler, problemde neler anladıklarını sözlü olarak ifade ettikten sonra problemi sadeleştirme sürecine geçmişlerdir. Bu süreçte problem için gerekli olan değişkenleri bir başka deyişle verileri toplamaya başlamışlardır. Bunun için öğrenciler içinde bulundukları sınıfın duvar genişliklerini metre ile ölçmüşlerdir. Bu eylemler göstermektedir ki, artık öğrenciler problemi sadeleştirme yeterliğini herhangi bir yönergeye ihtiyaç duymadan davranış olarak kendiliğinden ortaya koymaktadırlar. Bu süreçte araştırmacı/öğretmen ve öğrencilerle gerçekleştirilen diyaloglar şu şekildedir:

Araştırmacı/Öğretmen: *Bu duvarın ölçüsü ile karşı duvarın ölçüsü aynı mıdır?*

Tüm öğrenciler: *Evet.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Sınıf hangi geometrik şekle benziyor?*

Tüm öğrenciler: *Dikdörtgen.*

Araştırmacı/Öğretmen: *O zaman dikdörtgenin özellikleri ne idi?*

Lemur: *İki kenarı eşit.*

Araştırmacı/Öğretmen: *O zaman bütün duvarları ölçmeniz gerekli mi?*

Aslanağzı: *Hayır öğretmenim. Uzun duvar ile kısa duvarı ölçüp 2 ile çarpıyoruz.*

Öğrenciler matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde matematiksel işlem yapmaları noktasında dördüncü öğretim bölümüne kadar kontrol

ediliyor ve araştırmacı tarafından matematiksel işlem yapmaları noktasında geri bildirimler sağlanıyordu. Ancak öğrenciler artık bu geri bildirime ihtiyaç duymadan matematiksel işlem yapmaları gerektiği bilincine ulaştıkları görülmüştür. Bunun kanıtı ise her iki grubun sınıfın şeklini gösteren bir dikdörtgen çizerek duvarın ölçülerini bu dikdörtgen üzerine yazmalarıdır. Ayrıca boya miktarını bulmak için gerekli olan toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerini her bir öğrencinin tek tek yapmasıdır. Her iki grupta, elde ettikleri matematiksel sonuçları gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlamışlardır. Elde ettikleri boya miktarını nasıl bulduklarını açıklamalarına rağmen duvar ölçülerini doğru ölçmezlerse ne gibi sonuçlar doğurabileceğini ifade etmedikleri için elde ettikleri matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlamışlardır. Son olarak her grupta doğrulama yeterliği göstermiştir. Hem Black hem de Dörtlü Beyin Fırtınası grubu problemi tekrardan okuduklarını, matematiksel işlemlerini kontrol ettiklerini belirtmişlerdir.

Problemi sadeleştirme ve matematikselleştirme sürecinde araştırmacı/öğretmenin en önemli rolü grupları sürekli kontrol ederek öğrencilerin fikirlerini “*Sınıf doğru şekilde ölçüldü mü?, Boyanmaması gereken yerler var mı?*” sorusunu düşündürmeye yönlendirmektir. Bunun için araştırmacı/öğretmenin öğrencilere sorabileceği sorular ve söylemleri şu şekildedir:

- Bu duvarın ölçüsü ile karşı duvarın ölçüsü aynı mıdır?
- Sınıf hangi geometrik şekle benziyor?
- Bu şeklin (dikdörtgen, kare, üçgen, altıgen, vb.) özellikleri nelerdir?
- Bütün duvarları ölçmeniz gerekli mi?
- Pencere olan duvarın hepsini boyayacak mıyız?
- Pencerenin olduğu alanı sayacak mıyız?

Gruplar problemi çözdükten sonra sunum aşamasına geçilmiştir. Sunum aşaması Dörtlü Beyin Fırtınası grubundan Zambak, Black grubundan Ayçiçeği tahtaya kalkarak grubu adına problem çözümlerini anlatmıştır.

Zambak: Öğretmenim biz önce uzun duvarı bulduk. 7 m 15 cm.

Ondan sonra kısa duvarı bulduk. Kısa duvar da 3 m 50 cm.

Ondan sonra biz 2 tane uzun duvarımız olduğu için 7 m 15 cm

ile 2'yi çarptık. Aynı şekilde 2 tane kısa duvarımız olduğu için 3 m 50 cm ile 2'yi çarptık. Ondan sonra bunları topladık. 21 m 30 cm bulduk. Ondan sonra boyanmayacak yerleri bulduk. Boyanmayacak yerlerde 2 pencere, akıllı tahta ve kapı. Bunlarda 553 cm boyanmayacak yerimiz var. Yani 5 m 53 cm. Biz ondan sonra 21 m 30 cm'den de 5 m 53 cm'i çıkardık. 15 m 77 cm bulduk. Ondan sonra da 15 m'yi 3'e böldük.

Araştırmacı/Öğretmen: Neden 3'e böldünüz?

Zambak: Çünkü 3 m yüksekliğe ve 3 m genişliğe 1 litre boya yettiği için. 5 litre boyamız gerekiyor.

Araştırmacı/Öğretmen: Teşekkür ederim.

Ayçiçeği: Biz diğer grup gibi kısa duvar ile uzun duvarı ölçtük. Ondan sonra onlarla işlemler yaptık. En sonunda da şunu hatırladık. Pencere, kapı, tahta boyanmayacaktı. O yüzden bunları ölçüp topladık. 15 m 96 cm bulduk. Bu da 16 m'ye yuvarlandığı için 16'yı 3'e böldük. Sonunda 5 litre bulduk.

Sunum aşaması tamamlandıktan sonra araştırmacı/öğretmen öğrencilerle birlikte problemi değerlendirmişlerdir. Boya yapmamız gereken alanı doğru ölçmezsek, boyanmaması gereken alanları hesaplamazsak fazla boya alacağımızı ve bu yüzden fazla para ödeyeceğimiz tartışılmıştır. Böylece öğrenciler, matematiğin gerçek hayata hatalı uygulamasının pahalı sonuçlarını ve bu hatadan sorumlu kişilerin oluşacak maliyetlerin hesabını vermek zorunda kalacaklarını öğrenmiş olmuşturlar. Son olarak bu problemde duvar ölçüsü alınırken aslında alan hesaplaması yapılabilirdi. Ancak öğrenciler henüz alan hesaplaması bilmediği için yükseklik (3 metre) sabit verilmiştir. Öğrenciler sadece genişlik üzerinden boya miktarını hesaplamışlardır. Bu tartışma sürecinde başka bir çözüm varsayımı olarak alan hesaplaması yapılabileceği öğrencilere açıklanmıştır. Bu tartışmaların ardından altıncı öğretim bölümü tamamlanmıştır.

Araştırmacı/Öğretmen: Bu problemde ne görmüş olduk? Aslında kendimiz de odamızı boyayabiliriz, evimizi boyayabiliriz. Bir boyama işleminde nelere ihtiyacımız olduğunu görmüş olduk. Aslında boyama için boya alınırken bizim alan hesaplaması yapmamız gerekiyor. Siz alan hesaplamasını daha önce

öğrenmediğiniz için ben size yüksekliği sabit verdim. Sadece genişlik üzerinden hesapladınız. Aslında bu şekilde de doğru sonuca ulaşmış oldunuz. Ancak alan hesaplamasını öğrendiğinizde ise duvarın alanı hesaplanırken yükseklik ve genişliğin çarpımı ile alan hesaplaması yapıyorsunuz.

4.10. Son Klinik Görüşmenin Bulguları

Beşinci ve altıncı öğretim bölümünün ardından odağa alınan öğrencilerle son klinik görüşme gerçekleştirilmiştir. Son klinik görüşme olarak “Adenauer Heykeli” matematiksel modelleme problemi, odağa alınan öğrencilere ayrı bir sınıfta birebir olarak uygulanmıştır. Son klinik görüşmeye ait bulgular aşağıda sunulmuştur.

4.10.1. Aslanağzı’nın Son Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular

Aslanağzı’na *Adenauer Heykeli* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencinin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 44’te öğrencinin Adenauer Heykeli matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldığı puanlara yer verilmiştir.

Tablo 44.

Aslanağzı’nın Son Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Adenauer Heykeli	Problemi Anlama	Düzy 5	4
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 4	3
	Matematikselleştirme	Düzy 5	4
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 5	4
	Yorumlama	Düzy 4	3
	Doğrulama	Düzy 7	6
	Toplam		24

Tablo 44’te görüldüğü üzere Aslanağzı “Adenauer Heykeli” probleminden 24 puan alarak “*üst düzey modelleme yeterliğine sahip*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenci, problemi okuyarak sürece başlamıştır. Öğrenci problemde ne anladığını sözlü olarak kendi cümleleri ile ifade edebilmiştir. Öğrenci problemde heykelin boyutunun sorulduğunu ve heykelin üzerinde yer alan çocuğun boyundan yola çıkarak heykelin yüksekliğini bulabileceğini ifade etmiştir. Bundan dolayı çocuğun boy uzunluğu ile heykelin yüksekliği arasında ilişki kurabildiği için öğrencinin problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelerle yer verdiği, verilenleri ve istenenleri belirlediği ve aralarında ilişki kurabildiği belirlenmiştir (PA5).

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne anladın problemden?*

Aslanağzı: *Öğretmenim burada heykel yapılmış. Heykelin yaklaşık boyutunu soruyor bize. Ben de şuradan bakarak gideceğim. Burada çocuklar var. Onların boyuna bakarak bulmayı düşünüyorum.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Doğru mu anladım. Görseldeki çocuktan yola çıkarak heykelin boyutunu bulmaya çalışacaksın?*

Aslanağzı: *Evet öğretmenim.*

Öğrenci, problem durumunu ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceğine dair varsayımlarda bulunmuştur. Öğrenci, ilk olarak çocuğun yaşını tahmin etmeye çalışmıştır. Yaşından, boy uzunluğunu kaç cm olabileceğini düşünmüştür. Öğrenci, resimdeki heykelin üstünde yer alan çocuğun yaşını ve yaşına bağlı olarak ortalama boy uzunluğunu tahmin ederek heykelin boyutunu bulabileceklerini ifade etmesi sebebiyle gerçekçi varsayımlarda bulunarak problemi sadeleştirmeye ve gerekli değişkenleri belirlemeye başlamıştır. Daha sonra görselde heykelin üzerinde yer alan çocuğun dik durmadığını fark etmiştir. Resimdeki heykelin üstünde yer alan çocuğun, ayağından dize kadar olan kısmının dik durduğunu fark ederek o kısmı cetvel ile ölçmüştür. Çocuğun ayağından diz kısmına kadar olan bölümü, 2 cm olarak ölçmüştür. Ardından çocuğun tamamının kaç cm olduğunu belirlemek istemiştir. Bunun için diz kısımdan kalça kısmına kadar olan bölüm ile kalçadan baş kısma kadar olan bölümü cetvel ile ayrı ayrı ölçmüştür. Diz kısımdan kalça kısmına kadar olan bölümü 1 cm, kalçadan baş kısma kadar olan bölümü 4 cm olarak ölçmüştür. Ardından çocuğun boyunu bulmak için ölçtüğü bölümleri toplayarak 7 cm bulmuştur. Bu ölçümü yaparken aynı zamanda bunun gerçekte 7 cm olmadığını, resimde bu şekilde olduğunu ve gerçekte kaç cm olduğunu bulması gerektiğini ifade etmiştir. Ardından çocuğun gerçekte 154 cm olabileceğini varsaymıştır. Diz kısmı dik olduğu için çocuğun boy uzunluğunu ile diz boyunu oranlayacağını ifade etmiştir. Bu sebeple öğrenci, çocuğun duruşunun dik olmadığını fark ettiği için çocuğun boy uzunluğu ile diz boyunu oranlaması gerektiğini ve çocuğun diz boyunun kaç cm olduğunu bulmasına yönelik gerçekçi varsayımlarda bulunmuştur (PS4).

Araştırmacı/Öğretmen: *Sence bu çocuk kaç yaşındadır?*

Aslanağzı: *14-15 olabilir.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Sen kaç yaşındasın?*

Aslanağzı: *10'u bitirdim. 11'den gün alıyorum.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam. Sence o çocuğun boyu kaç cm olabilir?*

Aslanağzı: *155-156 cm olabilir.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Görseldeki çocuk nasıl duruyor?*

Aslanağzı: *Biraz yamuk duruyor. Yamuk durduğu için biraz sıkıntı, tam boyutunu bilemeyiz.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Nereleri dik duruyor?*

Aslanağzı: *Ayağı dik, vücut kısmı yamuk. Şu kısım dik (ayağından dize olan kadar kısmı gösteriyor.)*

Araştırmacı/Öğretmen: *Kaç cm'dir sence orası?*

(Ayağından dize olan kadar kısmı cetvel ile ölçüyor.)

Aslanağzı: *2 cm çıkıyor. Ama fotoğrafta 2 cm. Gerçekte değil, gerçektekini bulmamız lazım.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Çocuğun boyunun tamamı kaç cm'dir?*

Aslanağzı: *Ölçeyim.*

(Diz kısımdan kalça kısıma, kalçadan baş kısıma kadar cetvel ile ayrı ayrı ölçüyor.)

Aslanağzı: *Şurası (diz kısımdan kalça kısıma kadar) 1 cm. Şurası da (kalçadan baş kısıma kadar) 4 cm.*

Araştırmacı/Öğretmen: *O zaman çocuğun boyu kaç cm'dir sence?*

Aslanağzı: *Öğretmenim burada bölüm bölüm ölçtüğümüz için değişik sonuçlar çıktı o yüzden bunları toplamamız gerekiyor. Çocuğun boyunu bulmam için.*

(Öğrenci cetvel ile ölçüm sonuçlarını topluyor.)

Aslanağzı: *7 cm.*

Araştırmacı/Öğretmen: *O zaman gerçekte çocuğun boyu kaçtır?*

Aslanağzı: *1 m 54 cm.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Bu ikisi arasındaki oranı nasıl bulabiliriz peki?*

Aslanağzı: *Dizini boyuna oranlasam ... Çünkü diz kısmı dik.*

Öğrencinin matematikselleştirme sürecinde, çocuğun bastığı yerden diz kapağına kadar olan kısmın dik durduğunu dikkate alarak buraya kadar olan yüksekliği 1 birim olarak ele alması ve öncelikle çocuğun boy uzunluğu ile diz boyunu oranlayarak çocuğun diz boyunun kaç cm olduğunu bulması gerekmektedir. Bir başka deyişle gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modelleri oluşturabilmesi için heykelin boyunun yaklaşık kaç birime denk geldiğini bulması ardından 1 birime (diz boyu) karşılık gelen uzunluk ile çarpması gerekmektedir. Bu doğrultuda Aslanağzı matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde, çocuğun boy uzunluğu ile diz boyunu oranlaması gerektiğini ifade ettikten sonra çocuğun boyunu (7 cm), diz boyuna (2 cm) bölerek 3 bulmuştur. Ardından 3'ü, 154'e bölmüştür. 154'ü, neden 3'e böldüğü sorulduğunda “*Diz kısmı bir parça. Yani 3 parça tamamı. O yüzden boyuna böldüğümüzde 1 parçayı bulacağız.*” ifadesinde bulunmuştur. Böylece çocuğun gerçekte 1 birimini, 51 cm olarak bulmuştur. Ardından heykelin kaç birime denk geldiğini hesaplamıştır. Bunun için çocuğun dik olan bölümü (ayağından diz kısmına kadar olan bölüm) 2 cm olarak ölçtüğü için heykeli de 2'şer cm olarak ölçmüştür. Böylece heykelin 12 cm'den 6 birim olduğunu bulmuştur. Daha sonra 51 ile 6'yı çarparak heykelin boyutunu 3 m 6 cm olarak hesaplamıştır. Bu kapsamda Aslanağzı, gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modeller oluşturmuş (M5) ve oluşturduğu matematiksel modelleri doğru çözmüştür (MO5).

Aslanağzı: *Dizini boyuna oranlasam ... Çünkü diz kısmı dik.*

(7'yi 2'ye bölüyor.)

Aslanağzı: *Yaklaşık 3 öğretmenim. Bunu da boyuna böleceğim.*

(154'ü 3'e bölüyor.)

Araştırmacı/Öğretmen: *Neden 154'ü 3'e böldün?*

Aslanağzı: *Diz kısmı bir parça. Yani 3 parça tamamı. O yüzden boyuna böldüğümüzde 1 parçayı bulacağız.*

(154'ü 3'e bölüyor.)

Aslanağzı: *51 cm.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Şimdi ne yapacaksın?*

Aslanağzı: *Dizden yola çıktığım için heykeli 2'şer 2'şer ayıracağım.*

(Cetvel ile heykeli 2'şer cm olarak birimlere ayırıyor.)

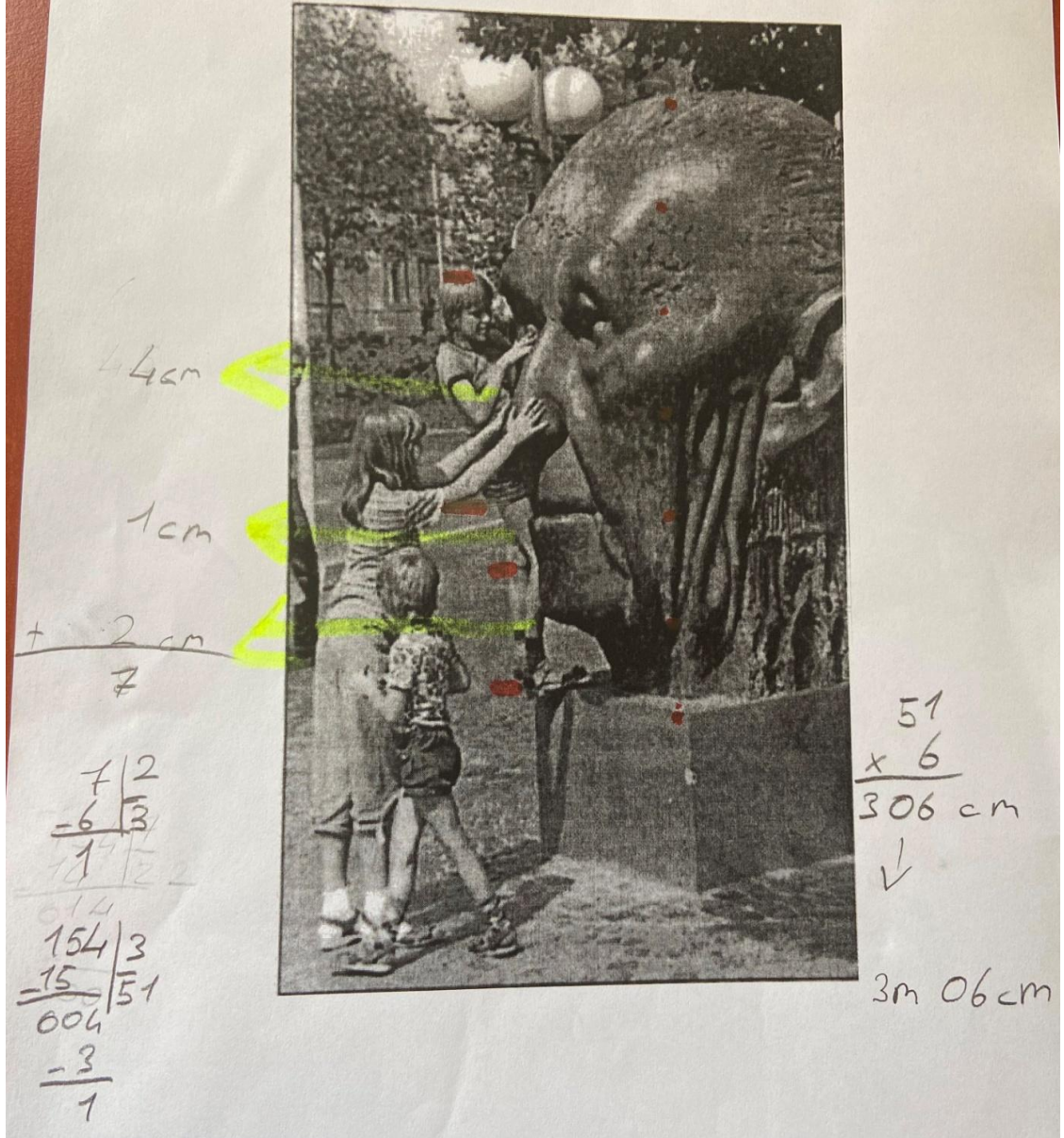
Aslanağzı: *6 cm çıktı.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Evet. Şimdi ne yapacaksın?*

Aslanağzı: *51 ile 6'yı çarpacağım.*

(51 ile 6'yı çarpıyor.)

Aslanağzı: *306 cm. 3 m 6 cm.*

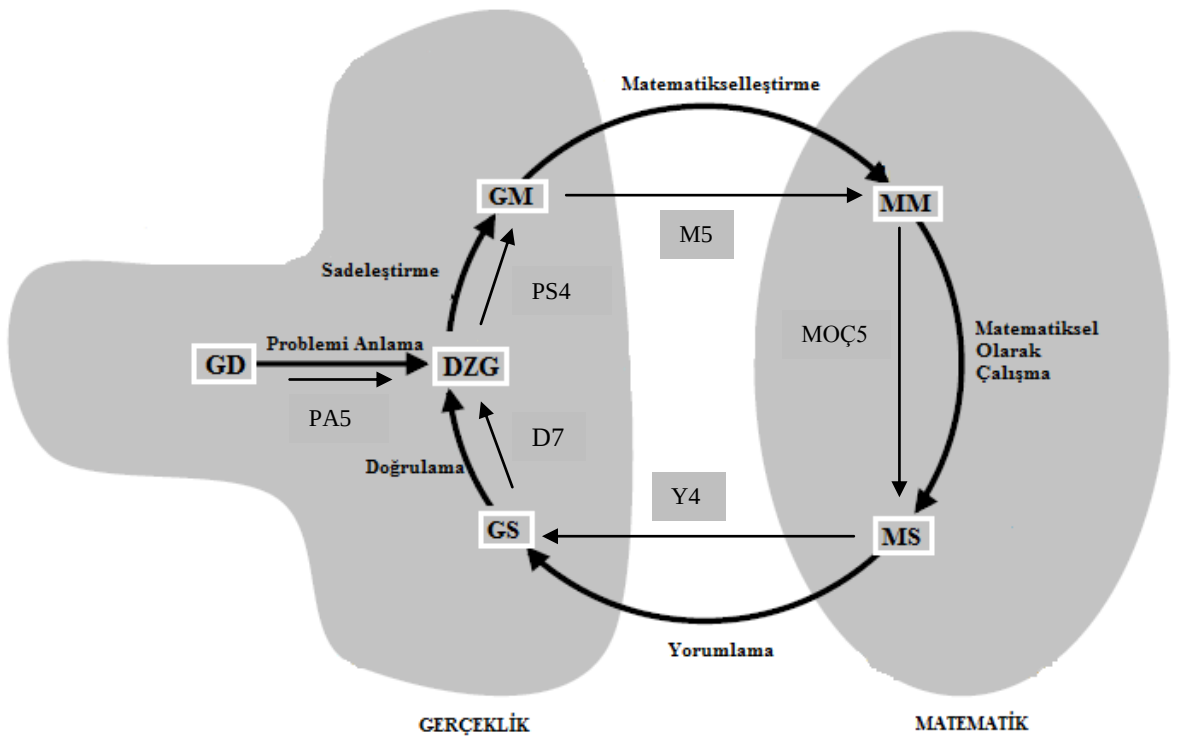


Görsel 44. Aslanağzı'nın matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (son klinik görüşme)

Öğrenci, heykelin boyutunu bulduktan sonra bu sonucun gerçek yaşamdaki gerçekliğini bir başka deyişle bulduğu yüksekliğin bir heykelin boyutu olup olmayacağını sorgulamadığı için sadece heykelin boyutunu hesaplayıp belirttiği için elde ettiği doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde

yorumlamıştır (Y4). Bu problemde “ ... mektup ile açıklayınız.” şeklinde bir ifade yer almamasına rağmen öğrenci sonucunu bulduktan sonra “Şimdi mektup yazacağım.” söyleminde bulunmuştur. Bu göstermektedir ki, öğrencide elde ettiği matematiksel sonucu ve bu sonucu bulma sürecini yazılı olarak ifade etme alışkanlığı bir davranış haline gelebilmiştir. Son olarak Aslanağzı, hem problem çözme sürecinde hem sonrasında yaptığı matematiksel işlemleri kontrol ettiği için doğrulama yeterliliğini ortaya koyduğu belirlenmiştir (D7).

Aşağıda Aslanağzı’nın son klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması Şekil 34’te sunulmuştur.



Şekil 334. Aslanağzı’nın son klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması

Şekil 34’te görüldüğü gibi Aslanağzı, döngüsel bir modelleme süreci geçirmiştir. Aslanağzı, çocuğun boy uzunluğu ile heykelin yüksekliği arasında ilişki kurabildiği için problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verdiği, verilenleri ve istenenleri belirlediği ve aralarında ilişki kurabildiği belirlenmiştir (PA5). Aslanağzı, çocuğun duruşunun dik olmadığını fark ettiği için çocuğun boy uzunluğu ile diz boyunu oranlaması gerektiğini ve çocuğun diz boyunun kaç cm olduğunu bulmasına yönelik gerçekçi bir varsayımlarda bulunmuştur (PS4). Aslanağzı, gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modeller oluşturmuş (M5) ve oluşturduğu matematiksel modelleri doğru çözmüştür (MO5). Aslanağzı, heykelin boyutunu bulduktan sonra bu sonucun

gerçek yaşamdaki gerçekliğini bir başka deyişle bulduğu yüksekliğin bir heykelin boyutu olup olmayacağını sorgulamadığı için sadece heykelin boyutunu hesaplayıp belirttiği için elde ettiği doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlamıştır (Y4). Bu süreçte hem problem çözme sürecinde hem sonrasında yaptığı matematiksel işlemleri kontrol ettiği için doğrulama yeterliliğini ortaya koyduğu belirlenmiştir (D7).

4.10.2. Lemur'un Son Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular

Lemur'a *Adenauer Heykeli* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencinin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 45'te öğrencinin *Adenauer Heykeli* matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldığı puanlara yer verilmiştir.

Tablo 45.

Lemur'un Son Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Adenauer Heykeli	Problemi Anlama	Düzy 5	4
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 3	2
	Matematikselleştirme	Düzy 3	2
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 5	4
	Yorumlama	Düzy 4	3
	Doğrulama	Düzy 7	6
	Toplam		21

Tablo 45'te görüldüğü üzere Lemur “Adenauer Heykeli” probleminden 21 puan alarak “*kabul edilebilir ölçüde modelleme yeterliğine sahip*” olarak değerlendirilmiştir. Öğrenci, problemi okuyarak sürece başlamıştır. Problemi tam olarak anlamadığını ifade ettikten sonra problemi tekrar okumuştur. Ardından probleminden ne anladığını sözlü olarak kendi cümleleri ile ifade edebilmiştir. Öğrenci problemde heykelin boyutunun sorulduğunu ve heykelin üzerinde yer alan çocuğun boyundan yola çıkarak heykelin yüksekliğini bulabileceğini ifade etmiştir. Bundan dolayı çocuğun boy uzunluğu ile heykelin yüksekliği arasında ilişki kurabildiği için öğrencinin problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verdiği, verilenleri ve istenenleri belirlediği ve aralarında ilişki kurabildiği belirlenmiştir (PA5).

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne anladın probleminden?*

Lemur: *Tam anlayamadım. Bir daha okuyayım.*

(Problemi tekrar okuyor.)

Lemur: *Bizden Batı Almanya'nın merkezinde Bonn şehrinde bir heykel bulunmuş. Bu heykel 1949-1963 yıllarında Batı Almanya'nın ilk başbakanın kafasını göstermekteymiş. Buna göre aşağıdaki heykelin boyutu yaklaşık ne kadardır diye soruyor.*

(Resmi inceliyor)

Lemur: *Bu ortalama kaç yaşlarında olursa o zaman onun boyunu bulmuş oluruz.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Hangi çocuğu?*

Lemur: *Bence bunu (Heykelin üzerindeki çocuğu gösteriyor.).*

Araştırmacı/Öğretmen: *Neden?*

Lemur: *Heykelin üzerine olduğu için daha doğru sonucu verir diye düşündüm.*

Öğrenci, problem durumunu ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceğine dair varsayımlarda bulunmuştur. Lemur ilk olarak çocuğun, heykel üzerinde dik durmadığını fark edebilmiştir. Ardından çocuğu bölümlere ayırarak cetvel ile ölçmeye başlamıştır. Bunun için ilk önce çocuğun ayağından diz kısmına kadar olan bölümü, 2 cm olarak ölçmüştür. Ardından dizden bel kısmına kadar olan bölümü, 3 cm olarak ölçmüştür. Son olarak bel kısmından baş kısmına kadar olan bölümü, 2 cm olarak ölçmüştür. Daha sonra çocuğun boyunu bulmak için ölçtüğü bölümleri toplayarak 7 cm bulmuştur. Bu ölçümü yaparken aynı zamanda bunun gerçekte 7 cm olmadığını, resimde bu şekilde olduğunu ve gerçekte ne kadar küçültüldüğünü bilmediğini ifade etmiştir. Ardından kendi yaşından yola çıkarak, resimdeki çocuğun boy uzunluğunu kaç cm olabileceğini düşünmüştür. Öğrenci, resimdeki heykelin üstünde yer alan çocuğun yaşını ve yaşına bağlı olarak ortalama boy uzunluğunu tahmin ederek heykelin boyutunu bulabileceklerini ifade etmesi sebebiyle problemi sadeleştirmeye ve gerekli değişkenleri belirlemeye başlamıştır. Bu doğrultuda kendi boyundan yola çıkarak çocuğun boyunu 140 cm olabileceğini ifade etmiştir. Çocuğun gerçekteki boy uzunluğu ile resimdeki boy uzunluğu ile bir ilişki kurarak $140'ı, 7'ye$ bölerek 1 parçanın 20 cm olduğunu ifade etmiştir. Ancak öğrencinin, çocuğun duruşunun dik olmadığını fark etmesine rağmen çocuğun boy uzunluğundan yola çıkarak heykelin yüksekliğini bulmaya çalıştığı için bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunmuştur (PS3).

Lemur: *Heykelin üzerine olduğu için daha doğru sonucu verir diye düşündüm.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam. Bu çocuğun duruşu nasıl? Düz mü?*

Lemur: *Tam düz uzanmıyor.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Nereye kadar düz uzanıyor sence?*

Lemur: *En fazla şuraya kadar.*

(Ayağından dizine kadar olan kısmı gösteriyor.)

Lemur: *Şuradan itibaren yamuluyor (dizden sonrasını gösteriyor.).*

(Ayağından dizine kadar olan kısmı cetvel ile ölçüyor.)

Lemur: *2 cm. Ama bu bize göre yani resme göre. Gerçekte 2 cm olamaz.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Evet. Diğer kısımları peki?*

(Dizden bel kısmına kadar cetvel ile ölçüyor.)

Lemur: *3 cm.*

(Bel kısmından baş kısmına kadar cetvel ile ölçüyor.)

Lemur: *2 cm.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam. Çocuğun görseldeki boyutu kaç cm o zaman?*

Lemur: *7 cm 'miş. Ama bu resme göre. Ne kadar küçültüldüğünü bilmiyoruz.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Çocuğun boyu kaç cm olabilir sence?*

Lemur: *Benim boyum 140 cm ise onunki de o kadar olabilir. Kendimle kıyaslarsam ... bence ben bundan daha uzunum gibi geliyor ama bilmiyorum.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Çocuk kaç yaşında sence?*

Lemur: *9 yaşlarında olabilir. 1 dk ... (düşünüyor) Bir şey düşündüm ama.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Dinliyorum.*

Lemur: *Şimdi benim boyum 140. Ben 10 yaşındayım. Onu da tahminen bulacağız. O da benim yaşlarımda desek. O da 140 cm olsun.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam.*

Lemur: *Burayı (çocuğun boyunu ölçtükten sonra heykelin geri kalan kısmı) da bulacağız.*

(Heykelin geri kalan kısmını cetvel ile ölçüyor)

Lemur: *3 cm.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Çocuğun boyunu 7 cm buldun. Ama gerçekte 140 cm olduğunu varsaydın. Bunlar arasında nasıl bir ilişki olabilir?*

Lemur: *20 cm.*

Araştırmacı/Öğretmen: *20 cm ne?*

Lemur: *20 cm, 1 parça yani 1 parça 20 cm.*

Öğrencinin matematikselleştirme sürecinde, çocuğun bastığı yerden diz kapağına kadar olan kısmın dik durduğunu dikkate alarak buraya kadar olan yüksekliği 1 birim olarak ele alması ve öncelikle çocuğun boy uzunluğu ile diz boyunu oranlayarak çocuğun diz boyunun kaç cm olduğunu bulmaları gerekmektedir. Bir başka deyişle gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modelleri oluşturabilmesi için heykelin boyunun yaklaşık kaç birime denk geldiğini bulması ardından 1 birime (diz boyu) karşılık gelen uzunluk ile çarpması gerekmektedir. Bu doğrultuda Lemur matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde, çocuğun boy uzunluğu ile heykelin yüksekliği arasındaki ilişkiden yola çıkarak çocuğun 1 parçasının (1 biriminin) kaç cm'e denk geldiğini hesaplamıştır. Bunun için 140'ı, 7'ye bölerek çocuğun 1 biriminin 20 cm olduğunu bulmuştur. Heykelin tamamının (kafasının) boyutunu bulmak için çocuğun başından heykelin başına kadar olan bölümü cetvelle ölçmüş ve o bölümü 3 cm bulmuştur. Ardından çocuğun boyutu (7 cm) ile heykelin geri kalan kısmı (3 cm) toplayarak heykelin tamamının boyutunu 10 cm olarak bulmuştur. 1 parça'yı 20 cm olarak bulduğu için, 10 ile 20'yi çarparak heykelin boyutunu 200 cm olarak belirlemiştir. Bu kapsamda Lemur, bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı doğru matematiksel modeller oluşturmuş (M3) ve oluşturduğu matematiksel modelleri doğru çözmüştür (MO5).

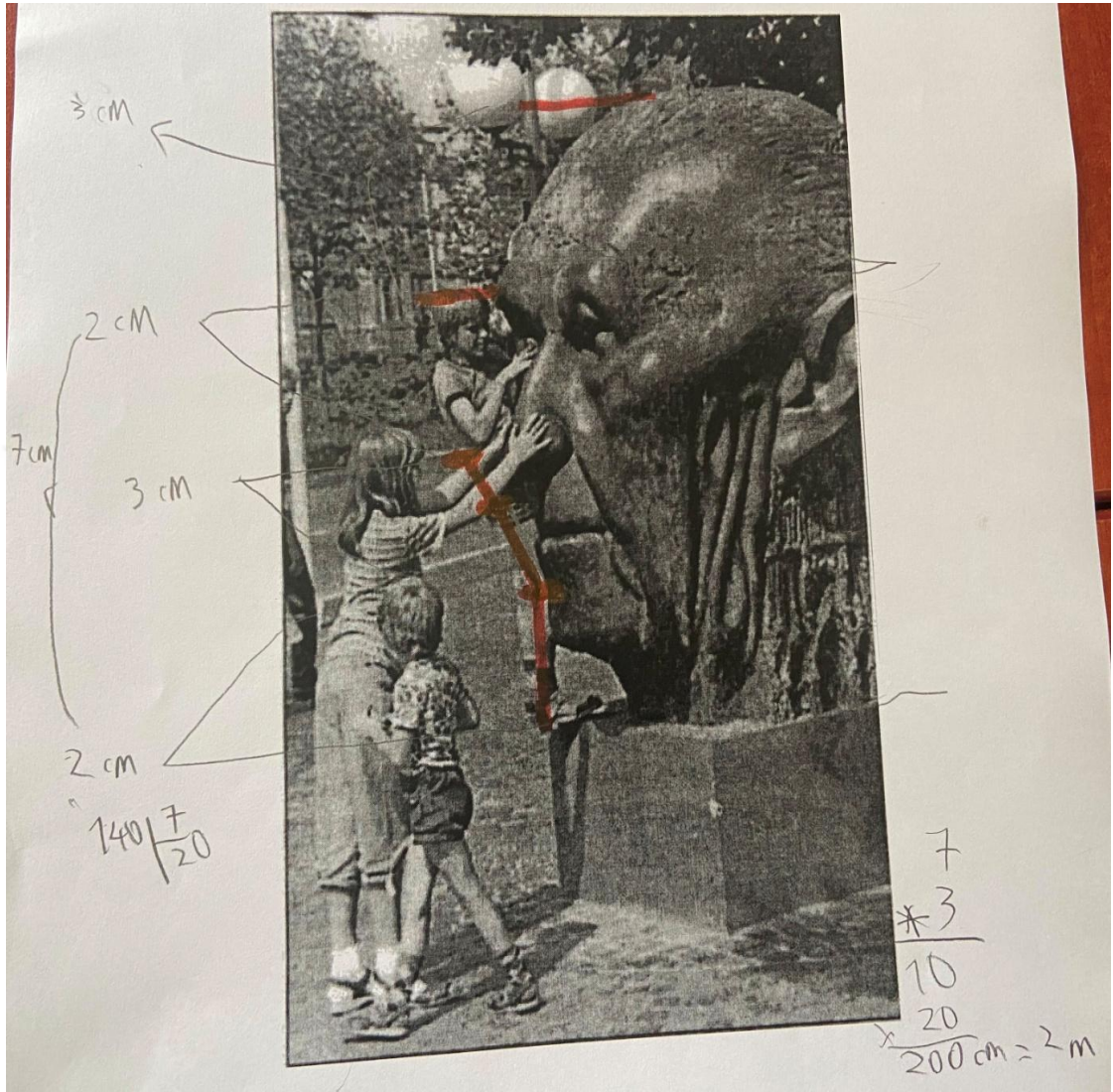
Lemur: *20 cm, 1 parça yani 1 parça 20 cm.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Tamam. Heykelin boyutu ne olabilir o zaman?*

Lemur: *Heykel 10 cm. 10 ile 20'yi çarpacağım. 200, 2 m.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne buldun?*

Lemur: *Heykelin tahmini boyutunu.*

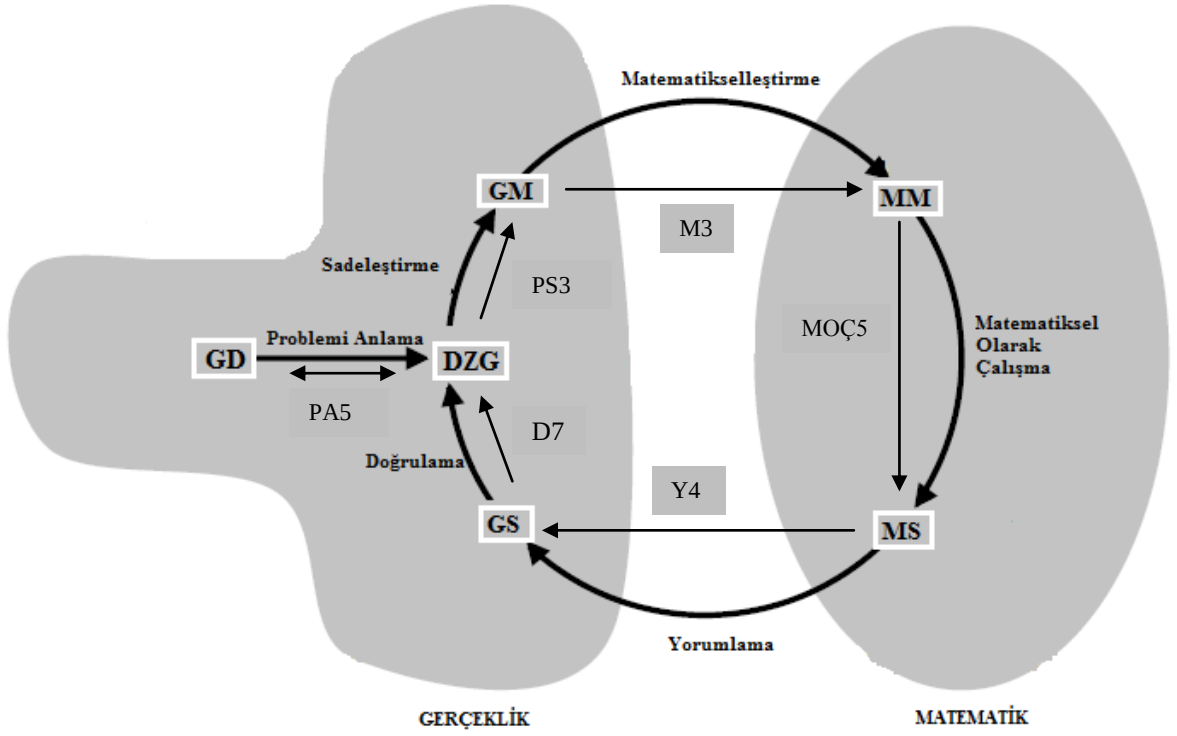


Görsel 45. Lemur'un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (son klinik görüşme)

Lemur, heykelin boyutunu bulduktan sonra bu sonucun gerçek yaşamdaki gerçekliğini bir başka deyişle bulduğu yüksekliğin bir heykelin boyutu olup olmayacağını sorgulamadığı için sadece heykelin boyutunu hesaplayıp belirttiği için elde ettiği doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlamıştır (Y4). Bu problemde “... mektup ile açıklayınız.” şeklinde bir ifade yer almamasına rağmen öğrenci sonucunu bulduktan sonra “Mektubu nasıl yazacağız. Mektup yazacağız dimi?” söyleminde bulunmuştur. Bu göstermektedir ki, öğrencide elde ettiği matematiksel sonucu ve bu sonucu bulma sürecini yazılı olarak ifade etme

alışkanlığı bir davranış haline gelebilmiştir. Son olarak Lemur, hem problem çözme sürecinde hem sonrasında yaptığı matematiksel işlemlerini kontrol ettiği için doğrulama yeterliliğini ortaya koyduğu belirlenmiştir (D7).

Aşağıda Lemur'un son klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması Şekil 35'te sunulmuştur.



Şekil 345. Lemur'un son klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması

Şekil 35'te görüldüğü gibi Lemur, döngüsel bir modelleme süreci geçirmiştir. Lemur, çocuğun boy uzunluğu ile heykelin yüksekliği arasında ilişki kurabildiği için öğrencinin problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelerle yer verdiği, ancak verilenleri ve istenenleri belirlediği ve aralarında ilişki kurabildiği belirlenmiştir (PA5). Çocuğun boy uzunluğundan yola çıkarak heykelin yüksekliğini bulmaya çalıştığı için bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunmuştur (PS3). Lemur, bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı doğru matematiksel modeller oluşturmuş (M3) ve oluşturduğu matematiksel modelleri doğru çözmüştür (MO5). Lemur, heykelin boyutunu bulduktan sonra bu sonucun gerçek yaşamdaki gerçekliğini bir başka deyişle bulduğu yüksekliğin bir heykelin boyutu olup olmayacağını sorgulamadığı için sadece heykelin boyutunu hesaplayıp belirttiği için elde ettiği doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlamıştır (Y4). Bu süreçte hem problem çözme sürecinde hem sonrasında yaptığı matematiksel işlemlerini kontrol ettiği

için doğrulama yeterliliğini ortaya koyduğu belirlenmiştir (D7).

4.10.3. Yunus'un Son Klinik Görüşmesine İlişkin Bulgular

Yunus'a *Adenauer Heykeli* matematiksel modelleme problemi verilmiş ve öğrencinin bu problemi çözmesi istenmiştir. Tablo 46'da öğrencinin Adenauer Heykeli matematiksel modelleme problemindeki matematiksel modelleme yeterliklerine ilişkin düzeylerine ve bu düzeyler doğrultusunda aldığı puanlara yer verilmiştir.

Tablo 46.

Yunus'un Son Klinik Görüşme Matematiksel Modelleme Yeterliği

	Matematiksel Modelleme Yeterlikleri	Düzy	Puan
Adenauer Heykeli	Problemi Anlama	Düzy 5	4
	Problemi Sadeleştirme	Düzy 3	2
	Matematikselleştirme	Düzy 3	2
	Matematiksel Olarak Çalışma	Düzy 5	4
	Yorumlama	Düzy 4	3
	Doğrulama	Düzy 7	6
	Toplam		21

Tablo 46'da görüldüğü üzere Yunus "Adenauer Heykeli" probleminden 21 puan olarak "*kabul edilebilir ölçüde modelleme yeterliğine sahip*" olarak değerlendirilmiştir. Öğrenci, problemi okuyarak sürece başlamıştır. Ardından probleminden ne anladığını sözlü olarak kendi cümleleri ile ifade edebilmiştir. Öğrenci problemde heykelin boyutunun sorulduğunu ve heykelin üzerinde yer alan çocuğun boyundan ve kendi boyundan yola çıkarak heykelin yüksekliğini bulabileceğini ifade etmiştir. Bundan dolayı çocuğun boy uzunluğu ile heykelin yüksekliği arasında ilişki kurabildiği için öğrencinin problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadeler yer verdiği, verilenleri ve istenenleri belirlediği ve aralarında ilişki kurabildiği belirlenmiştir (PA5).

Araştırmacı/Öğretmen: *Ne anladın probleminden?*

Yunus: *Batı Almanya'nın merkezi olan Bonn şehrinde bir heykel bulunmuş. Batı Almanya'nın ilk başbakanının kafasıymış. Heykel 1949-1963 yılları arasında Batı Almanya'nın başbakanıymış. Bu görselde yer alan Adenauer heykelinin boyutu yaklaşık olarak ne kadardır diyor. Şimdi öğretmenim benim görselde gördüğüm kadarıyla burada bir çocuğun boyunu geçmiş. Şimdi eğer kendi boyumdan yola çıkmak istersem kendi boyumu da ölçmem gerekir. Bu çocuğun boyu ...*

Araştırmacı/Öğretmen: *Çocuk nasıl duruyor?*

Yunus: *Köşede bir yerde yamuk duruyor?*

Öğrenci, problem durumunu ifade ettikten sonra problemi nasıl çözebileceğine dair varsayımlarda bulunmuştur. Yunus ilk olarak çocuğun, heykel üzerinde dik durmadığını fark edebilmiştir. Ardından çocuğu bölümlere ayırarak cetvel ile ölçmeye başlamıştır. Bunun için ilk önce çocuğun ayağından diz kısmına kadar olan bölümü, 2 cm olarak ölçmüştür. Ardından kendi boyunun 140 cm olduğunu ifade etmiştir. Daha sonra heykelin boyutunun kaç cm olduğunu belirlemek için cetvel ile ölçmüştür. Heykelin boyutunu 12 cm olarak belirlemiştir. Ardından kendi yaşından yola çıkarak, resimdeki çocuğun boy uzunluğunu kaç cm olabileceğini düşünmüştür. Öğrenci, resimdeki heykelin üstünde yer alan çocuğun yaşını ve yaşına bağlı olarak ortalama boy uzunluğunu tahmin ederek heykelin boyutunu bulabileceğini ifade etmesi sebebiyle problemi sadeleştirmeye ve gerekli değişkenleri belirlemeye başlamıştır. Bu doğrultuda kendi boyundan yola çıkarak çocuğun boyunu 144 cm olabileceğini ifade etmiştir. Çocuğun gerçekteki boy uzunluğu ile resimdeki boy uzunluğu ile bir ilişki kurarak $144'ı, 7'ye$ bölerek 1 parçanın kaç cm olduğunu bulacağını ifade etmiştir. Ancak öğrencinin, çocuğun duruşunun dik olmadığını fark etmesine rağmen çocuğun boy uzunluğundan yola çıkarak heykelin yüksekliğini bulmaya çalıştığı için bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunmuştur (PS3).

Araştırmacı/Öğretmen: *Çocuk nasıl duruyor?*

Yunus: *Köşede bir yerde yamuk duruyor?*

Araştırmacı/Öğretmen: *Nereye kadar dik duruyor?*

Yunus: *Heykelin ağzına kadar.*

(Görsel üzerinde gösteriyor.)

Araştırmacı/Öğretmen: *Dize kadar mı?*

Yunus: *Evet.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Oranın ölçüsü ne olabilir?*

(Cetvel ile ölçüyor.)

Yunus: *2 cm. Şimdi bu görünüş olarak 2 cm ise ve bir de dik durmuyorsa ...*

Araştırmacı/Öğretmen: *Kaç yaşında olabilir o çocuk?*

Yunus: *Benim yaşımdan 1-2 tık üstündür.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Senin boyunu kaç cm ölçmüştük?*

Yunus: *140. ... Heykelin boyu ne kadarmış.*

(Heykelin tamamını cetvel ile ölçüyor.)

Yunus: *12 cm. Şimdi 12 cm heykelin boyutuysa yani resimdeki boyutuysa benim boyum 140 cm ise heykelin boyu ...*
(düşünüyor.)

Araştırmacı/Öğretmen: *Heykelin üzerindeki çocuğun boyu kaç cm? Onu ölçmüş müydün?*

Yunus: *Hayır öğretmenim.*

(Heykelin üzerindeki çocuğun boyutunu (ayaktan başa kadar)
ölçüyor.)

Yunus: *7 cm.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Çocuğun gerçek boyu kaç cm olabilir sence?*

Yunus: *Benim yaşlarımda olduğunu düşünürsem, 144 cm.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Peki 7 ile 144 arasında nasıl bir ilişki olabilir?*

Yunus: *Buldum. 144'ü 7'ye böleceğim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Neden?*

Yunus: *1 parçayı bulacağım. Yani 1 cm'ini.*

Öğrencinin matematikselleştirme sürecinde, çocuğun bastığı yerden diz kapağına kadar olan kısmın dik durduğunu dikkate alarak buraya kadar olan yüksekliği 1 birim olarak ele alması ve öncelikle çocuğun boy uzunluğu ile diz boyunu oranlayarak çocuğun diz boyunun kaç cm olduğunu bulmaları gerekmektedir. Bir başka deyişle gerçekçi varsayımlara göre doğru matematiksel modelleri oluşturabilmesi için heykelin boyunun yaklaşık kaç birime denk geldiğini bulması ardından 1 birime (diz boyu) karşılık gelen uzunluk ile çarpması gerekmektedir. Bu doğrultuda Yunus matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma süreçlerinde, çocuğun boy uzunluğu ile heykelin yüksekliği arasındaki ilişkiden yola çıkarak çocuğun 1 parçanın (1 biriminin) kaç cm denk geldiğini hesaplamıştır. Bunun için 144'ü, 7'ye bölerek çocuğun 1 parçasını 20 cm olduğunu bulmuştur. Heykelin boyutunu 12 cm bulduğu ve 1 parça'yı 20 cm olarak belirlediği için 12 ile 20'yi çarparak heykelin boyutunu 240 cm olarak belirlemiştir. Bu kapsamda Yunus, bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı

doğru matematiksel modeller oluşturmuş (M3) ve oluşturduğu matematiksel modelleri doğru çözmüştür (MO5).

Yunus: *Buldum. 144'ü 7'ye böleceğim.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Neden?*

Yunus: *1 parçayı bulacağım. Yani 1 cm'ini.*

(144'ü, 7'ye bölüyor.)

Yunus: *20 cm.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Heykel kaç cm idi?*

Yunus: *12.*

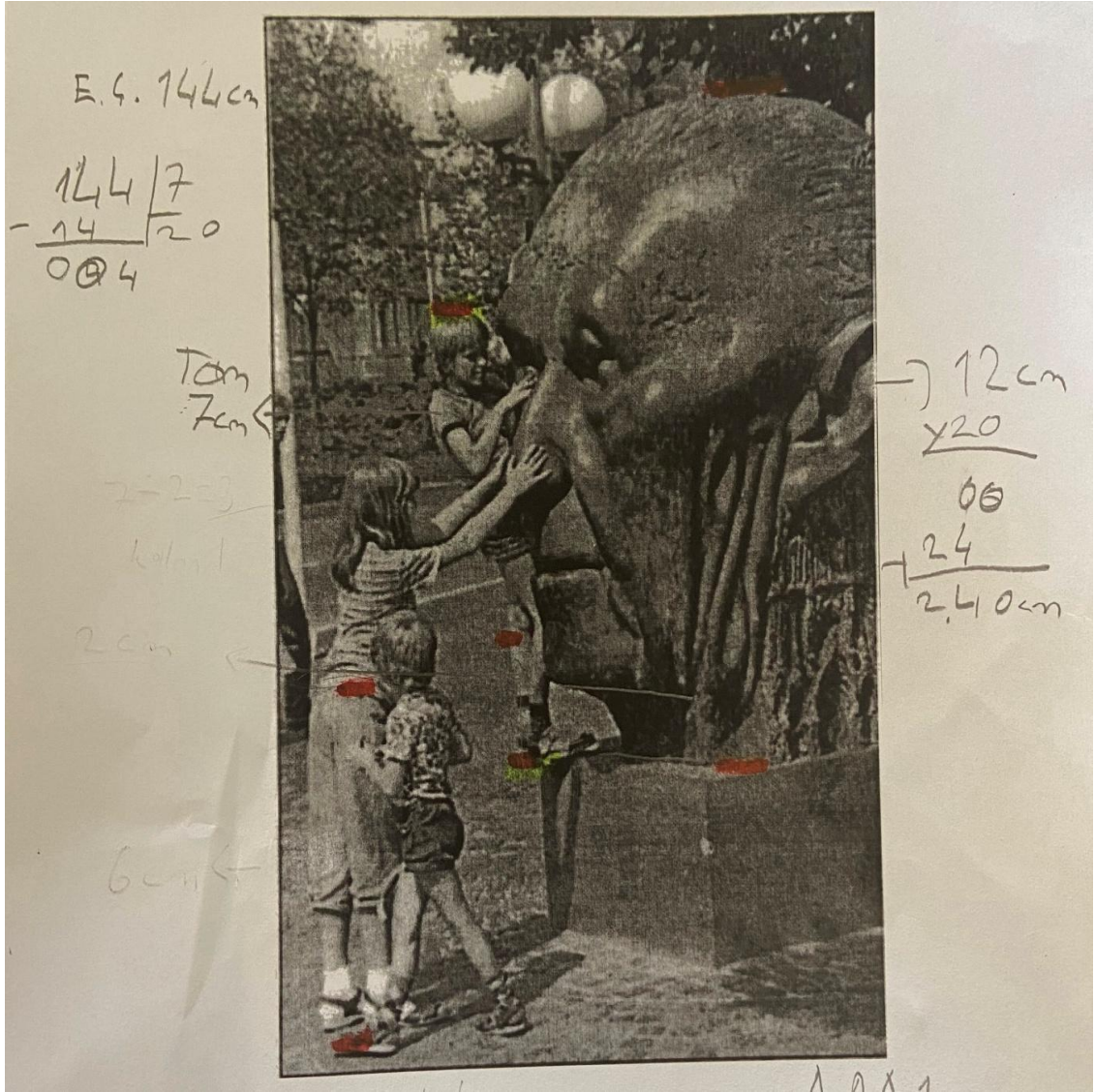
Araştırmacı/Öğretmen: *O zaman?*

Yunus: *12 çarpı 20.*

Araştırmacı/Öğretmen: *Evet.*

(12 ile 20'yi çarpıyor)

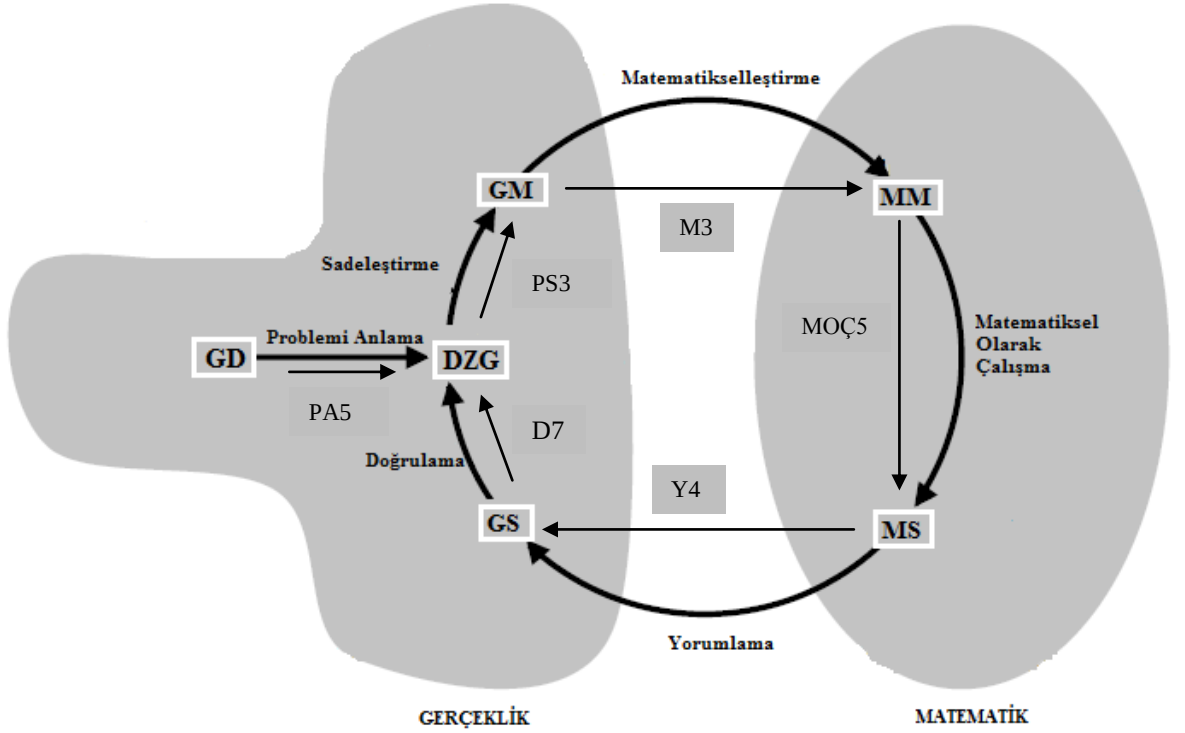
Yunus: *2 m 40 cm. Zor bir soru gibi geliyor ama çok basitmiş.*



Görsel 46. Yunus'un matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma sürecine dair çözüm kâğıdından bir kesit (son klinik görüşme)

Yunus, heykelin boyutunu bulduktan sonra bu sonucun gerçek yaşamdaki gerçekliğini bir başka deyişle bulduğu yüksekliğin bir heykelin boyutu olup olmayacağını sorgulamadığı için sadece heykelin boyutunu hesaplayıp belirttiği için elde ettiği doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlamıştır (Y4). Son olarak Yunus, hem problem çözme sürecinde hem sonrasında yaptığı matematiksel işlemlerini kontrol ettiği için doğrulama yeterliliğini ortaya koyduğu belirlenmiştir (D7).

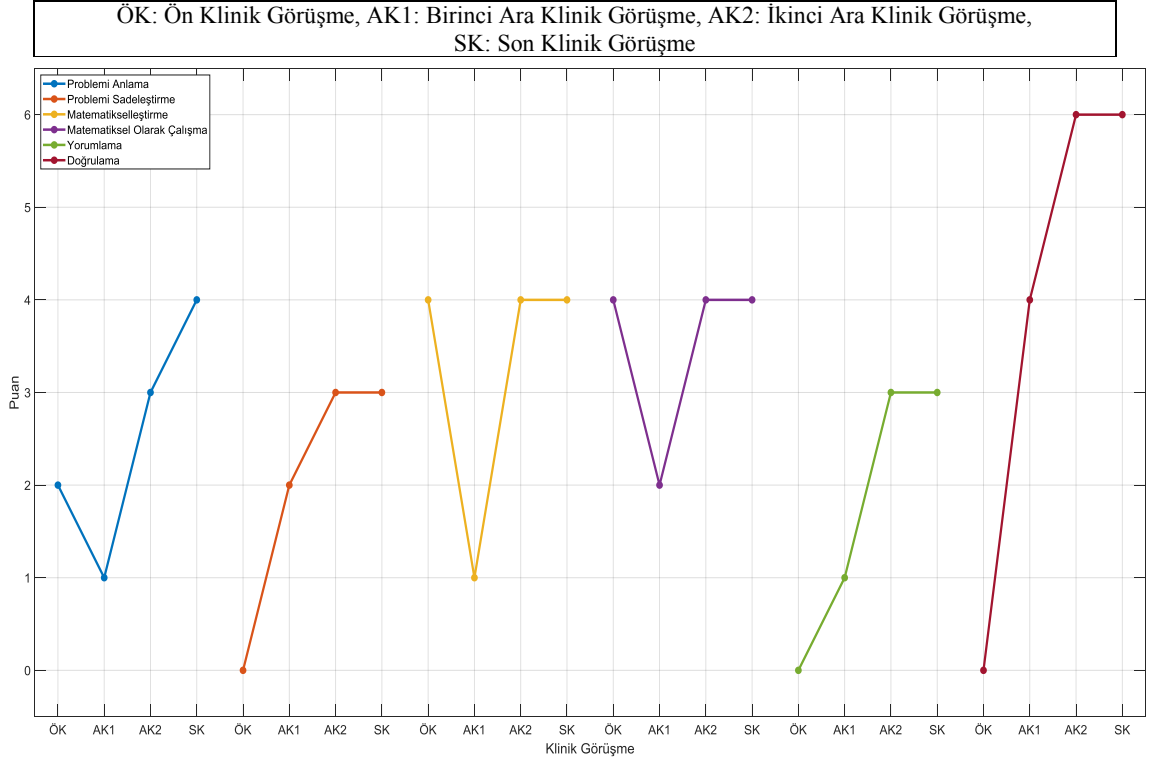
Aşağıda Yunus'un son klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması Şekil 36'da sunulmuştur.



Şekil 356. Yunus'un son klinik görüşmede modelleme sürecine ait zihinsel şeması

Şekil 36'da görüldüğü gibi Yunus, döngüsel bir modelleme süreci geçirmiştir. Yunus, çocuğun boy uzunluğu ile heykelin yüksekliği arasında ilişki kurabildiği için öğrencinin problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelerle yer verdiği, ancak verilenleri ve istenenleri belirlediği ve aralarında ilişki kurabildiği belirlenmiştir (PA5). Çocuğun boy uzunluğundan yola çıkarak heykelin yüksekliğini bulmaya çalıştığı için bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunmuştur (PS3). Yunus, bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı doğru matematiksel modeller oluşturmuş (M3) ve oluşturduğu matematiksel modelleri doğru çözmüştür (MO5). Yunus, heykelin boyutunu bulduktan sonra bu sonucun gerçek yaşamdaki gerçekliğini bir başka deyişle bulduğu yüksekliğin bir heykelin boyutu olup olmayacağını sorgulamadığı için sadece heykelin boyutunu hesaplayıp belirttiği için elde ettiği doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlamıştır (Y4). Bu süreçte hem problem çözme sürecinde hem sonrasında yaptığı matematiksel işlemlerini kontrol ettiği için doğrulama yeterliliğini ortaya koyduğu belirlenmiştir (D7).

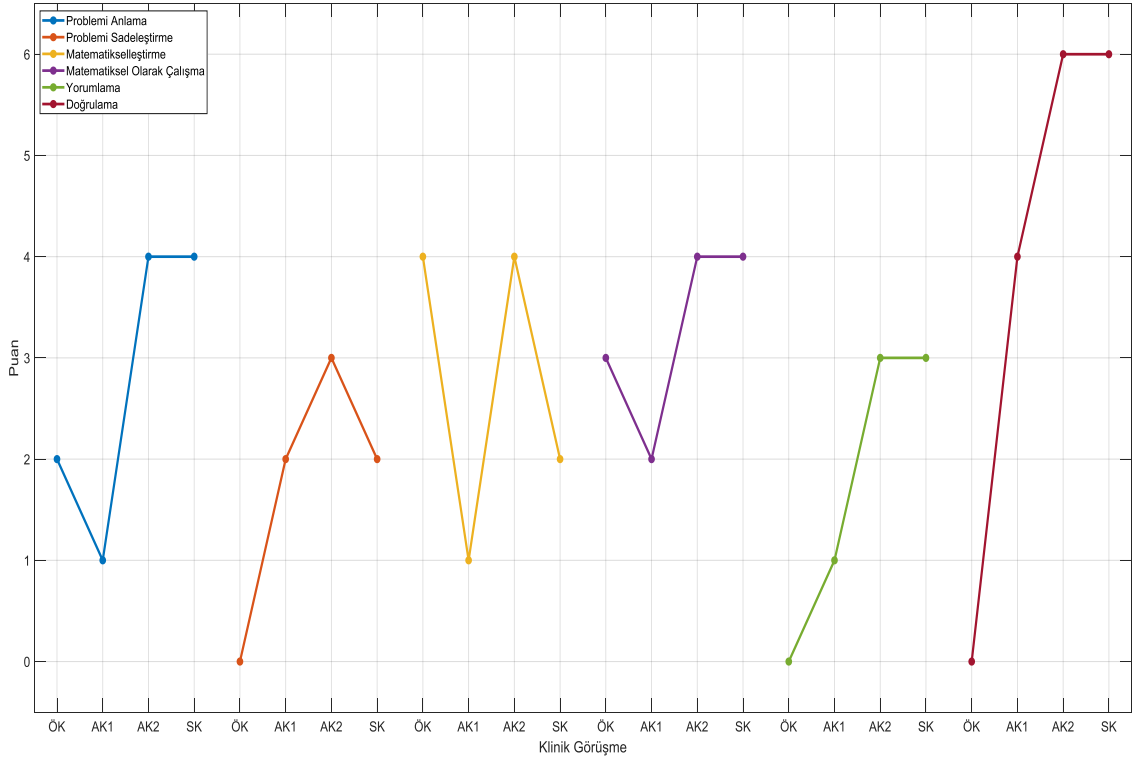
Son olarak hem odağa alınan öğrencilerin hem de grupların bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel süreci genel olarak değerlendirilmiştir. İlk olarak odağa alınan ve düşük düzeyde öğrenci olan Aslanağzı'nın, klinik görüşmeler boyunca bilişsel matematiksel modelleme yeterliği gelişimsel süreci Grafik 1'de sunulmuştur.



Grafik 1. Aslanağzı'nın bilişsel matematiksel modelleme yeterliği gelişimsel süreci

Grafik 1'de görüldüğü üzere Aslanağzı'nın ön ve birinci klinik görüşmelerde bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya koymada güçlük yaşadığı görülmektedir. Ancak ikinci klinik görüşme ile birlikte bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya koyabildiği belirlenmiştir. İkinci ve son klinik görüşmelerde problemi anlama, problemi sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterliklerini sergileyebilmiştir.

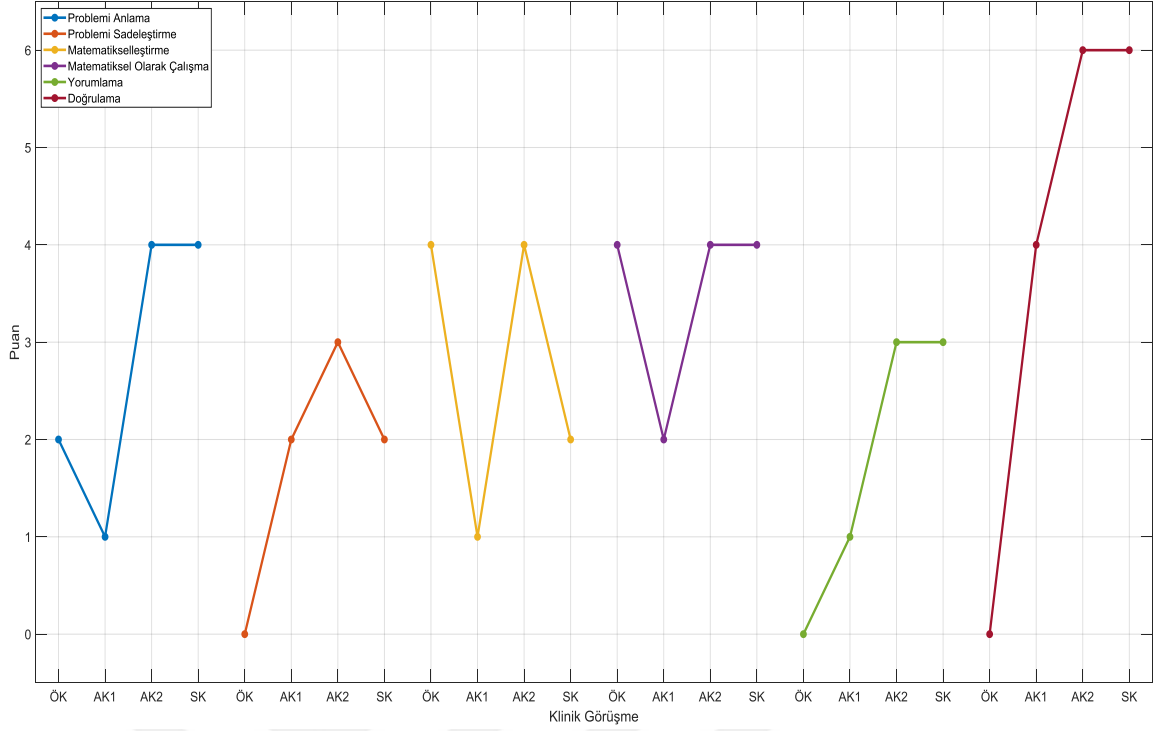
Odağa alınan ve orta düzeyde öğrenci olan Lemur'un, klinik görüşmeler boyunca bilişsel matematiksel modelleme yeterliği gelişimsel süreci Grafik 2'de sunulmuştur.



Grafik 2. Lemur'un bilişsel matematiksel modelleme yeterliği gelişimsel süreci

Grafik 2'de görüldüğü üzere Lemur'un, ön ve birinci klinik görüşmelerde bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya koymada güçlük yaşadığı görülmektedir. Ancak ikinci klinik görüşme ile birlikte bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya koyabildiği belirlenmiştir. İkinci ve son klinik görüşmelerde problemi anlama, problemi sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterliklerini sergileyebilmiştir.

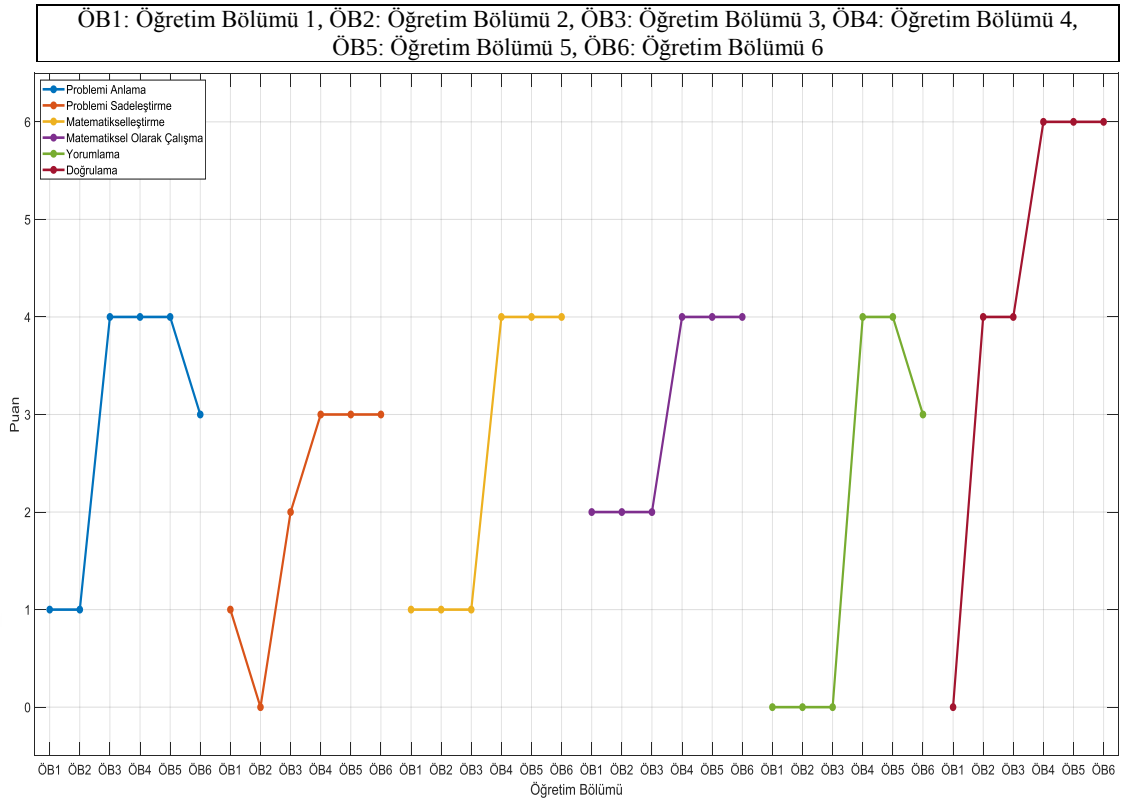
Odağa alınan ve yüksek düzeyde öğrenci olan Yunus'un klinik görüşmeler boyunca bilişsel matematiksel modelleme yeterliği gelişimsel süreci Grafik 3'de sunulmuştur.



Grafik 3. Yunus'un bilişsel matematiksel modelleme yeterliği gelişimsel süreci

Grafik 3'te görüldüğü üzere Yunus'un, ön ve birinci klinik görüşmelerde bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya koymada güçlük yaşadığı görülmektedir. Ancak ikinci klinik görüşme ile birlikte bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya koyabildiği belirlenmiştir. İkinci ve son klinik görüşmelerde problemi anlama, problemi sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterliklerini sergileyebilmiştir.

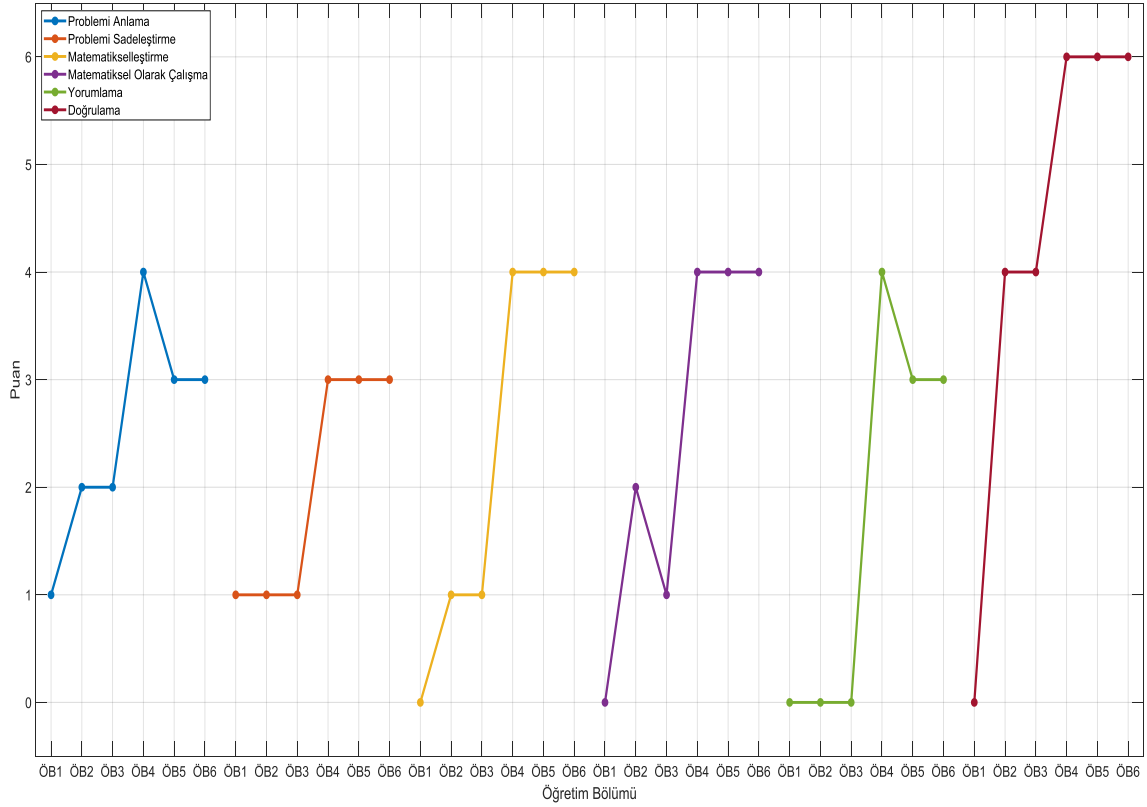
Black ve Dörtlü Beyin Fırtınası grupları ile altı farklı öğretim bölümü gerçekleştirilmiştir. Black grubunun öğretim bölümleri boyunca bilişsel matematiksel modelleme yeterliği gelişimsel süreci Grafik 4'te sunulmuştur.



Grafik 4. Black grubunun bilişsel matematiksel modelleme yeterliği gelişimsel süreci

Grafik 4'te görüldüğü üzere Black grubunun birinci, ikinci ve üçüncü öğretim bölümlerinde, bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya koymada güçlük yaşadığı görülmektedir. Ancak dördüncü öğretim bölümü ile birlikte bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya koyabildikleri belirlenmiştir. Dördüncü, beşinci ve altıncı öğretim bölümlerinde Black grubunda yer alan öğrenciler problemi anlama, problemi sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterliklerini sergileyebilmişlerdir.

Dörtlü Beyin Fırtınası grubunun öğretim bölümleri boyunca bilişsel matematiksel modelleme yeterliği gelişimsel süreci Grafik 5'te sunulmuştur.



Grafik 5. Dörtlü beyin fırtınası grubunun bilişsel matematiksel modelleme yeterliği gelişimsel süreci

Grafik 5’te görüldüğü üzere Dörtlü Beyin Fırtınası grubunun birinci, ikinci ve üçüncü öğretim bölümlerinde, bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya koymada güçlük yaşadığı görülmektedir. Ancak dördüncü öğretim bölümü ile birlikte bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya koyabildikleri belirlenmiştir. Dördüncü, beşinci ve altıncı öğretim bölümlerinde Dörtlü Beyin Fırtınası grubunda yer alan öğrenciler problemi anlama, problemi sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterliklerini sergileyebilmişlerdir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA VE YORUM

Bu çalışmada, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel süreci araştırılmıştır. Öğretim deneyi sürecinin son ögesi olan *öğrenci matematiğinin yaşayan, deneyimsel modelleri* kapsamında öğrencilerin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimini sağlayan iki etmen ortaya çıkmıştır. Bunlar: işbirlikli öğrenme teknikleri (düşün-konuş-yaz, düşün-eşleş-paylaş, zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış) ve deneyim-matematiksel modelleme problemi çözme. Bu kapsamda çalışmadan elde edilen bulgular, araştırma sorularına paralel olarak, bu iki etmen bağlamında ilgili literatürde yer alan çalışmalarla karşılaştırılarak tartışılmış ve yorumlanmıştır.

5.1. Problemi Anlama Yeterliğinin Gelişimsel Sürecine İlişkin Tartışma ve Yorum

Model oluşturma sürecinin ilk basamağı olan *problemi anlama* yeterliğinde öğrencilerin birinci, ikinci ve üçüncü öğretim bölümlerinde bu yeterliği ortaya koymada güçlük yaşadığı görülmüştür. Bu süreçte öğrenciler, verilenleri ve istenenleri belirleyemeyerek doğrudan matematik dünyasına geçiş yapma isteğinde olmuşlardır. Bir başka deyişle öğrencilerin doğrudan problemi çözme eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Peter-Koop (2004) öğrencilerin problemi anlamlandırmalarının problemi çözmeleri için önemli olduğunu ve modelleme sürecinde genellikle onların bu basamakta güçlük yaşadıklarını vurgulamaktadır. Bununla birlikte Blum ve Borromeo Ferri (2009) ile Haas ve diğerlerine (2020) göre öğrenciler, modelleme etkinlikleriyle hem okul ortamında hem de okul dışında fazla karşılaşmadıklarından problem durumları üzerinde düşünmeden ve problemi anlamadan doğrudan çözüm işlemine geçtikleri ifade edilmektedir. Ancak dördüncü, beşinci ve altıncı öğretim bölümlerinde öğrenciler problemi anlama yeterliğine ilişkin düşünme süreçlerini sergileyebilmişlerdir. Bu kapsamda dördüncü öğretim bölümü ve ikinci ara klinik görüşme itibarıyla öğrenciler, problem durumunda önemli gördükleri yerleri renkli kalemle göstermeye başlamışlardır. Bununla birlikte problemten neler anladıklarını, verilenleri ve istenenleri kendi cümleleri ile hem sözlü hem de yazılı olarak ifade edebilmişlerdir.

Öğretim deneyi süresince öğrencilerin *problemi anlama* yeterliklerinin

gelişiminde işbirlikli öğrenme teknikleri etkin rol oynamıştır. Çünkü bu tekniklerin “düşünme” aşaması olduğu için öğrenciler öncelikle bireysel olarak problem durumunu okumakta, notlar almakta ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak düşünmektedir. Böylece öğrenciler düşünme aşamasını bir başka deyişle *problemi anlama* yeterliğini gerçekleştirmiş olmaktadır. İşbirlikli öğrenme teknikleri sayesinde dördüncü öğretim bölümü ve ikinci ara klinik görüşme itibarıyla öğrenciler, problem anlama yeterliğine ilişkin davranışları ve düşünme süreçlerini ortaya koyabilmişlerdir. Yamin ve Ansari (2008, s. 85) işbirlikli öğrenme tekniklerinin (düşün-konuş-yaz, düşün-eşleş-paylaş, zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış) öğrencilerin okuduğunu anlama ve problem çözme yeteneklerini geliştirmeyi amaçlayan öğrenme tekniklerinden biri olduğunu vurgulamaktadır. Öğrenme etkinliklerinde öğrencilere yazılı görevler, problemler veya ödevler verildiğinde, öğrenciler her zaman doğrudan problemi çözme eylemine geçmeye veya cevap yazmaya başlamaktadır (Indahyanti, 2017). Ancak öğrencilerin problem çözme sürecine geçmeden önce düşünmesi, fikir üretmesi, geliştirmesi, fikirleri test etmesi öğrenebilmesi ve anlamlandırabilmesi için daha önemlidir (Astuti, 2014; Indahyanti, 2017). Bu doğrultuda bu araştırmada kullanılan işbirlikli öğrenme tekniklerinin, öğrencilere bu etkinlikleri (düşünmek, yansıtmak, fikirleri düzenlemek ve bu fikirleri yazmadan önce test etmek) gerçekleştirmeleri için zengin ve çeşitli fırsatlar sağlamaktadır. Böylece bu teknikler öğrencilerin, matematiksel problem çözme becerilerini geliştirmelerinde önemli bir rol oynamaktadır (Guswinda vd., 2019; Hayati, 2018; Huda vd., 2020; Pratiwi, 2019; Susanto vd., 2018; Wahyuni vd., 2020; Wiyaka & Ansori, 2013).

Öğretim deneyi süresince öğrencilerin modelleme problemleri çözerek deneyim yaşamaları onların *problemi anlama* yeterliklerinin gelişiminde etkin rol oynamıştır. Yapılan çalışmalar öğrencilerin, modelleme yeterliklerinin ilk haftalara göre ilerleyen haftalarda daha iyi olduğunu ve modelleme yeterliğinin deneyim kazandıkça gelişeceğini vurgulamaktadır (Leiss, Schukajlo, Blum, Messner, & Pekrun, 2010). Bu sonuca benzer bir durum Şahin (2014), Şahin ve Eraslan (2016, 2017), Ulu (2017) çalışmalarında da ifade edilmiştir. Blum ve Borromeo-Ferri (2009) ile Haas ve diğerlerine (2020) göre öğrenciler, modelleme etkinlikleriyle hem okul ortamında hem de okul dışında fazla karşılaşmadıklarından problem durumları üzerinde düşünmeden ve problemi anlamadan doğrudan çözüm işlemine geçmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin problemi anlama sürecinde güçlük yaşamalarının sebebi olarak bu tarz modelleme etkinliklerine yönelik yaşantılarının sınırlı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çünkü gerçek yaşam bağlamı olan sözel problemlerde bile gerçek yaşam durumunun pek söz konusu olmadığı belirtilmekte (Niss, Blum, & Galbraith, 2007) ve model oluşturma etkinliklerinde gerçek yaşam bağlamında öğrencilerin problem durumunu anlamlandırması (Lesh & Harel, 2003) ve problem durumunda yer alan matematiksel kavramlarla işlemler arasındaki bağlantıyı kurması gerektiği vurgulanmaktadır (Mousoulides, Christou, & Sriraman, 2008). Bu doğrultuda ilkokul yıllarında öğrencilerin modelleme deneyimlerine yönelik deneyimler yaşatmanın gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

5.2. Problemi Sadeleştirme Yeterliğinin Gelişimsel Sürecine İlişkin Tartışma ve Yorum

Model oluşturma sürecinin ikinci basamağı olan *problemi sadeleştirme* yeterliğinde öğrencilerin ilk öğretim bölümlerinde bu yeterliği ortaya koymada güçlük yaşadığı görülmüştür. Bu süreçte öğrencilerin, problemi çözebilmek için gerekli-gereksiz değişkenleri belirleyemediği, gerçekçi varsayımlarda bulunamadığı ve doğrudan problemi çözme eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Farklı yaş gruplarından öğrencilerle yapılan pek çok çalışmada, öğrencilerin modelleme döngüsünün ilk aşamalarından olan *problem durumunu sadeleştirmenin* oldukça zorlayıcı olduğu (Blum, 2015; Chan vd., 2012; Haines & Crouch, 2007; Maaß, 2006; Sekerak, 2010) ve problem durumuna uygun varsayım oluşturmakta öğrencilerin zorlandığı vurgulanmıştır (Blum, 2015). Bu durum Maaß'ın (2006) gerçekleştirdiği çalışmasında da vurgulanmış ve öğrencilerin modelleme sürecinde tartışmadıkları, ortaya koydukları çözüm varsayımlarının önemli bir bölümünün eksik olduğu ve bu durumun tartışma sırasında ortaya çıkacak olan yeterlikleri etkilediğini belirtmiştir. Ancak dördüncü, beşinci ve altıncı öğretim bölümlerinde öğrenciler problemi sadeleştirme yeterliğine ilişkin düşünme süreçlerini sergileyebilmişlerdir. Bu kapsamda dördüncü öğretim bölümü ve ikinci ara klinik görüşme itibarıyla öğrenciler, problem durumuna göre değişkenleri belirlemeye ve problemi çözmek için varsayımlar oluşturmaya başlamışlardır.

Öğretim deneyi süresince öğrencilerin *problemi sadeleştirme* yeterliklerinin gelişiminde işbirlikli öğrenme teknikleri etkin rol oynamıştır. Çünkü bu tekniklerin “konuşma-tartışma” aşaması olduğu için öğrenciler, düşüncelerini grup arkadaşları ile konuşarak tartışmaktadırlar. Bu süreçte öğrenciler fikirleri değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşturmaktadır. Konuşma-tartışma aşaması ile birlikte aslında öğrenciler çözüm varsayımı oluşturarak

problemi sadeleştirme yeterliğini gerçekleştirmiş olmaktadır. Hem bu çalışmada hem de diğer benzer çalışmalar öğrencilerin problemi sadeleştirme sürecinde güçlük yaşamalarının sebebinin, bireysel problem çözme odaklı bir anlayışa sahip olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum Maaß'ın (2006) gerçekleştirdiği çalışmasında da vurgulanmış ve öğrencilerin modelleme sürecinde tartışmadıkları, ortaya koydukları çözüm varsayımlarının önemli bir bölümünün eksik olduğu ve bu durumun tartışma sırasında ortaya çıkacak olan yeterlikleri etkilediğini belirtmiştir. Bu araştırmada kullanılan işbirlikli öğrenme teknikleri sayesinde dördüncü öğretim bölümü ve ikinci ara klinik görüşme itibarıyla öğrenciler, problem sadeleştirme yeterliğine ilişkin davranışları ve düşünme süreçlerini ortaya koyabilmişlerdir. Bu tekniklerin temel dayanağı, öğrencileri arkadaşlarıyla tartışarak öğretme-öğrenme sürecinde daha aktif hale getirmektir (Sugiarto & Sumarsono, 2014). Ayrıca öğretme-öğrenme süreci daha çekici olmakta ve öğrenciler için öğrenme süreci eğlenceli hale gelmektedir (Sugiarto & Sumarsono, 2014). Bununla birlikte bu tekniklerin kullanılması ile öğrenciler bireysel olarak fikir üretme sürecinde ön bilgilerini hatırlamakta ve bu ön bilgilerini kullanarak yeni fikirler üretme şansına sahip olmaktadır (Apriyanti & Ayu, 2020). Bu süreçte fikir üretme, analiz etme, küçük grup etkileşimlerine katılma, bilgileri sentezleme, okuma becerilerini geliştirme ve uygulama fırsatlarını deneyimleyebilmektedirler. Ayrıca üst düzey düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlamakta ve öğrencilerin başkalarıyla fikirlerini paylaşmadan önce bireysel olarak düşüncelerini muhakeme etmelerine olanak tanımaktadır (Kothiyal, Majumdar, Murthy & Iyer, 2013). Ayrıca bu tekniklerin bir diğer önemli yararı, biçimlendirici değerlendirme fırsatı sunmasıdır (Cooper & Robinson, 2000; Kothiyal vd., 2013). Öğrencilere, hem akranlarından hem de öğretmenlerinden oluşturdukları fikirler hakkında hızlı ve açıklayıcı geri bildirimler sağlanmaktadır. Sosyal yapılandırmacı teorilere dayanan bu teknikler, öğrencilerin akıl yürütmelerini ifade etmelerine, bilimsel tartışmalara katılmalarına ve kendi düşünceleri üzerinde düşünmelerine olanak tanımaktadır. Böylece öğrenciler bu tartışma sürecinde, bilgilerini yapılandırmaya ve aynı zamanda neyi bilip neyi bilmediklerini keşfetmeye başlamaktadırlar (Kothiyal vd., 2013).

Öğretim deneyi süresince öğrencilerin modelleme problemleri çözerek deneyim yaşamaları onların *problemi sadeleştirme* yeterliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Öğrencilerin problemi sadeleştirme yeterliğinin gelişiminde, deneyim-matematiksel modelleme problemi çözme süreci de etkili olmuştur. Gerçek yaşamdaki problem durumunu matematiksel olarak anlamlandırmak için problem durumunu sadeleştirme ve

varsayım oluşturma yeterlikleri, bir model ortaya koymak ve geliştirmek için oldukça önemlidir (Mousoulides vd., 2008; Leis vd., 2010). Gerçek yaşamdaki problem durumunda hangi bilgilerin yer alacağını ve hangilerinin hariç tutulacağını seçmek, bunun nedenlerini belirlemek, problemi sadeleştirme sürecinde önemli faktörlerdir (Biccard, 2010; Mousoulides vd., 2008). Ayrıca veri setinin oluşturulması ve yorumlanmasının modelleme sürecinde ve modelin matematikselleştirilmesi aşamasında önemli bir etken olduğunu vurgulayan pek çok çalışma mevcuttur (Doerr & English, 2003; English, 2006; English & Watters, 2005). Bu sebeple gerçek yaşam problem durumunu sadeleştirme yeterliğinin sergilenme düzeyi, diğer yeterliklerin ortaya konulmasında önemlidir (Biccard, 2010; Mousoulides vd., 2008). Bununla birlikte bu araştırmada yeterli performans gösterilen haftalarda öğrenciler, gerçek yaşam problem durumunu, kendi yaşantılarından örnekler vererek gerçek modele sadeleştirdikleri görülmüştür. Öğrencilerin gerçek hayat problemini, kendi deneyimlerinden yararlanarak yorumlamaları ve sadeleştirmeleri, Biccard ve Wessels'in (2011) vurguladığı gerçek yaşam problemini sadeleştirme eyleminin, problemin bağlamı, bireyin deneyimi ve yaşantısıyla (Haas vd., 2020) ilişkili olduğu gerekçesi ile örtüşmektedir. Bununla birlikte informal bilgilerini kullanmak, öğrencilere problem durumunu anlamada ve sadeleştirmede yardımcı olabilmektedir (English & Watters, 2005). Bu doğrultuda pek çok araştırma modelleme yeterliklerinin uzun süreli öğrenme süreçlerinde geliştiğini (Biccard, 2010; Blomhoj & Jensen, 2003, 2007; Blum, 2015; Chan vd., 2012; Haines & Crouch, 2007; Suh vd., 2021) ve ilkökul döneminde başlanan modelleme etkinlikleri sonucunda örtülü modellerin oluşturulması ile küçük yaşlarda edinilen modelleme yeterliklerin yaşam boyu devam edebileceğini vurgulamaktadır (Blum, 2015; Suh vd., 2021).

5.3. Matematikselleştirme Yeterliğinin Gelişimsel Sürecine İlişkin Tartışma ve Yorum

Model oluşturma sürecinin üçüncü basamağı olan *matematikselleştirme* yeterliğinde öğrencilerin ilk öğretim bölümlerinde bu yeterliği ortaya koymada güçlük yaşadığı görülmüştür. Bu süreçte öğrencilerin çoğunlukla herhangi bir matematiksel model oluşturmadan zihinden toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemi yaptıkları belirlenmiştir. Öğrenciler problemin çözümüyle ilgisi olup olmadığına bakmaksızın, problem metninde verilen sayısal verileri bilinçsizce kullanarak problemin bağlamıyla ilgisi olmayan matematiksel modeller oluşturmuşlardır. Benzer durum Blum (2011) ve

Tekin Dede (2015) çalışmalarında da görülmüştür. Bu çalışmalarda öğrenciler problemde verilen sayısal değerleri kullanarak daha önceden bildikleri şemalara bu değerleri uygulayarak problemin çözümüne uygun olmayan matematiksel modeller oluşturma eğiliminde olmuşlardır. English ve Watters (2004) öğrencilerin verileri sezgisel olarak karşılaştırabildiklerini vurgularken, Doerr ve English (2003) öğrencilerin matematikle çalışmakta zorlandıkları durumlarda subjektif metotları kullanarak model oluşturabileceklerini belirtmiştir. Alan yazında öğrencilerin matematiksel olarak iyi donanımlı olmalarına rağmen daha basit matematiksel işlemleri tercih edecekleri modeller ortaya koydukları vurgulanmıştır (Biccard, 2010; Biccard & Wessels, 2011; Blum, 2011; English & Watters, 2004; Şahin, 2019; Tekin Dede, 2015). Ancak dördüncü, beşinci ve altıncı öğretim bölümlerinde öğrenciler matematikselleştirme yeterliğine ilişkin davranış ve düşünme süreçlerini sergileyebilmişlerdir. Bu kapsamda dördüncü öğretim bölümü ve ikinci ara klinik görüşme itibarıyla öğrencilerin sözel ifadeleri giderek matematikselleşmiş ve gerçekçi varsayımlara uygun matematiksel modeller oluşturmaya başlamışlardır. Benzer durum Borromeo Ferri'nin (2006) çalışmasında da görülmüştür. Bu çalışmada öğrencilerin modelleme uygulamaları süresince matematiksel model oluşturmada gelişim gösterdikleri ortaya koyulmuştur. Ayrıca matematikselleştirme sürecinde öğrenciler gerçek yaşamdaki problem durumunu tablo oluşturma, kroki çizme, cebirsel model oluşturma, geometrik şekiller kullanarak görsel temsillerle ifade ettikleri görülmüştür. Ayrıca birinci ara klinik etkinliğinde öğrenciler kendi veri setlerini oluşturmakta güçlük yaşarken, beşinci ve altıncı öğretim bölümlerinde uygulanan modelleme etkinliklerinde öğrenciler kendi veri setlerini oluşturabilmişlerdir. Bir problemi matematikselleştirmede öğrenciler, kendi temsil biçimlerine başvurabilmektedirler (Biccard, 2010). Öğrencilerin kendi düşünce şekillerini ifade eden kendi temsillerini yaratmaları modelleme süreçlerinde oldukça yararlıdır (Haas vd., 2020; Lesh vd., 2003). Blum ve Borromeo Ferri (2009) modelleme sırasında, modelleme döngüsündeki aşamaların sözlü ya da temsillerle gösterilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Öğretim deneyi süresince öğrencilerin *matematikselleştirme* yeterliklerinin gelişiminde işbirlikli öğrenme teknikleri etkili olmuştur. Öğrencilerin sürecin başında matematiksel modellerini yazarak ve göstererek ifade etmek yerine zihinden işlem yaparak gerçekleştirmeye çalışmışlardır. Bu durumu değiştirmek ve öğrencilerin matematiksel modeller oluşturmalarını sağlamak için işbirlikli öğrenme teknikleri işe koşulmuştur. Çünkü bu tekniklerin “yazma” aşaması olduğu için öğrencilerin

zihnindeki matematiksel modellerini görsel temsil hale getirmelerine yardımcı olmaktadır. Bu teknikler, öğrencileri bir konu hakkında düşünmeye, konuşmaya ve sonra yazmaya teşvik etmektedir (Pratiwi, 2019). Böylece bu teknikler öğrencilerin, matematiksel problem çözme becerilerini geliştirmelerinde önemli bir rol oynamaktadır (Afthina & Pramudya, 2017; Guswinda vd., 2019; Hayati, 2018; Huda vd., 2020; Pratiwi, 2019; Susanto vd., 2018; Wahyuni vd., 2020; Wiyaka & Ansori, 2013). Birçok çalışma öğrencilerin sosyal etkileşimlerinin modelleme sürecinde çok önemli olduğu vurgulanırken, üst bilişsel düşünme becerilerini yanı sıra birçok becerinin geliştirilmesinde, matematiksel modelleme yeterliklerini destekleyen ve matematik ile modellemeye yönelik olumlu tutum ve inanç geliştirmelerini sağladığı vurgulanmıştır (Lesh & Doerr, 2003; Biccarrd, 2010; Biccarrd & Wessels, 2011; Chan vd., 2012; Doerr & English, 2003; English, 2003, 2004, 2006; English & Watters, 2004, 2005; Maaß, 2006; Watters vd., 2004; Zubi, Peled, & Yarden, 2018). En önemlisi kavramsal bilgi eksikliği olan öğrencilerin, sosyal ortamda akranları yardımıyla kavramları ilişkilendirebilmekte ve öğretmen bu tür öğrencileri modelleme etkinlikleri ve grup sunumları yardımıyla hangi eksikliğin olduğunu belirleyebilmektedir (English, 2006; English & Watters, 2004; Zubi vd., 2018).

Öğretim bölümleri içerisinde öğrencilere matematiksel modeller oluşturmalarına yönelik sağlanan geri bildirimler sayesinde, öğrencilerin bu yeterliğe yönelik gelişim gösterdiği belirlenmiştir. Süreç içerisinde kullanılan işbirlikli öğrenme teknikleri aslında öğrencilere biçimlendirici değerlendirme fırsatı sunmaktadır (Cooper & Robinson, 2000; Kothiyal vd., 2013). Çünkü öğrencilere hem akranlarından hem de öğretmenlerinden oluşturdukları fikirler hakkında hızlı ve açıklayıcı geri bildirimler sağlanmaktadır. Sosyal yapılandırmacı teorilere dayanan bu teknikler, öğrencilerin akıl yürütmelerini ifade etmelerine, bilimsel tartışmalara katılmalarına ve kendi düşünceleri üzerinde düşünmelerine olanak tanımaktadır. Böylece öğrenciler bu tartışma sürecinde, bilgilerini yapılandırmaya ve aynı zamanda neyi bilip neyi bilmediklerini keşfetmeye başlamaktadırlar (Kothiyal vd., 2013). Bu tekniklerin kullanımı, öğrenmenin bilişsel ve sosyal yönlerini birleştirmekte ve düşüncenin gelişimini ve bilginin inşasını desteklemektedir (Sharma & Saarsar, 2018). Bu kapsamda model oluşturma etkinliklerinin karmaşık yapısı ve süreç içerisinde öğrenciden beklenen yüksek bilişsel görev talepleri nedeniyle öğrencilere hem süreç içerisinde hem de süreç sonrasındaki çözümlerine yönelik biçimlendirici geri bildirimler verilmesi gerekmektedir (Asempapa & Foley, 2018; Besser, Blum, & Klimczak, 2013; Besser, Blum, & Leiss, 2015; Diefes-

Dux, Zawojewski, Hjalmarson, & Cardella, 2012; GAIMME Raporu, 2016; Levy, Zbiek, Galluzzo, & Long, 2016; Wake, 2010).

Öğretim deneyi süresince öğrencilerin modelleme problemleri çözerek deneyim yaşamaları onların *matematikselleştirme* yeterliklerinin gelişiminde etkin rol oynamıştır. Öğrenciler problemin çözümüyle ilgisi olup olmadığına bakmaksızın, problem metninde verilen sayısal verileri bilinçsizce kullanarak problemin bağlamıyla ilgisi olmayan matematiksel modeller oluşturmuşlardır. Benzer durum Blum (2011) ve Tekin Dede (2015) çalışmalarında da görülmüştür. Bu çalışmalarda öğrenciler problemde verilen sayısal değerleri alarak daha önceden bildikleri şemalara bu değerleri uygulayarak problemin çözümüne uygun olmayan matematiksel modeller oluşturma eğiliminde olmuşlardır. Alan yazında öğrencilerin matematiksel olarak iyi donanımlı olmalarına rağmen daha basit matematiksel işlemleri tercih edecekleri modeller ortaya koydukları vurgulanmıştır (Biccard, 2010; Biccard & Wessels, 2011; Blum, 2011; English & Watters, 2004; Şahin, 2019; Tekin Dede, 2015). Ancak dördüncü, beşinci ve altıncı öğretim bölümlerinde öğrenciler matematiselleştirme yeterliğine ilişkin davranış ve düşünme süreçlerini sergileyebilmişlerdir. Bu kapsamda dördüncü öğretim bölümü ve ikinci ara klinik görüşme itibarıyla öğrencilerin sözel ifadeleri giderek matematiselleşmiş ve gerçekçi varsayımlara uygun matematiksel modeller oluşturmaya başlamışlardır. Benzer durum Borromeo Ferri'nin (2006) çalışmasında da görülmüştür. Bu çalışmada öğrencilerin modelleme uygulamaları süresince matematiksel model oluşturmada gelişim gösterdikleri ortaya koyulmuştur. English ve Watters (2005) çalışmasında başlangıçta öğrencilerin verileri anlama ve yorumlamada zorlandıkları fakat öğrencilerin kendi verilerini toplamaları ve oluşturmaları öğrencilere verileri anlamalarına yardım ettiğini vurgulamıştır. Bu duruma paralel olarak bu çalışmada beşinci ve altıncı öğretim bölümlerinde uygulanan modelleme etkinliklerinde öğrenciler kendi veri setlerini oluşturmuşlardır. Bu süreçte öğrencilerin tahmin ve değerlendirme gibi üst bilişsel düşünme süreçlerini işe koştukları belirlenmiştir. Veri setinin oluşturulması ve yorumlanmasının modelleme sürecinde ve modelin matematiselleştirilmesi aşamasında önemli bir etken olduğunu vurgulayan çalışmalar mevcuttur (Doerr & English, 2003; English, 2006; English & Watters, 2004).

5.4. Matematiksel Olarak Çalışma Yeterliğinin Gelişimsel Sürecine İlişkin Tartışma ve Yorum

Model oluşturma sürecinin dördüncü basamağı olan *matematiksel olarak*

çalışma yeterliğinde öğrencilerin oluşturdukları matematiksel modelleri nasıl çözdükleri önem kazanmıştır. Öğrenciler doğru matematiksel modeller oluşturabildiklerinde bu modellerin çözülebilmesi söz konusu olmuştur. İlk uygulamalarda öğrenciler doğru matematiksel modeller oluşturmalarına rağmen hemen sonuca ulaşma eğiliminde oldukları için işlem hataları yapmışlardır. Ayrıca öğrenciler, kurdukları modeller üzerinde herhangi bir matematiksel işlem gerçekleştirmeden, zihinsel hesaplamalar yaparak ve sezgisel kararlar alarak sonuca hızlıca ulaşacakları çözüm yolları aramışlardır. Elde edilen bu sonuç Maaß'ın (2006) çalışmasında, öğrencilerin modelleme uygulamalarında işlem hatası yapma eğiliminde olmaları sonucuyla paralellik göstermektedir. Benzer şekilde, English ve Waters (2004) çalışmalarında öğrencilerin ortalama ve toplama kavramlarını sezgisel olarak ifade ettiklerini vurgulamıştır. Bu sonuç, öğrencilerin hızlı şekilde sonuç odaklı çözüm yolları geliştirme isteklerinin, modelleme çalışmalarında problem çözme sürecini olumsuz etkilediğini vurgulayan çalışmalarla örtüşmektedir (Eraslan, 2011a; Greefrath, 2015; Şahin, 2014, 2019; Şahin & Eraslan, 2017). Öğrencilerin oluşturdukları matematiksel modelleri ve öğrendikleri bilgileri yeterli düzeyde kullanamamalarının sebebinin, ağırlıklı olarak rutin problemler ile çalışmaları ve çoktan seçmeli değerlendirmeye yönelik deneyimlerinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Modelleme etkinlikleri erken okul döneminde küçük yaştaki öğrencilerin önceden karşılaşamayacağı şekilde önemli matematiksel düşüncelere ve süreçleri geliştireceği zorlayıcı etkinliklerdir (English & Watters, 2005; Lesh & Zawojewski, 2007; Maaß, 2006). Modelleme etkinlikleri ile öğrenciler çalışırken gerçek yaşam problemini matematiksel bir probleme dönüştürmekte, ilgili ilişkiler, yapılar, sistemler ve bilgiler hakkında düşünerek yaratıcı çözüm yolları geliştirmekte, küçük gruplarla çalışarak birden fazla varsayımı değerlendirmekte ve en uygun olana karar vererek çözüm üretecekleri sistemler geliştirmektedir (Doerr & English, 2003; English, 2006; English & Watters, 2005; Lesh & Doerr, 2003; Lesh & Zawojewski, 2007). Matematiksel modelleme nicelleştirme, boyutlandırma, koordine etme, sınıflandırma, cebirselleştirmeyle ilgili nesneleri, ilişkileri ve örüntüleri sistematik bir hale getirecekleri matematikselleştirmeyi içermektedir (Lesh & Doerr, 2003b). Bu bağlamda farklı bir problem türü olan model oluşturma etkinlikleri ile karşılaşan bu yaş grubundaki öğrenciler bildikleri süreçleri uygulayamamakta (Haas vd., 2020) ve bu nedenle problemin çözümünde matematiksel olarak çalışmakta zorlanmış olabilecekleri düşünülmektedir.

Uygulama süreci içerisinde hem öğrencilerin modelleme deneyimi kazanmaları hem de belirlenen eksiklere yönelik geliştirilen öğretim bölümleri sayesinde söz konusu yeterlikte gelişim sağlanmıştır. Dikkat çeken bir diğer bulgu ise çözümlerin sunumunun gerçekleştirilmesi sayesinde öğrenciler çözüm süreçlerini sürekli olarak kontrol etmişler ve hatalarını fark ederek düzelttikleri için matematiksel olarak çalışmada gelişim göstermişlerdir. Yapılan çalışmalar öğrencilerin çözümlerini sunmaları sayesinde modelleme yeterliklerinin geliştiğini ifade etmektedir (Kaiser, 2007; Tekin Dede, 2015).

Öğretim deneyi süresince öğrencilerin *matematiksel olarak çalışma* yeterliklerinin gelişiminde işbirlikli öğrenme teknikleri etkili olmuştur. Öğrenciler sürecin başında matematiksel işlemlerinde hatalar yapmışlardır. Ancak uygulanan işbirlikli öğrenme tekniklerinin “yazma ve sunma” aşamaları sayesinde öğrenciler matematiksel olarak çalışma süreçlerinde yaptıkları hataları fark ederek bunları düzeltme fırsatı bulmuşlardır. Öğrenciler tahtaya çıkıp çözümlerini sunmadan önce yaptıkları işlemleri ilerleyen öğretim bölümlerinde kontrol etmeye başlamışlardır. Böylece matematiksel olarak çalışma yeterliklerinde gelişimler olduğu belirlenmiştir. Bu tekniklerin temel dayanağı, öğrencileri sınıf arkadaşlarıyla tartışarak öğretme-öğrenme sürecinde daha aktif hale getirmektir (Sugiarto & Sumarsono, 2014). Bu süreçte fikir üretme, analiz etme, küçük grup etkileşimlerine katılma, bilgileri sentezleme, okuma becerilerini geliştirme, hatalarını fark etme ve uygulama fırsatlarını deneyimleyebilmektedirler. Ayrıca üst düzey düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlamakta ve öğrencilerin başkalarıyla fikirlerini paylaşmadan önce bireysel olarak düşüncelerini muhakeme etmelerine olanak tanımaktadır (Kothiyal vd., 2013).

5.5. Yorumlama Yeterliğinin Gelişimsel Sürecine İlişkin Tartışma ve Yorum

Model oluşturma sürecinin beşinci basamağı olan *yorumlama* yeterliğinde öğrencilerin en çok zorlandıkları süreç olduğu görülmüştür. Bir başka deyişle öğrencilerin elde ettikleri matematiksel çözümleri, gerçek yaşam bağlamında yorumlamada güçlük yaşadıkları ve bazen de hiç yorumlama yoluna gitmedikleri belirlenmiştir. Doğal öğrenme ortamlarında öğrencilerin yalnızca doğru sonuca ulaşacakları problem türleriyle çalışıyor olması ve bu sonuçların matematik dışı bağlamlarda yorumlanmaması, öğrencilerin yorumlama yeterliğinde güçlük yaşamalarının sebebi olduğu düşünülmektedir (Fox, 2006; Haas vd., 2020; Lesh & Doerr, 2003). Bu düşünceyi destekler nitelikte öğrencilerin matematiksel sonuçları

gerçek yaşam bağlamında yorumlamakta zorlandıklarını gösteren çalışmalar mevcuttur (Blum, 2011; Bukova Güzel, 2011; Ji, 2012; Maaß, 2006, Sekerak, 2010; Şahin, 2019; Ulu, 2017). Ayrıca matematiksel modelleme deneyimi ve yaşantısı olan öğrencilerin bile elde ettikleri matematiksel sonuçları gerçek yaşam bağlamında yorumlamakta zorlandıklarını gösteren pek çok çalışma mevcuttur (Blum, 2011; Ji, 2012; Maaß, 2006, Sekerak, 2010). Bu bağlamda öğrencilerin modelleme problemleri üzerinde çalışırken, kendi modellerini yorumlayabilecekleri, doğruluğunu değerlendirebilecekleri, modellerini ortaya koyabilecekleri ve gerçek hayat durumu ile modellerini yorumlayabilecekleri ortamı sağlaması gerektiği vurgulanmaktadır (Blum & Borremeo Ferri, 2009; Haas vd., 2020; Suh vd., 2021).

Uygulama süreci içerisinde hem öğrencilerin modelleme deneyimi kazanmaları hem de belirlenen eksiklere yönelik geliştirilen öğretim bölümleri sayesinde söz konusu yeterlikte gelişim sağlanmıştır. Bazı öğretim bölümlerinde uygulanan matematiksel modelleme problemlerinde öğrencilerden “ilk tercih edilmesi gerekenden son tercih edilmesi gerekene doğru bir sıralama listesi oluşturma”, “üç kişiyi belirleme”, “ne kadar miktar boyaya”, “şehirleri üç gruba ayırma” gibi verilen durum için en mantıklı sonucun ne olacağına karar vermelerini gerektirecek bir yönerge olduğunda daha anlamlı yorumlamalar yapabildikleri görülmüştür. Bu sebeple çözümünde öğrencilerin verilen durumlardan en uygun olanı seçmelerine imkân tanıyan modelleme problemleri uygulayarak onların yorumlama yeterliklerinin geliştirilebileceği söylenebilir (Tekin Dede, 2015).

Öğretim deneyi süresince öğrencilerin *yorumlama* yeterliklerinin gelişiminde etkili olan işbirlikli öğrenme tekniklerinin “konuşma-tartışma” aşaması sayesinde öğrenciler elde ettikleri çözümün gerçek yaşamda anlamlı olup olmadığını grup arkadaşlarıyla tartışma eğiliminde olmuşlardır. Çünkü öğrenciler bu süreçte fikir üretme, analiz etme, küçük grup etkileşimlerine katılma, bilgileri sentezleme ve tartışma fırsatlarını deneyimlemişlerdir. Ayrıca bu teknikler öğrencilerin, üst düzey düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlamakta ve öğrencilerin başkalarıyla fikirlerini paylaşmadan önce bireysel olarak düşüncelerini muhakeme etmelerine olanak tanımaktadır (Kothiyal vd., 2013).

5.6. Doğrulama Yeterliğinin Gelişimsel Sürecine İlişkin Tartışma ve Yorum

Model oluşturma sürecinin altıncı ve son basamağı olan *doğrulama* yeterliğinde öğrencilerin ilk uygulamalarda bir ölçüde doğrulama yaptıkları görülmüştür. Bir ölçüde doğrulama yaptıklarında sadece yaptıkları işlemleri kontrol etmişlerdir. Ancak çözüm için oluşturdukları varsayımların ve modellerin doğruluğunu kontrol etmemişlerdir. Çalışmanın bu bulgusu Blum (2011), Borromeo Ferri (2006) ve Maaß'ın (2006) ifade ettiği gibi modellemenin ilk uygulamalarında öğrencilerin doğrulamayı yalnızca işlem hatalarını kontrol etme olarak algıladıkları bulgusu ile örtüşmektedir.

Öğretim bölümleri süresince araştırmacı/öğretmen tarafından öğrencilere sadece işlem hatalarını değil problemi doğru anlayıp anlamadıklarını, çözüm varsayımlarını ve oluşturdukları matematiksel modelin doğruluğunu, matematiksel çözümlerinde işlem hatası yapıp yapmadıklarını kontrol etmeleri gerektiğine dair geri bildirimler verilmiştir. Bu geri bildirimler sayesinde öğrencilerin doğrulama yeterliğinde gelişim olduğu görülmektedir. Öğrencilerin bu yeterliği kazanması ile hatalarını fark ettiği ve bu hatalarını düzelterek matematiksel modellerini doğru olarak çözdüğü görülmüştür. Amaca ve hedefe yönelik sağlanan geri bildirimlerin, uygun olmayan problem çözme stratejilerini, işlem hatalarını ve kavram yanlışlarını düzeltmek için öğrenciye yararlı bilgiler sağladığını vurgulayan çalışmalar da bulunmaktadır (Mason & Bruning, 2001; Mory, 2004; Narciss & Huth, 2004). Ji (2012) araştırmasında öğrencilerin modelleme eğitimi alsalar bile doğrulama ve revize etmede yetersiz kaldıklarını belirtmiştir. Ancak Ji'nin (2012) çalışmasına karşıt olarak bu çalışmada öğrencilerin ikinci öğretim bölümünden sonra doğrulama yeterliklerini sergilemeye başladıkları ve uygulamanın sonuna doğru bu yeterliklerinde gelişim olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Öğretim deneyi süresince öğrencilerin *doğrulama* yeterliklerinin gelişiminde işbirlikli öğrenme teknikleri etkin rol oynamıştır. Çünkü uygulanan işbirlikli öğrenme tekniklerinin son basamağı olan “sunma” aşaması sayesinde öğrenciler sunum öncesi çözümlerini tamamladıktan sonra modellerini, çözümlerini kontrol ederek eğer varsa yaptıkları hatalarını fark ederek bunları düzeltme fırsatı bulmuşlardır. Bu tekniklerin temel dayanağı, öğrencileri sınıf arkadaşlarıyla tartışarak öğretme-öğrenme sürecinde daha aktif hale getirmektir (Sugiarto & Sumarsono, 2014). Bu süreçte fikir üretme, analiz etme, küçük grup etkileşimlerine katılma, bilgileri sentezleme, okuma becerilerini geliştirme, hatalarını fark etme ve uygulama fırsatına sahip olmaktadır. Ayrıca üst düzey düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlamakta ve öğrencilerin

başkalarıyla fikirlerini paylaşmadan önce bireysel olarak düşüncelerini muhakeme etmelerine olanak tanımaktadır (Kothiyal vd., 2013).



BÖLÜM VI

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde çalışmadan elde edilen bulgular nezdinden ulaşılan sonuçlara ve bu sonuçlar doğrultusunda yapılacak çalışmalara ve uygulamaya yönelik önerilere yer verilmiştir.

6.1. Sonuçlar

1. İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarının, öğrencilerin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini (problemi anlama, problemi sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama, doğrulama) geliştirdiği tespit edilmiştir.
2. Tasarlanan öğrenme ortamlarının temelini oluşturan işbirlikli öğrenme tekniklerinin (düşün-konuş-yaz, düşün-eşleş-paylaş, zamanla sınırlandırılmış eşleş-tartış) öğrencilerin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.
3. Süreç içerisinde matematiksel modelleme problemleri çözmenin bir başka deyişle problem çözerek matematiksel modellemeye dair deneyim kazanmanın öğrencilerin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.
4. Uygulama sürecinde kullanılan işbirlikli öğrenme tekniklerinin, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin işbirliği içerisinde çalışabilme davranışı kazanmalarına katkı sağladığı tespit edilmiştir.
5. İşbirlikli öğrenme tekniklerinin basamakları ve geri bildirimler sayesinde öğrencilerin yazılı olarak modellerini ve matematiksel işlemlerini gösterme davranışı kazandıkları sonucuna ulaşılmıştır.
6. İşbirlikli öğrenme teknikleri ve model oluşturma etkinlikleri ile çalışarak matematiksel modelleme süreci yaşayan öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme, işbirliği, matematiksel iletişim becerilerinin (21. yüzyıl becerileri) geliştiği tespit edilmiştir.

6.2. Öneriler

Araştırma kapsamında elde edilen sonuçlar ve araştırmanın sınırlılıkları doğrultusunda yapılacak çalışmalara ve uygulamaya yönelik önerilere yer verilmiştir.

6.2.1. Yapılacak Çalışmalara Yönelik Öneriler

- İlkokul dördüncü sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen bu çalışmada, onların bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel süreci ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada kullanılan işbirlikli öğrenme tekniklerine yönelik öğrenme ortamları, ilkokul dönemindeki farklı sınıf düzeylerine uygulanarak karşılaştırmalı çalışmalar yapılabilir.
- İlkokul dördüncü öğrencileri ile yapılan bu çalışmada kullanılan model oluşturma etkinlikleri, ilkokul dönemindeki farklı sınıf düzeylerine uygulanarak karşılaştırmalı çalışmalar yapılabilir.
- Bu çalışmada yöntem olarak yapılandırmacı öğretim deneyi kullanılmıştır. Gerçekleştirilecek diğer çalışmalarda gömülü teori ile desenlenen araştırmalar yapılarak ilkokul dönemi öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterliklerini inceleyen yeni bir modelleme döngüsü oluşturabilir.
- Bu araştırmada işbirlikli öğrenme teknikleri ve problem çözerek matematiksel modellemeye dair deneyim kazanmanın öğrencilerin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Başka çalışmalarda matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişiminde etkili olabilecek daha farklı öğretim ve öğrenme yolları denebilir.
- Bu araştırmada ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri Borromeo Ferri'nin (2006) modelleme döngüsü bağlamında değerlendirilmiştir. Başka çalışmalarda daha farklı modelleme döngüleri ele alınarak öğrencilerin modelleme yeterlikleri değerlendirilebilir ve geliştirilebilir.
- Bu çalışmadan elde edilen veriler, çalışmada kullanılan model oluşturma etkinlikleriyle sınırlıdır. Bu kapsamda ilkokul dönemi öğrencileri için model oluşturma etkinlikleri tasarlanarak onların modelleme yeterlikleri incelenebilir.

- Bu araştırmada ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri Tekin Dede ve Bukova Güzel (2018) tarafından oluşturulan Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği (MYDR) kullanılarak değerlendirilmiştir. Başka çalışmalarda ilkokul öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerini değerlendiren farklı rubrik ve ölçekler geliştirilebilir.

6.2.2. Uygulamaya Yönelik Öneriler

- İlkokul dönemi öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri kazanmalarında rol oynayan kişi, sınıf öğretmenleridir. Bu anlamda sınıf öğretmeni adaylarına lisans döneminde matematik öğretimi derslerinde, matematiksel modellemeye yönelik bilgi, yeterlik ve farkındalık kazanabilecekleri ve etkinlikler tasarlayabilecekleri ders içerikleri hazırlanabilir.
- Sınıf öğretmeni adayları için lisans döneminde ilkokulda matematiksel modelleme dersi seçmeli veya zorunlu ders olarak açılabilir.
- Sınıf öğretmenleri için lisansüstü dönemde ilkokulda matematiksel modelleme dersi zorunlu veya seçmeli ders olarak açılabilir.
- Benzer şekilde sınıf öğretmenlerine de matematiksel modellemeye yönelik bilgi, yeterlik ve farkındalık kazanabilecekleri seminerler ve çalıştaylar düzenlenebilir.
- Model oluşturma etkinliklerinin ve matematiksel modelleme problemlerinin, ilkokul matematik ders kitaplarında yer alması sağlanabilir.
- Öğretmenlere kaynak olabilecek model oluşturma etkinliklerinin ve matematiksel modelleme problemlerinin yer aldığı basılı, görsel ve işitsel kaynaklar ilkokul literatürüne kazandırılabilir.
- Bu çalışmada öğrencilerin fikirlerini matematik dilini kullanarak yazılı olarak ifade etmekte zorlandıkları görülmüştür. Bu anlamda ilkokul döneminden itibaren öğrencilerin düşüncelerini yazılı olarak ifade edebilecekleri, çözüm yollarını matematiksel olarak açıklayabilecekleri öğrenme ortamları oluşturulması önerilebilir.

KAYNAKÇA

- Afthina, H., & Pramudya, I. (2017). Think pair share using realistic mathematics education approach in geometry learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1), 1-6.
- Ang, K. C. (2010). Mathematical modelling in Singapore schools: A framework for instruction. In N. H. Lee, & K. E. D. Ng (Eds.), *Mathematical modelling: From theory to practice* (pp. 33-42). Yogyakarta, Indonesia: ATCM.
- Anggraeni, I. Y., & Apsari, Y. (2021). Students' responses toward think talk write strategy in teaching writing. *Professional Journal of English Education*, 4(4), 568.
- Apriyanti, D., & Ayu, M. (2020). Think-pair-share: Engaging students in speaking activities in classroom. *Journal of English Language Teaching and Learning*, 1(1), 13-19.
- Asempapa, R. S. (2015). Mathematical modeling: Essential for elementary and middle school students. *Journal of Mathematics Education*, 8(1), 16-29.
- Asempapa, R. S., & Foley, G. D. (2018). Classroom assessment of mathematical modeling tasks. *Education Research Highlights in Mathematics, Science and Technology 2018*, 6, 1-20.
- Astuti, E. P. (2014). Improving students' writing skill of recount texts by using think-talk-write strategy at grade VIII-B of MTs SMQ Bangko. *English Language Teaching (ELT)*, 2(3), 38-46.
- Berry, J., & Houston, K. (1995). *Mathematical modelling*. Bristol: J. W. Arrowsmith Ltd.
- Besser, M., Blum, W., & Klimczak, M. (2013). Formative assessment in every-day teaching of mathematical modelling: implementation of written and oral feedback to competency-oriented tasks. In G. Stillman, W. Blum, J. Brown, & G. Kaiser (Eds.), *Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice* (pp. 469-478). New York: Springer.
- Besser, M., Blum, W., & Leiss, D. (2015). How to support teachers to give feedback to modelling tasks effectively? Results from a teacher-training-study in the Co2CA project. In G. Stillman, W. Blum, & M. S. Biembengut (Eds.), *Mathematical modelling in education research and practice: Cultural, social and cognitive influences* (pp. 151-160). Cham: Springer.

- Biccard, P. (2010). *An investigation into the development of mathematical modelling competencies of grade 7 learners*. Master thesis, Stellenbosch Üniversitesi, South Africa.
- Biccard, P. (2010). *An investigation into the development of mathematical modelling competencies of grade 7 learners*. Unpublished master's thesis, Stellenbosch University, South Africa.
- Biccard, P., & Wessels, D. C. (2011). Documenting the development of modelling competencies of grade 7 mathematics students. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (ICTMA 14) (pp. 375-383). Dordrecht: Springer.
- Bliss, K., & Libertini, J. (2016). What is mathematical modeling? In S. Garfunkel, & M. Montgomery (Eds.), *GAIMME: Guidelines for assessment & instruction in mathematical modeling education* (pp. 7-21). Philadelphia, PA 19104 USA: Society for Industrial and Applied Mathematics SIAM.
- Blomhøj, M. (2011). Modelling competency: Teaching, learning and assessing competencies-overview. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 343-347). Springer: New York.
- Blomhøj, M., & 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., & Højgaard Jensen, T. (2007). What's all the fuss about competencies?. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 45-56). New York: Springer.
- Blomhøj, M., & Jensen, T. H. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching mathematics and its applications*, 22(3), 123-139.
- Blomhøj, M., & Kjeldsen, T. H. (2006). Teaching mathematical modelling through project work: Experiences from an in-service course for upper secondary teachers. *ZDM*, 38(2), 163-177.
- Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: International*

- perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 15-30). Dordrecht: Springer.
- Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know? What can we do?. In S. J. Cho (Ed.), *The proceedings of the 12th international congress on mathematical education-intellectual and attitudinal challenges* (pp. 73-96). New York: Springer.
- Blum, W., & 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., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.
- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM*, 38(2), 86-95.
- Borromeo Ferri, R. (2007). Personal experiences and extra-mathematical knowledge as an influence factor on modelling routes of pupils. In D. Pitta-Pantazi, & G. Philippou (Eds.), *CERME 5—proceedings of the fifth congress of the European society for research in mathematics education* (pp. 2080-2089), Larnaca, Cyprus.
- Borromeo Ferri, R. (2010). On the influence of mathematical thinking styles on learners' modeling behavior. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31(1), 99-118.
- 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., Tekin Dede, A., Hıdıroğlu, Ç. N., Kula Ünver, S., & Özaltun Çelik, A. (2018). Matematiksel modellemeye giriş. In E. Bukova Güzel (Ed.), *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme* (pp. 1-16). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Cahyani, F. (2018). The use of think pair share technique to improve students' speaking performance. *Research in English and Education Journal*, 3(1), 76-90.
- Carlson, M. A., Wickstrom, M. H., Burroughs, E. A., & Fulton, E. W. (2016). A case for mathematical modeling in the elementary school classroom. In C. R. Hirsch, & A. R. McDuffie (Eds.), *Mathematical modeling and modeling mathematics* (pp. 121-129). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2005). Model-eliciting activities as a tool to develop

- and identify creatively gifted mathematicians. *Journal of Secondary Gifted Education*, 17(1), 37-47.
- Chamberlin, S. A., & 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., & Seto, C. (2012). Assessment of primary 5 students' mathematical modelling competencies. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 35(2), 146-178.
- Cirillo, M., Pelesko, J. A., Felton-Koestler, M. D., & Rubel, L. (2016). Perspectives on modeling in school mathematics. In C. R. Hirsch & A. R. McDuffie (Eds.), *Mathematical modeling and modeling mathematics* (pp. 3-16). National Council of Teachers of Mathematics.
- Cobb, P. (2000). Conducting teaching experiments in collaboration with teachers. In A. Kelly, & R. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 307-333). Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Cobb, P. (2011). Radical constructivism: Introduction. In E. Yackel, K. Gravemeijer, & A. Sfard (Eds.), *A journey in mathematics education research: Insights from the work of Paul Cobb* (pp. 9-17). Netherlands: Springer.
- Cobb, P., Jackson, K., & Dunlap, C. (2017). Conducting design studies to investigate and support mathematics students' and teachers' learning. In J. Cai (Ed.), *First compendium for research in mathematics education* (pp. 208-233). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Cobb, P., & Steffe, L. P. (1983). The constructivist researcher as teacher and model builder. *Journal for Research in Mathematics Education*, 14(2), 83-95.
- Cobb, P., & Steffe, L. P. (2011). The constructivist researcher as teacher and model builder. In E. Yackel, Gravemeijer, & A. Sfard (Eds.), *A journey in mathematics education research: Insights from the work of Paul Cobb* (pp. 19-30). Netherlands: Springer.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Common Core State Standards Initiative [CCSSI]. (2010). *Common Core State Standards for Mathematics (CCSSM)*. Washington, DC: National Governors Association Center for Best Practices and the Council of Chief State School Officers.

- Confrey, J., Maloney, A., Nguyen, K., & Corley, D. (2012, April). A design study of a wireless interactive diagnostic system based on a mathematics learning trajectory. *Paper presented at the annual meeting of the American Education Research Association, Vancouver, Canada.*
- Cooper, J. L., & Robinson, P. (2000). Getting started: informal small-group strategies in large classes. *New directions for teaching and learning*, 2000(81), 17-24.
- Czarnocha, B., & Maj, B. (2008). A teaching experiment. In B. Czarnocha (Ed.), *Handbook of mathematics teaching research -a tool for teachers- researchers* (pp. 47-58). Poland: University of Reszów.
- Çavuş Erdem, Z., & Gürbüz, R. (2018). Matematik modelleme etkinliklerine dayalı öğrenme ortamında yedinci sınıf öğrencilerinin alan ölçme bilgi ve becerilerinin incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 86-115.
- Çavuş Erdem, Z., Doğan, M. F., Gürbüz, R., & Şahin, S. (2017). Matematiksel modellemenin öğretim araçlarına yansımaları: Ders kitabı analizi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 61-86.
- Özaltun Çelik, A., & Bukova Güzel, E. (2018). Doğrusal fonksiyonun öğrenilmesine yönelik tasarlanan modelleme etkinliği üzerine çalışan öğrencilerin nicel muhakemeleri. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 8(2), 53-85.
- Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Delikanlı, D. S. (2019). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin matematik başarı düzeylerine, tutumlarına ve kalıcılığına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Deniz, D., & Akgün, L. (2016). Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım prensiplerine uygun etkinlik tasarlayabilme yeterlikleri. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4, 1-14.
- Diefes-Dux, H. A., Zawojewski, J. S., Hjalmarson, M. A., & Cardella, M. E. (2012). A framework for analyzing feedback in a formative assessment system for mathematical modeling problems. *Journal of Engineering Education*, 101(2), 375-406.
- Doerr, H. M. (1997). Experiment, simulation and analysis: An integrated instructional

- approach to the concept of force. *International Journal Of Science Education*, 19, 265-282.
- Doerr, H. M., & English, L. D. (2003). A modeling perspective on students' mathematical reasoning about data. *Journal for research in mathematics education*, 34(2), 110-136.
- Educational Testing Service [ETS]. (2007). *Digital transformation: A framework for ICT literacy*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Elstak, I. R. (2007). *College students' understanding of rational exponents: A teaching experiment*. Unpublished Doctoral Dissertation, The Ohio State University, Columbus.
- Engelhardt, P. V., Corpuz, E. G., Ozimek, D. J., & Rebello, N. S. (2003). The Teaching Experiment - What it is and what it isn't. Paper presented at the Physics Education Research Conference, 2003, Madison, WI.
- English, L. (2003). Mathematical modelling with young learners. In S. J. Lamon, W. A. Parker, & S. K. Houston (Eds.), *Mathematical modelling: A way of life* (pp. 3-18). Chichester, UK: Horwood.
- English, L. (2003a). Reconciling theory, research, and practice: A models and modelling perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 54(2 & 3), 225-248.
- English, L. (2004). Mathematical modelling in the primary school. In I. Putt, M. McLean, & R. Faragher (Eds.), *Proceedings of the 27th Annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia. Mathematics Education for the Third Millennium: Towards 2010 (Volume 1)* (pp. 207-214). Sydney, Australia: MERGA Inc.
- English, L. (2006). Introducing young children to complex systems through modeling. In M. Chinnappan, P. Grootenboer, & R. Zevenbergen (Eds.), *Proceedings of the 29th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp. 195-202). Canberra, Australia: MERGA Inc.
- English, L. (2007). Interdisciplinary modelling in the elementary mathematics curriculum. In J. Watson, & K. Beswick (Eds.), *Mathematics: Essential research, essential practice* (pp. 275-284). Australia: MERGA Inc.
- English, L. (2010). Young children's early modelling with data. *Mathematics Education Research Journal*, 22(2), 24-47.
- English, L. (2012). Data modelling with first-grade students. *Educational Studies in Mathematics*, 81(1), 15-30.

- English, L. (2015). Learning through modelling in the primary years. Lee, N. G., & Ng, K. E. D. (Eds.), *Mathematical modelling: From theory to practice* (pp. 99-124). Singapore: National Institute of Education, Nanyang Technological University.
- English, L., & Watters, J. J. (2004). Mathematical modelling with young children. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 335-342.
- English, L., & Watters, J. J. (2005). Mathematical modeling in third-grade classrooms. *Mathematics Education Research Journal*, 16, 59-80.
- English, L. D., Fox, J. L., & Watters, J. J. (2005). Problem posing and solving with mathematical modeling. *Teaching Children Mathematics*, 12(3), 156.
- Eraslan, A. (2011a). Bir matematiksel modelleme etkinliği: Büyük ayak problemi. *Eğitimci-Öğretmen Dergisi*, 6, 25-27.
- Eraslan, A. (2011b). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkisi hakkındaki görüşleri. *İlköğretim Online*, 10(1), 364-377.
- Erdem, Z. Ç., & Gürbüz, R. (2018). Matematik modelleme etkinliklerine dayalı öğrenme ortamında yedinci sınıf öğrencilerinin alan ölçme bilgi ve becerilerinin incelenmesi. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 8(2), 86-115.
- Erlandson, D. A., Harris, E. L., Skipper, B. L., & Allen, S. D. (1993). *Doing naturalistic inquiry: A guide to methods*. London: Sage.
- Gainsburg, J. (2008). Real-world connections in secondary mathematics teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11, 199-219.
- Galbraith, P., & Stillman, G. (2006) A framework for identifying student blockage during transitions in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 143-162.
- Glesne, C. (2013). *Nitel araştırmaya giriş* (A. Ersoy, & P. Yalçinoğlu, Çev.). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Goldin, G. (2000). A scientific perspective on structures, task-based interviews in mathematics education research. In R. Lesh, & A. E. Kelly (Eds.), *Research design in mathematics and science education* (pp. 547-590). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- Greefrath, G. (2015). Problem solving methods for mathematical modeling. In G. Stillman, W. Blum, & M. S. Biembengut (Eds.), *Mathematical modelling in education research and practice. Cultural, sosial and cognitive influences*

- ICTMA 16* (pp. 173-183). Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer, Cham.
- Greefrath, G., & Siller, H. S. (2017). Modelling and simulation with the help of digital tools. In G. Stillman, W. Blum, & G. Kaiser (Eds.), *Mathematical modelling and applications: Crossing and researching boundaries in mathematics education* (pp. 529-539). Cham: Springer.
- Guswinda, G., Yuanita, P., & Hutapea, N. M. (2019). Improvement of mathematical problem solving and disposition ability of MTs students through strategies think talk write in cooperative learning in Kuantan Singingi Regency. *Journal of Educational Sciences*, 3(3), 377-389.
- Haas, B., Kreis, Y., & Lavicza, Z. (2020). Connecting the real world to mathematical models in elementary schools in Luxemburg. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 40(2), 1-6.
- Hackenberg, A. J. (2010). Students' reasoning with reversible multiplicative relationships. *Cognition and Instruction*, 28(4), 383-432.
- Haines, C., & Crouch, R. (2007). Mathematical modelling and applications: Ability and competence frameworks. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (pp.417-424). Boston, MA: Springer.
- Hayati, E. (2018). Implement think talk write strategy to level it problem solving ability mathematics and self confident junior high school student. (*JIML*) *Journal of Innovative Mathematics Learning*, 1(2), 67-74.
- Herget, W. Jahnke, T., & Kroll, W. (2000). *Produktive aufgaben für den mathematikunterricht in der sekundarstufe I*. Berlin: Cornelsen.
- 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, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2015). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analizi: Bilişsel ve üstbilişsel yapılar üzerine bir açıklama*. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Hıdıroğlu, Ç. N., & Bukova Güzel, E. (2016). Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme sürecindeki bilişsel ve üst bilişsel eylemler arasındaki geçişler. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi*

Dergisi, 10(1), 313-350.

- Hıdıroğlu, Ç. N., & Özkan Hıdıroğlu, Y. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin matematiksel modellemede oluşturdukları gerçek yaşam problem durumu modelleri. *İlköğretim Online*, 16(4), 1702-1731.
- Hıdıroğlu, Ç. N., Tekin Dede, A., Kula, S., & Bukova Güzel, E. (2014). Öğrencilerin kuyruklu yıldız problemi'ne ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematiksel modelleme süreci çerçevesinde incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 1-17.
- Huda, S., Munifah, M., & Umam, R. (2020). Think Talk Write (TTW) learning model on thinking skills, creativity, and problem solving. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 7(1), 25-32.
- Huinker, D., & Laughlin, C. (1996). Talk you way into writing. In P. C. Elliot, & M.J. Kenney (Eds.), *Communication in Mathematics K-12 and Beyond*. USA: NCTM.
- Hurst, C. (2008). Using task-based interviews to assess mathematical thinking of primary school students. In M. Goos, R. Brown, & K. Makar (Eds.), *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp. 273-280). Australasia: MERGA (Inc.).
- Indahyanti, R. (2017). Think talk write strategy toward students' writing ability. *Ethical Lingua: Journal of Language Teaching and Literature*, 4(2), 139-150.
- Işık, N. (2016). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkökul 4. sınıfta sayılar öğrenme alanına ilişkin zorluk algısı ve başarıya etkisi*. Yayımlanmamış doktora tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Jensen, T. H. (2007). Assessing mathematical modelling competencies. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling: Education, engineering and economics* (pp. 141-148). Chichester: Ellis Horwood.
- Ji, X. (2012). A quasi-experimental study of high school students' mathematics modelling competence. *12th International Congress on Mathematical Education*. Seoul, Korea: COEX.
- Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling: Education, engineering and economics* (pp. 110-119). Chichester: Ellis Horwood.
- Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM*, 38(3), 302-310.

- Kang, O., & Noh, J. (2012). Teaching mathematical modelling in school mathematics. *12th International Congress on Mathematical Education*. Seoul, Korea: COEX.
- Kapur, J. N. (1982). The art of teaching the art of mathematical modeling. *International Journal of Mathematical Education in Science veTechnology*, 13(2), 185-192.
- Kaygısız, İ. (2021). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerinin incelenmesi: Bir öğretim deneyi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Knott, A. (2014). *The process of mathematisation in mathematical modelling of number patterns in secondary school mathematics*. Doctoral dissertation, Stellenbosch University, Stellenbosch.
- Korkmaz, E. (2010). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Balıkesir, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Kothiyal, A., Majumdar, R., Murthy, S., & Iyer, S. (2013, August). Effect of think-pair-share in a large CS1 class: 83% sustained engagement. *Proceedings of the ninth annual international ACM conference on International computing education research-ICER '13* 137.
- 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.
- Lesh, R. A., & Doerr, H. M. (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching and learning. In R. A. Lesh, & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 3-34). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Lesh, R., & Doerr, H.M. (2003b). Moving beyond constructivism. In R., Lesh, & H. M., Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching* (pp. 519-556). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R. A., & Zawojewski, J. S. (2007). Problem solving and modeling. In F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the national council of teachers of mathematics* (pp.763-804). Charlotte, NC: Information Age Publishing.

- Lesh, R. A., & Kelly, A. E. (2000). Multi-tiered teaching experiments. In A. E. Kelly, & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 197-230). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Lesh, R., & Harel, G. (2003). Problem solving, modeling, and local conceptual development. *Mathematical thinking and learning*, 5(2&3), 157-189.
- Lesh, R., Cramer, K., Doerr, H., Post, T., & Zawojewski, J. (2003). Model development sequences perspectives. In R., Lesh, & H. M., Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In A. E. Kelly, & R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 591-646). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R., Young, R., & Fennewald, T. (2010). Modeling in k-16 mathematics classrooms and beyond. In R. Lesh, P. Galbraith, C. Haines, & A. Hurford (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 275-283). Boston, MA: Springer.
- Levy, R., Zbiek, R. M., Galluzzo, B., & Long, M. (2016). Mathematical modeling in the early and middle grades: Prekindergarten through grade 8. In S. Garfunkel, & M. Montgomery (Eds.), *GAIMME: Guidelines for assessment & instruction in mathematical modeling education* (pp. 23-43). Philadelphia, PA 19104 USA: Society for Industrial and Applied Mathematics SIAM. http://www.siam.org/reports/gaimme-full_color_for_online_viewing.pdf adresinden erişildi.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Lingefjård, T. (2000). *Mathematical modeling by prospective teachers using technology*. Unpublished doctoral dissertation, University of Georgia, ABD.
- Lingefjård, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *ZDM*, 38(2), 96-112.
- Lingefjård, T., & Holmquist, M. (2005). To assess students' attitudes, skills and competencies in mathematical modeling. *Teaching Mathematics and Its Applications: International Journal of the IMA*, 24(2-3), 123-133.
- Maaß, J., O'Meara, N., Johnson, P., & O'Donoghue, J. (2018). *Mathematical modelling for teachers*. New York, NY: Springer.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *ZDM*, 38(2), 113-142.

- Maaß, K., & Mischo, C. (2011). Implementing modelling into day-to-day teaching practice-The project STRATUM and its framework. *Journal Für Mathematik-Didaktik*, 32(1), 103-131.
- Maher, C. A., Powell, A. B., & Uptegrove, E. (2011). *Combinatorics and reasoning: Representing, justifying and building isomorphisms*. New York: Springer.
- 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.
- Mason, B. J., & Bruning, R. (2001). *Providing feedback in computer-based instruction: What the research tells us*. Lincoln, NE: Center for Instructional Innovation, University of Nebraska-Lincoln.
- McTighe, J., & Lyman, F. T. (1988). Cueing thinking in the classroom: The promise of theory-embedded tools. *Educational leadership*, 45(7), 18-24.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber* (Selahattin Turan, Çev.). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2016). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. California: Sage Publications.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *İlkokul matematik (1-4. Sınıflar) dersi öğretim programı*. Ankara: Talim Terbiye Başkanlığı Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2021). *İlkokul matematik 2 ders kitabı*. Ankara: Talim Terbiye Başkanlığı Yayınları.
- Mory, E. H. (2004). Feedback research review. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 745-783). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Mousoulides, N. (2007). *A modeling perspective in the teaching and learning of mathematical problem solving*. Unpublished doctoral dissertation, University of Cyprus, Kıbrıs.
- Mousoulides, N. G., Christou, C., & Sriraman, B. (2008). A modeling perspective on the teaching and learning of mathematical problem solving. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(3), 293-304.
- Mousoulides, N., & English, L. (2008). Modelling with data in Cypriot and Australian classrooms. In O. Figueras, J. L. Cortina, S. Alatorre, T. Rojano, & A. Sepulveda (Eds.), *Proceedings of the 32nd International Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 3, pp.

- 423-430). PME-The International Group for the Psychology of Mathematics Education, Morelia, Mexico.
- Mullis, I. V., & Martin, M. O. (2008). Overview of TIMSS 2007. *Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS*.
- Muna, I. A. A., Aziz, Z. A., & Muthalib, K. A. (2020). Using think-talk-write strategy in teaching writing an analytical exposition text. *English Education Journal*, 11(3), 347-366.
- Müller, G., & Wittmann, E. (1984). *Der Mathematikunterricht in der Primarstufe*. Braunschweig: Vieweg.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000). *Principles and standarts for school mathematics*. Virginia: NCTM Publications.
- Narciss, S., & Huth, K. (2004). How to design informative tutoring feedback for multimedia learning. In H. M. Niegemann, D. Leutner, & R. Brunken (Eds.), *Instructional design for multimedia learning* (pp. 181-195). Munster, NY: Waxmann.
- Ng, K. E. D., & Lee, N. H. (2015). *Introduction: mathematical modelling outreach in singapore*. In N. H. Lee, & K. E. D. Ng, (Eds.), *Mathematical modelling: From theory to practice* (pp. 1-19). National Entstitute of Education, Nanyang Technological University, Singapore.
- Niss, M. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. In A. Gagatsis, & S. Papastavridis (Eds.), *Third Mediterranean conference on mathematical education* (pp. 115-1240). Athens: Hellenic Mathematical Society and Cyprus Mathematical Society.
- Niss M. (2015). Mathematical competencies and PISA. In K., Stacey, & R. Turner (Eds.), *Assessing mathematical literacy* (pp. 35-55). Springer, Cham.
- Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. (2007). Introduction to modelling and applications in mathematics education. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, & M. Niss, (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14th ICMI Study* (pp. 3-32). New York, USA: Springer.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2013). *PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. Paris: OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2017). *PISA 2015 Assessment and analytical framework: Science, reading, mathematic, financial*

- literacy and collaborative problem solving, revised edition*. Paris: OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2019a). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. Paris: OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2019b). *PISA 2018 results volume I: What students know and can do*. Paris: OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2023a). *PISA 2022 assessment and analytical framework*. Paris: OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2023b). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. Paris: OECD Publishing.
- Özaltun Çelik, Ö., & Bukova Güzel, E. (2018). Doğrusal fonksiyonun öğrenilmesine yönelik tasarlanan matematiksel modelleme etkinliği üzerine çalışan öğrencilerin nicel muhakemeleri. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, Özel Sayı, 53-85.
- Özer, A. Ö., & Bukova Guzel, E. (2016). Öğrenci, öğretmen adayı ve öğretmenlerin bakış açısından matematiksel modelleme problemleri. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 57-73.
- P21 Partnership for 21st Century Learning. (2020). *A Report and Mile Guide for 21st Century Skills*. <https://www.battelleforkids.org/networks/p21> adresinden 14.01.2021 tarihinde alınmıştır.
- Peter-Koop, A. (2004). Fermi problems in primary mathematics classrooms: Pupils' interactive modelling processes. In I. Putt, R. Farragher, & M. McLean (Eds.), *Mathematics education for the third millenium: Towards 2010* (pp. 454-461). Townsville, Queensland: MERGA.
- Pollak, H. (1979) The interaction between mathematics and other school subjects. In UNESCO (Ed.), *New Trends in Mathematics Teaching IV* (pp. 232-248). UNESCO: Paris.
- Pratiwi, V. U. (2019). Implementing think talk write strategy to enhance students of high school's writing skill in narrative text. *European Journal of Social Sciences*, 57(4), 408-418.
- Pratiwi, V., & Muiz, A. (2016). Think-talk-write strategy to develop fifth grade students' mathematical communication ability in comparison. *International Conference of Education 2016*, 926-936.

- Rosyida, F., Zubaidah, S., & Mahanal, S. (2016). Memberdayakan keterampilan berpikir kritis dengan model pembelajaran remap TmPS (Reading Concept Map Timed Pair Share). *Biologi, Sains, Lingkungan, Dan Pembelajarannya Dalam Upaya Peningkatan Daya Saing Bangsa*, 13(1), 209-214.
- Sahardin, R., Hanum, C. S., & Gani, S. A. (2017). Using think-pair-share for writing descriptive texts. *Studies in English Language and Education*, 4(1), 54-65.
- Sanjani, E. D. (2015). *Improving students' speaking ability using think-pair-share of cooperative learning for the eighth grade students of MTs KarangMojo in the academic year of 2014/2015*. Doctoral dissertation, Yogyakarta State University, Indonesia.
- Schukajlow, S., Leiss, D., Pekrun, R., Blum, W., Müller, M., & Messner, R. (2012). Teaching methods for modelling problems and students' task-specific enjoyment, value, interest and self-efficacy expectations. *Educational Studies in Mathematics*, 79(2), 215-237.
- Sekerak, J. (2010). Phases of mathematical modelling and competence of high school students. *The Teaching of Mathematics*, 13(2), 105-112.
- Sharma, H. L., & Saarsar, P. (2018). TPS (think-pair-share): An effective cooperative learning strategy for unleashing discussion in classroom interaction. *International Journal of Research in Social Sciences*, 8(5), 91-100.
- Siburian, T. A. (2013). Improving students achievement on writing descriptive text through think pair share. *IJLLALW*, 3(03), 30-43.
- Skolverket (1997). *Kommentar till grundskolans kursplan och betygskriterier i matematik* [Commentary on the comprehensive school curriculum and marking criteria in mathematics]. Stockholm: Liber Utbildningsförlaget.
- Sriraman, B. (2005). Conceptualizing the model-eliciting perspective of mathematical problem solving. *Proceedings of the 4th European Congress of Mathematics Education* (pp. 1686-1696). Feliu de Guixols, Spain.
- Steen, L. A., Turner, R., & Burkhardt, H. (2007). Developing mathematical literacy. In *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 285-294). Boston, MA: Springer US.
- Steffe, L. P. (1991). The constructivist teaching experiment: Illustrations and implications. In E. Von Glasersfeld (Ed.), *Radical constructivism in mathematics education* (pp. 177-194). New York: Kluwer Academic Publishers.
- Steffe, L. P., & Thompson, P. W. (2000). Teaching experiment methodology:

- Underlying principles and essential elements. In R. Lesh, & A. E. Kelly (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 267-307). Hillsdale: Erlbaum.
- Steffe, L. P., & Ulrich, C. (2014). The constructivist teaching experiment. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 102-109). Springer, Berlin.
- Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J., & Edwards, I. (2007). A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. *Mathematics: Essential Research, Essential Practice*, 2, 688-697.
- Sugiarto, D., & Sumarsono, P. (2014). The implementation of think-pair-share model to improve students' ability in reading narrative texts. *International journal of English and Education*, 3(3), 206-215.
- Suh, J. M., Matson, K., & Seshaiyer, P. (2017). Engaging elementary students in the creative process of mathematizing their world through mathematical modeling. *Education Sciences*, 7(2), 61-83.
- Suh, J., Matson, K., Seshaiyer, P., Jamieson, S., & Tate, H. (2021). Mathematical modeling as a catalyst for equitable mathematics instruction: Preparing teachers and young learners with 21st century skills. *Mathematics*, 9(2), 162-182.
- Suminar, R. P., & Putri, G. (2018). The effectiveness of TTW (Think-Talk-Write) strategy in teaching writing descriptive text. *Academic Journal Perspective: Education, Language, and Literature*, 2(2), 300-305.
- Susanto, A. S., Bharata, H., & Dahlan, S. (2018). The effect of cooperative learning model Think-Talk-Write (TTW) type on mathematical problem-solving abilities in terms of learning habits. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 33-40.
- Swedish Ministry of Education. (1994). *Kursplaner för grundskolan*. [Syllabus for subjects in the comprehensive school curriculum]. Stockholm, Fritzes.
- Şahin, N. (2014). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri üzerindeki düşünme süreçleri*. Yayımlanmış yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Şahin, N. (2019). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi*. Yayımlanmamış doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Şahin, N., & Eraslan, A. (2016). İlkokul öğrencilerinin modelleme süreçleri: Suç problemi. *Eğitim ve Bilim*, 41(183), 47-67.

- Şahin, N., & Eraslan, A. (2017). Fourth-grade elementary school students' thought processes and challenges encountered during the butter beans problem. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 17(1), 105-127.
- Tambunan, Y. F., & Saragih, A. (2007). Improving the students' achievement in writing descriptive paragraphs by applying Think-Talk-Write strategy. *Linguistica*, 2(3), 147740.
- Tanner, H., & Jones, S. (1995). *Developing metacognitive skills in mathematical modelling- a socio-constructivist interpretation*. C. Sloyer, W. Blum, & I. Huntley (Eds.), *Advances and perspectives in the teaching of mathematical modelling and applications* (pp. 61-70). Yorklyn: Water Street Mathematics.
- Tekin Dede, A. (2015). *Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: Bir eylem araştırması*. Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Tekin Dede, A., & Bukova Güzel, E. (2013). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçleri ve etkinliklere yönelik görüşleri. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 2(1), 300-322.
- Tekin Dede, A., & Bukova Güzel, E. (2013). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçlerinin incelenmesi: Obezite problemi. *İlköğretim Online*, 12(4), 1100-1119.
- Tekin Dede, A., & Bukova Güzel, E. (2014). Model oluşturma etkinlikleri: Kuramsal yapısı ve bir örneği. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 33(1), 95-111.
- Tekin-Dede, A., & Bukova-Güzel, E. (2018). A rubric development study for the assessment of modeling skills. *The Mathematics Educator*, 27(2), 33-72.
- Tekin-Dede, A., & Yılmaz, S. (2016). Cognitive modelling skills from novice to expertness. *European Journal Of Education Studies*, 15-32.
- Thompson, P. W. (2000). Radical constructivism: Reflections and directions. In L. P. Steffe, & P.W. Thompson (Eds.), *Radical constructivism in action: Building on the pioneering work of Ernst von Glasersfeld* (pp. 412-448). London: Falmer Press.
- Tran, D., & Dougherty, B. J. (2014). Authenticity of mathematical modeling. *The Mathematics Teacher*, 107(9), 672-678.
- Tutkun, M. İ., & Kabar, M. G. D. (2018). Ortaokullarda matematiksel modelleme: 7. sınıf öğrencilerinin "Hava Durumu" modelleme problemi ile

- deneyimi. *Adiyaman University Journal of Educational Sciences*, 8(2), 23-52.
- Ulu, M. (2017). Examining the mathematical modeling processes of elementary school 4th-grade students: Shopping problem. *Universal Journal of Educational Research*, 5(4), 561-580.
- Uygan, C. (2019). Öğrenci matematiğini araştırmada öğretim deneyi yöntemi: Kuramsal temeller ve örnek bir uygulamadan yansımalar. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 792-825.
- Verschaffel, L., & De Corte, E. (1997). Teaching realistic mathematical modeling in the elementary school: A teaching experiment with fifth graders. *Journal for Research in mathematics education*, 577-601.
- Verschaffel, L., De Corte, E., & Vierstraete, H. (1999). Upper elementary school pupils' difficulties in modeling and solving nonstandard additive word problems involving ordinal numbers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(3), 265-285.
- Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2002). Everyday knowledge ve mathematical modeling of school word problems. In K. P. Gravemeijer, R. Lehrer, H. J. van Oers, & L. Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, modeling ve tool use in mathematics education* (pp. 171-195). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Vorhölter, K. (2018). Conceptualization and measuring of metacognitive modelling competencies: empirical verification of theoretical assumptions. *ZDM*, 50, 343-354.
- Vos, P. (2013). Assessment of modelling in mathematics examination papers: Ready-made models and reproductive mathematizing. In G. A. Stillman ve diğerleri (Eds.), *Teaching Mathematical Modelling: Connecting to Research and Practice, International Perspectives on the Teaching* (pp. 479-488). Springer, Dordrecht.
- Wahyuni, R., Efuansyah, E., & Sukasno, S. (2020). Developing student worksheet based on missouri mathematics project model by using think-talk-write strategy of class VIII. *Infinity Journal*, 9(1), 81-92.
- Wake, G. (2010). Modelling and formative assessment pedagogies mediating change in actions of teachers and learners in mathematics classrooms. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne, & F. Arzarello (Eds.), *Proceedings of CERME 6* (pp. 2086-2095). Lyon: Institut Français de Éducation.
- Watters, J. J., English, L. D., & Mahoney, S. (2004). *Mathematical modeling in the*

- elementary school. American Educational Research Association Annual Meeting* (pp. 1-12). ABD: San Diego.
- Wickstrom, M. H., & Aytes, T. (2018). Elementary modeling: Connecting counting with sharing. *Teaching Children Mathematics*, 24(5), 300-307.
- Wiyaka, W., & Ansori, I. S. (2013). Think talk write (TTW) as a strategy to improve students ability in teaching writing descriptive text: A case of the tenth grade students of MAN Demak. *ETERNAL (English Teaching Journal)*, 4(1), 80-91.
- Wood, T., Merkel, G., & Uerkwitz, J. (1996). Creating a context for talking about mathematical thinking. *Educacao e matematica*, 4, 39-43.
- Yamane, T. (2009). *Temel örnekleme yöntemleri*. İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Yamin, M., & Ansari, B. I. (2008). *Taktik mengembangkan kemampuan individual siswa*. Jakarta: Gaung Persada Pers.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. Baskı). Ankara: SeçkinYayıncılık.
- Zawojewski, S. J., Lesh, R. A., & English, L. D. (2003). A models and modeling perspective on the role of small group learning activities. In R. A. Lesh, & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: A models and modeling perspective on mathematics problem solving, learning and teaching* (pp. 337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Zawojewski, J. S. (2016). Assessing mathematical modeling. In C. R. Hirsch (Ed.), *Mathematical modeling and modeling mathematics* (pp. 227-228). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Zubi, I. A., Peled, I., & Yarden, M. (2019). Children with mathematical difficulties cope with modelling tasks: What develops?. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 50(4), 506-526.

EKLER

Ek 1. Etik Kurul İzin Belgesi

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ALANINDA BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU

Toplantı Tarihi: 30.03.2022

Toplantı Yeri: Çevrimiçi-Microsoft Teams Sohbet

KARAR NO: 1

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğünün 25/02/2022-E. 332772 tarih-sayılı yazısı ekinde Çukurova Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Alanında Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kuruluna Doç. Dr. M. Sencer ÖZSEZER Prof. Dr. Kamuran TARIM ve doktora öğrencisi Hatice Beyza CANBAZOĞLU tarafından gönderilen "İlkokul Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Bilişsel Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Geliştirilmesi" başlıklı çalışma kurulumuzca incelenmiş ve araştırmanın etik ilkelere uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Etik Kurul Başkanı	
Etik Kurul Üyesi	Etik Kurul Üyesi
Etik Kurul Üyesi	Etik Kurul Üyesi
Etik Kurul Üyesi	Etik Kurul Üyesi

Ek 2. Milli Eğitim Uygulama İzni

05/10/2022-518061



T.C.
ADANA VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-98258552-605.01-57236327
Konu : Hatice Beyza ALBAYRAK'ın
Uygulama İzni.

09/09/2022

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : Çukurova Üniversitesi'nin 07.07.2022 tarih ve E-52921519-044-442372 sayılı yazısı.

Çukurova Üniversitesi Sınıf Eğitimi Ana Bilim Dalı doktora öğrencisi Hatice Beyza ALBAYRAK' ın "İlkokul Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Bilişsel Matematik Modelleme Yeterliklerinin Geşiltirilmesi " başlıklı çalışması kapsamında Adana İli Çukurova İlçesi Hacı Nazım Turgut İlkokulunda uygulama yapmak isteği ile ilgili ilgi yazı ekte sunulmuştur.

Söz konusu uygulama çalışmasının, İlimiz İl Araştırma Değerlendirme Komisyonu'nun 07/09/2022 tarihli "Uygundur" raporu doğrultusunda, 2022-2023 Eğitim-Öğretim yılında, eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmayacak şekilde, okul içerisinde öğrencilerin yer aldığı herhangi bir görüntü kaydı yapılmadan, 2020/2 nolu Milli Eğitim Bakanlığı Araştırma Uygulama İzinleri Genelgesine göre uygulanması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Yaşar KOÇAK
Milli Eğitim Müdürü

OLUR
09/09/2022

Mustafa YAVUZ
Vali a.
Vali Yardımcısı

Adres : Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>
Telefon No : Bilgi için:
E-Posta : Unvan : Bilgisayar İşletmeni
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr İnternet Adresi: Faks:

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 54ee-ce1b-3f8e-9d3b-4035 koda ile teyit edilebilir.

Ek 3. Ebeveyn İzin Formu

EBEVEYN İZİN FORMU

Sayın Veli;

Çocuğunuzun katılacağı bu çalışma, “İlkokul Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Bilişsel Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Geliştirilmesi” adlı bilimsel bir doktora tez çalışmasıdır.

Araştırmanın Hedefi: Bu çalışmada, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Araştırma Uygulaması: Sınıf içerisinde işbirlikli öğrenme ortamında matematiksel etkinlikler gerçekleştirilecektir.

Araştırmaya uygulamaya katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çocuğunuz çalışmaya katılıp katılmamakta özgürdür. Araştırmaya çocuğunuz için herhangi bir istenmeyen etki ya da risk taşımamaktadır. Çocuğunuzun katılımı **tamamen sizin isteğinize bağlıdır**, reddedebilir ya da herhangi bir aşamasında ayrılabilirsiniz. Çalışmada öğrencilerden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir.

Öğrenciler ile etkinlikler kendi sınıflarında gerçekleştirilecektir. Etkinlikler sırasında öğrencilerin yanıt ve düşüncelerini kayıt altına almak amaçlı video kaydı yapılacaktır. Yapılacak olan video kaydı öğrenciler odaklı olmayıp sadece cevap kâğıtlarına odaklanacak ve çözüm süreçlerinin takibi sağlanacaktır. Diğer bir deyişle, öğrencilerin yüzleri video kaydında yer almayacaktır. Tüm süreçte öğrencilerin kimlikleri gizli tutulacak ve gerektiği durumlarda takma isimler kullanılacaktır.

Etkinlikler, genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden çocuğunuz kendisini rahatsız hissederse cevaplama işini yarıda bırakıp çıkmakta özgürdür. Bu durumda rahatsızlığın giderilmesi için gereken yardım sağlanacaktır. Çocuğunuz çalışmaya katıldıktan sonra istediği an vazgeçebilir. Böyle bir durumda süreci yöneten kişiye, çalışmayı tamamlamayacağını söylemesi yeterli olacaktır. Çalışmaya katılmamak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek çocuğunuza hiçbir sorumluluk getirmeyecektir.

Onay vermeden önce sormak istediğiniz herhangi bir konu varsa sormaktan çekinmeyiniz. Çalışma bittikten sonra bana telefon veya e-posta ile ulaşarak soru sorabilir, sonuçlar hakkında bilgi isteyebilirsiniz. Saygılarımla,|

Araştırmacı: Arş. Gör. H. Beyza ALBAYRAK

İletişim adresi:

(Arş. Gör. H. Beyza ALBAYRAK)

Velisi olduğum’in yukarıda açıklanan araştırmaya katılmasına izin veriyorum.

.....

Veli Adı-Soyadı:

Telefon Numarası:

Ek 4. Gönüllü Katılımcı Onam Formu

Tarih:

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM FAKÜLTESİ ETİK KURULU

BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

Bu formun amacı, katılmanız rica edilen araştırmaya ile ilgili olarak sizi bilgilendirmek ve katılmanız ile ilgili izin almaktır.

Bu kapsamda “İlkokul Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Bilişsel Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Geliştirilmesi” başlıklı araştırmaya Arş. Gör. H. Beyza ALBAYRAK tarafından **gönüllü katılımcılarla** yürütülmektedir. Araştırma sırasında sizden alınacak bilgiler gizli tutulacak ve sadece araştırma amaçlı kullanılacaktır. Araştırma sürecinde konu ile ilgili her türlü soru ve görüşleriniz için aşağıda iletişim bilgisi bulunan araştırmacıyla görüşebilirsiniz. Bu araştırmaya **katılmama** hakkınız bulunmaktadır. Aynı zamanda çalışmaya katıldıktan sonra çalışmadan **çıkabilirsiniz**. Bu formu onaylamanız, **araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** anlamına gelecektir.

Araştırmayla İlgili Bilgiler:

Araştırmanın Amacı: Çalışmanın amacı, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin bilişsel matematiksel modelleme yeterliklerinin gelişimsel sürecinin ve bu yeterliklere etki eden etmenlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmanın Yürütüleceği Yer: Hacı Nazım Turgut İlkokulu'nun dördüncü sınıfı

Çalışmaya Katılım Onayı:

Katılmam beklenen çalışmanın amacını, nedenini, katılmam gereken süreyi ve yeri ile ilgili bilgileri okudum ve gönüllü olarak çalışma süresince üzerime düşen sorumlulukları anladım. Çalışma ile ilgili ayrıntılı açıklamalar sözlü olarak araştırmacı tarafından yapıldı. Bu çalışma ile ilgili faydalar ve riskler ile ilgili bilgilendirildim.

Bu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının (Islak imzası ile)

Adı-Soyadı:

İmzası:

Araştırmacı:

Adı-Soyadı: Arş. Gör. H. Beyza ALBAYRAK

İletişim adresi: (H. Beyza ALBAYRAK)

Ek 5. Benzin Doldurma Etkinliği**BENZİN DOLDURMA**

Makine mühendisi Burak, Adana'nın Çukurova merkez ilçesinde yaşamaktadır. Burak, Volkswagen Golf arabasının benzin deposunu tamamen doldurmak istemektedir. Burak'ın arabasının benzin deposunu tamamen doldurduğumuzda, 50 litre yakıt alınabilmektedir. Benzin alabilmek için Burak'ın, Sarıçam ve Çukurova olmak üzere iki seçeneği bulunmaktadır. Sarıçam'dan 1 litre yakıt almak için 19 TL ödemesi gerekirken, Çukurova'dan 1 litre yakıt almak için 20 TL ödemesi gerekmektedir. Burak'ın yaşadığı yer, Sarıçam'a 20 km uzaklıktadır. Aşağıdaki tabloda Volkswagen Golf arabasının 100 km'de harcadığı ortalama yakıt miktarı verilmiştir.

Araba Modeli	100 km'de Harcanan Ortalama Yakıt Miktarı
 Volkswagen Golf	5 litre (Benzin)

Burak'ın Sarıçam'dan mı yoksa Çukurova'dan mı benzin almasının daha karlı olacağına karar veriniz. Yanıtlarınızı nedenleriyle Burak'a bir mektup ile açıklayınız.

Ek 6. Neden Big-S Burger? Etkinliği



NEDEN BIG-S BURGER?

BIG-S Burger restoranı yöneticisi, insanlara “Neden BIG-S Burger’ı tercih ediyorsunuz?” sorusunu sorarak insanların BIG-S Burger’a gelmelerinin en önemli 5 sebebini bulmaya çalışmaktadır. Bunun içinde 10 kişi ile anket yapmıştır. İnsanlar, “patates kızartması, hamburger, çocuk menüleri, hızlı olması ve fiyat” durumlarına göre önem derecelerini 1’den 5’e kadar puanlamışlardır. 1 puan, en düşük; 5 puan ise en yüksek önem derecesidir. Aşağıdaki tabloda anket sonuçları gösterilmektedir.

Tablodaki anket sonuçlarını kullanarak insanların tercih nedenlerini, **en önemliden en önemsiz**e doğru sıralayan bir liste oluşturunuz. BIG-S Burger yöneticisine çözüm yolunuzun (yönteminizin) nasıl olduğunu bir mektup ile açıklayınız.

ANKET SONUÇLARI

	Patates Kızartması	Hamburger	Çocuk Menüleri	Hızlı Olması	Fiyat
Müşteri 1	1	3	2	5	4
Müşteri 2	4	3	1	2	5
Müşteri 3	2	1	5	3	4
Müşteri 4	2	3	5	4	1
Müşteri 5	1	2	4	3	5
Müşteri 6	3	4	5	1	2
Müşteri 7	4	5	1	3	2
Müşteri 8	1	2	5	3	4
Müşteri 9	2	3	4	1	5
Müşteri 10	2	1	5	4	3

Ek 7. İşte Zaman Etkinliği

İŞTE ZAMAN



Beyza'nın annesi, işte çok fazla zaman geçirdiğini düşünmektedir. *“İşte zaman nasıl geçiyor anlamıyorum! Neredeyse yılın çoğunu çalışarak işte geçiriyorum.”* demektedir. Beyza'nın annesinin bu düşüncesi hakkında ne düşünüyorsunuz?

Beyza'nın annesinin haklı olup olmadığını bulmak için nasıl bir çözüm yolu (yöntem) geliştirdiniz? Beyza'ya çözüm yolunuzun (yönteminizin) nasıl olduğunu bir mektup ile açıklayınız.

Ek 8. Tenis Turnuvası Etkinliği

TENİS TURNUVASI

Fransa ve Almanya, Türkiye’de Avrupa Tenis Turnuvası düzenlemek istemektedir. Fransa ve Almanya’nın Tenis Federasyonu ekipleri turnuvanın düzenleneceği şehrin, hava durumu özellikleri ile ilgilenmektedir:

“Ne kadar yağmur yağıyor? Hava ne kadar soğuk oluyor? Ne kadar sıcak oluyor? Günler güneşli mi ya da bulutlu mu?”

Ancak bu özelliklerin her biri, her federasyon ekibi için aynı öneme sahip değildir. İki federasyon ekibi, isteklerini Türkiye Tenis Federasyonu Başkanlığı’na ileterek turnuva için en uygun şehirleri tavsiye etmelerini istemiştir.

*Sevgili Türkiye Tenis Federasyonu Başkanlığı,
Ilık ve güneşli bir yerde tenis turnuvasını düzenlemek istiyoruz. Çok yağmur yağıyor olmasına ya da olmamasına önem vermiyoruz. Fakat kesinlikle çok soğuk olmasını istemiyoruz. Tenis turnuvası için düşünmemiz gereken şehirlerden bazıları nelerdir?*

*Saygılarımızla,
Fransa Tenis Federasyonu Ekibi*

*Sevgili Türkiye Tenis Federasyonu Başkanlığı,
Tenis turnuvasını açık havada (açık alan) yapmak istiyoruz. Dolayısıyla, hava durumu iyi olan ve çok sıcak olmayan bir şehirde turnuvayı gerçekleştirmeyi düşünüyoruz. Turnuva için nereyi düşünmeliyiz?*

*Saygılarımızla,
Almanya Tenis Federasyonu Ekibi*

Türkiye Tenis Federasyonu Başkanlığı, turnuva için 9 şehir belirlemiş ve bu şehirlerle ilgili bazı bilgileri toplamıştır:

ŞEHİR	Güneşli Gün Sayısı (1 Yılda)	15° C’nin Altındaki Gün Sayısı (1 Yılda)	30° C’nin Üstündeki Gün Sayısı (1 Yılda)	Yıllık Ortalama Yağış Miktarı (mm/yıl)
Çanakkale	85	12	15	1224
İzmir	95	40	169	274
Eskişehir	36	184	6	516
Mersin	71	0	185	2222
Samsun	45	55	30	661
Adana	85	0	328	1534
Antalya	178	4	237	386
Kayseri	84	157	36	633
Muğla	114	10	58	863

GÖREVİNİZ

Türkiye Tenis Federasyonu Başkanlığı’na her iki ekip için önerilerinizi içeren bir tavsiye mektubu yazınız. Bu tavsiye mektubunda önerdiğiniz şehirleri üç gruba ayırınız. **“En iyi şehirler”**, **“ikinci en iyi şehirler”** ve **“kötü şehirler”**. Bu şekilde ekipler, hangi şehirleri dikkate alması gerektiğini ve hangilerini dikkate almaması gerektiğini bilecektir. Bu üç grubu oluşturmak için çözüm yolunuzun nasıl olduğunu (yönteminizin) ve çözüm sürecinde neler yaptığınızı detaylı bir şekilde Türkiye Tenis Federasyonu Başkanlığı’na açıklayınız.

Ek 9. Adenauer Heykeli Etkinliği**ADENAUER HEYKELİ**

Aşağıdaki heykel birleştirilmeden önce Batı Almanya'nın merkezi olan Bonn şehrinde bulunmuştur. Heykel 1949-1963 yıllarında Batı Almanya'nın ilk başbakanının kafasını gstermektedir. Buna göre aşağıdaki gorselde yer alan Adenauer Heykeli'nin boyutu yaklaşık olarak ne kadardır?



Ek 10. Küçük Kara Balık Etkinliği

Tanıtıcı Makale



SAMED BEHRENGİ KİMDİR?

Azerbaycan asıllı İranlı Samed Behrengi, derlediği çocuk öyküleri ve masallar ile adını tüm dünyaya duyurmayı başarmış bir yazardır. Ömrünü Azerbaycan ve İran Halk Edebiyatı'na adanmış Samed Behrengi; bunun için halkların toplumsal, ekonomik ve folklorik yapısını halkın içinde yaşayarak gerçekleştirmiş usta bir isimdir.

Azerbaycan ve İran edebiyatından yaptığı masal derlemeleri ile büyük ses getiren Samed Behrengi, sayısız eser kaleme almıştır. Bugün adını sıkça duyduğumuz ve Milli Eğitim Bakanlığı'nın da 100 Temel Eser arasında gösterdiği Deli Dumrul hikâyesi de bunlardan biridir. Yazarlık kariyerine çocuk masal ve hikâyeleri ile başlayan Behrengi'nin, bugün eğitim ile ilgili yazıları da bulunmaktadır.



Adını yalnızca İran'da değil, dünyanın pek çok ülkesinde de duyurmayı başaran Samed Behrengi, sunduğu çocuk öyküleri ile gönüllerde taht kurmayı başarmıştır. En önemli öyküleri arasında gösterilen Küçük Kara Balık, Bir Şeftali Bin Şeftali, Ulduz ve Kargalar, Ulduz ve Konuşan, Deli Dumrul, Püsküllü Deve ve daha niceleri, bugün yazarın en sevilen öyküleri arasında gösteriliyor. Ayrıca yazar, başyapıt niteliğindeki Küçük Kara Balık adlı çocuk kitabı ile İtalya'daki Bellevue'deki 6. Çocuk Kitap Fuarı ve 1969'da Çekoslovakya Bienali'nde Bratislava Ödülü'nü almıştır.

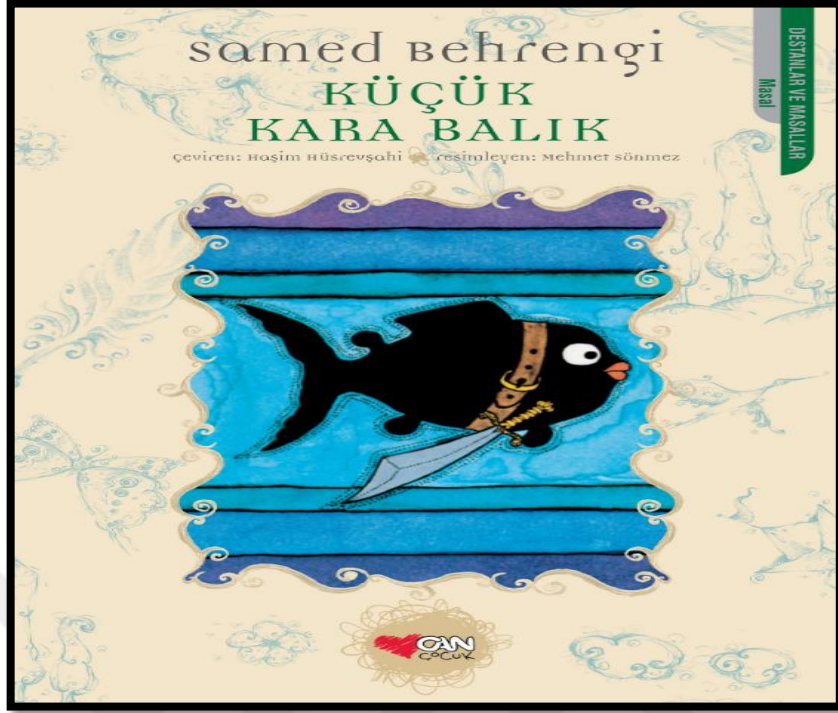
Kaynak: <https://www.kitapyurdu.com/vazar/samed-behrengi/>

Hazır Oluş Soruları

1. Samed Behrengi'nin en önemli öyküleri nelerdir?
2. Samed Behrengi, hangi kitabı ile ödül almıştır?
3. Sizce Samed Behrengi'nin Küçük Kara Balık kitabının konusu ne olabilir?

Problem Durumu

KÜÇÜK KARA BALIK



Gülpınar’a doğum gününde Samed Behrenği’nin Bir Şeftali Bin Şeftali kitabı hediye edilmiştir. Gülpınar, bu kitabı zevkle okuduktan sonra Samed Behrenği’nin diğer kitaplarını çok merak etmiştir. Bu merakını gidermek için İdefix kitap satın alma internet sitesinden Samed Behrenği’nin diğer kitaplarını araştırmaya başlamıştır. Gülpınar, Küçük Kara Balık kitabının değerlendirme yorumlarını okuduktan sonra bu kitabı almaya karar vermiştir. Can Çocuk Yayınları’ndan çıkan Küçük Kara Balık kitabının fiyatı, Can Yayınları’nın kendi internet sitesinde 20 TL’dir. Gülpınar’ın haftalık harçlık miktarı ise 50 TL’dir. Gülpınar harçlığını kullanarak bu kitabı aldığı anda, harçlığından diğer günlerde de ihtiyaçlarını karşılayacak kadar miktar kalmalıdır. Bu durumda Gülpınar ne yapmalı? Gülpınar’a öneriler sunmak için nasıl bir çözüm yolu (yöntem) geliştirdiniz? Gülpınar’a sunduğunuz bu önerileri nedenleriyle açıklayan bir mektup yazınız.

Ek 11. Küçük Kara Balık Öğretim Planı

KÜÇÜK KARA BALIK

Kullanılan Teknik: Düşün-Konuş-Yaz.

Tanıtıcı Makale ve Hazır Oluş Soruları Süreci:

İşbirlikli öğrenme gruplarına ilk olarak “*tanıtıcı makale*” verilir. Ardından tanıtıcı makaleyi bireysel olarak okumaları istenir. Öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problem durumunu okumaları ve notlar almaları sağlanır. Bunun için öğretmen “*Tanıtıcı makaleyi bireysel olarak okuyoruz. Ardından tanıtıcı makaleden ne/ler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz. Tanıtıcı makaleyi okumaya başlayın.*” yönergesi verir. Bireysel düşünme süreci tamamlandıktan sonra öğrenciler, tanıtıcı makaleden ne/ler anladıklarını ve ne/ler öğrendiklerini grup arkadaşları ile konuşarak tartışırlar. Bunun için öğretmen “*Şimdi tanıtıcı makaleden neler anladığınızı grup arkadaşlarınızla tartışmanızı istiyorum. Hadi başlayalım!*” yönergesi verir. Konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra hazır oluş sorularını cevaplama aşamasına geçilir. Bunun için öğretmen “*Tanıtıcı makaledeki bilgilerimizden yararlanarak şimdi hazır oluş sorularımızı cevaplayalım. Grup arkadaşlarınızla birlikte soruları cevaplayın. Hadi başlayalım!*” yönergesi verir. Öğrenciler grup arkadaşlarıyla birlikte soruları cevapladıktan sonra her bir soru için tüm grupların yanıtları alınır. Yanıtlar alındıktan sonra bu süreç tamamlanmış olur.

Problem Durumu ve Çözümlerin Sunumu Süreci:

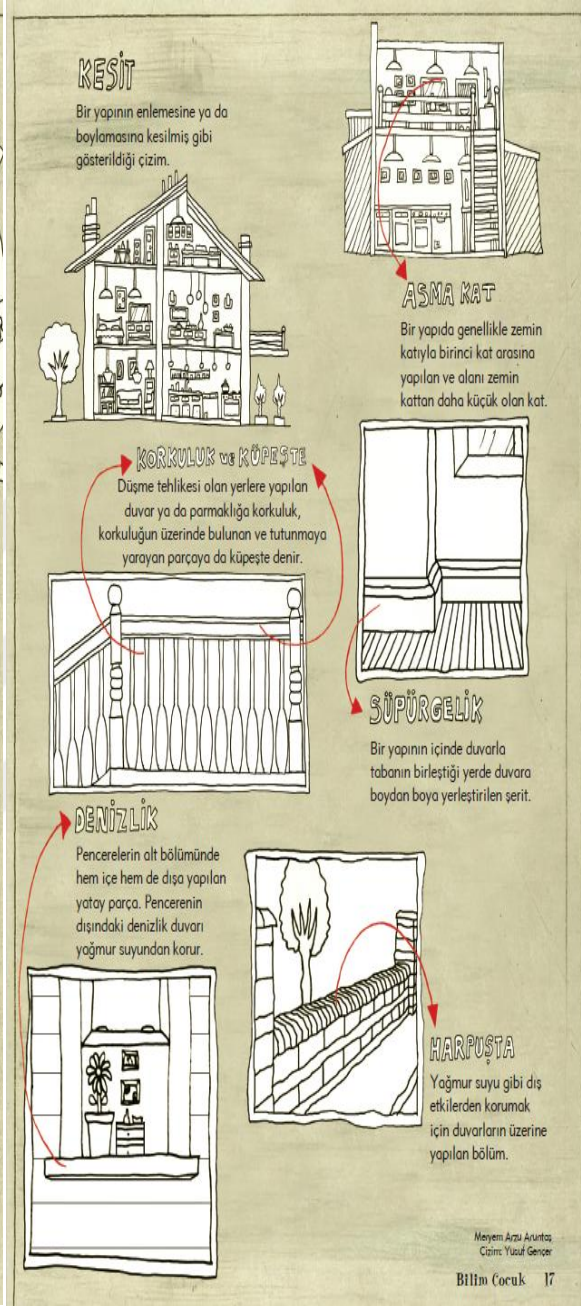
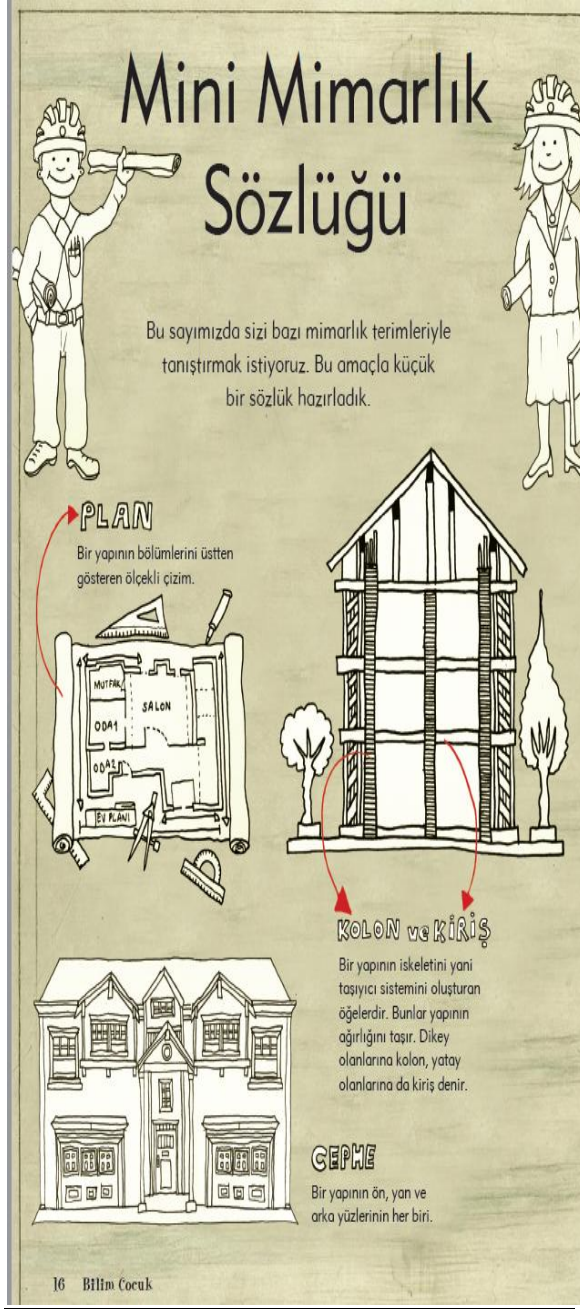
İşbirlikli öğrenme gruplarına ilk olarak “*Küçük Kara Balık*” matematiksel modelleme problemi verilir. Ardından bu problemi bireysel olarak okumaları istenir. Öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problemi okumaları, notlar almaları ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak düşünmeleri sağlanır. Bunun için öğretmen “*Problemi bireysel olarak okuyoruz. Ardından problemde ne/ler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz. Ayrıca problemi okurken ‘Problemde neler verilmiş?, Problem bizden ne istiyor?, Problemi nasıl çözebiliriz?’ sorularını düşünerek okumanızı ve düşünmenizi istiyorum.*” yönergesi verir. Bireysel düşünme süreci tamamlandıktan sonra öğrenciler, problemde ne/ler anladıklarını ve nasıl çözebileceklerine dair grup arkadaşları ile konuşarak tartışırlar. Bunun için öğretmen “*Şimdi problemde neler anladığınızı grup arkadaşlarınızla tartışmanızı istiyorum. Problemde verilenler neler?, İstenenler neler? Bu problemi nasıl çözebilirsiniz? Bu soruları grup arkadaşlarınızla*

tartışınız. Hadi başlayalım!” yönergesi verir. Bu süreçte öğrencilerin fikirleri değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşmaları sağlanır. Konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra ğretmen “şimdi grup arkadaşlarınızla birlikte tüm fikirlerinizi paylaştınız. Artık problemi çözmeniz gerekiyor. Hadi başlayalım!” yönergesi verir. Öğrenciler problemi çözdükten sonra her gruptan bir ğrenci, problemi nasıl çözdüklerini tahtaya kalkarak sınıf arkadaşlarına anlatır. Diğer gruplar ise eleştirel bir bakış açısı ile sunulan çözümleri değerlendirir ve fikirler üretilir.



Ek 12. Odamı Dekore Ediyorum! Etkinliği

Tanıtıcı Makale



Kaynak: Mini Mimarlık Sözlüğü, TÜBİTAK Bilim Çocuk E-Dergisi, Ekim 2013

Hazır Oluş Soruları

1. Mimarlık terimlerinden bazıları nelerdir?
2. Sizce mimarlarda olması gereken özellikler neler olabilir?

Problem Durumu

ODAMI DEKORE EDİYORUM!



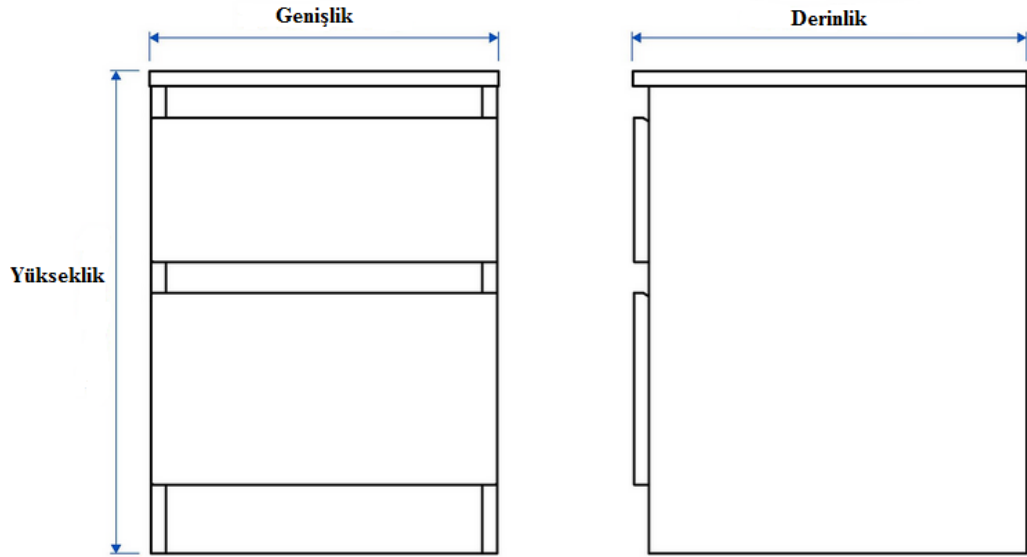
Merhaba ben Birhan Özlü,

Yeni bir eve taşındıktan sonra annem ve babam, odamı dekore etme kararını bana bıraktılar. Evimizde bulunan mobilyalar içerisinde odamı dekore etmem gerekmektedir. Evimizde olan mobilyaların tümünü kullanmak zorunda değilim. Ancak odamda bir yatak, bir elbise dolabı ve bir çalışma masasının mutlaka bulunması gerekmektedir. Amacım odamı keyifli ve verimli bir şekilde dekore etmektir. Odamın boş krokisi ve evimizde olan mobilyalara ilişkin bilgiler aşağıdaki gibidir.

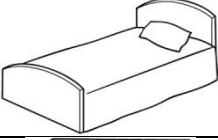
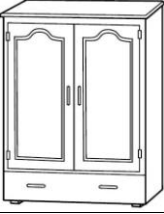
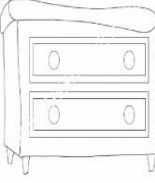
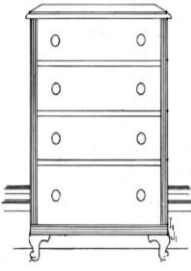
Size verdiğim mobilya seçenekleri arasından, farklı mobilya grupları oluşturarak her bir grupla odayı nasıl dekore edebileceğime yönelik ilk tercih edilmesi gerekenden son tercih edilmesi gerekene doğru bir sıralama listesi oluşturmanızı istiyorum. Sıralamanızı yaptıktan sonra seçmem gereken mobilya grubunu, nasıl ve neden belirlediğinizi ve çözüm sürecinde neler yaptığınızı detaylı bir şekilde bana bir mektup ile açıklamanızı istiyorum.

Yardımlarınız için şimdiden çok teşekkür ederim.

Birhan Özlü



Mevcut Mobilyalara İlişkin Bilgiler

Mobilyalar		Ölçüleri
Yatak		Genişlik: 140 cm Uzunluk: 190 cm
Elbise Dolabı		Genişlik: 120 cm Derinlik: 50 cm Yükseklik: 190 cm
Çalışma Masası		Genişlik: 120 cm Derinlik: 65 cm Yükseklik: 80 cm
Sandalye		Derinlik: 50 cm Genişlik: 50 cm Yükseklik: 80 cm
Komodin		Genişlik: 35 cm Derinlik: 40 cm Yükseklik: 50 cm
Şifonyer		Genişlik: 80 cm Derinlik: 50 cm Yükseklik: 100 cm
Tekli Koltuk		Genişlik: 80 cm Derinlik: 95 cm Yükseklik: 100 cm
Kitaplık		Genişlik: 80 cm Derinlik: 30 cm Yükseklik: 190 cm

Ek 13. Odamı Dekore Ediyorum! Öğretim Planı

ODAMI DEKORE EDİYORUM!

Kullanılan Teknik: Düşün-Konuş-Yaz.

Tanıtıcı Makale ve Hazır Oluş Soruları Süreci:

İşbirlikli öğrenme gruplarına ilk olarak “*tanıtıcı makale*” verilir. Ardından tanıtıcı makaleyi bireysel olarak okumaları istenir. Öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problem durumunu okumaları ve notlar almaları sağlanır. Bunun için öğretmen “*Tanıtıcı makaleyi bireysel olarak okuyoruz. Ardından tanıtıcı makaleden ne/ler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz. Tanıtıcı makaleyi okumaya başlayın.*” yönergesi verir. Bireysel düşünme süreci tamamlandıktan sonra öğrenciler, tanıtıcı makaleden ne/ler anladıklarını ve ne/ler öğrendiklerini grup arkadaşları ile konuşarak tartışırlar. Bunun için öğretmen “*Şimdi tanıtıcı makaleden neler anladığınızı grup arkadaşlarınızla tartışmanızı istiyorum. Hadi başlayalım!*” yönergesi verir. Konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra hazır oluş sorularını cevaplama aşamasına geçilir. Bunun için öğretmen “*Tanıtıcı makaledeki bilgilerimizden yararlanarak şimdi hazır oluş sorularımızı cevaplayalım. Grup arkadaşlarınızla birlikte soruları cevaplayın. Hadi başlayalım!*” yönergesi verir. Öğrenciler grup arkadaşlarıyla birlikte soruları cevapladıktan sonra her bir soru için tüm grupların yanıtları alınır. Yanıtlar alındıktan sonra bu süreç tamamlanmış olur.

Problem Durumu ve Çözümlerin Sunumu Süreci:

İşbirlikli öğrenme gruplarına ilk olarak “*Odamı Dekore Ediyorum!*” matematiksel modelleme problemi verilir. Ardından bu problemi bireysel olarak okumaları istenir. Öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problemi okumaları, notlar almaları ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak düşünmeleri sağlanır. Bunun için öğretmen “*Problemi bireysel olarak okuyoruz. Ardından problemde ne/ler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz. Ayrıca problemi okurken ‘Problemde neler verilmiş?, Problem bizden ne istiyor?, Problemi nasıl çözebiliriz?’ sorularını düşünerek okumanızı ve düşünmenizi istiyorum.*” yönergesi verir. Bireysel düşünme süreci tamamlandıktan sonra öğrenciler, problemde ne/ler anladıklarını ve nasıl çözebileceklerine dair grup arkadaşları ile konuşarak tartışırlar. Bunun için öğretmen “*Şimdi problemde neler anladığınızı grup arkadaşlarınızla tartışmanızı istiyorum. Problemde verilenler neler?, İstenenler neler? Bu problemi nasıl çözebilirsiniz? Bu soruları grup arkadaşlarınızla tartışınız. Hadi başlayalım!*” yönergesi verir. Bu süreçte öğrencilerin fikirleri

değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşmaları sağlanır. Konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra öğretmen “*Şimdi grup arkadaşlarınızla birlikte tüm fikirlerinizi paylaştınız. Artık problemi çözmeniz gerekiyor. Hadi başlayalım!*” yönergesi verir. Öğrenciler problemi çözdükten sonra her gruptan bir öğrenci, problemi nasıl çözdüklerini tahtaya kalkarak sınıf arkadaşlarına anlatır. Diğer gruplar ise eleştirel bir bakış açısı ile sunulan çözümleri değerlendirir ve fikirler üretirler.



Ek 14. Robot Süpürge Alıyoruz! Etkinliği

Tanıtıcı Makale

Robot Süpürge Nasıl Çalışır?

Bir düğmeye basarsanız ve evinizdeki elektrik süpürgesi bulunduğu yerden kendi kendine hareket etse... Odaları, mutfağı, banyoyu, koridorları ve salonunuzu bir bir dolaşıp, köşe bucak demeden bütün evinizi güzellece süpürse evde ne büyük kolaylık sağlardı, değil mi?

Ama bir dakika! Bilimsel gelişmeler ve onlara bağlı teknolojik ilerlemeler sayesinde bu işi yapabilen elektrik süpürgeleri zaten bir süredir mevcut. Bu becerikli ve "akıllı" makinelere genel olarak robot süpürge deniyor. Robot süpürgelerin nasıl çalıştığını öğrenmek ister misiniz?



Eveet. Şarj istasyonunu yerleştirdik ve fişini elektrik prizine taktık. Uygulamayı da akıllı telefonumuza kurduğumuzu göre her şey tamam. Yeni robot süpürgemiz evdeki internet ağına bir parçası hâline gelmiş olmalı. Artık ona kablosuz sinyallerle komut verebiliriz. Gideceği yolu nasıl belirleyeceğini, yerleri ne kadar temizleyeceğini çok merak ediyorum. Şurada "Bağlat" yazıyor. Hemen deneyi görelim.



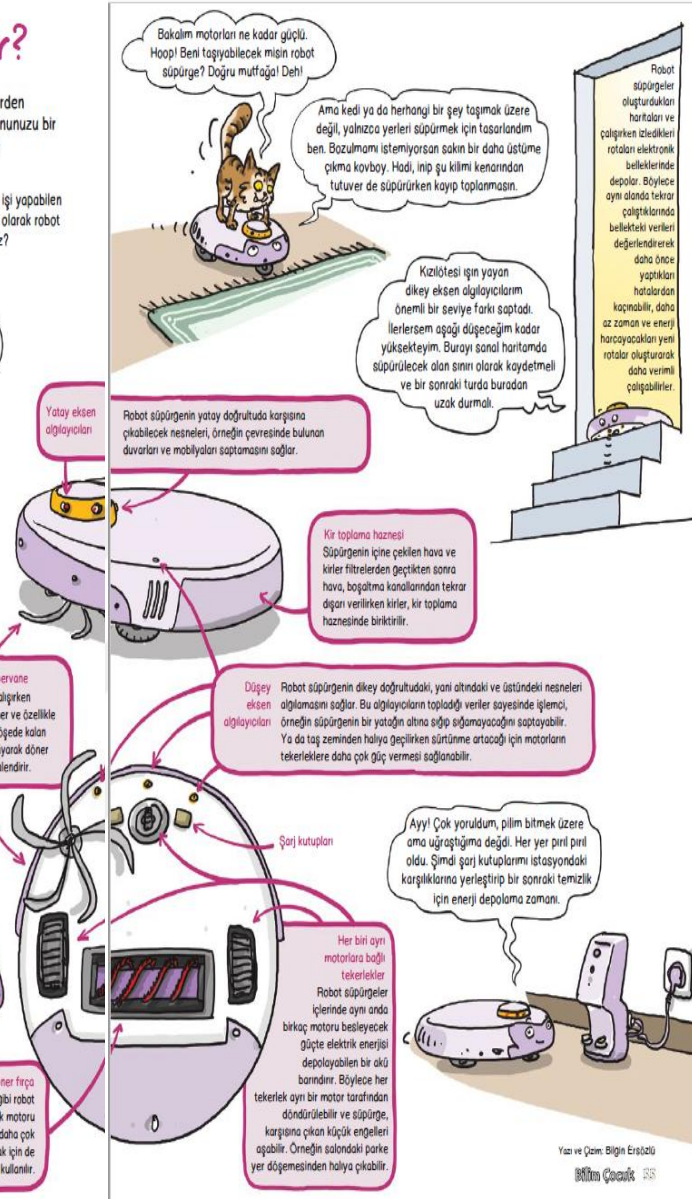
Vay uyanık! Önlüne bir engel çıkınca ona çarpmadan yönünü değiştirdi. Hiçbir şeye değmeden nesnelerin arasından geçebiliyor, ustaca çevrelerinden dolaşabiliyor, süpürse altlarına girebiliyor. Tıpkı benim gibi Peki nasıl yapıyor bunu?

Robot süpürgelerin üstünde, yanlarında ve altında, çevreyi gereksizine göre lazer ya da kızılötesi ışınlarla sürekli taramaya çok sayıda elektronik algılayıcı bulunur. Algılayıcılardan gelen verileri değerlendiren işlemci, süpürgeyi çevresindeki nesnelerin saptanmasını sağlar. İşlemci, yatay eksen algılayıcının yolladığı tarayıcı ışının karşıtı nesneden, örneğin bir duvardan ya da bir tabure bacağından yansıyıp algılayıcıya geri dönüş süresini hesaplayarak nesnenin süpürgeye ne kadar uzakta bulunduğunu ölçmüş olur. Böylece süpürgeyi çalıştırıp alanın bir haritası oluşturulabilir ve çalışma alanıyla süpürgeyi o alandaki hareketleri, akıllı telefona yüklenen bir uygulama sayesinde ekrandan izlenebilir.

Bilim Çocuk



Döner fırça
Tüm elektrik süpürgelerinde olduğu gibi robot süpürgeler de dışardaki havayı bir elektrik motoru marifetiyle içeri emer. Havayla birlikte daha çok pisliğin çekilmesini sağlamak için de döner bir fırça kullanılır.



Yazı ve Çizim: Bilgin Erişildi
Bilim Çocuk

Kaynak: Robot Süpürge Nasıl Çalışır?, TÜBİTAK Bilim Çocuk E-Dergisi, Kasım 2020

Hazır Oluş Soruları

1. Bir robot süpürge hangi parçalardan oluşur?
2. Bir robot süpürge tasarlayacak olsaydınız, hangi özellikleri olsun isterdiniz?

Problem Durumu

ROBOT SÜPÜRGE ALIYORUZ!



Özlu ailesi, robot süpürge almak istemektedir. Özlu ailesi, ses seviyesi az olan, çalışma süresi ve emiş gücü ideal olan ve iş yükü olarak haftalık temizlik süresini minimuma indirebilecek bir süpürge almak istemektedir. Ayrıca süpürge için kısıtlı bir bütçeleri bulunmaktadır.

Özlu ailesi için ilk tercih edilmesi gerekenden son tercih edilmesi gerekene doğru bir **sıralama listesi** oluşturmanız gerekmektedir. Sıralamanızı yaptıktan sonra seçmeleri gereken robot süpürgeyi, nasıl belirlediğinizi ve çözüm sürecinde neler yaptığınızı detaylı bir şekilde Özlu ailesine bir mektup ile açıklamalısınız.

Robot Süpürge Bilgileri

Marka	Emiş Gücü	Aşılabilir Engel Seviyesi	Yer Silme Özelliği	Ses Seviyesi	Çalışma Süresi	Fiyat
Roborock S5 Max Vacuum Cleaner	2000 Pa	2 cm	Var	60 dB	180 dk	6.999 TL
Xiaomi Mi Vacuum Mop Pro	2100 Pa	2 cm	Var	40 dB	120 dk	5.199 TL
Xiaomi Viomi V3	2600 Pa	2 cm	Yok	65 dB	120 dk	5.699 TL
Tefal RG7675 X-Plorer Serie 75	2700 Pa	1 cm	Var	65 dB	120 dk	8.499 TL
iRobot Roomba I3	2400 Pa	2 cm	Yok	58 dB	75 dk	6.499 TL
Arzum Robot Akıllı Süpürge Robotek X2	2000 Pa	2 cm'den az	Var	65 dB	110 dk	3.999 TL
Arçelik Rs 9034 Hm Robot Süpürge	2000 Pa	2 cm	Var	65 dB	150 dk	6.599 TL
Roidmi Eve Vacuum Mop	2700 Pa	2 cm'den az	Var	70 dB	250 dk	6.999 TL

Ek 15. Robot Süpürge Alıyoruz! Öğretim Planı

ROBOT SÜPÜRGE ALIYORUZ!

Kullanılan Teknik: Düşün-Eşleş-Paylaş.

Tanıtıcı Makale ve Hazır Oluş Soruları Süreci:

Gruplara tanıtıcı makale verilmeden önce öğretmen tarafından öğrenciler grup içerisinde numaralandırılır. Örneğin birinci grupta dört öğrenci varsa, öğrenciler 1’den 4’e kadar numaralandırılır ve numara kâğıtları verilir. Ardından işbirlikli öğrenme gruplarına “*tanıtıcı makale*” verilir. Ardından tanıtıcı makaleyi bireysel olarak okumaları istenir. Öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problem durumunu okumaları ve notlar almaları sağlanır. Bunun için öğretmen “*Tanıtıcı makaleyi bireysel olarak okuyoruz. Ardından tanıtıcı makaleden ne/ler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz.*” yönergesi verir. Bireysel düşünme süreci tamamlandıktan sonra öğretmen öğrencileri kendi grupları içerisinde ikili olarak eşleştirir. Bunun için öğretmen “*Birinci grupta 1 ile 4 ve 2 ile 3 eşleşsin.*” yönergesini her grup için verir. Öğretmen eşleşmeleri tamamladıktan sonra “*Şimdi eşleştiğiniz arkadaşınız ile tanıtıcı makaleden ne/ler anladığınızı ve ne/ler öğrendiğinizi konuşarak tartışın. Ardından hazır oluş sorularını eşleştiğiniz arkadaşınız ile cevaplayın.*” yönergesini verir. Konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra ikili eşleşen öğrencilerin grup içerisinde bir araya gelerek hazır oluş sorularına yönelik tek bir yanıt oluşturmaları sağlanır. Bunun için öğretmen “*Şimdi grup arkadaşlarınızla birlikte soruları cevaplamanızı istiyorum. Grup içerisinde bir araya gelerek bu sorular için tek bir yanıt oluşturun. Sorularınızın cevaplarını bu ders için kullandığımız defterinize yazmanızı istiyorum. Hadi başlayalım!*” yönergesi verir. Bu süreç tamamlandıktan sonra her bir soru için tüm grupların yanıtları alınır. Yanıtlar alındıktan sonra bu süreç tamamlanmış olur.

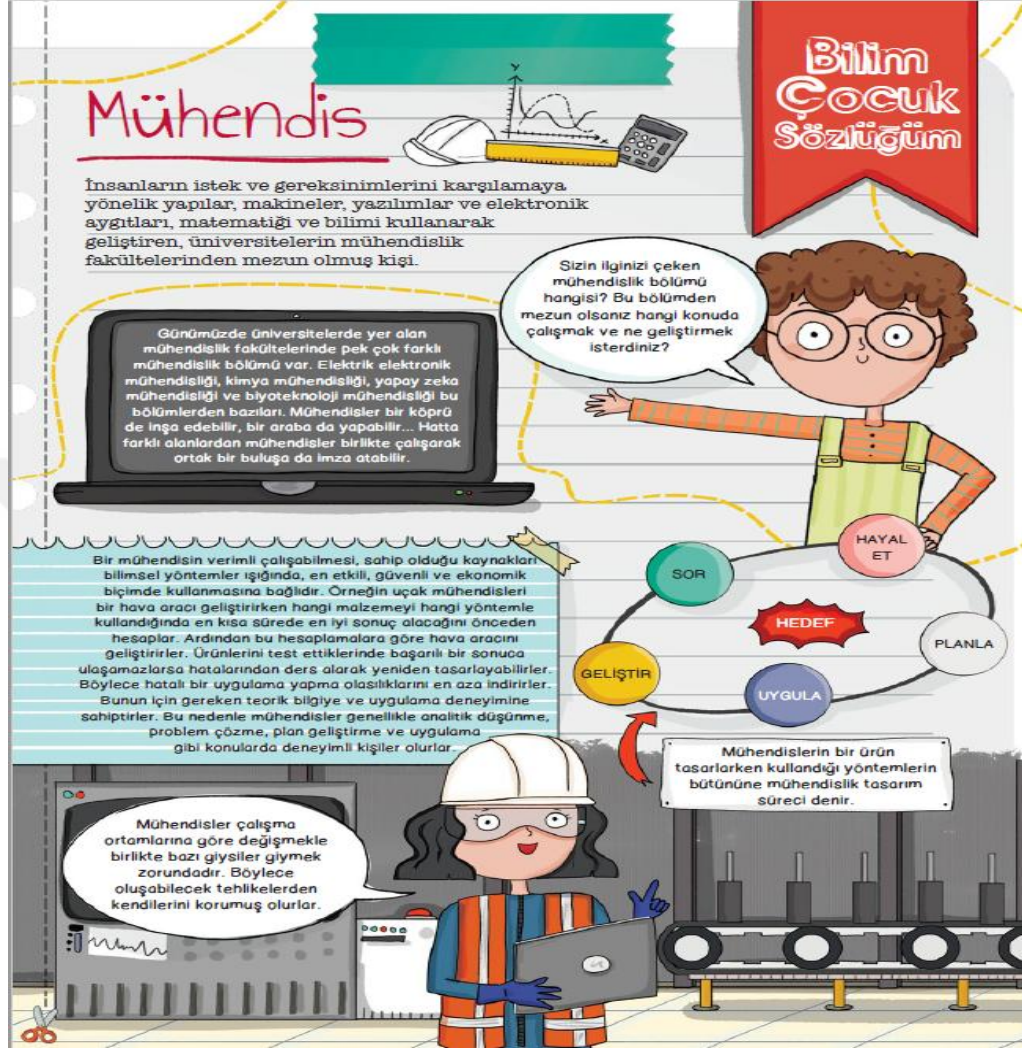
Problem Durumu ve Çözümlerin Sunumu Süreci:

Gruplara problem durumu verilmeden önce öğretmen tarafından öğrenciler grup içerisinde yeniden numaralandırılır. Ardından işbirlikli öğrenme gruplarına ilk olarak “*Robot Süpürge Alıyoruz!*” matematiksel modelleme problemi verilir. Ardından bu problemi bireysel olarak okumaları istenir. Öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problemi okumaları, notlar almaları ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak düşünmeleri sağlanır. Bunun için öğretmen “*Problemi bireysel olarak okuyoruz. Ardından probleminden ne/ler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz. Ayrıca problemi okurken ‘Problemde neler verilmiş?, Problem bizden ne istiyor?, Problemi nasıl çözebiliriz?’ sorularını düşünerek okumanızı ve düşünmenizi istiyorum.*” yönergesi

verir. Bireysel düşünme süreci tamamlandıktan sonra öğretmen öğrencileri kendi grupları içerisinde ikili olarak eşleştirir. Bunun için öğretmen “*Birinci grupta 1 ile 4 ve 2 ile 3 eşleşsin.*” yönergesini her grup için verir. Öğretmen eşleşmeleri tamamladıktan sonra “*Şimdi problemde neler anladığınızı eşleştirdiğiniz arkadaşlarınızla tartışmanızı istiyorum. Problemden verilenler neler?, İstenenler neler? Bu problemi nasıl çözebilirsiniz? Bu soruları eşleştirdiğiniz arkadaşınız ile tartışınız. Hadi başlayalım!*” yönergesi verir. Bu süreçte öğrencilerin fikirleri değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşmaları sağlanır. Bu süreç tamamlandıktan sonra öğretmen “*Şimdi ikili eşleştirdiğiniz arkadaşınız ile birlikte tüm fikirlerinizi paylaşınız. Artık problemi çözmeniz gerekiyor. Grup arkadaşlarınızla bir araya gelerek ortak bir çözüm varsayımına karar vermelisiniz. Bu kararı verdikten sonra problemi nasıl çözdüğünüzü bu ders için kullandığımız defterinize yazmanızı istiyorum. Hadi başlayalım!*” yönergesi verir. Öğrencilerin problem çözme süreçleri tamamlandıktan sonra her gruptan bir öğrenci, problemi nasıl çözdüklerini tahtaya kalkarak sınıf arkadaşlarına anlatır. Her gruptan bir öğrenci çözümlerini sınıf arkadaşları ile paylaşırken, diğer gruplar ise eleştirel bir bakış açısı ile sunulan çözümleri değerlendirir ve fikirler üretirler.

Ek 16. Hangi Bilgisayar Mühendisi? Etkinliği

Tanıtıcı Makale



Kaynak: Bilim Çocuk Sözlüğü-Mühendis, TÜBİTAK Bilim Çocuk E-Dergisi, Aralık

2021

Hazır Oluş Soruları

1. Mühendis kimdir?
2. Bilişim nedir?
3. Bilgisayar mühendisi olsaydınız nasıl bir bilişim teknolojisi aracı geliştirmek isterdiniz?

Problem Durumu

HANGİ BİLGİSAYAR MÜHENDİSİ?



Merhaba ben Bilgisayar Mühendisi Ferhat,

2022 yılına kadar Amerika’da Microsoft yazılım şirketinde bilgisayar mühendisi olarak çalışıyordum. Artık kendi yazılım şirketimi kurmak için Türkiye’ye dönüyorum. Şirketim için üç bilgisayar mühendisine ihtiyacım bulunmaktadır. Yeni bir şirket kuracağım için çalışanlarıma ayırdığım maaş bütçesi sınırlı olacaktır. Bunun için yüksek performanslı ama aynı zamanda maaş isteği çok olmayan çalışanları tercih etmem gerekecektir. Şirketi küçük bir bahçe katında açacağım. Çalışanlarım için ayıracağım ofis, her kenarı 5 m uzunluğunda olan kare bir alandır. Aradığım kriterler arasında profesyonel çalışma disiplinine sahip olmakta bulunmaktadır. İşe başvuran kişilerin bilgileri, aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

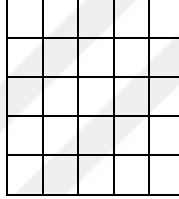
Verilen bilgileri kullanarak, üç kişiyi belirlememe yardımcı olunuz. Kararınızı verdikten sonra seçmem gereken üç çalışanı, nasıl belirlediğinizi ve çözüm sürecinde neler yaptığınızı bana detaylı bir şekilde bir mektup ile açıklayınız.

Ferhat ALBAYRAK
Bilgisayar Mühendisi

İşe Başvuran Kişilerin Bilgileri

İşe Başvuran Kişiler	Çalışma Performansı (100 puan üzerinden)	Maaş İstekleri	Çalışma Alanları (Masa+Sandalye)	Çalışma Disiplini Memnuniyeti (100 puan üzerinden)
Burak	70	15.000 TL	Kısa kenar: 2 m Uzun kenar: 3 m	80
Berke	65	14.600 TL	Kısa kenar: 2 m Uzun kenar: 2 m	75
Buğlem	90	13.800 TL	Kısa kenar: 1 m Uzun kenar: 3 m	70
Derin	50	12.400 TL	Kısa kenar: 2 m Uzun kenar: 5 m	50
Bulut	42	14.500 TL	Kısa kenar: 1 m Uzun kenar: 2 m	55
Gülpınar	80	16.000 TL	Kısa kenar: 2 m Uzun kenar: 2 m	80
Deren	75	14.800 TL	Kısa kenar: 1 m Uzun kenar: 1 m	70

Her kare 1 metreye eşittir.



Ek 17. Hangi Bilgisayar Mühendisi? Öğretim Planı

HANGİ BİLGİSAYAR MÜHENDİSİ?

Kullanılan Teknik: Düşün-Eşleş-Paylaş.

Tanıtıcı Makale ve Hazır Oluş Soruları Süreci:

Gruplara tanıtıcı makale verilmeden önce öğretmen tarafından öğrenciler grup içerisinde numaralandırılır. Örneğin birinci grupta dört öğrenci varsa, öğrenciler 1’den 4’e kadar numaralandırılır ve numara kâğıtları verilir. Ardından işbirlikli öğrenme gruplarına “*tanıtıcı makale*” verilir. Ardından tanıtıcı makaleyi bireysel olarak okumaları istenir. Öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problem durumunu okumaları ve notlar almaları sağlanır. Bunun için öğretmen “*Tanıtıcı makaleyi bireysel olarak okuyoruz. Ardından tanıtıcı makaleden ne/ler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz.*” yönergesi verir. Bireysel düşünme süreci tamamlandıktan sonra öğretmen öğrencileri kendi grupları içerisinde ikili olarak eşleştirir. Bunun için öğretmen “*Birinci grupta 1 ile 4 ve 2 ile 3 eşleşsin.*” yönergesini her grup için verir. Öğretmen eşleşmeleri tamamladıktan sonra “*Şimdi eşleştiğiniz arkadaşınız ile tanıtıcı makaleden ne/ler anladığınızı ve ne/ler öğrendiğinizi konuşarak tartışın. Ardından hazır oluş sorularını eşleştiğiniz arkadaşınız ile cevaplayın.*” yönergesini verir. Konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra ikili eşleşen öğrencilerin grup içerisinde bir araya gelerek hazır oluş sorularına yönelik tek bir yanıt oluşturmaları sağlanır. Bunun için öğretmen “*Şimdi grup arkadaşlarınızla birlikte soruları cevaplamanızı istiyorum. Grup içerisinde bir araya gelerek bu sorular için tek bir yanıt oluşturun. Sorularınızın cevaplarını bu ders için kullandığımız defterinize yazmanızı istiyorum. Hadi başlayalım!*” yönergesi verir. Ardından her bir soru için tüm grupların yanıtları alınır. Yanıtlar alındıktan sonra bu süreç tamamlanmış olur.

Problem Durumu ve Çözümlerin Sunumu Süreci:

Gruplara problem durumu verilmeden önce öğretmen tarafından öğrenciler grup içerisinde yeniden numaralandırılır. Ardından işbirlikli öğrenme gruplarına ilk olarak “*Hangi Bilgisayar Mühendisi?*” matematiksel modelleme problemi verilir. Ardından bu problemi bireysel olarak okumaları istenir. Öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problemi okumaları, notlar almaları ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak düşünmeleri sağlanır. Bunun için öğretmen “*Problemi bireysel olarak okuyoruz. Ardından probleminden ne/ler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz. Ayrıca problemi okurken ‘Problemde neler verilmiş?, Problem bizden ne istiyor?, Problemi nasıl*

çözebiliriz?’ sorularını düşünerek okumanızı ve düşünmenizi istiyorum.” yönergesi verir. Bireysel düşünme süreci tamamlandıktan sonra öğretmen öğrencileri kendi grupları içerisinde ikili olarak eşleştirir. Bunun için öğretmen “Birinci grupta 1 ile 4 ve 2 ile 3 eşleşsin.” yönergesini her grup için verir. Öğretmen eşleşmeleri tamamladıktan sonra “Şimdi problemde neler anladığınızı eşleştirdiğiniz arkadaşlarınızla tartışmanızı istiyorum. Problemde verilenler neler?, İstenenler neler? Bu problemi nasıl çözebilirsiniz? Bu soruları eşleştirdiğiniz arkadaşınız ile tartışınız. Hadi başlayalım!” yönergesi verir. Bu süreçte öğrencilerin fikirleri değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşmaları sağlanır. Bu süreç tamamlandıktan sonra öğretmen “Şimdi ikili eşleştirdiğiniz arkadaşınız ile birlikte tüm fikirlerinizi paylaştınız. Artık problemi çözmeniz gerekiyor. Grup arkadaşlarınızla bir araya gelerek ortak bir çözüm varsayımına karar vermelisiniz. Bu kararı verdikten sonra problemi nasıl çözdüğünüzü bu ders için kullandığımız defterinize yazmanızı istiyorum. Hadi başlayalım!” yönergesi verir. Grupların problem çözme süreci tamamlandıktan sonra her gruptan bir öğrenci, problemi nasıl çözdüklerini tahtaya kalkarak sınıf arkadaşlarına anlatır. Her gruptan bir öğrenci çözümlerini sınıf arkadaşları ile paylaşırken, diğer gruplar ise eleştirel bir bakış açısı ile sunulan çözümleri değerlendirir ve fikirler üretirler.

Ek 18. Büyük Ayak Etkinliği

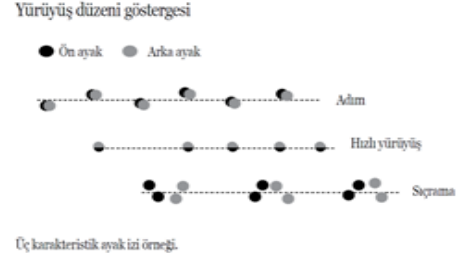
Tanıtıcı Makale

İZ SÜRERKEN...



Doğada memeli hayvanları çıplak gözle görmek çoğu zaman mümkün olmayabilir. Onların alandaki varlıklarını ayak izlerinden, dışkılarından ve kimi zaman da yerde ve ağaçlarda bıraktıkları işaretlerden anlayabiliriz. Özellikle ayak izleri o türün yaşı, cinsiyeti ve ruh hali hakkında bize önemli bilgiler verebilir. Örneğin genç karacaların tırnakları daha sivriyken, erişkinlerinki daha yuvarlaktır. Memeli hayvanların iz düzenine bakarak o alandan nasıl bir ruh haliyle geçtiğine, sakın mı yoksa heyecanlı mı olduğuna dair fikir edinebiliriz. Yürürken, koşarken ya da zıplarken bıraktıkları izler birbirinden farklıdır. Bunun yanında zeminin karlı, çamurlu veya kuru olması da ayak izlerinin görünüşünde farklılıklara sebep olur. Alanda bulacağımız dışkı ve idrar işaretleri de bize birçok bilgi verir.

Örneğin karda bırakılan bir idrardan o hayvanın cinsiyetini anlayabiliriz. Çoğu memeli hayvan bölgelerini işaretlemek için idrar ve dışkılarını kullanır. Bu, türlerin bölgedeki varlığını anlamamıza yarar. Memeli hayvanların o alandaki varlıklarını gösteren bir diğer önemli işaretse onların toprakta ve ağaçlarda bıraktıkları izlerdir. Bu izler bize o türün bu alanı beslenmek için kullanıp kullanmadığına ya da o alanda barınıp barınmadığına dair önemli bilgiler verebilir.



Kaynak: Türkiye'deki Memeli Hayvanların İz Rehberi, WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul, Türkiye, Temmuz 2016

Kaynak: Türkiye'deki Memeli Hayvanların İz Rehberi, WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul, Türkiye, Temmuz 2016

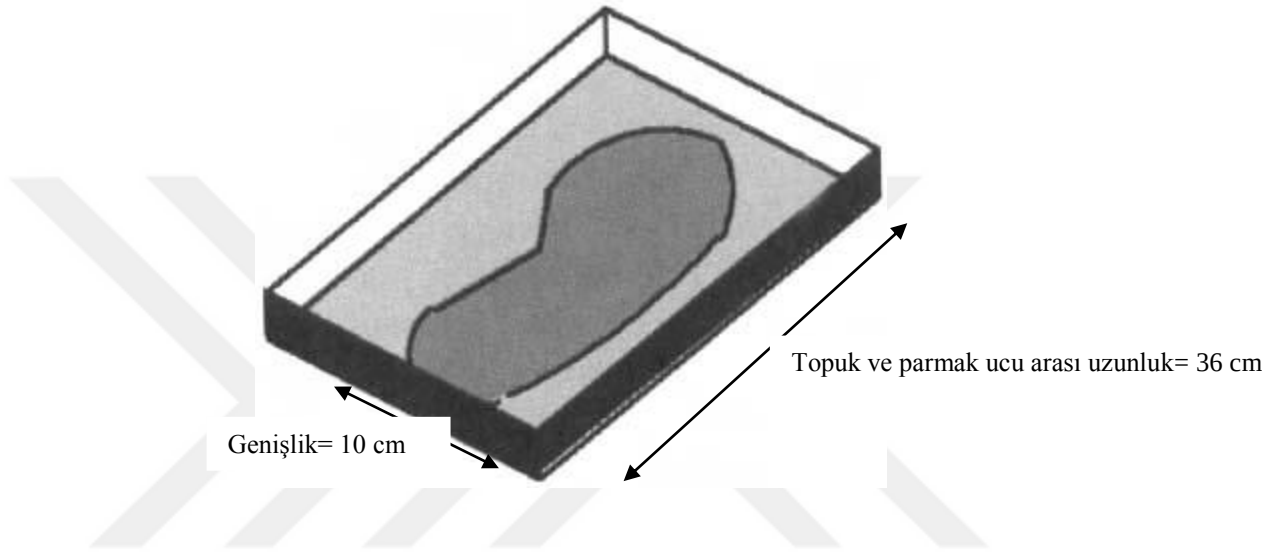
Hazır Oluş Soruları

1. Memeli hayvanların, doğadaki varlıklarını nasıl anlarız?
2. Hayvanların ayak izleri, bize ne tür bilgiler verir?
3. Sizce hava koşulları değiştikçe, ayak izlerinde nasıl değişiklikler oluyordur?

Problem Durumu

BÜYÜK AYAK

Bu sabah okula gelen öğrenciler, her bir öğrencinin sırasına Küçük Kara Balık kitabının bırakıldığını gördüler. Öğrenciler ve sınıf öğretmeni, kitapları bırakan kişiye teşekkür etmek istediler. Ancak hiç kimse bunu yapan kişiyi görmemiştir. Olay yerine gelen polis ekiplerinin bulabildiği tek şey bir sürü ayak izidir. Ayak izlerinden birisi, aşağıda gösterilmektedir.



Bu kişiyi ve arkadaşlarını bulmak için bu ayak izinin sahibinin boyunu belirlemeniz gerekmektedir. Göreviniz, polise ayak izi bulunan kişinin boyunun uzunluğunu belirlemede kullanmak üzere bir yöntem geliştirmektir. Geliştirdiğiniz yöntemi ve çözüm sürecinde neler yaptığınızı polise bir mektup ile açıklamalısınız.

Ek 19. Büyük Ayak Öğretim Planı

BÜYÜK AYAK

Kullanılan Teknik: Zamanla Sınırlandırılmış Eşleş-Tartış.

Tanıtıcı Makale ve Hazır Oluş Soruları Süreci:

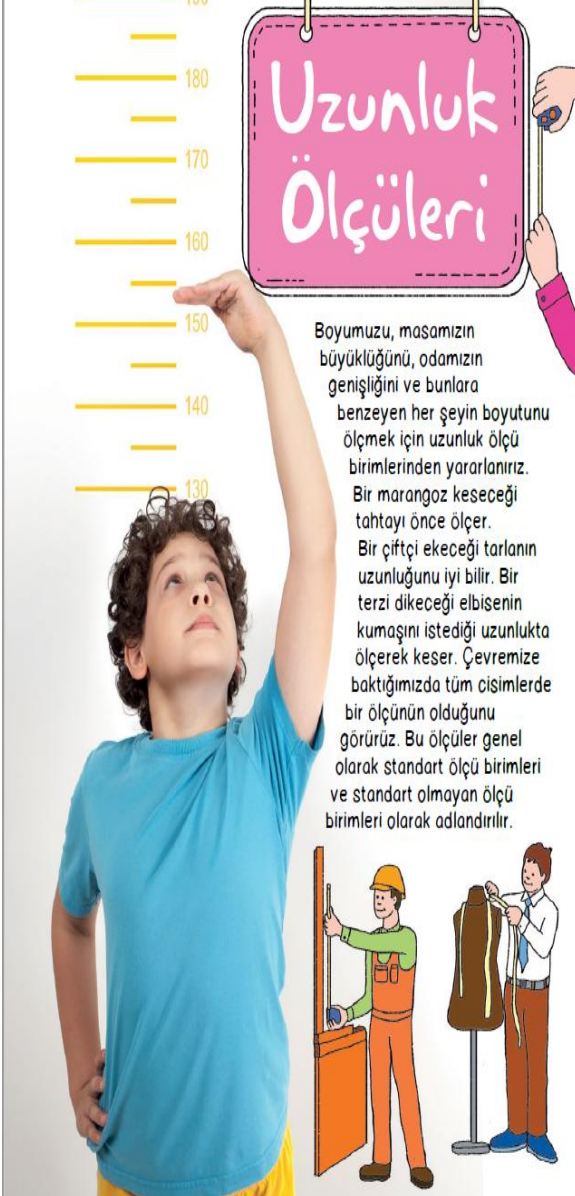
Gruplara tanıtıcı makale verilmeden önce öğretmen tarafından öğrenciler grup içerisinde numaralandırılır. Örneğin birinci grupta dört öğrenci varsa, öğrenciler 1’den 4’e kadar numaralandırılır ve numara kâğıtları verilir. Ardından işbirlikli öğrenme gruplarına “*tanıtıcı makale*” verilir. Ardından tanıtıcı makaleyi bireysel olarak okumaları istenir. Bunun için öğretmen “*Tanıtıcı makaleyi bireysel olarak okuyoruz. Ardından tanıtıcı makaleden ne/ler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz.*” yönergesi verir. Bireysel düşünme süreci tamamlandıktan sonra öğretmen öğrencileri kendi grupları içerisinde ikili olarak eşleştirir. Bunun için öğretmen “*Birinci grupta 1 ile 4 ve 2 ile 3 eşleşsin.*” yönergesini her grup için verir. Öğretmen eşleşmeleri tamamladıktan sonra “*Eşleştirdiğiniz arkadaşınız ile birlikte soruları tartışmanız ve cevaplamanız için 10 dakika süreniz bulunmaktadır. Hadi başlayalım!*” yönergesini verir. Konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra ikili eşleşen öğrencilerin grup içerisinde bir araya gelerek hazır oluş sorularına yönelik tek bir yanıt oluşturmaları sağlanır. Bunun için öğretmen “*Şimdi grup arkadaşlarınızla birlikte soruları cevaplamanızı istiyorum. Grup içerisinde bir araya gelerek bu sorular için tek bir yanıt oluşturun. Hadi başlayalım!*” yönergesi verir. Bu süreç tamamlandıktan sonra her bir soru için tüm grupların yanıtları alınır. Yanıtlar alındıktan sonra bu süreç tamamlanmış olur.

Problem Durumu ve Çözümlerin Sunumu Süreci:

Gruplara problem durumu verilmeden önce öğretmen tarafından öğrenciler grup içerisinde yeniden numaralandırılır. Ardından işbirlikli öğrenme gruplarına ilk olarak “*Büyük Ayak*” matematiksel modelleme problemi verilir. Ardından bu problemi bireysel olarak okumaları istenir. Öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problemi okumaları, notlar almaları ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak düşünmeleri sağlanır. Bunun için öğretmen “*Problemi bireysel olarak okuyoruz. Ardından problemde ne/ler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz. Ayrıca problemi okurken ‘Problemde neler verilmiş?, Problem bizden ne istiyor?, Problemi nasıl çözebiliriz?’ sorularını düşünerek okumanızı ve düşünmenizi istiyorum.*” yönergesi verir. Bireysel düşünme süreci tamamlandıktan sonra öğretmen öğrencileri kendi grupları içerisinde ikili olarak eşleştirir. Bunun için öğretmen “*Birinci grupta 1 ile 4 ve*

2 ile 3 eşleşsin.” yönergesini her grup için verir. Öğretmen eşleşmeleri tamamladıktan sonra “*Şimdi problemde neler anladığınızı eşleştirdiğiniz arkadaşlarınızla tartışmanızı istiyorum. ‘Problemde verilenler neler?, İstenenler neler? Bu problemi nasıl çözebilirsiniz?’ Bu soruları eşleştirdiğiniz arkadaşınız ile tartışınız. Bunun için 5 dakika süreniz vardır. Hadi başlayalım!’* yönergesi verir. Bu süreçte öğrencilerin fikirleri değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşmaları sağlanır. Bu süreç tamamlandıktan sonra öğretmen “*Şimdi ikili eşleştirdiğiniz arkadaşınız ile birlikte tüm fikirlerinizi paylaştınız. Artık problemi çözmeniz gerekiyor. Grup arkadaşlarınızla bir araya gelerek ortak bir çözüm varsayımına karar vermelisiniz. Hadi başlayalım!’* yönergesi verir. Öğrencilerin problem çözme süreçleri tamamlandıktan sonra her gruptan bir öğrenci, problemi nasıl çözdüklerini tahtaya kalkarak sınıf arkadaşlarına anlatır. Her gruptan bir öğrenci çözümlerini sınıf arkadaşları ile paylaşırken, diğer gruplar ise eleştirel bir bakış açısı ile sunulan çözümleri değerlendirir ve fikirler üretirler.

Ek 20. Sınıfımızı Boyuyoruz! Etkinliği Tanıtıcı Makale



Uzunluk Ölçüleri

Boyumuzu, masamızın büyüklüğünü, odamızın genişliğini ve bunlara benzeyen her şeyin boyutunu ölçmek için uzunluk ölçü birimlerinden yararlanırız. Bir marangoz keseceği tahtayı önce ölçer. Bir çiftçi ekeceği tarlanın uzunluğunu iyi bilir. Bir terzi dikeceği elbisenin kumaşını istediği uzunlukta ölçerek keser. Çevremize baktığımızda tüm cisimlerde bir ölçünün olduğunu görürüz. Bu ölçüler genel olarak standart ölçü birimleri ve standart olmayan ölçü birimleri olarak adlandırılır.



Uzunlukları ölçmek için kullandığımız temel ölçü birimi metredir. Metre, kişiden kişiye değişmeyen, yani standart bir ölçü birimidir. 1 metreden daha küçük uzunlukları ölçmek için santimetre biriminden yararlanırız. Santimetreden küçük olan ölçü birimi ise milimetredir. Şehirler arası uzaklıkları da kilometre birimiyle ifade ederiz.



Kıvrımlı cisimlerin uzunluğunu ölçmek için bükülebilir bir malzemeden yapılan mezura adı ölçüm aleti kullanılır.



Düz yüzeylerin uzunluğunu ölçmek için şerit metre denilen ölçüm aleti sıklıkla kullanılır.

Kerem, hafta sonu yürüyerek dedesinin evine gitmek istiyor. Kendi evleriyle dedesinin evi arasında 5 bin metre olduğunu öğrenen Kerem, bu uzaklığı kilometre olarak hesaplamak istiyor. Bu uzaklık kaç kilometredir?



En yaygın kullanılan uzunluk ölçü birimlerinin kısaltmaları

Kilometre	km
Metre	m
Desimetre	dm
Santimetre	cm
Milimetre	mm

Kaynak: Uzunluk Ölçüleri, TÜBİTAK Bilim Çocuk E-Dergisi, Aralık, 2018

NOT: Hazır oluş sorusu, tanıtıcı makalede yer alan sorudan (sayfa 41) oluşmaktadır.

Problem Durumu**SINIFIMIZI BOYUYORUZ!**

Merhaba,

Biz Hacı Nazım Turgut İlkokulu'nun 4/B sınıfının öğrencileriyiz. Sınıfımızı yeni bir renge boyamaya karar verdik. Gerekli miktarda boya alabilmemiz için boyanacak alanı doğru ölçmeli ve hesaplamalıyız. Çünkü okulumuz boyama işlemlerine sınırlı bir bütçe ayırdığından dolayı boyama yapılırken herhangi bir boya israfı istemiyoruz. Bu sebeple ne kadar miktarda boya harcanacağını önceden doğru bir şekilde belirlemek istiyoruz. Bunun için sizin yardımınıza ihtiyacımız var. Boya satışı yapan yerler, 3 metre yüksekliğe ve 3 metre genişliğe sahip bir duvara 1 litre boyanın yeterli olduğunu söylediler.

Eğer siz kendi sınıfınızı boyuyor olsaydınız, ne kadar miktar boyaya ihtiyacınız olurdu? Çözümünüzü yaptıktan sonra almamız gereken boya miktarını nasıl belirlediğinizi ve çözüm sürecinde neler yaptığınızı detaylı bir şekilde bize bir mektup ile açıklamanızı istiyoruz.

Yardımlarınız için şimdiden çok teşekkür ederiz.

4/B Sınıfı

Ek 21. Sınıfımızı Boyuyoruz! Öğretim Planı

SINIFIMIZI BOYUYORUZ!

Kullanılan Teknik: Zamanla Sınırlandırılmış Eşleş-Tartış.

Tanıtıcı Makale ve Hazır Oluş Soruları Süreci:

Gruplara tanıtıcı makale verilmeden önce öğretmen tarafından öğrenciler grup içerisinde numaralandırılır. Örneğin birinci grupta dört öğrenci varsa, öğrenciler 1’den 4’e kadar numaralandırılır ve numara kâğıtları verilir. Ardından işbirlikli öğrenme gruplarına “*tanıtıcı makale*” verilir. Ardından tanıtıcı makaleyi bireysel olarak okumaları istenir. Bunun için öğretmen “*Tanıtıcı makaleyi bireysel olarak okuyoruz. Ardından tanıtıcı makaleden ne/ler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz.*” yönergesi verir. Bireysel düşünme süreci tamamlandıktan sonra öğretmen öğrencileri kendi grupları içerisinde ikili olarak eşleştirir. Bunun için öğretmen “*Birinci grupta 1 ile 4 ve 2 ile 3 eşleşsin.*” yönergesini her grup için verir. Öğretmen eşleşmeleri tamamladıktan sonra “*Eşleştiğiniz arkadaşınız ile birlikte soruları tartışmanız ve cevaplamanız için 10 dakika süreniz bulunmaktadır. Hadi başlayalım!*” yönergesini verir. Konuşma ve tartışma süreci tamamlandıktan sonra ikili eşleşen öğrencilerin grup içerisinde bir araya gelerek hazır oluş sorularına yönelik tek bir yanıt oluşturmaları sağlanır. Bunun için öğretmen “*Şimdi grup arkadaşlarınızla birlikte soruları cevaplamanızı istiyorum. Grup içerisinde bir araya gelerek bu sorular için tek bir yanıt oluşturun. Hadi başlayalım!*” yönergesi verir. Bu süreç tamamlandıktan sonra her bir soru için tüm grupların yanıtları alınır. Yanıtlar alındıktan sonra bu süreç tamamlanmış olur.

Problem Durumu ve Çözümlerin Sunumu Süreci:

Gruplara problem durumu verilmeden önce öğretmen tarafından öğrenciler grup içerisinde yeniden numaralandırılır. Ardından işbirlikli öğrenme gruplarına ilk olarak “*Sınıfımızı Boyuyoruz*” matematiksel modelleme problemi verilir. Ardından bu problemi bireysel olarak okumaları istenir. Öğrencilerin grup içerisinde bireysel olarak problemi okumaları, notlar almaları ve olası cevapları (çözüm stratejileri) bireysel olarak düşünmeleri sağlanır. Bunun için öğretmen “*Problemi bireysel olarak okuyoruz. Ardından problemde ne/ler anladığımıza dair küçük notlar alıyoruz. Ayrıca problemi okurken ‘Problemde neler verilmiş?, Problem bizden ne istiyor?, Problemi nasıl çözebiliriz?’ sorularını düşünerek okumanızı ve düşünmenizi istiyorum.*” yönergesi verir. Bireysel düşünme süreci tamamlandıktan sonra öğretmen öğrencileri kendi grupları içerisinde ikili olarak eşleştirir. Bunun için öğretmen “*Birinci grupta 1 ile 4 ve*

2 ile 3 eşleşsin.” yönergesini her grup için verir. Öğretmen eşleşmeleri tamamladıktan sonra “*Şimdi problemde neler anladığınızı eşleştirdiğiniz arkadaşlarınızla tartışmanızı istiyorum. ‘Problemde verilenler neler?, İstenenler neler? Bu problemi nasıl çözebilirsiniz?’ Bu soruları eşleştirdiğiniz arkadaşınız ile tartışınız. Bunun için 5 dakika süreniz vardır. Hadi başlayalım!’* yönergesi verir. Bu süreçte öğrencilerin fikirleri değerlendirme, çözüm varsayımları oluşturma, eleştirel düşünme ve akıl yürütme becerilerini işe koşmaları sağlanır. Bu süreç tamamlandıktan sonra öğretmen “*Şimdi ikili eşleştirdiğiniz arkadaşınız ile birlikte tüm fikirlerinizi paylaştınız. Artık problemi çözmeniz gerekiyor. Grup arkadaşlarınızla bir araya gelerek ortak bir çözüm varsayımına karar vermelisiniz. Hadi başlayalım!’* yönergesi verir. Öğrencilerin problem çözme süreçleri tamamlandıktan sonra her gruptan bir öğrenci, problemi nasıl çözdüklerini tahtaya kalkarak sınıf arkadaşlarına anlatır. Her gruptan bir öğrenci çözümlerini sınıf arkadaşları ile paylaşırken, diğer gruplar ise eleştirel bir bakış açısı ile sunulan çözümleri değerlendirir ve fikirler üretirler.