ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN MODEL OLUŞTURMA ETKİNLİKLERİ (MOE) ARACILIĞIYLA STEM EĞİTİMİNDE MATEMATİKSEL MODELLEME SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞULE DENİZ

MERSİN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
İLKÖĞRETİM MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

MERSİN
Temmuz-2020

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN MODEL OLUŞTURMA ETKİNLİKLERİ (MOE) ARACILIĞIYLA STEM EĞİTİMİNDE MATEMATİKSEL MODELLEME SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞULE DENİZ

MERSİN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
İLKÖĞRETİM MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

Danışman
DR. ÖĞR. ÜYESİ GAMZE KURT BİREL

MERSİN
Temmuz-2020

ETİK BEYAN

Mersin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinde belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlâk kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak kullandığımı,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Mersin Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
- Tezin tüm telif haklarını Mersin Üniversitesi'ne devrettiğimi beyan ederim.

ETHICAL DECLERATION

This thesis is prepared in accordance with the rules specified in Mersin University Graduate Education Regulation and I declare to comply with the following conditions:

- I have obtained all the information and the documents of the thesis in accordance with the academic rules.
- I presented all the visual, auditory and written informations and results in accordance with scientific ethics.
- I refer in accordance with the norms of scientific works about the case of exploitation of others' works.
- I used all of the referred works as the references.
- I did not do any tampering in the used data.
- I did not present any part of this thesis as an another thesis at Mersin University or another university.
- I transfer all copyrights of this thesis to the Mersin University.

24 Temmuz 2020/ 24 July 2020

İmza / Signature



Şule DENİZ

ÖZET

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN MODEL OLUŞTURMA ETKİNLİKLERİ (MOE) ARACILIĞIYLA STEM EĞİTİMİNDE MATEMATİKSEL MODELLEME SÜREÇLERİNİN İNCELENMESİ

Bu çalışmada, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri aracılığıyla STEM eğitiminde matematiksel modelleme süreçleri ve bu süreçte karşılaşılan güçlüklerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Araştırma, Akdeniz Bölgesi'nde büyük bir ilin merkez ilçelerinde bulunan bir devlet okulunda gerçekleştirilmiş bir durum çalışmasıdır. Bu çalışmada birden fazla durum olduğu ve bu durumlar karşılaştırmalı olarak analiz edildiği için aynı zamanda bir *çoklu durum (multiple case study)* çalışmasıdır. Araştırmanın katılımcıları 2019-2020 eğitim öğretim yılı 8. sınıf öğrencilerinden amaçlı örnekleme stratejilerinden *ölçüt örnekleme* ile belirlenen dörder kişilik iki gruptur. Bu gruplara, iki model oluşturma etkinliği, belli bir plan doğrultusunda uygulanmış ve öğrencilerin model oluşturma süreçleri kayıt altına alınmıştır. Daha sonra katılımcıların model oluşturma etkinlikleri sürecinin nasıl olduğu, dokümanlar ve görüşmeler yoluyla ortaya koydukları bilişsel aktiviteleri matematiksel modelleme sürecindeki aşamalar göz önüne alınarak incelenmiştir. Bu amaçla her bir grubun modelleme süreci Blum ve Borromeo Ferri (2009)'nin modelleme döngüsü kullanılarak nitel olarak analiz edilmiştir.

Çalışmanın sonucu, gruplardan elde edilen bulgulara göre, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin model oluşturma sürecinde birtakım güçlüklerle karşılaştıklarını ortaya çıkarmıştır. Bu güçlükler model oluşturma sürecinin dört basamağını içine alan *problemi anlama, model oluşturma, matematik kullanma, sonuç açıklama* aşamalarını içermekle birlikte *grup ile çalışma*, *oluşturulan modeli doğrulama* ve *zaman yönetimi* olmak üzere 7 kategoride belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Ortaokul öğrencileri, model oluşturma etkinlikleri, matematiksel modelleme, modelleme oluşturma süreçleri, STEM eğitimi.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gamze KURT BİREL Mersin Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Mersin.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF MATHEMATICAL MODELING PROCESSES IN STEM EDUCATION THROUGH THE MODELING ELICITING ACTIVITIES OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS

In this study, it is aimed to reveal mathematical modeling processes and difficulties encountered in STEM education through the modeling eliciting activities (MOE) of middle school 8th grade students. The research is a case study conducted in a public school located in the central districts of a large province in the Mediterranean Region. Since there are more than one case in this study and these cases are analyzed comparatively, it is also a multiple case study. The participants of the research are two groups of four, determined by criterion sampling, one of the purposeful sampling strategies from the 8th grade students in the 2019-2020 academic year. In these groups, two model formation activities were applied in accordance with a certain plan and the model formation processes of the students were recorded. Then, how the participants' modeling activities process, the cognitive activities they put forward through documents and interviews were examined by considering the stages in the mathematical modeling process. For this purpose, the modeling process of each group was analyzed qualitatively using the modeling cycle of Blum and Borromeo Ferri (2009).

According to the findings obtained from the groups at the end of the study, it was revealed that middle school 8th grade students faced some difficulties in the modeling process. These difficulties include the four stages of the modeling process, understanding the problem, modeling, using mathematics, explaining the results, but working with the group, validating the model created, and time management.

Keywords: Middle school students, modeling eliciting activities, mathematical modeling, mathematical modeling processes, STEM education

Advisor: Assist. Prof. Dr. Gamze KURT BİREL, Mersin University, Department of Mathematics and Science Education, Mersin

TEŞEKKÜR

Mesleki ve eğitim yaşamıma birçok katkıda bulunan, bu araştırmanın ortaya çıkıp tamamlanmasında en büyük destekçim olan, araştırmamın her bir aşaması için en ayrıntılı değerlendirmeleriyle zamanını fedakârca harcayan, tüm süreç boyunca bana yol gösterip beni cesaretlendiren değerli hocam ve tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Gamze KURT BİREL'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez savunma jürimde yer alan saygı değer hocalarım Çukurova Üniversitesi'nden Doç. Dr. Ayten Pınar BAL, Mersin Üniversitesi'nden Dr. Öğr. Üyesi Orkun COŞKUNTUNCEL ve Dr. Öğr. Üyesi Gamze KURT BİREL'e çok teşekkür ediyorum.

Yüksek lisans eğitimimin başlamasından bitişine kadar, bana yardımcı olmaktan hiçbir zaman geri durmayan değerli hocalarım Prof. Dr. Mutlu Nisa ÜNALDI CORAL, Dr. Öğr. Üyesi Meriç ÖZGELDİ, Prof. Dr. Ramazan DİKİCİ, eğitim hayatımda emeği geçen diğer hocalarım; her zaman bana destek olup zorluk çıkarmayan okul müdürlerim Abdullah TAYFUR ve Osman ÖZEL'e, destek olan öğretmen arkadaşlarıma ve dostlarıma, sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Hayatımın ilk gününden bugüne kadar her anlamda ve her zaman yanımda olan, eğitim hayatım süresince bana her zaman destek olan ve bugünlere gelmemi sağlayan, emeklerini hala üzerimden eksik etmeyen canım annem Şerife SERTOĞLU ve sevgili babam Ali SERTOĞLU'na, ablalarım ve erkek kardeşime teşekkür ediyorum.

Tanıştığımız günden bugüne kadar hep yanımda olan, beni destekleyen, bu zorlu süreci birlikte atlattığım canım eşim, hayatımın anlamı Süleyman DENİZ'e ve varlıklarıyla hayatıma ışık saçan, her daim "Sen yaparsın anne!" diyerek bana güç veren oğullarım Fikret Bora DENİZ, Ali Buğra DENİZ ve tez sürecinde tekmelemeleri ile beni destekleyen, doğumuna gün saydığım oğlum Denizhan DENİZ'e teşekkür ediyorum.

Tez çalışmamda canla başla çalışan, her hafta verilen görevleri çok dikkatli takip edip beni üzmeyen, bana yardımcı olmak için çabalayıp, bu tezin ortaya çıkmasında en büyük role sahip olan canım öğrencilerime sonsuz teşekkür ederim.

Desteklerinden dolayı (Proje No: 2019-3-TP2-3736) Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi'ne teşekkür ediyorum.

Şule DENİZ
Temmuz 2020/MERSİN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK	
ONAY	
ETİK BEYAN	
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLOLAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
KISALTMALAR ve SİMGELER	ix
1. GİRİŞ	**1**
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı	2
1.3. Araştırmanın Önemi	3
1.4. Araştırmanın Sayıltıları	4
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	4
1.6. Tanımlar	4
2. KURAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ALANYAZIN	**6**
2.1. Model ve Modelleme	6
2.2. Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme	6
2.3. Matematiği Modelleme	7
2.4. Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme Perspektifleri	9
2.5. STEM Eğitimi Yaklaşımı ve Matematik Eğitimi	11
2.6. Matematiksel Modelleme Süreci	13
2.7. Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE)	22
2.8. Matematiksel Modelleme Üzerine Yapılan Çalışmalar	25
3. YÖNTEM	**31**
3.1. Araştırmanın Deseni	31
3.2. Katılımcılar	31
3.3. Veri Toplama Araçları	32
3.3.1. Görüşme	32
3.3.2. Gözlem	34
3.3.3. Görsel ve İşitsel Veri Toplama Araçları	34
3.3.4. Dokümanlar	34
3.4. Veri Toplama Süreci	35
3.5. Veri Analizi	38
3.6. Araştırmanın Kalitesi	39
4. BULGULAR	**41**
4.1. Park Yeri Problemi Model Oluşturma Etkinliği	41
4.1.1. A Grubuna Ait Bulgular	41
4.1.1.1. A Grubu- Park Yeri Problemi MOE Genel Süreç	41
4.1.1.2. A Grubu- Model Oluşturma Süreci	43
4.1.2. B Grubuna Ait Bulgular	47
4.1.2.1. B Grubu- Park Yeri Problemi MOE Genel Süreç	47
4.1.2.2. B Grubu- Model Oluşturma Süreci	49
4.1.3. A ve B Gruplarının Karşılaştırması	52
4.2. Su Tasarrufu Problemi Model Oluşturma Etkinliği	56
4.2.1. A Grubuna Ait Bulgular	56

	Sayfa
4.2.1.1. A Grubu – Su Tasarrufu Problemi MOE Genel Süreç	56
4.2.1.2. A Grubu- Model Oluşturma Süreci	58
4.2.2. B Grubuna Ait Bulgular	64
4.2.2.1. B Grubu – Su Tasarrufu Problemi MOE Genel Süreç	64
4.2.2.2. B Grubu- Model Oluşturma Süreci	65
4.2.3. A ve B Gruplarının Karşılaştırılması	69
4.3. Matematiksel Modelleme/Model Oluşturma Sürecinde Karşılaşılan Güçlükler	73
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	**76**
6. ÖNERİLER	**79**
KAYNAKLAR	81
EKLER	88
EK 1	88
EK 2	92
EK 3	95
EK 4	96
EK 5	97
EK 6	98
EK 7	99
EK 8	101
EK 9	102
EK 10	103
EK 11	104
ÖZGEÇMİŞ	105

TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Matematiksel Modelleme Perspektiflerinin Sınırlandırılma	10
Tablo 3.1. MOE 1: Park Yeri Problemi Veri Toplama Süreci	36
Tablo 3.2. MOE 2: Su Tasarrufu Problemi Veri Toplama Süreci	37
Tablo 4.1. A grubunun MOE 1: Park Yeri Problemi Modelleme Süreci	44
Tablo 4.2. B grubunun MOE 1: Park Yeri Problemi Modelleme Süreci	50
Tablo 4.3. A Grubunun MOE 2: Su Tasarrufu Problemi Modelleme Süreci	59
Tablo 4.4. B grubunun MOE 2: Su Tasarrufu Problemi Modelleme Süreci	66

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Modelleme Sürecinin Yapısı (Müller ve Wittmann, 1984, akt. Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2013)	14
Şekil 2.2. Modellemedeki Temel Basamaklar (Mason, 1988, akt. Bukova Güzel, 2018)	14
Şekil 2.3. Modelleme Döngüsü (Berry ve Davies, 1996, akt. Keskin, 2008)	15
Şekil 2.4. Matematiksel Modelleme Döngüsü (Abrams, 2001, akt. Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2013)	15
Şekil 2.5. Matematiksel Modelleme Süreci (Lesh ve Doerr, 2003, akt. Aydın Güç, 2015)	16
Şekil 2.6. Blum ve Leiß'in matematiksel modelleme döngüsü (Blum ve Leiß, 2007, akt. Aydın Güç, 2015)	16
Şekil 2.7. Bilişsel Perspektif Altında Modelleme Döngüsü (Borromeo Ferri, 2006)	17
Şekil 2.8. Matematiksel Modelleme Sürecinin Akış Diyagramı (Voskoglou, 2006, akt. Hıdıroğlu ve Güzel, 2013)	18
Şekil 2.9. Matematiksel Modelleme Süreci Diyagramı (Keskin, 2008)	18
Şekil 2.10. Matematiksel Modelleme Süreci (Galbraith ve Stillman, 2006, akt. Aydın Güç, 2015)	19
Şekil 2.11. Matematiksel Modelleme Süreci (Cheng, 2010, akt. Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2013)	19
Şekil 2.12. Matematiksel Modelleme Sürecinin Temel Yapısı (Hıdıroğlu, 2012)	20
Şekil 2.13. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri İçin Çözüm Planı (Blum ve Borromeo Ferri, 2009)	21
Şekil 2.14. MOE'nin Temel Bileşenleri	23
Şekil 2.15. Model Oluşturma Etkinliklerinin Özellikleri	24
Şekil 3.1. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri İçin Çözüm Planı (Blum ve Borromeo Ferri, 2009)	38
Şekil 4.1. A Grubunun Park Yeri Problemi Hazırlık Sorularına Verdiği Cevaplardan Bir Kesit	41
Şekil 4.2. A Grubunun Park Yeri Problemi Araştırma Kayıt Defterinden Bir Kesit	42
Şekil 4.3. Park Yeri Problemi Model Oluşturma Etkinliği Sınıf Oturma Düzeni	43
Şekil 4.4. A Grubunun Park Yeri Problemi Matematiği Kullanma Aşamasından Bir Kesit	45
Şekil 4.5. A Grubunun Park Yeri Problemi Matematiği Kullanma Aşamasından Başka Bir Kesit	46
Şekil 4.6. A Grubu Park Yeri Problemi Sunu/Sonuç Açıklama Aşamasından Kesitler	46
Şekil 4.7. B Grubunun Park Yeri Problemi Hazırlık Sorularına Verdiği Cevaplardan Bir Kesit	48
Şekil 4.8. B Grubunun Park Yeri Problemi Araştırma Kayıt Defterinden Bir Kesit	48
Şekil 4.9. B Grubu Park Yeri Problemi 3. Hafta Oturma Düzeninden Bir Görünüm	49
Şekil 4.10. B Grubu Park Yeri Problemi Sunu/Sonucu Açıklama Aşamasından Bir Görünüm	51
Şekil 4.11. B Grubunun Park Yeri Probleminde A Grubuna Yönelik Sunum Değerlendirmesinden Bir Kesit	54
Şekil 4.12. A Grubunun Park Yeri Probleminde B Grubuna Yönelik Sunum Değerlendirmesinden Bir Kesit	54
Şekil 4.13. A Grubunun Park Yeri Problemi Sunum Değerlendirme Formundaki Yorumlarından Bir Kesit	55
Şekil 4.14. A ve B Grubunun Otopark Tasarımları	55
Şekil 4.15. A Grubu Su Tasarrufu Problemi Hazırlık Sorularına Verdiği Cevaplardan Kesitler	56
Şekil 4.16. A Grubunun Su Tasarrufu Problemi Araştırma Kayıt Defterinden Bir Kesit	57

	Sayfa
Şekil 4.17. A Grubu Su Tasarrufu Problemi 3. Hafta Oturma Düzeni	58
Şekil 4.18. A Grubunun Su Tasarrufu Problemi Model Oluşturma Aşamasından Bir Kesit	60
Şekil 4.19. A Grubunun Su Tasarrufu Problemi Matematiği Kullanma Aşamasından Bir Kesit	61
Şekil 4.20. A Grubunun Su Tasarrufu Problemi Sonuçları Açıklama Aşamasından Bulaşık Yıkama Bölümü ile İlgili Bir Açıklama	62
Şekil 4.21. A Grubunun Su Tasarrufu Probleminde Oluşturduğu 1 Kişilik Su Tasarrufu Modeli	62
Şekil 4.22. A Grubu Su Tasarrufu Problemi Sunu/Sonucu Açıklama Aşamasından Bir Kesit	63
Şekil 4.23. B Grubu Su Tasarrufu Problemi Hazırlık Sorularına Verdiği Cevaplardan Bir Kesit	64
Şekil 4.24. B Grubunun Su Tasarrufu Problemi Ön Araştırmalarından Bir Kesit	65
Şekil 4.25. B Grubu Su Tasarrufu Problemi 3. Hafta Oturma Düzeni	65
Şekil 4.26. B Grubu Su Tasarrufu Problemi Matematik Kullanma Aşamasından Bir Kesit	67
Şekil 4.27. B Grubunun Su Tasarrufu Probleminde Oluşturduğu 1 Kişilik Su Tasarrufu Modeli	68
Şekil 4.28. B Grubu Su Tasarrufu Problemi Sonuç Açıklama Aşamasından Bir Kesit	68
Şekil 4.29. B Grubunun Su Tasarrufu Problemi Matematik Kullanma Aşamasından Bir Kesit	70
Şekil 4.30. A Grubunun Su Tasarrufu Probleminde B Grubuna Yönelik Sunum Değerlendirmesinden Bir Kesit	70
Şekil 4.31. B Grubunun Su Tasarrufu Probleminde A Grubuna Yönelik Sunu Değerlendirmesinden Bir Kesit	71
Şekil 4.32. A Grubunun Su Tasarrufu Probleminde Öz Değerlendirmelerinden Bir Kesit	71
Şekil 4.33. A Grubunun Su Tasarrufu Problemi Tasarruf Planı	72
Şekil 4.34. B Grubunun Su Tasarrufu Problemi Tasarruf Planı	72

KISALTMALAR ve SİMGELER

Kısaltma/Simge	Tanım
CCSSM	Common Core State Standards for Mathematics
COM^2	Cognitive-psychological Analysis of Modelling Pcesses in Mathematics Lessons
DISUM	Didaktische Interventionsformen für einen Selbständigkeitsorientierten aufgabengesteuerten Unterricht am Beispiel Mathematik
FeTeMM	Fen Bilimleri, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
MOE	Model Oluşturma Etkinlikleri
NCTM	National Council of Teachers of Mathematics
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PISA	Programme for International Student Assessment
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu

1. GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Matematik belli bir düzen, örüntü ve mantıksal sıralamayı içeren kavram ve işlemler üzerine kurulu bir bilimdir ve her öğrenci matematik yapabilir (Van De Walle, Karp ve Bay-Williams, 2012). Matematik yapabilmenin esaslarından biri de matematik öğretiminin gerçek yaşamla ne kadar iç içe olduğuyla ilgilidir. Matematik eğitiminin yaşamdan kopuk olarak yapılması, öğrencilerin matematikte başarılı olmasını engellemekte ve öğrencilerin matematiğe karşı önyargılı olarak yetişmesine sebep olmakta, bu nedenle matematiğe karşı geliştirilen önyargı ve korku matematiğin zor olarak düşünülmesine sebep olmaktadır (Umay, 1996). Bu nedenle matematik eğitimiyle ilgili olumsuz düşüncelerin giderilebilmesi ve öğrencilerin matematiği daha iyi anlayabilmeleri için geleneksel öğretime alternatif ya da destek olacak yeni yaklaşımlar geliştirilmektedir (Dede ve Argün, 2003).

Öğrenciyi merkeze alan, kendini rahatça ifade etmesini sağlayan ve günlük hayat problemlerini içeren bir matematik eğitimi anlayışı, başarılı bir matematik eğitimi için önkoşuldur (Umay, 1996). Matematiğin diğer derslerle ve günlük hayat problemleri ile ilişkilerini ön plana çıkaran, öğrencilere matematiğin uygulama alanlarını öğreterek teknoloji ve mühendisliğe ilgi uyandırmayı hedefleyen STEM (science, technology, engineering ve mathematics kelimelerinin ilk harflerinden oluşmuş kısaltma, dilimizde FeTeMM olarak da kullanılmaktadır) eğitim anlayışı etkili bir matematik öğretimi için ümit verici bir yaklaşım olabilir. 2001 yılında The National Science Foundation (Ulusal Bilim Kurumu) yöneticisi Judith A. Ramaley tarafından ifade edilen STEM terimi, bu tarihten itibaren hızla yayılmıştır. STEM eğitimi yaklaşımı kısa zamanda tüm dünyada yaygınlaşmış, özellikle gelişmiş ülkelerde bu eğitim yaklaşımı üzerine önemli çalışmalar yapılmıştır (The Observatory on Borderless Higher Education [OBHE] Raporu, 2013). Türkiye'de Millî Eğitim Bakanlığı STEM eğitimi yaklaşımı konusunda kayıtsız kalmamış ve genel durumu açıklayan bir rapor yayınlamıştır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2016). Bununla beraber okullarda var olan eğitim uygulamaları ve öğretim yöntemleri 21. yüzyıl toplumunun gerektirdiği şekilde bireyler yetiştirmek için yeterli değildir (Bulgar, 2008). Bu bakımdan, problem çözme, yaratıcılık, analitik ve kritik düşünme, iş birliği ve iletişim gibi 21. yüzyıl becerilerini kazandıracak şekilde bir yaklaşımla STEM eğitimine ihtiyaç duyulmaktadır (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014).

STEM eğitimi yaygın olarak, *Bütünleşik STEM Eğitimi* yaklaşımı olarak da kabul görmektedir (Bryan, Moore, Johnson ve Roehring, 2015). Bu anlayışa göre STEM eğitimi, matematik ve fen bilimlerindeki öğretme ve öğrenme süreçlerinin mühendislik pratikleriyle

birlikte bütünleştirilerek uygun teknolojiler üretilmesi temeline dayanır (Bryan ve diğerleri, 2015).

Matematiksel kavramları anlayabilen ve bu kavramları günlük hayatlarında kullanabilen bireyler yetiştirmek, ortaokul matematik öğretim programının özel amaçlarındandır (MEB, 2018). Aynı programda, hemen hemen her sınıf düzeyinde hedeflenen pek çok kazanım ile ilgili günlük hayatla ilişkilendirmenin önemine vurgu yapılmaktadır. Öğretim programlarındaki bilgi ve becerilerin birden fazla STEM alanının birleşmesiyle oluşturulan STEM etkinlikleri sayesinde kazandırılabileceği ifade edilmektedir (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). STEM eğitimi faaliyetlerini bazı farklılıklar gözeterek ders içi veya ders dışı düzenlemek mümkündür (Şahin ve diğerleri, 2014). İlgili alan yazın tarandığında farklı derslere yönelik STEM faaliyetlerinin örneklerine sıkça rastlandığı, bununla birlikte özellikle matematik derslerinde öğretim programına entegre biçimde uygulanabilecek etkinlik örneklerinin diğerleri kadar yaygın olmadığı görülmüştür. Odağında fen bilimleri kavramlarının yaygın olduğu etkinliklerde matematik kavramları da kullanılmakta, fakat çoğu zaman matematiksel düşünme süreçleri açısından sınırlı kaldığı görülmektedir. Matematik kavramlarını ön plana çıkaran STEM yaklaşımı ile matematik öğretimi için kullanılabilecek etkinlik türlerine matematiksel modelleme çalışmaları örnek verilmektedir (Doğan, Gürbüz, Çavuş Erdem ve Şahin, 2019b; Kertil ve Gürel, 2016; Sriraman ve Lesh, 2006).

Karmaşık gerçek yaşam problemlerinde öğrencilerin matematiksel modellemeden yararlanarak, modeller oluşturdukları, bu modelleri açıklayabildikleri, test ettikleri ve düzenleme yapabildikleri problem çözme etkinlikleri olarak tanımlanan model oluşturma etkinlikleri (MOE) (Chan, 2008), matematik öğretim programları doğrultusunda öğretim süreçlerinde kullanabilmek için özel olarak tasarlanan matematiksel modelleme etkinlikleridir (Moore, Doerr, Glancy ve Ntow, 2015). MOE'nin Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Avustralya genelinde matematik eğitimcileri, akademisyenler ve lisansüstü öğrencileri tarafından matematik öğretiminde kullanılmak üzere tasarlandıkları belirtilmektedir (Chamberlin ve Moon 2008).

Bu çalışmada, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin STEM yaklaşımı ile planlanan matematik derslerinde MOE kullanımıyla, model oluşturma süreçlerinin incelenmesi ve karşılaşılabilecek güçlüklerin belirlenmesi hedeflenmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Günümüzde bilim ve teknolojinin hızla ilerlemesi, matematik eğitim sisteminin de bu değişime ayak uydurmasını gerekmektedir. Bu çalışmada, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin MOE ile STEM uygulamaları aracılığıyla matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi ve

karşılaşılabilecek güçlüklerin belirlenmesi amaçlanmaktandır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmaktadır:

1. Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin MOE aracılığıyla STEM eğitiminde matematiksel modelleme sürecini nasıl gerçekleşmektedir?
2. Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin MOE aracılığıyla STEM eğitiminde matematiksel modelleme sürecinde karşılaşabilecekleri güçlükler nelerdir?

1.3. Araştırmanın Önemi

STEM disiplinleriyle ilgili iş alanlarının artması ve bu alanlarda nitelikli insan gücüne duyulan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır (Royal, 2017). Bireylere 21. yüzyıl becerileri kazandırmak ve STEM disiplinleriyle ilgili kariyer bilinci oluşturmak önemlidir. Bu nedenler, STEM eğitime duyulan ihtiyacı da artırmaktadır. STEM eğitimi ortamında yetişen öğrenciler, problem çözücü, yaratıcı, kritik düşünen, kendine güvenen ve teknoloji okur yazarı bireyler olmaktadırlar (Morrison, 2006).

21. yüzyıl becerileri, içinde bulunduğumuz çağa yön verebilmek için her bireyin sahip olması gereken becerilerdir (Griffin, McGaw ve Care, 2012). 21. yüzyılda, STEM bilgi ve becerilerinde donanımlı bireyler diğer bireylere göre daha avantajlı olacaklardır (Raines, 2012). Öğrencilerin erken yaşlarda STEM alanlarıyla ilgilenmeleri ilerleyen süreçte STEM alanlarında bir mesleğe yönelmelerinde önemli bir etken olmaktadır (Dabney, Tai, Almarode, Miller-Friedmann, Sonnert, Sadler ve Hazari, 2012; National Research Council [NRC], 2011).

Alanyazında STEM eğitiminde farklı yöntemlerin sınıfa nasıl etki ettiğini ortaya çıkaran daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu (Williams, 2011) ve öğrencileri küçük yaşlardan itibaren STEM uygulamaları yapabilecekleri öğrenme ortamlarının oluşturulması gerekliliği (Dabney ve diğerleri, 2012; Katz, 2010; Ekici, Bardak ve Zadeh 2018) belirtilmiştir. Araştırmanın bu açıdan da önemli olacağı düşünülmektedir.

Ortaokul öğrencilerinin, MOE sürecinde gerçek yaşam problemleri ile karşı karşıya kalmaları; onlara gerek lise ve üniversite gerekse okul dışında, gelecekte sahip olacakları mesleklerinde veya bir birey olarak karşı karşıya kalacakları gerçek dünya problemlerini çözmeleri konusunda ne kadar hazırlıklı olduklarını düşündüren (Lesh ve Zawojewsky, 2007; Stansell, Tyler-Wood ve Austin, 2016) bir çalışma olması açısından da önem arz etmektedir. Ayrıca bu çalışmanın öğretmenlere süreçteki güçlüklerin giderilmesinde nasıl bir role sahip olunması gerektiği; uygulanacak etkinliğin niteliği, içeriği ve uygulama şeklinin belirlenmesinde önemli katkılar sağlayacağı da düşünülmektedir.

Bu çalışmanın, öğretim programlarının amaçları doğrultusunda yeni bir eğitim yaklaşımı olan STEM yaklaşımının matematiksel modelleme uygulamaları ile bütünleştirilmesine katkı sağlaması açısından da önemli olduğu düşünülmektedir.

1.4. Araştırmanın Sayıltıları

1- Araştırma için belirlenen araştırma deseninin uygun olduğu,

2- Araştırmaya katılan öğrencilerin veri toplama araçlarındaki sorulara içtenlikle ve dürüst cevap verdikleri,

3-Araştırma için ayrılan sürenin ve veri toplama araçlarının yeterli olduğu varsayılmıştır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmada elde edilen bulgular, sekiz ortaokul 8. sınıf öğrencisine aittir. Tüm sınıf dörder kişilik 5 gruba ayrılmış ve etkinlikler ders saatleri içerisinde uygulanmıştır. MOE'nde matematiksel modelleme sürecinin gözlemlenmesi, bu süreçte öğrencilerin karşılaştıkları güçlüklerin belirlemesi amaçlanmaktadır. Ancak tüm grupları aynı anda gözlemlemenin ve her gruptaki öğrencinin çalışma boyunca okula devamını sağlamanın güçlüğü gibi nedenlerle, sadece iki gruptan elde edilen verilere odaklanılmıştır. Ayrıca, araştırma bulguları, ilgili yerli ve yabancı literatür taraması sonuncunda belirlenen 8. sınıf düzeyinde, iki disiplinler arası model oluşturma etkinliği ile sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

Güçlük: Güç olan bir şeyin niteliği, zorluk; ağır ve yorucu emek, zahmet (Türk Dil Kurumu [TDK], 2015).

Model: Modeller, karmaşık sistemleri tanımlama, oluşturma ve açıklama sürecinde kullanılan, farklı gösterim sistemleri (kavramlar, grafikler, semboller, şekiller vs.) ile dış dünyaya aktarılan, kuralları, işlemleri, ilişkileri ve daha farklı yapıları içeren zihindeki kavramsal sistemlerdir (Lesh ve Doerr, 2003).

Matematiksel Modelleme: Gerçek yaşamda karşılaşılan problemlerin matematiksel ifadelere dönüştürülmesidir (Blum ve Niss, 1989). Gerçek hayattan bir durumun matematiksel olarak ifade edilme sürecidir ve gerçek hayat problemini anlama, matematiksel analizler yapma, ilişkileri ortaya çıkarma, sonuçları oluşturma ve oluşturulan modeli kontrol etme gibi süreçlerden meydana gelir (Kaiser ve Schwarz, 2006; Lingefjard 2006).

Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE): Öğrencilerin karmaşık gerçek yaşam problemlerinde matematiksel modellemeden yararlanarak modeller oluşturdukları; bu modelleri matematiksel

düşünme becerilerini kullanarak açıklayabildikleri, test ettikleri, gerekli düzenleme ve düzeltmeleri yaptıkları problem çözme etkinlikleridir (Chan, 2008).

2. KURAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ALANYAZIN

Bu bölümde model ve modelleme, matematiksel model ve matematiksel modelleme tanımları yapıldıktan sonra matematiği modelleme, matematik eğitiminde matematiksel modelleme perspektifleri, matematiksel modelleme süreçleri, STEM eğitimi yaklaşımı ve matematik eğitimi, model oluşturma etkinlikleri ile ilgili bilgiler sunularak, araştırmanın kuramsal çerçeve ve amacı dahilinde matematiksel modelleme üzerine yapılan çalışmalar incelenmiştir.

2.1. Model ve Modelleme

Model ve modelleme kavramları çoğu zaman aynı kavramlar gibi kullanılsa da farklı anlamlara gelmektedir. Genel olarak modelleme bir süreci anlatırken, model ise süreç sonunda açığa çıkan üründür. Matematiksel bakış açısıyla model, bir kavramı ya da kavramda bulunan özellikleri temsil eden, kavram veya kavramın özelliği ile ilişkilendirilebilen nesne, resim veya çizim gibi ifadelerdir (Van De Walle ve diğerleri, 2012). Lesh ve Doerr (2003)'e göre model, kavramsal sistemlerin anlamlandırıldığı, kavramsal ilişkilerin tanımlandığı sistemler (formüller, çizimler, grafikler, şekiller) dir. Gilbert (2010) ise modeli, bir fikir, nesne ve olgunun görselleştirmesi olarak tanımlamıştır.

Modelleme kelimesinin kökü "*gerçekle mücadele etme*" anlamına gelen Latince "*modellus*" kelimesine dayanmaktadır (Schichl, 2010). Modelleme, kavramsal sistemlerin anlamlandırıldığı, içerdiği ilişkilerin oluşturulup test edildiği bir modelin oluşturulma süreci (Lesh ve Doerr, 2003) olarak tanımlanmaktadır. Bir gerçek yaşam probleminin belirgin hale getirilerek bir temsili resim, tablo, çizim, grafik ve denklem şekline dönüştürülmesidir (Aydın Güç, 2015) ve gerçek hayattan bir objenin veya durumun prototipini oluşturma sürecidir (Erbaş, Kertil, Çetinkaya, Çakıroğlu, Alacacı ve Baş, 2014) şeklinde tanımlamalar vardır.

Sonuç olarak herhangi bir sistemi anlamlandırmak ve daha anlaşılır hale getirmek için ortaya çıkarılan fiziksel, sembolik veya soyut ürüne model; bu ürünü oluşturma sürecine de modelleme denir (Sriraman, 2006; Gilbert 2010).

2.2. Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme

Model ve modelleme tanımlamaları göz önüne alındığında, matematiksel olarak model ve modelleme; karmaşık sistemlerin matematik dilini kullanarak, matematiksel olarak anlamlı hale getirilebilmesi olarak açıklanmıştır (Lesh ve Doerr, 2003). Matematiksel modelleme yaklaşımının

kurucularından sayılan Lesh ve Doerr (2003), matematiksel model ve matematiksel modelleme terimlerini birleştirerek "*model oluşturma* (*model eliciting)"* kavramını kullanmışlardır.

Matematiksel modeller, bireylerin karşılaştıkları problemleri, matematiksel olarak yorumlayabilmek için gereken kavramsal araçlardır (Kertil, 2008). Matematiksel model, öğrencilerin bir durumu matematiksel olarak tanımlamak, temsil etmek ve açıklamak için geliştirdikleri kavramsal sistemlerdir (Lesh ve Doerr, 2003). Matematiksel modeller, kimi zaman resim, diyagram, sembolik şekiller, tablo ve kelimelerle gösterilebilir (English ve Mousoulides, 2011; Hestenes, 2010; Olkun ve Toluk Uçar, 2009).

Matematiksel modelleme terimini ilk olarak kullanarak, matematiksel modellemenin sınırlarını çizip matematik öğretimiyle bütünleşmesinin temellerini ilk olarak atan, 1969 yılındaki "*How Can We Teach Applications of Mathematics*" isimli çalışmasıyla Henry Pollak"tır (Bukova Güzel, 2018). Pollak (1979) (aktaran Voskoglou, 2006) çalışmasında, matematiksel modellemeyi, matematik ile matematik dışında kalan dünyanın arasındaki etkileşim olarak ifade etmiştir. Blum (2002) ise matematiksel modellemeyi, gerçek hayattan matematiğe geçiş sürecini ve bu süreçteki tüm aşamaları temsil ettiğini ifade etmiştir. Cheng'e (2010) göre, modelleme problemlerinin kaynağını diğer pek çok farklı disiplin oluşturduğu için, matematiksel modelleme öğrencilerin, matematiğin matematik dışında diğer disiplinlerle (Fen bilimleri, mühendislik, teknoloji, sanat vs.) ilişkili olduğunu görmesine imkân sağlamaktadır. Matematiksel modellemenin amacı; öğrencilerin matematiksel problemleri daha iyi anlamalarını, özgün problemleri çözüp formülleştirmelerini sağlamak, eleştirel ve yaratıcı düşünmelerini geliştirip, matematiğe yönelik tutumlarını iyileştirmek (Blum, 2002) ve gerçek dünyanın farklı yönlerini tahmin etmek, açıklamak, tanımlamak ve anlamaktır (Aydın Güç, 2015).

Matematiksel modelleme, bir gerçek hayat problemini matematik dilinde ifade edilme sürecidir (Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2013; Watters, English ve Mahoney, 2004). Matematiksel modelleme, gerçek hayat problemlerinin matematiksel olarak tanımlanma, formüle edilme, yorumlama ve matematiksel örüntüler ortaya çıkarma sürecidir (Lesh ve Lehrer, 2003).

Yapılan pek çok tanım incelendiğinde vurgulanan iki nokta; matematiksel modellemenin bir süreç olduğu ve gerçek hayat ile matematik arasında bir köprü oluşturduğudur. Bu bakımdan matematiksel modelleme, gerçek hayat ile matematik arasında boşlukları azaltan düzenli ve dinamik bir yapı sunmakta, öğrencilerin matematiği gerçek hayattan kopuk bir ders ya da disiplin olarak görmelerinin önündeki engelin aşılmasına olanak sağlamaktır.

2.3. Matematiği Modelleme

Matematiksel modelleme, öğrencilerin matematiğin matematik dışında diğer disiplinlerle ilişkili olduğunu, gerçek hayattan kopuk olmadığını görmesini ve matematiksel yapıları

öğrenmelerini desteklerken, matematiksel düşünme becerilerinin gelişime katkı sağlamaktadır (Blum, 2002; Blum ve Borromeo Ferri, 2009; Bukova Güzel, 2018; Cheng, 2001; Lesh ve Doerr, 2003; Watters ve diğerleri, 2004). Yetmişli yılların başında, matematiksel modelleme okul matematiğine etki etmeye başlamış, 1974 yılında, bazı öğrenciler için "Uygulanabilir Matematik" adlı farlı bir ders açan Christopher Ormell'in fikirleri ilk olarak Avustralya ve İngiltere'de etkili olmuştur (McLone, 1976, akt. Ural ve Ülper, 2013). Devam eden süreçte, pek çok ülke öğretim programında matematiksel modelleme ve temel becerileri önemle vurgulamıştır (Common Core State Standards for Mathematics [CCSSM], 2011; NCTM, 2000; The New German Educational Strandards and Curricula, akt. Maaß, 2007). ABD'deki Ulusal Standartlar, öğrencilerden (K-12) beklentilerini aşağıdaki gibi üç gruba ayırmıştır:

1. Matematiksel bilgileri ilişkilendirmek, organize etmek ve kaydetmek için yaratıcı olabilme ve temsilleri kullanabilme,
2. Problemleri çözebilmek için matematiksel temsiller arasında seçim ve geçiş yapabilme,
3. Fiziksel, sosyal ve matematiksel durumları modelleyebilmek ve anlamını açıklayabilmek için temsilleri kullanabilme (NCTM, 2000).

CCSSM'de (2011) hem ortaokul hem de lise seviyesinde matematiksel modelleme uygulamaları yapılabilecek kazanımların bulunmasına ve "Matematikle Modelleme" kavramsal alanında matematik uygulamalarının yapılmasına vurgu yapılmaktadır Genel olarak matematiksel modelleme pek çok ülke müfredatında yer edinerek öğrencilerin matematik öğrenimine katkı sağlayacak bir araç olarak öngörülmektedir. Ülkemiz Matematik Dersi Öğretim Programı (1.-8. sınıflar) incelendiğinde "modelleme" ya da "matematiksel modelleme" ifadesinin genel bilgi, yetkinlik, amaçlar ve kazanımların içinde olmadığı; öğrenme alanları ve kazanımlar ile ilgili açıklama kısımlarında sadece "modelleme" kelimesinin kullanıldığı dikkat çekmektedir (MEB, 2018). Programda, her ne kadar matematiksel modelleme ifadesine yer verilmemişse de pek çok özel amaç matematiksel modelleme ile ilişkilendirilebilir:

- Problem çözme sürecinde kendi düşünce ve akıl yürütmelerini rahatlıkla ifade edebilecek, başkalarının matematiksel akıl yürütmelerindeki eksiklikleri veya boşlukları görebilecektir,
- Matematiksel kavramları anlayabilecek, bu kavramları günlük hayatta kullanabilecektir,
- Araştırma yapma, bilgi üretme ve kullanma becerilerini geliştirebilecektir,
- Kavramları farklı temsil biçimleri ile ifade edebilecektir (MEB, 2018, s.9).

Matematiksel modellemenin öğretim programlarında bulunması ne kadar önemli ise matematiksel modellemenin doğru bir anlayışla programlarda yer alması ve uygulanmasının da o derece önemli olduğu düşünülmektedir. Matematiksel modelleme, sınırlı ve hatalı bir şekilde algılanmakta (Lesh, Cramer, Doerr, Post, Zawojewski, 2003), öğretim programlarında ve ders

kitaplarında modellemenin, somutlaştırma ve görselleştirme olarak belirtildiği görülmektedir (Çavuş Erdem, Doğan, Gürbüz ve Şahin, 2017). Bunun sonucunda *matematiksel modelleme*, somut materyaller kullanımı; *matematiksel model* ise cebir karoları, kesir kartları, sayma pulları, vb. gibi somut materyaller olarak algılanmaktadır (Cirillo, Pelesko, Felton-Kosetler ve Rubel, 2016; Erbaş ve diğerleri, 2014; Lesh ve diğerleri, 2003). Oysa *matematiksel model*, somut materyallerle sınırlı kalmayıp, grafik, eşitlik, eşitsizlik, formül, tablo, şekil, sayı doğrusu gibi her türlü matematiksel yapının kullanıldığı çözüm yolu olarak açıklanmakta ve hatta çözüm sürecinde oluşturulan zihinsel yapılar olarak ifade edilmektedir (Lesh ve Doerr, 2003). Bazı matematik eğitimi araştırmacıları, bu gibi yanlış algıların önüne geçmek için özellikle ilkokul ve ortaokulda kullanılan somutlaştırma ve görselleştirmenin *"Matematiği Modelleme"* olduğunu matematiksel modellemeden farklı olduğunu vurgulamışlardır (Cirillo ve diğerleri, 2016). *Matematiği modelleme*de, öğretim ortamlarında öğrenmeyi kolaylaştırmak, somuttan soyuta, matematikten gerçek hayata bir yönelim mevcutken; *matematiksel modelleme*de gerçek hayattan matematiğe doğru bir yönelim vardır ve gerçek yaşam problemine çözüm olabilecek matematiksel yapılardan oluşan kavramsal sistemler ve modellerin kullanıldığı, yeni modellerin oluşturulduğu dinamik bir süreçtir (Çavuş ve diğerleri, 2017; Erbaş ve diğerleri, 2014; Lesh ve Doerr, 2003).

2.4. Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme Perspektifleri

Matematiksel modelleme ile ilgili araştırmalar incelendiğinde, farklı araştırmacıların farklı perspektiflere sahip olduğu, bu sebeple matematiksel modellemenin ne olduğu, işlevi, uygulama şekli ve temel özelliklerine ilişkin farklılıklar ortaya çıktığı görülmektedir (Kaiser, Blomhøj ve Sriraman, 2006). Araştırmalarda ortaya çıkan bu farklılıkları anlamlandırmak ve yorumlamak adına araştırmacıların sahip oldukları perspektifler ve bu çalışmanın benimsediği perspektif belirtilmiştir.

Matematiksel modellemenin eğitim ortamında ilk kullanıldığı yıllarda, *teorik modelleme* ve *gerçek yaşama uygun modelleme* olarak iki bakış açısı göze çarpar (Bukova Güzel, 2018). Son yıllarda yapılandırmacılığın da etkisiyle matematiksel modelleme perspektiflerinin çeşitlenerek, altı farklı perspektiften bahsedildiği görülür (Blomhøj, 2008; Kaiser, 2005; Kaiser ve Sriraman, 2006). Matematiksel modellemeye farklı bakış açılarını yansıtan perspektifleri Tablo 2.1'de özetlemektedir.

Tablo 2. 1.
Matematiksel Modelleme Perspektiflerinin Sınırlandırılması (Bukova Güzel, 2018)

Perspektif	**Temel Hedefleri**	**İlişkili Perspektifler**	**Kaynak/ Altyapısı**	**Önemli İsimler**
Gerçekçi/ Uygulamalı Modelleme	Gerçekçi ve otantik problemlere ilişkin yaratıcı çözümler ortaya koyma, gerçek yaşam durumlarını modelleme ve modelleme yeterliliklerini geliştirme	Pollak'ın pragmatik perspektifi	Anglo-Sakson pragmatizmi ve uygulamalı matematik	Burkhardt Haines ve Crouch Kaiser ve Schwarz Pollak
Epistemolojik / Teorik modelleme	Teori temelli hedefler gerçekleştirme (teori gelişimine katkı sağlama)	Freudenthal'in Başlangıç yaklaşımı olan bilimsel-insani perspektif	Roman epistemoloji	Chevallard Freudenthal Garcia, Garcon, Ruiz Higueras ve Bosch Treffers Dorier Brousseau
Eğitimsel modelleme; a) Didaktik modelleme ve b) Kavramsal modelleme	Pedagojik ve konu-ilişkili amaçlar: a) Öğrenme sürecinin yapılandırılması ve iyileştirilmesi b) Kavram tanıtımı ve gelişimi	Bütünleştirici yaklaşımlar (Blum, Niss) ve bilimsel-insani perspektiflerin geliştirilmesi	Didaktik teoriler ve öğrenme teorileri	Blomhøj ve Hoff Kjeldsen Lingefjard Blum ve Leiss Blum, Niss vd. Galbraith ve Stillman Maaß Michelsen Niss
Bağlamsal Modelleme	Konu ilişkili ve psikolojik amaçlar (Sözel ve açık uçlu problemler çözmek gibi)	Sistemler yaklaşımına neden olan bilgi işleme perspektifi	Amerikan problem çözme tartışması, günlük okul pratikleri ve psikolojik deneyler	Chamberlin Iversen ve Larson Lesh ve Caylor Lesh ve Doerr Pierce ve Stacey Sriraman
Sosyal-Eleştirel Modelleme	Psikolojik hedefler (Yaşadığımız dünyayı eleştirel bir yolla anlama gibi)	Özgürlükçü perspektif	Politik sosyolojide sosyo-eleştirel yaklaşım	Barbosa D'Ambrosio Skovsmose
Bilişsel Modelleme	Araştırma amaçları; a) Modelleme süre-cinde yer alan bilişsel süreci analiz etmek ve bu bilişsel süreçleri anlamak Psikolojik amaçları; b) Modelleri zihinsel imgeler/ fiziksel resimler olarak kullanarak veya modellemeyi soyutlama ve genelleme gibi zihinsel süreçler ile ele al-arak matematik-sel düşünme süreçleri geliştirme		Bilişsel psikoloji	Borromeo Ferri Blum ve Leiss Piaget Skemp

*Gerçekçi veya uygulamalı modelleme*de, gerçek dünya problemlerini anlayıp çözen bireyler yetiştirmek ve bireylerin modelleme yeterliliklerini geliştirmek önemlidir (Kaiser ve Sriraman, 2006).

*Epistemolojik /Teorik modelleme perspektifi*nin öncüsü Freudenthal olmakla birlikte, perspektifte problemin çözümüne temel teşkil eden kavramlar ve bunlar arasındaki ilişkilere odaklanılır; *Gerçekçi Matematik Eğitimi* (*Realistic Mathematics Education*) gibi teorilerin gelişimine katkı sağlamak amaçlarındandır (Blomhøj, 2008).

*Eğitimsel modelleme perspektifi*nde; matematik eğitimi, matematik eğitiminin amaçları, matematik öğretimi ve içeriğe dönük kazanımlar ön plana çıkmak ve modellemeyi eğitime entegre etmek temel hedefidir (Blomhøj, 2008).

*Bağlamsal modelleme perspektifi*nde matematiksel kavramlar ile günlük yaşam arasındaki ilişki kullanılarak etkili ve kalıcı kavramsal öğrenme amaçlanır (Lesh ve Doerr, 2003).

*Sosyal-Eleştirel Modelleme perspektifin*de, öğrencinin matematiksel modelleme sürecinde incelediği gerçek yaşam durumuna ilişkin yansıtıcı ve kritik söylemlerinin ortaya çıkarılması amaçlanır (Barbosa, 2006).

Bilişsel Modelleme Perspektifi, Kaiser ve Sriraman'ın (2006) meta(üst)-perspektif olarak tanımlamakta, temel amacınınsa modelleme sürecinde gerçekleşen bilişsel süreçleri ve bu süreçte ortaya çıkacak güçlükleri, engelleri belirlemek olduğunu ifade etmektedirler. Bununla birlikte bu perspektifte, süreci açıklayan araştırmaların asıl hedefleriyse; öğrencilerin matematiksel modelleme sürecindeki yaklaşımlarını detaylı olarak açıklamak, öğrencilerin varsa eksiklerini ve karşılaştıkları zorlukları belirlemektir; bu sayede matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan bilişsel yapılar matematiksel düşünme becerilerini geliştireceği için uygun ortamların oluşturulmasında ve matematiksel modelleme etkinliklerinin daha etkili bir araç olarak nasıl kullanılabileceği konusunda yol gösterici olunmaktadır (Bukova Güzel, 2018). Bu çalışmada, *Bilişsel Modelleme Perspektifi* genel olarak benimsenmiştir.

2.5. STEM Eğitimi Yaklaşımı ve Matematik Eğitimi

STEM kelime olarak, ilk olarak 1990'larda NSF tarafından SMET olarak kullanılmış fakat kurumun bir çalışanı tarafından SMET kelimesi "smut" (karalamak) kelimesine benzetilince STEM kısaltması doğmuştur (Sanders, 2009). Türkçe'ye ise Fen, Matematik, Teknoloji ve Mühendislik kelimeleri kullanılarak FeTeMM olarak çevrilmiş olmakla birlikte Türkçe'de de genellikle STEM eğitimi olarak kullanılmaktadır. STEM eğitimi ilk kez 1980'de eğitim reformu kapsamında ilk fen, matematik, teknoloji entegrasyonu olarak ifade edilmiş, sonrasında mühendislik de dördüncü disiplin olarak entegre edilerek bugünkü kullanımı ile bir eğitim yaklaşımı oluşmuştur (Wells, 2016). Esasen STEM eğitim yaklaşımının oluşumu uzun bir tarihsel

sürece yayılmaktadır: 1957 yılında Amerika ile Sovyetler Birliği arasındaki uzay rekabeti, pek çok Amerikalıya eğitim, bilim, teknoloji kariyerlerinde fikir vermiş ve teknolojik anlamda önemli bir başlangıç noktası olmuştur (Burke ve McNeil, 2011). Disiplinlerin entegrasyonu ve STEM'i tanımlama çalışmaları ise 1990 yılının başlarından itibaren süre gelmektedir (Bybee, 2010; Kelly, 2010). STEM eğitimi ile ilgili araştırmacılar farklı tanımlamalar yapmakta; bazen tek disiplin vurgulanmakta, bazen dört disiplin ayrı ancak eşit olarak, bazen de dört disiplinin bütünleşik entegrasyonu olarak tanımlanmaktadır (Bybee, 2013).

STEM eğitiminin iki ana amacı olduğu belirtilebilir: Öğrencilerin üniversitede STEM mesleklerini seçme oranlarını arttırmak ve öğrencilerin söz konusu dört disiplindeki bilgi düzeylerini arttırmak, günlük hayatta bu bilgi düzeylerini kullanarak karşılaştıkları problemleri çözmelerini sağlamaktır (Thomasian, 2011). STEM mesleklerine yönelme ortaokul eğitiminin ilk yılları ile ilişkilendirilmektedir (Wang, 2013). Öğrencilerin STEM mesleklerine olan ilgi ve becerilerinin erken yaşlarda keşfedilmesi ilerleyen yıllarda bunlara yönelmeleri açısından önemlidir (NRC, 2011; Raju ve Clayson, 2010). Öğrencilerin erken yaşlarda fen ve matematik uygulamaları yapmaları sorgulama ve problemleri anlama becerilerini geliştirir (Bybee, 2010). STEM eğitimi, erken yaşlardan itibaren öğrencilerin disiplinler arası bakış açısı kazandırması, teknoloji ve mühendisliğe vurgu yapması ve öğrencinin bilgilerini somut olarak günlük hayatta uygulama imkânı sağlaması, zihinsel süreç becerileri, model geliştirme becerisi açısından günümüz bilgi ve iletişim çağında çok önemli bir yere sahiptir (Gonzalez ve Kuenzi, 2012; MEB, STEM Raporu 2016). STEM eğitimi, öğrencilere problemlere disiplinler arası çözüm bulmayı, 21. yüzyıl bilgi ve becerilerini kazandırmayı, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarında uzmanlaşmayı sağlaması açısından önemlidir (Meyrick, 2011).

Matematik, bilimsel ve teknolojik gelişmelerin temelinde yer alan birçok bilim dalı ile direkt veya dolaylı ilişkisi olan önemli bir disiplindir (Eş, Özdemir ve Kaplan, 2019). Teknoloji ve bilgi üretmek isteyen ülkeler eğitime, özellikle de fen ve matematik eğitimine önem vermektedirler (Yamak, Bulut ve Dündar, 2014). Bu bakımdan matematiksel yetkinlikler iyi bir gelecek için kapılar açmakta, bu nedenle öğrencilerin matematiği anlaması ve derinlemesine öğrenmesi için onlara fırsatlar sağlanması ve desteklenmesi gerekmektedir (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). Matematik Dersi Öğretim Programı'nın, genel olarak; üst bilişsel becerilerin kullanımına yönlendiren, anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlayan, sağlam ve önceki öğrenmelerle ilişkilendirilmiş, diğer disiplinlerle ve günlük hayatla değerler, beceriler, yetkinlikler çerçevesinde bütünleşmiş bir öğretim programı olacak şekilde oluşturulduğu belirtilmiştir (MEB, 2018). Uluslararası düzeyde yapılan PISA ve TIMSS gibi sınavların sonuçlarının daha iyi bir hale getirilmesi için, ülkemizde STEM eğitimi öncelikli olarak ele alınmalıdır (MEB, STEM Eğitimi Raporu, 2016). PISA'da yer alan soruların birçoğunun

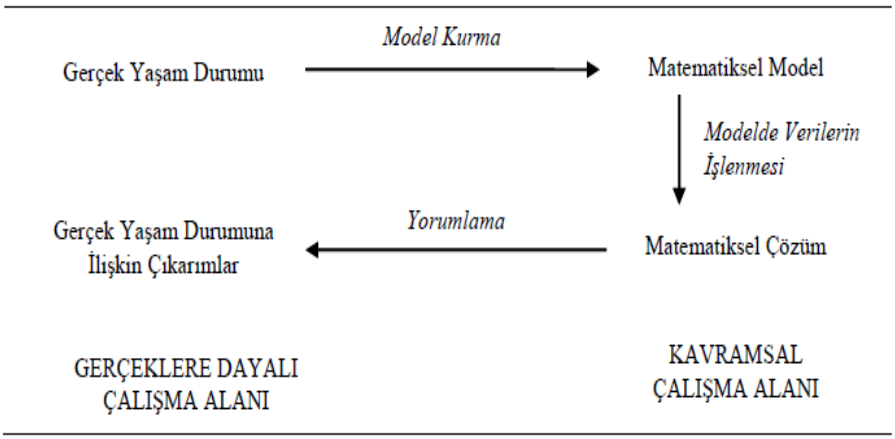
matematiksel modelleme etkinliklerini tam olarak karşılamasa da matematiksel modelleme sürecinin basamakları ile ilişkili olduğu, soruların zorluk derecesi arttıkça matematiksel modelleme sürecindeki basamakları içerme oranının arttığı belirtilmektedir (Turner, 2007). Matematiksel kavramlar ve günlük hayatın ilişkilendirilerek bütünleştirilmesi öğrencilerin etkili öğrenmesini sağlamaktadır (Ben-Chaim, Fey, Fitzgerald, Benedetto ve Miller, 1997). Öğretim programı çalışmalarının belirleyici unsurlarından birinin devlet politikaları olduğu ve bu politikaların da ekonomik gerçeklerden ayrı olmadığı (Kuenzi, 2008; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2010) gerçeğinden yola çıkarak; günlük hayat problemlerini içeren ve disiplinler arası öğrenmenin önemini vurgulayan STEM eğitimi yaklaşımının, matematik eğitimine farklı bir bakış getirebileceği matematiksel modellemenin STEM eğitimine geçişte bir araç olarak kullanılabileceği belirtilmektedir (Doğan, Şahin, Çavuş Erdem ve Gürbüz, 2019a; English, 2009; English ve Kirshner, 2015; Kertil ve Gürel, 2016).

2.6. Matematiksel Modelleme Süreci

Yukarıda bulunan "2.2. Matematiksel Model ve Matematiksel Modelleme" ve "2.4. Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme Perspektifleri" adlı başlıkların içeriğinde görüldüğü gibi matematiksel modellemeyi farklı tanımlayan ve farklı amaçlarla kullanan yaklaşımların ortak olarak kabul ettikleri iki temel nokta vardır: Bunlardan ilki, matematiksel modellemenin bir süreçten oluşması; ikincisi ise, gerçek hayat ile matematik arasında geçişlerin yaşanması sonucu, bazı bilişsel yapıların ortaya çıkmasıdır.

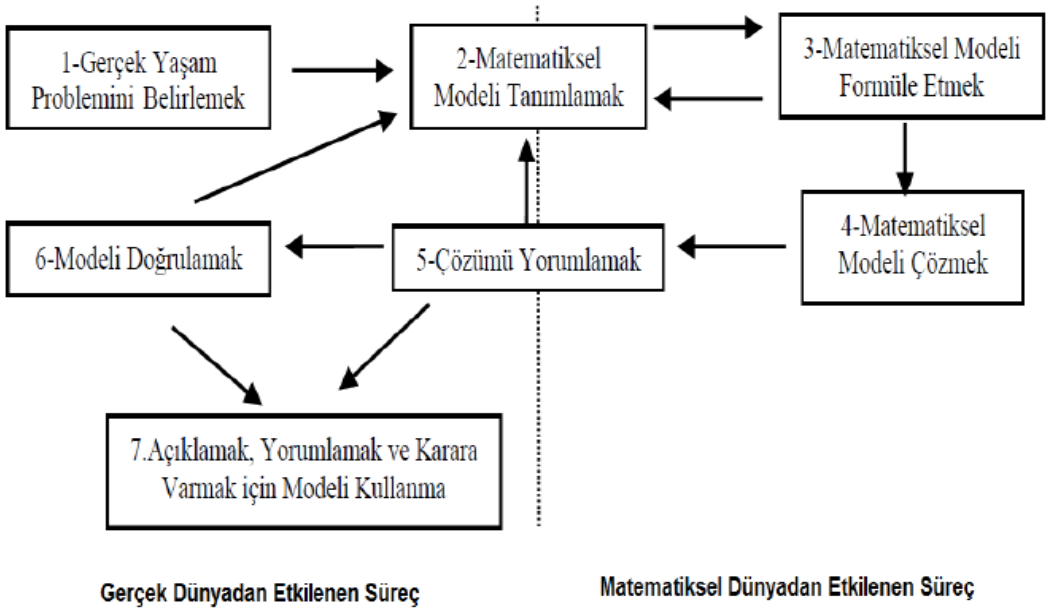
Matematiksel modelleme süreci ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, genellikle sürecin döngüsel bir yapıyı içerdiği ifade edilmektedir (Doerr, 1997; Borromeo Ferri, 2006; Hıdıroğlu, 2012; Lesh ve Doerr, 2003;). Buna ek olarak, bazı çalışmaların matematiksel modelleme sürecini basamaklarla açıkladığını (Lesh ve Doerr, 2003; Mason, 1988) bazılarının ise şekiller ile açıkladığı görülmektedir (Berry ve Houston, 1995; Doerr, 1997; Lesh ve Doerr, 2003; Blum, 2011; Hıdıroğlu, 2012). Bu bölümde, alanyazında öne çıkan farklı araştırmacılar tarafından sunulan matematiksel modelleme süreçleri ve bu çalışmada benimsenen matematiksel modelleme sürecinden bahsedilecektir.

Hıdıroğlu ve Bukova Güzel (2013) çalışmalarında, Müller ve Witmann (1984)'ın modelleme sürecini, basamaklar ve bileşenleri yardımıyla sunması ve süreçteki döngüselliği vurgulaması yönüyle, sonraki yıllardaki araştırmalara yol gösterici nitelikte olduğunu; ilkokul öğrencileri ile yürüttükleri çalışmalar sonunda; matematiksel modelleme süreci; *(1) Bir durumun değerlendirilmesi ve verilerin toplanması ve modeli kurma (2) Modeldeki soruları cevaplamak amacıyla veri işleme (3) Durumun, muhtemelen modelinin etkilerinin yorumlanması ve tartışılması* aşamalarıyla Şekil 2.1'de görüldüğü gibi üç basamakta sunduklarını belitmişlerdir.



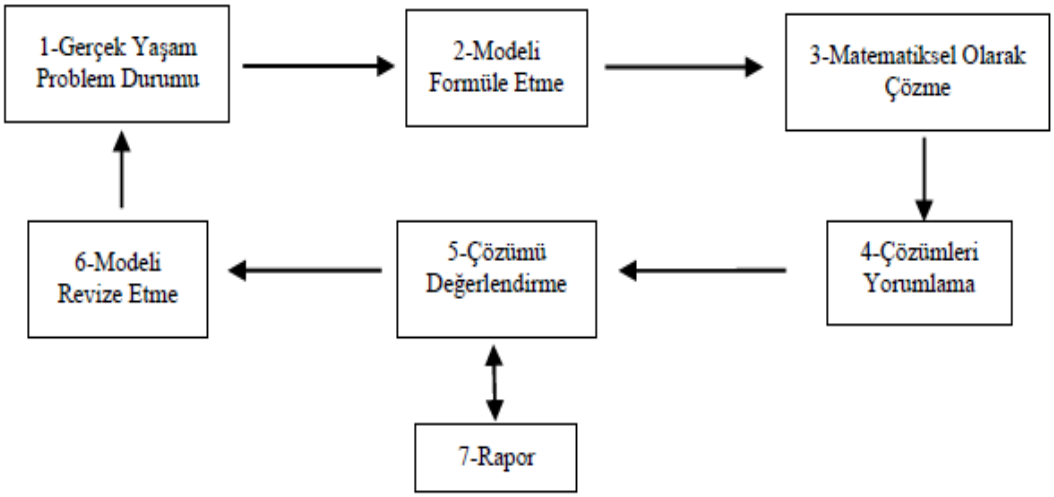
Şekil 2.1. Modelleme Sürecinin Yapısı (Müller ve Wittmann, 1984, akt. Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2013)

Modelleme sürecini, basamaklar arasında doğrusal olmayan geçişler vardır şeklinde açıklayan Mason (1988) çalışmasında (aktaran Bukova Güzel, 2018), sol tarafın gerçek dünya sağ tarafın ise matematiksel dünya ile ilgili olduğunu ve ikisi arasında ilişkinin açıklandığını ifade etmektedirler (bkz. Şekil 2.2.).



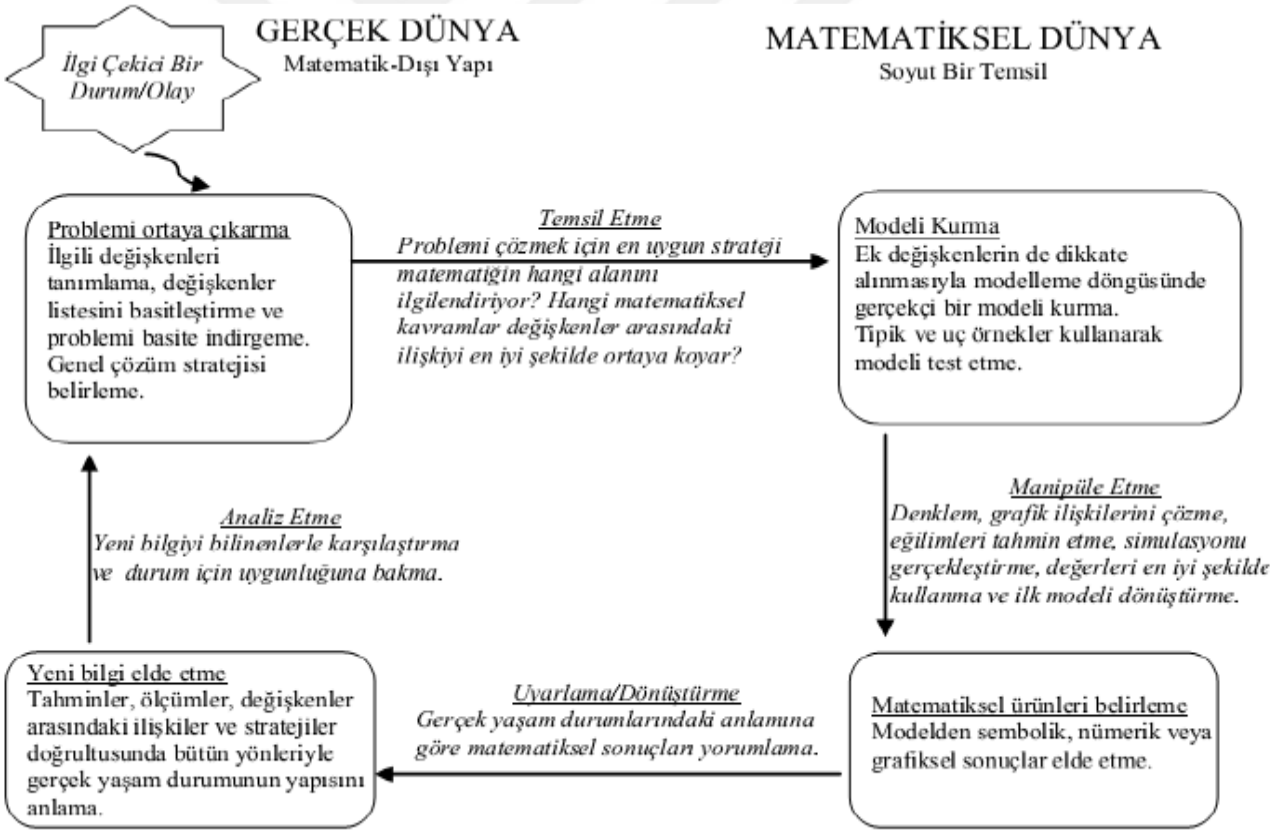
Şekil 2.2. Modellemedeki Temel Basamaklar (Mason, 1988, akt. Bukova Güzel, 2018)

İlerleyen yıllarda Berry ve Davies (1996) çalışmalarında, (aktaran Keskin, 2008), açıkladıkları matematiksel modelleme sürecini yedi basamak ile ifade etmişlerdir (bkz. Şekil 2.3.).



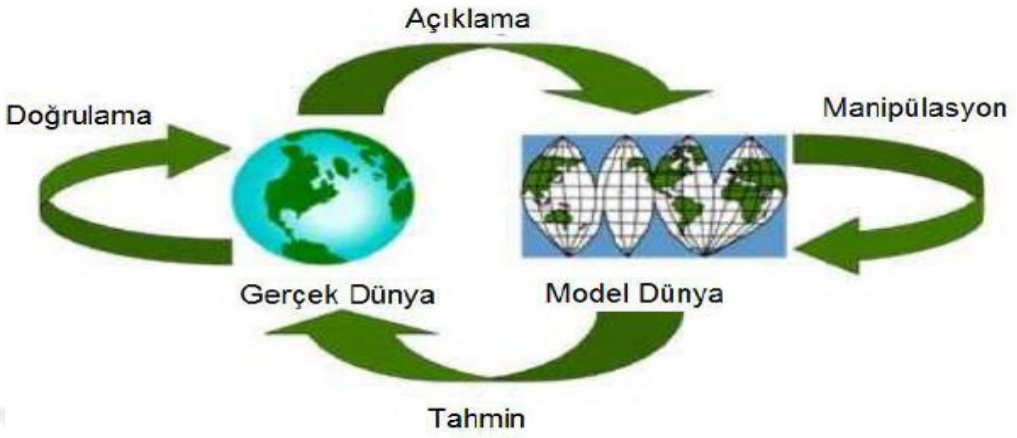
Şekil 2.3. Modelleme Döngüsü (Berry ve Davies, 1996, akt. Keskin, 2008)

Abrams (2001) matematiksel modelleme sürecini sekiz basamakta ele alarak, ayrıntılı açıklamalar yapmışlardır (bkz. Şekil 2.4).



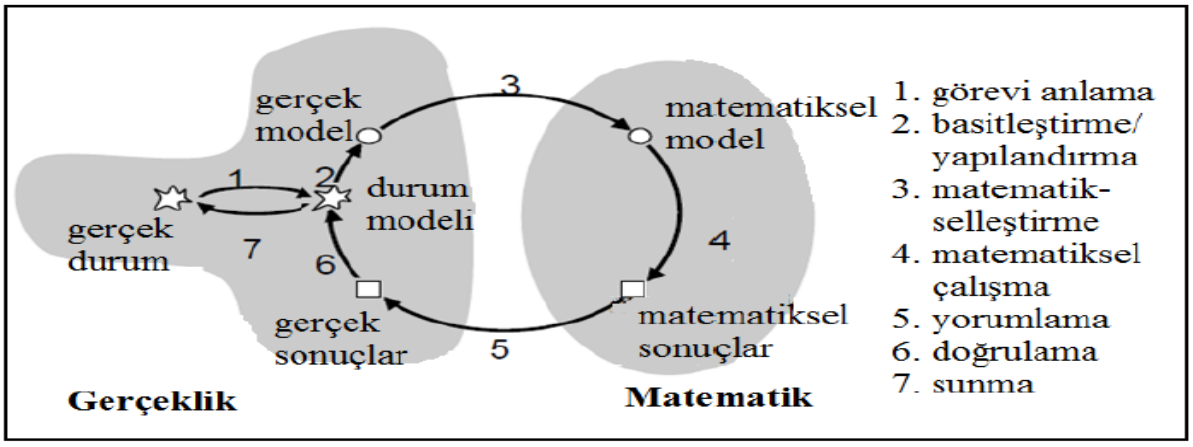
Şekil 2.4. Matematiksel Modelleme Döngüsü (Abrams, 2001, akt. Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2013)

Matematiksel modelleme sürecini tanımlayan çalışmalarında Lesh ve Doerr (2003), gerçek dünya ile matematiksel dünya arasındaki ilişkiyi dört basamak altında incelemişlerdir (bkz. Şekil 2.5).



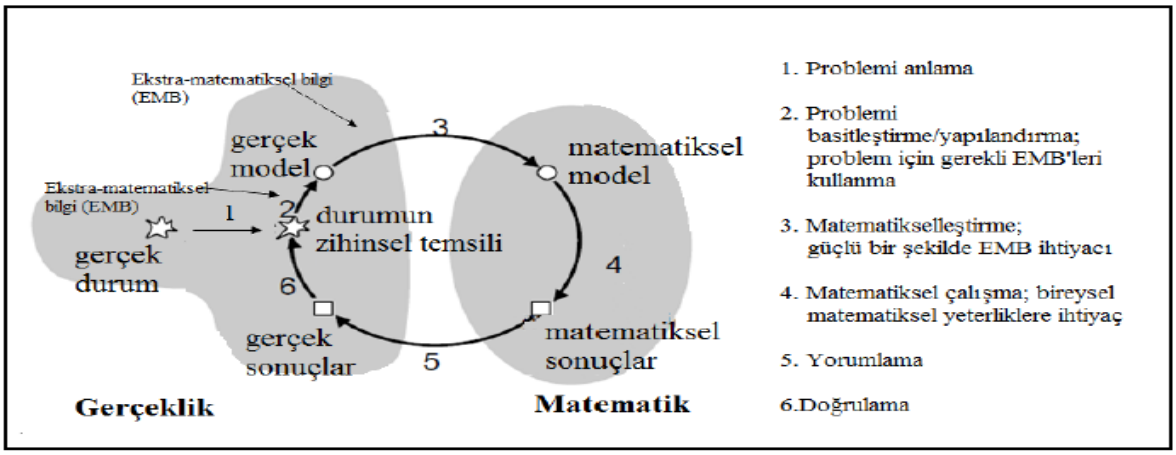
Şekil 2.5. Matematiksel Modelleme Süreci (Lesh ve Doerr, 2003, akt. Aydın Güç, 2015)

Blum ve Leiß (2007), DISUM (Didactical intervention modes for mathematics teaching oriented towards self-regulation and directed by tasks) projesinde matematiksel modelleme sürecini tanımlayan diğer araştırmacılardan farklı olarak matematiksel modelleme sürecindeki "durum modeli" basamağına odaklanmıştır (akt. Aydın Güç, 2015), (bkz. Şekil 2.6.).



Şekil 2.6. Blum ve Leiß'in matematiksel modelleme döngüsü (Blum ve Leiß, 2007, akt. Aydın Güç, 2015)

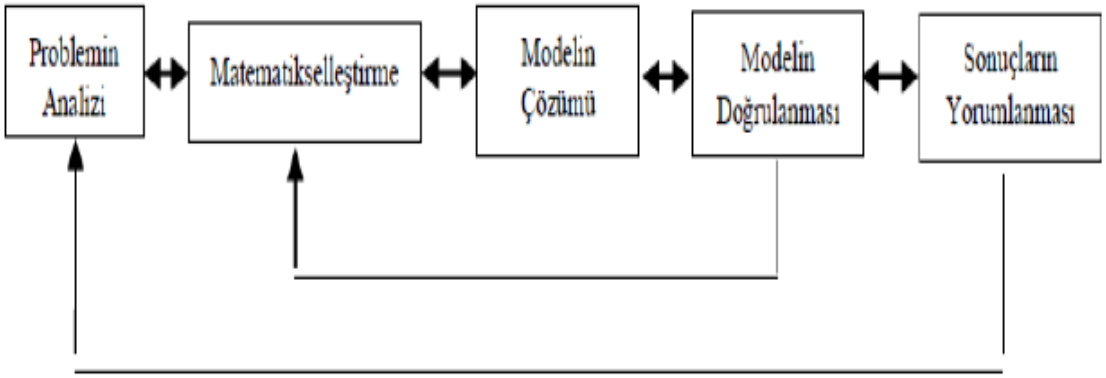
Borromeo Ferri (2006), bilişsel perspektif çerçevesinde, matematiksel modelleme sürecini açıkladığı çalışmasında; Blum ve Leiß'in (2007) modelleme döngüsünden bazı farklılıklarla "Bilişsel Perspektif Altında Modelleme Döngüsü" sunmuş ve matematik ile gerçek hayatın farklı iki dünya olmadığını kesin olarak vurgulamıştır (bkz. Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. Bilişsel Perspektif Altında Modelleme Döngüsü (Borromeo Ferri, 2006)

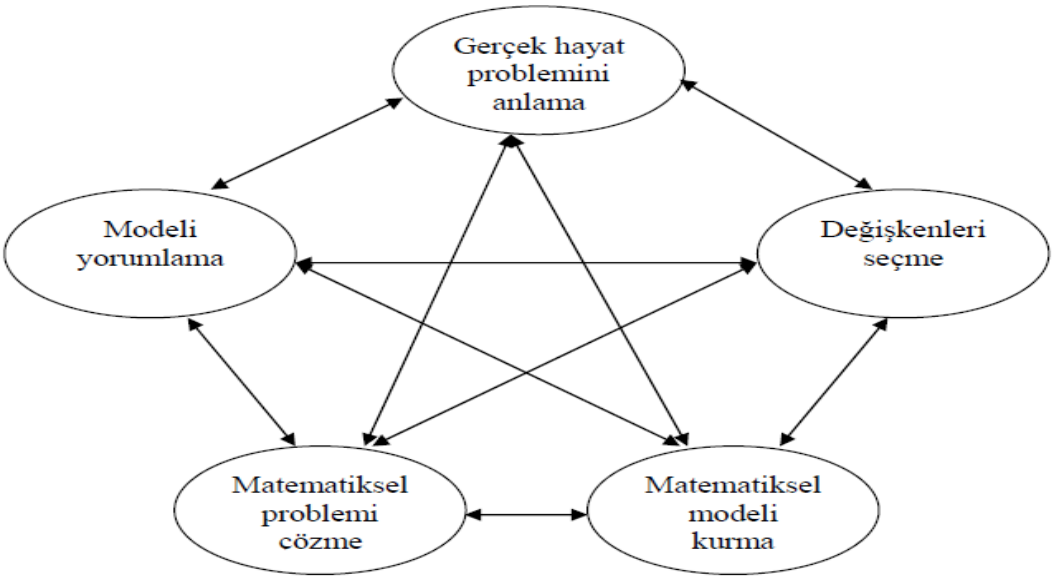
Borromeo Ferri (2006), matematiksel modelleme süreci döngüsü, basamakları ve basamaklarda ortaya çıkan bileşenleri birlikte ele almıştır: Bu döngüyü özetlemek gerekirse; öncelikle *gerçek yaşam durumu*nun (bir resim, metin vs.) öğrenciler tarafından anlaşılması gerekir. Öğrenciler bu durumdan yola çıkarak varsayımları ile birlikte zihinsel bir model oluştururlar. *Durumun zihinsel gösteriminde*; öğrencileri verilen durumun, zihinsel bir temsiline sahip olmakta ve durumun zihinsel temsilini kendi deneyimleri ve geçmiş yaşantıları ile bağlantı kurarak oluşturmaktadır. *Gerçek Model*, durumun zihinsel temsili ile yakından ilişkilidir. Bunun sebebi, öğrencilerin iç dünyası ile dış dünyasının bağlantılı olarak ortaya çıkardığı bir resim, grafik veya sözlü ifadeler gerçek modelin oluşmasını sağlamaktadır. Gerçek modelden matematiksel modele geçişte bireyler tarafından ekstra matematiksel bilgiye daha fazla ihtiyaç duyulmakta ve matematiksel bir model inşa edilmektedir. *Matematiksel Model* bileşeninde öğrenciler, formüller, denklemler, eşitlikler, … yardımıyla yapılandırdıkları gerçek modeli matematiksel bir probleme dönüştürmektedir. Matematiksel modelden matematiksel sonuçlara geçişte ise bireyler matematiksel hesaplama yeterliklerini kullanmaktadır. *Matematiksel Sonuçlar,* öğrencilerin geliştirdikleri matematiksel modeli matematiksel hesaplama yeterliklerini kullanarak çözüp ve elde ettikleri matematiksel sonuçları ifade etmektedirler. *Gerçek Sonuçlar* basamağında; matematiksel sonuçların gerçek dünyaya yorumlanması beklenmektedir. Öğrenciler, elde ettikleri matematiksel sonuçların ne anlama geldiğini ifade etmekte ve matematik dışı bağlamlarda yorumlamaktadır. *Doğrulama* basamağında ise öğrenciler, gerçek sonuçların durumun zihinsel temsiline karşılık gelip gelmeyeceği hakkında düşünmektedir.

Voskoglou (2006) modelleme sürecini beş basamakta incelemekte, belirli basamaklar arasında geçişin olduğunu belirtmektedir (bkz. Şekil 2.8.).



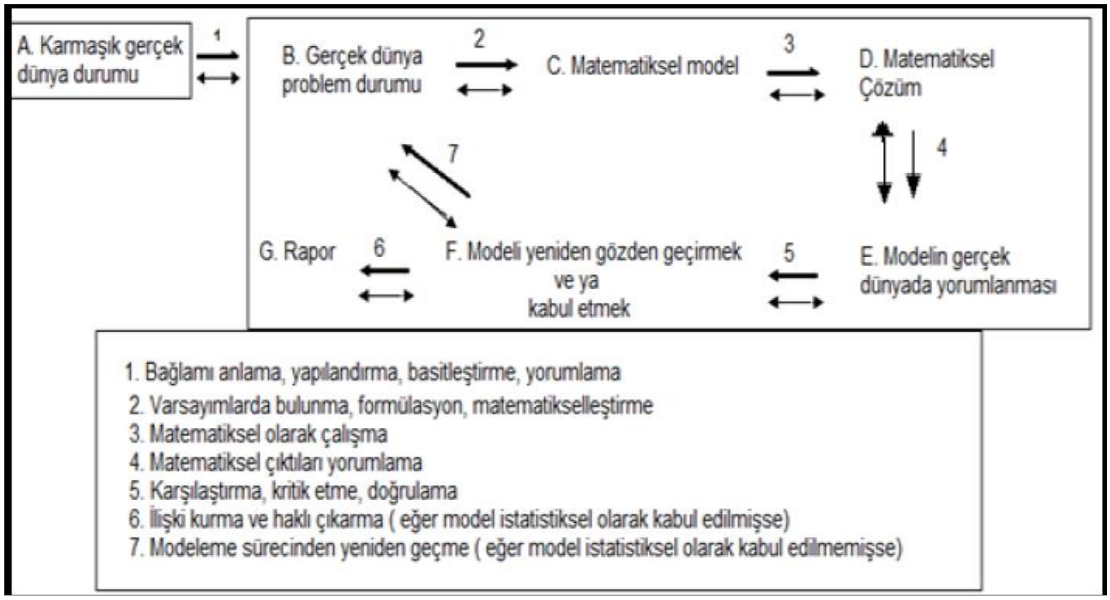
Şekil 2.8. Matematiksel Modelleme Sürecinin Akış Diyagramı (Voskoglou, 2006, akt. Hıdıroğlu ve Güzel, 2013)

Keskin (2008), çalışmasında Doerr (1997) ve Berry ve Houston (1995) un matematiksel modelleme süreçlerini benimseyerek, matematiksel modelleme sürecini beş basamakta göstermiş, basamakların birbirini doğrusal olarak takip etmesi gerekmediğini ancak birbiri ile etkileşim içinde olduğunu belirtmiştir (bkz. 2.9.).



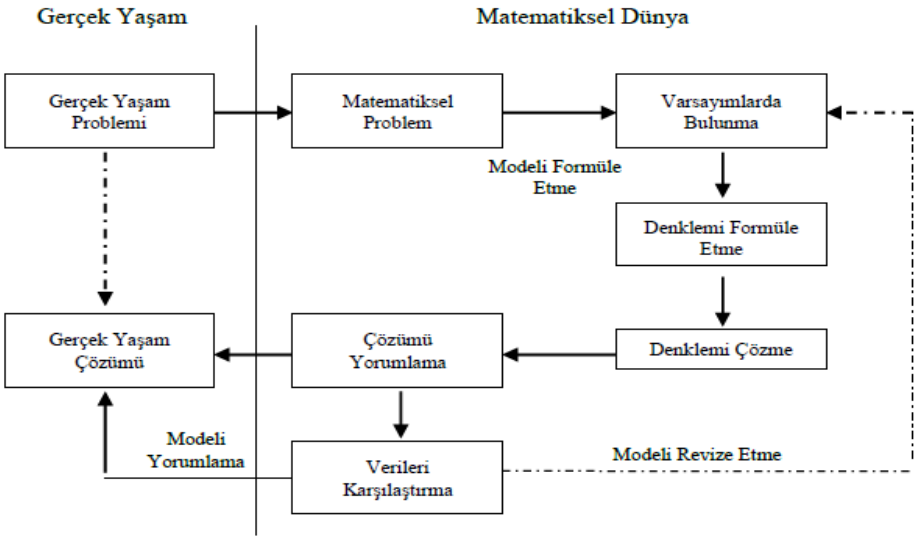
Şekil 2.9. Matematiksel Modelleme Süreci Diyagramı (Keskin, 2008)

Daha sonraki yıllarda matematiksel modelleme sürecine teknolojinin de entegre edilmesi sonucunda süreçteki basamak ve bileşen sayısında artış olduğu söylenebilir: Galbraith ve Stillman (2006) teknoloji destekli matematiksel modelleme süreci Şekil 2.10'da görülmektedir.



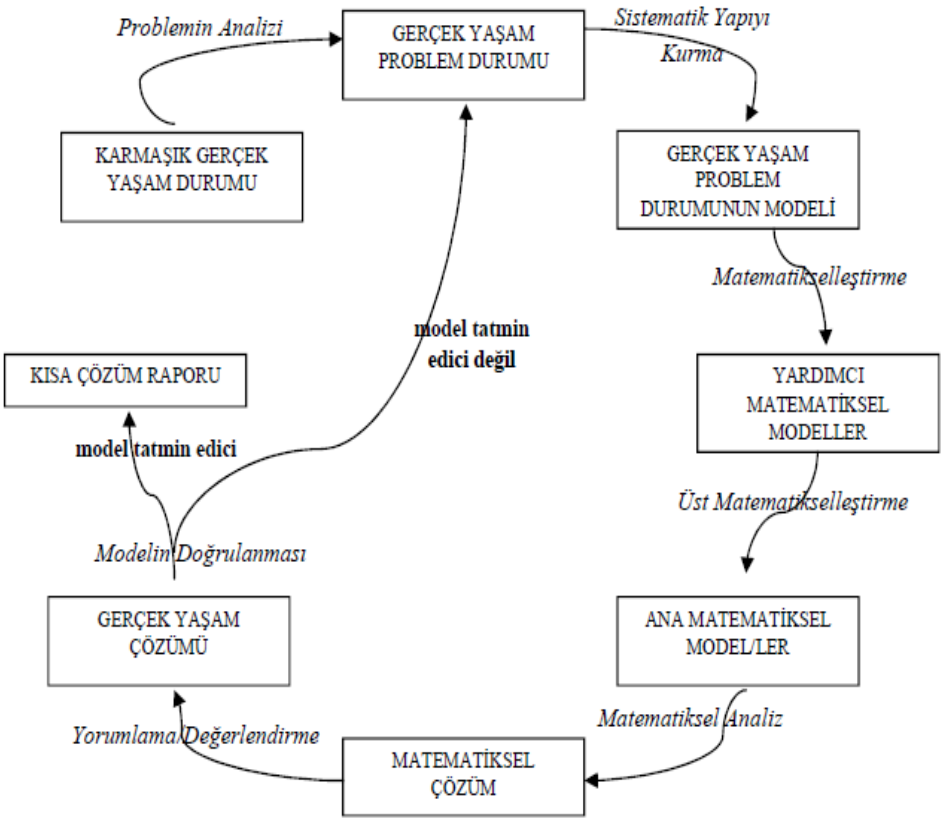
Şekil 2.10. Matematiksel Modelleme Süreci (Galbraith ve Stillman, 2006, akt. Aydın Güç, 2015)

Cheng'e (2001) göre matematiksel modelleme; gerçek yaşam ile kopuk değil ve matematiksel model gerçek hayatın bir temsilidir. Cheng (2010) çalışmasında, daha önceki çalışmalarında belitmiş olduğu matematiksel modelleme süreçlerini geliştirerek daha detaylı bir matematiksel modelleme süreci sunmaktadır (bkz. Şekil 2.11.).



Şekil 2.11. Matematiksel Modelleme Süreci (Cheng, 2010, akt. Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2013)

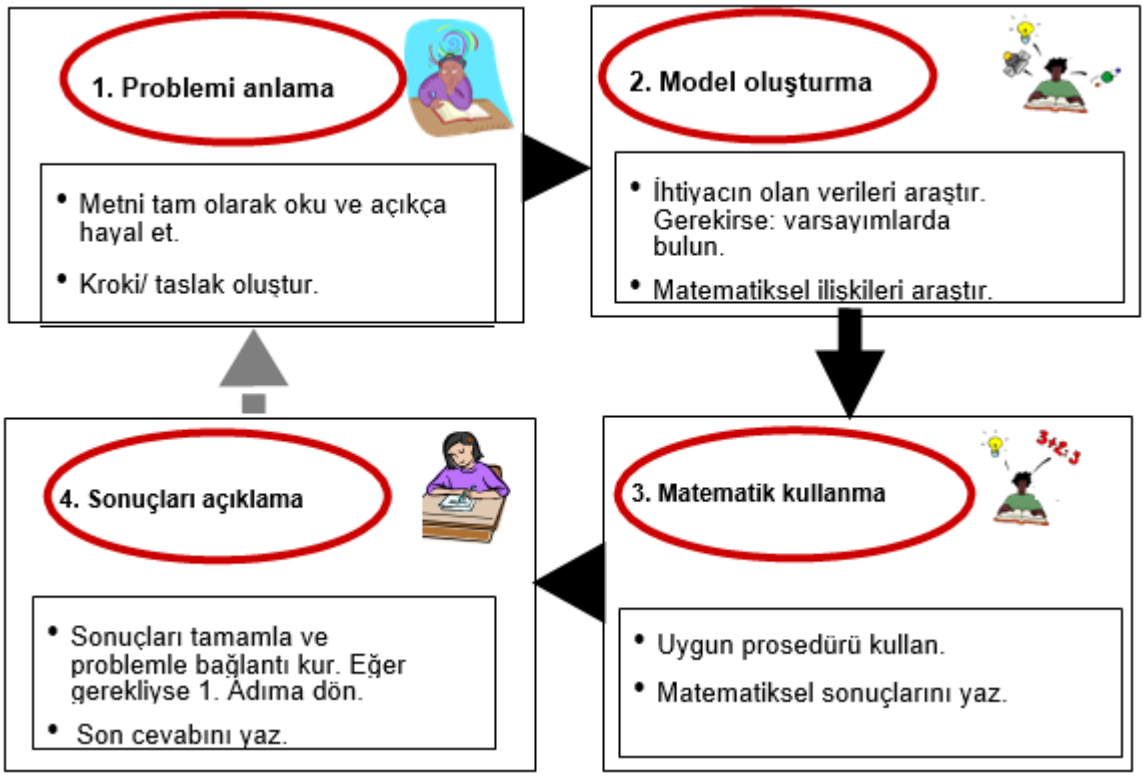
Hıdıroğlu (2012) yüksek lisans tez çalışmasında, teknoloji destekli matematiksel modelleme problemlerinin çözüm sürecinde ortaya çıkan yaklaşım ve düşünme süreçlerini, modelleme sürecinin temel bileşenleri, alt bileşenlerini ve birbirleri ile olan etkileşimlerini detaylı olarak incelemiş, 8 temel bileşen ve 7 basamakta matematiksel modelleme sürecini Şekil 2.12'deki gibi sunmuştur.



Şekil 2.12. Matematiksel Modelleme Sürecinin Temel Yapısı (Hıdıroğlu, 2012)

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, pek çok araştırmacı tarafından matematiksel modelleme süreci, gerçek dünya ile matematiksel dünya arasında etkileşimlerin yaşandığı bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Yine pek çok araştırmacı matematiksel modelleme sürecinin, döngüsel bir süreç olduğunu ve basamaklar arasında etkileşimli geçişler olduğunu belirtmeye çalışmışlardır. Bazı çalışmalarda basamaklar arasındaki geçişler, gerçek dünya ile matematiksel dünya şeklinde basit adımlarla yapılırken; bazı çalışmalarda modelleme basamakları ve bunların alt basamakları şeklinde derinlemesine ele alınmıştır.

Blum ve Borromeo Ferri (2009), **DISUM (D**idaktische **I**nterventionsformen für einen **S**elbständigkeitsorientierten aufgabengesteuerten **U**nterricht am Beispiel **M**athematik/ Didactical intervention modes for mathematics teaching oriented towards self-regulation and directed by tasks) ve **COM²** (**Co**gnitive-psychological Analysis of **M**odelling Pcesses in **M**athematics Lessons) adlı projelerinden elde edilen sonuçlar ile pek çok araştırmacı tarafından belirlenen, 7-8 basamaklı matematiksel modelleme süreçlerinin takip edilmesinin 8. ve 10. sınıf öğrencileri ve matematiksel modelleme ile ilgili ilk eğitimleri alacak, uygulamalar yapacak öğrenciler için zor olacağı düşüncesi ile dört basamaklı *Çözüm Planı* olarak adlandırdıkları matematiksel modelleme süreci döngüsü önermektedir. Bu çalışmanın veri analizinde de kullanılan döngü Şekil 2.13'te sunulmuştur.



Şekil 2.13. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri İçin Çözüm Planı (Blum ve Borromeo Ferri, 2009)

Blum ve Borromeo Ferri (2009)'ye göre; bu döngüde model oluşturma etkinlikleri sırasında, öğrenciler her aşamayı sıra ile uygulamak zorunda değildir, öğrenciler çözüm sırasında bu aşamalardan geçebilir, bu aşamalardaki düşünce süreçlerini ve zorlandıkları bölümleri süreç boyunca uygulayıcıya/öğretmene yansıtabilirler. Bu sayede öğretmenler veya uygulayıcılar öğrencilerin düşünme süreçlerini ve karşılaştıkları zorlukları belirleyebileceklerdir. Blum ve Borromeo Ferri (2009), bu döngüde modelleme sürecini 4 basamakta ele almışlardır: Problemi anlama, model oluşturma, matematik kullanma ve sonuçları açıklama: *Problemi anlama* basamağı, öğrencilerin günlük yaşamdan uyarlanmış bir durumu okuyup anlamaları, hayallerinde canlandırma, çizim yapma, tablo okuma gibi basite indirgeme çalışmalarını içermektedir. *Model oluşturma* basamağı ise öğrencilerin ihtiyaç duydukları veriyi oluşturmaları, ilişki ve kuralları tanıyıp bulmaları, örüntüleri fark etmeleri ve varsayımda bulunma gibi çalışmalarını içermektedir. *Matematiği kullanma* basamağında, öğrencilerin uygun olan matematiksel kavramları belirlemeleri, uygun işlemleri yapmaları ve bu işlemler sonucunda matematiksel sonuca ulaşmaları beklenmektedir. Öğrencilerin yaptıklarının doğruluğunun sorgulandığı, sonuçlarının gerçek hayatla ilişkilendirerek modelin gerçekliğinin onaylandığı çözümün raporlaştırıldığı *sonucu açıklama* basamağı ile süreç tamamlanmaktadır.

Bu çalışmada, Blum ve Borromeo Ferri (2009)'nin matematiksel modelleme döngüsü kullanılarak, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinden oluşan dörderli iki grup öğrencinin MOE aracığıyla matematiksel modelleme süreçleri analiz edilmiş ve karşılaştıkları güçlükler belirlenmeye çalışılmıştır.

2.7. Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE)

Model oluşturma etkinlikleri (MOE) matematiksel bir model oluşturulmasını gerektiren, öğretim sürecinin belli ilkeleri göz önüne alınarak tasarlanan, gerçek yaşamdan bir problem çözme etkinliğidir (Kaiser ve Sriraman, 2006; Lesh ve Yoon 2004). Lesh ve Doerr (2003), modelleme problemleri yerine *model* ve *modelleme* süreçlerini içinde barındıran *model oluşturma etkinliği* (MOE) kavramını kullanmak gerektiğini ifade etmişlerdir.

İlk olarak 1970'lerin sonlarında okul dışı etkinliklerde kullanılan MOE, 1980'li yılların sonlarında öğretim programlarında bazı kazanımları değerlendirmek üzere performans değerlendirme etkinlikleri olarak yeniden tasarlanmışlardır; 1990'larda ise, okul dışı etkinliklerde matematiksel düşünmenin kullanılacağı durumları açığa çıkarmak amacıyla tasarlanmışlar ve bunlara *çocuklar için durum çalışmaları* (*case studies for kids*) ismi verilmiştir (Lesh, Young ve Fennewald, 2010). İlerleyen yıllarda kullanım amacına göre, MOE çok katlı öğretim deneyleri (*multitiered teaching experiments)* ile yüzlerce öğretmen, öğrenci, akademisyen ve eğitim araştırmacılarının katkıları ile oluşturulmuştur (Lesh, Hoover, Hole, Kelly ve Post 2000).

Uzun soluklu çalışmalar sonucunda tasarlanan MOE'nin pek çok açıdan, MOE olabilmesi için bazı prensiplere sahip olması gerekmektedir ve bu altı prensipten alanyazına (Chamberlin ve Moon 2008; Doerr ve O'Neill 2011; Dominguez 2010; English, 2009; Eric 2008; Lesh ve diğerleri, 2000; Lesh ve Caylor 2007; Yoon, Dreyfus ve Thomas 2010) bağlı olarak ne anlaşılması gerektiği aşağıda sunulmuştur:

1) Gerçeklik Prensibi: Problem durumu seçilirken, öğrencilerin gerçek yaşamında karşılarına çıkabilecek şekilde bir durum belirlenmelidir. Öğrenci için gerçekliğin ne olduğu veya onlara anlamlı gelen durumlar göz önünde bulundurulmalıdır. Öğrenciler etkinliğe başlarken, gerçek yaşamdan doğan bir ihtiyaç olduğun düşünerek etkinliğe başlamalıdırlar.

2) *Model Oluşturma Prensibi:* Model oluşturma prensibi, model oluşturma etkinliklerindeki problem durumlarının öğrencilerin model oluşturmalarına elverişli olmasıdır. Problem durumu öğrencilerin, model oluşturmalarını gerektirmelidir. MOE'nde amaç karar vermeyi sağlamaktan öte, öğrenciyi karara ulaştıracak bir model oluşturmaktır.

3) Öz Değerlendirme Prensibi: Bu prensibin amacı, öğrencilerin herhangi bir yere bağlı olmadan kendi çözümlerinin değerlendirebiliyor olup olmadıklarıdır. Öğrenciler öğretmenden bağımsız

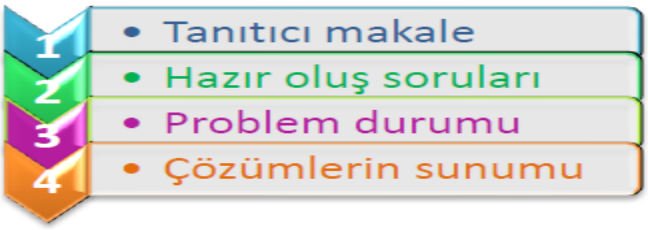
olarak kendilerini değerlendirebilmeli, çözümleri başarılı olarak tamamlayıp tamamlamadıklarını, herhangi bir onay almadan fark edebilmelidir. Öğrenciler çözümlerini değerlendirerek, gerekirse model oluşturma döngüsünün ilgili basamağına dönerek çalışmasına devam edebilmelidir. Öğrenciler çalışmalarında karar verirken, düşünme sistemleri içindeki eksikleri gidermeli, farklı seçenekler karşılaştırılarak en makul çözümün kabul edilmesi, problemler çözümleri için düzenlemelerin yapılıp eksiklerin giderilmesi ve değerlendirmelerin yapılması önemlidir.

4) *Yapı Belgelendirme Prensibi:* Öğrenciler burada, yapmış oldukları modelleri etkili bir şekilde sunumunu yapabilmeli, başkalarının da anlayacağı şekilde, açık ve anlaşılır olarak çözümü anlatabilmelidir. Öğrenciler düşüncelerini detaylı bir şekilde müşteri/danışana aktarabilmelidir.

5) Etkili Prototip Prensibi: Burada "Geliştirilen model, yapısal olarak diğer benzer durumlar için kullanışlı bir örnek (prototip) oluşturur mu?" sorusuna cevap aranır. Bu prensibin öğrenci tarafından uygulandığını anlamanın en güzel yolu, öğrencilerin çözüm yöntemlerini ne kadar vakit geçse bile tekrar hatırlayabiliyor olmasıdır.,

6) Model Genelleme Prensibi: Bu prensip öğrencilerin geliştirmiş olduğu modelin diğer başka durumlar için de geçerliliğini sağlayıp sağlamadığını sorgulamaktadır. "Geliştirilen model sadece problem durumu için mi kullanışlıdır?", "Farklı durumlar için de paylaşılabilir, dönüştürülebilir, kolayca uyarlanabilir ve yeniden kullanılabilir midir?" sorularına cevap vermelidir. Burada öğrenciler tek bir durum için geçerli olacak şekilde değil, tüm durumlarda geçerliliğini sağlayacak bir model geliştirmelidir.

Yukarıdaki perspektifler çerçevesinde oluşturulmuş bir MOE, genellikle dört temel bileşenden oluşur (Chamberlin ve Moon, 2008; Yu ve Chang 2009). Bunlar; tanıtıcı makale, hazır oluş soruları, problem durumu ve çözümlerin sunumudur (bkz. Şekil 2.14.).

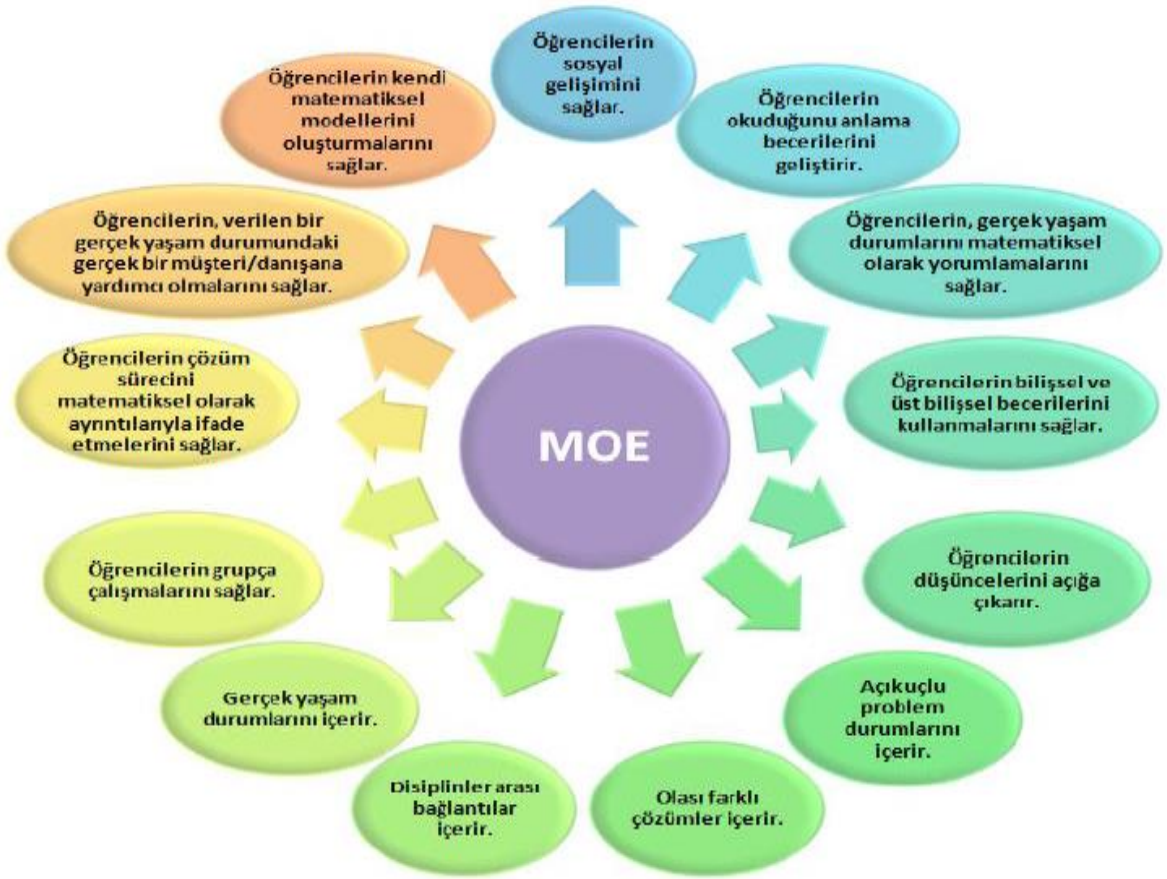


Şekil 2.14. MOE'nin Temel Bileşenleri

Chamberlin ve Moon (2008), bu bileşenleri aşağıdaki gibi tanımlamaktadırlar: Birinci bileşen uygulanacak etkinlikle ilişkili *okuma parçası*dır. Bu okuma parçası sayesinde öğrenci, uygulanacak MOE'nin ilişkili olduğu gerçek hayat durumuna aşinalık kazanır. Problem durumunu daha kolay anlamlandırır. İkinci bileşen verilen okuma parçası ile ilgili *hazır oluş /okuma -anlama soruları*dır. Bu bileşen ile öğrencilerin gerçek hayat durumunu iyice anlaması soruları

cevaplaması istenir. Tanıtıcı makale ve hazırlık soruları öğrencilere ödev olarak da verilebilir. MOE'nin üçüncü bileşeni olan *problem durumu* MOE'nin merkezi bölümü (Yu ve Chang 2009) olarak görülmektedir. Problem durumu, öğrencilerin arkadaşlarıyla birlikte çalışarak (3-4 kişilik gruplar), bir müşteri/danışana yardımcı olmak amacıyla model/ler geliştirdikleri modelleme uygulamasıdır (genellikle 45-90 dakika sürer). Öğrenciler problem durumuna uygun oluşturdukları model/leri detaylı anlattıkları raporları yazarlar. Son bileşen olan *çözümlerin sunumu*nda ise gruplar çözümlerini arkadaşlarına sunarlar, arkadaşları ile tartışırlar, gerektiğinde revize ederler. MOE'nin ilk iki bileşenin bazen ders dışında ev ödevi olarak verilebileceği, fakat üçüncü bileşenin ders saatinde yapılmasının gerektiği belirtilmektedir (Chamberlin ve Moon, 2008). Bununla birlikte, tanıtıcı makale ve hazır oluş sorularının ev ödevi olarak verilmediği durumlarda her bir MOE'nin uygulama süresinin 3-5 ders saati sürebileceği ifade edilmektedir (Dominguez, 2010).

Tekin Dede ve Bukova Güzel (2014) ilgili alanyazın taraması sonucunda MOE'nin özelliklerini Şekil 2.15'te olduğu gibi sunmuşlardır.



Şekil 2.15. Model Oluşturma Etkinliklerinin Özellikleri

Bu çalışmada, ilgili alanyazın taraması sonucunda ortaokul 8. sınıf öğrencilerine uygulanmak üzere "Park Yeri Problemi" ve "Su Tasarrufu Problemi" adlı iki disiplinler arası MOE belirlenmiştir. "Park Yeri Problemi" Purdue Üniversitesi'nde yapılan bir proje kapsamında geliştirilmiş (Lesh ve English, 2017) ve araştırma ekibi tarafından Türkçe'ye çevrilip, uyarlaması yapılarak çalışmada kullanılan haline getirilmiştir. "Su Tasarrufu Problemi" ise Adıyaman Üniversitesi'nde yürütülüp, TÜBİTAK'ın desteklediği 117K169 numaralı proje kapsamında "Su İsrafı" adı ile katılımcılar tarafından geliştirilmiş, araştırma ekibince bazı bölümlerine düzenleme ve eklemeler yapılarak çalışmada kullanılan haline getirilmiştir.

2.8. Matematiksel Modelleme Üzerine Yapılan Çalışmalar

Literatürde matematiksel modelleme alanında yapılmış pek çok araştırma bulunmaktadır. Hepsinden bahsetmek mümkün olmadığından, bu çalışmanın amacı kapsamındaki çalışmalarla sınırlı tutulmuştur. Bu bölümde, ortaokul öğrencileri (5. sınıftan 8. sınıfa) ile gerçekleştirilen MOE ile son yıllarda STEM eğitimi yaklaşımı ile gerçekleştirilen MOE ile ilgili araştırmalara yer verilmiştir. İlgili alanyazın taramasında, bazı araştırmacıların 5. ve 6. sınıflara ait çalışmaları, ilkokul kapsamında değerlendirdiği görülmüştür. Programımızda 1.-4. sınıfların ilkokul, 5.-8. sınıfların ortaokul kapsamında olduğu gerçeğinden yola çıkarak, bu çalışmaların da ortaokul kapsamında incelenmesi gerektiği düşünülmüştür.

English (2002), modelleme deneyimi olmayan, özel bir okulda okuyan 30 tane 5. sınıf (10 yaş) öğrencisi ile üç yıl süren çalışmasında, öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri üzerinde gelişimleri incelenmiştir. Öğrencilerin sorulan sorulara kısa cevap buldukları geleneksel matematiksel problemlerden farklı olan model oluşturma etkinlikleri ile mevcut matematiksel bilgilerini ve deneyimlerini grup çalışması içinde nasıl kullandıkları araştırılmıştır. Bir süre uygulanan hazırlayıcı MOE'nden sonra *Çim Biçme Problemi* ve *Noel Tatili İşi Problemi* esas problemleri uygulanmıştır. Her iki etkinlikte, çoklu veri tablolarını okuma, yorumlama, veriler arasındaki ilişkileri keşfetme, orantısal akı yürütme ve oran kavramları kullanmaları beklenmiştir. Etkinlikler, haftada iki gün ve ortalama 80 dakika iki oturumda tamamlanmıştır. Öğrenciler oluşturdukları modelleri sınıfa sunarak, savunmuşlar, öğrencilerin çalışma kağıtları, gözlem alan notları, raporları ve uygulama sürecindeki video kayıtlar veri analizinde kullanılmıştır. Araştırmanın sonunda, bazı öğrenciler sadece ortalamaları bulmakla yetinirken bazıları eğilimleri ve ilişkileri bulmaya yönelmişlerdir. Bazı öğrenciler sadece alt bilgilerine odaklanmak yerine verilen veriler ile işlemler yapmaya çalışarak matematiksel işlemleri uygulamada ilerleme göstermişlerdir. Bu gelişmeler verilen belli bir eğitimle değil, öğrencilerin fikirlerini oluşturmayı, tanımlamayı, açıklamayı, doğrulamayı kontrol etmeyi ve iletişim

kurmalarını içermektedir. Bu gelişmelerin önemli bir bileşeni de uygulama sürecinde kendiliğinden gelişen sosyal etkileşimdir.

Lesh ve Harel (2003), 8. sınıf öğrencilerinin MOE'nde geliştirdikleri fikirleri, aşama ve döngülerin benzerlik ve farklılıklarını ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Çalışma sonunda da öğrencilerin MOE uygulama sürecinde problem durumunu anlama, çözme, test etme, revize etme gibi süreçlerden geçtiklerini belirtmişler. MOE'nin öğrencilerin oran, orantı, kesirler gibi temel konularda derin düşünme ve kavramsal gelişmeyi sağladığını, okul müfredatında öğrencilerin genel olarak bilişsel gelişimine de katkı sağlayacağı düşüncesi ile de bulunmasının olumlu olacağını belirtmişler.

Mousoulides, Pittalis ve Christou (2006), modelleme etkinliklerindeki öğrenci yaklaşımlarını inceledikleri çalışmalarında, Kıbrıs'ta bir okulda, 6. sınıf (11 yaş) 20 öğrenci ile çalışmışlardır. Daha önce ders kitaplarındaki geleneksel problemlerle çalışan bu öğrencilerin; varsayım, model oluşturma ve kontrol etme gibi süreçleri olan modelleme etkinlikleriyle ilk kez karşılaşmalarına rağmen, gruplardaki sosyal etkileşimin de sayesiyle gayet başarılı bir şekilde yürüttükleri belirlenmiştir. Öğrenciler problemi farklı bakış açıları ile incelemişler, hipotezler kurup denemişler, modellerini değerlendirip, eklemelerle değiştirmişler, yeniden gözden geçirip düzeltmişlerdir. Ayrıca modelleme etkinliklerinin, öğrencilere grupça çalışma fırsatı vermesi ile grup içi iletişim ve sosyal etkileşim boyutunda, öğrencilerin planlama, inceleme, diğerlerinin varsayım ve iddialarına karşı çıkma, grupça fikir birliğine varma gibi deneyimler kazandırdığı belirtilmiştir. Benzer şekilde Zawojewski, Lesh ve English (2003), model oluşturma etkinliklerinde grup ile çalışılmasının, birbirlerini eleştirme, tartışma ve en uygun sonuca ulaşma gibi pek çok yararlılığından bahsetmişlerdir.

English (2006), ortaokul 5. sınıftan (10 yaş) bir grup öğrenci ile 7. sınıfa kadar, üç yıl süren çalışmasında öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözerken kavramsal gelişmelerini ve matematikselleştirme süreçlerini öğretim deneyleri ile incelemiştir. Çalışmanın ilk yılında öğretmen ve öğrencilere okul içi ve dışında, matematiksel problem çözme ve süreç içinde soru sorma teknikleri üzerinde durulmuş ve hazırlık amaçlı matematiksel modelleme problemleri ve model oluşturma etkinlikleri uygulanmıştır. Uygulanan modelleme etkinliklerinde öğrencilerin grupça çalışmaları sağlanmış, veri içeren tabloları ve verilen metinlerindeki senaryoları yorumlamaları istenmiştir. Son iki yılda ise, bir adet *Model Oluşturma ve Model Araştırma Problemi* iki adet *Model Uyarlama Etkinliği* uygulanmıştır. Uygulama esnasında öğretmen ve araştırmacılar öğrencilere müdahale etmemiş, sadece gözlemlemiş ve fikirlerini savunmalarını imkân sağlamışlardır. Araştırmanın ikinci yılı boyunca her hafta bir grup olmak üzere 6 grup öğrenciye *Tüketici Rehberi Problemi* verilerek 40-45 dakika çalışmaları sağlanmış ve bu süreç video ile kayıt altına alınmıştır. Öğrencilerin modellerini geliştirirken kullandıkları

çalışma kağıtları, raporları, gözlem alan notları, grup sunumları ve tartışmaları videoya alınarak veri analizi yapılmıştır. Araştırmanın sonuçları, daha çok ortaokul son sınıf öğrencileri ile seçilen model oluşturma problemlerinde alt sınıfta bulunan öğrencilerin de başarılı olabildiklerini ortaya koymuştur. Öğrenciler bu süreçte kendi matematiksel fikirlerini üretip, sunmuşlar, elde ettikleri modelleri test edip gözden geçirmişlerdir.

Galbraith ve Stillman (2006), çalışmalarında matematiksel modelleme ile ilk kez karşılaşan öğrencilerin (14-15 yaş) matematiksel modelleme sürecinde karşılaştıkları güçlükleri belirlemeye çalışmışlardır. Çalışmalarında, matematiksel modelleme sürecini, gerçek yaşam durumu, problem ifadesi, modelin oluşturulması, matematiksel çözüm ve çözümün doğrulanması olarak sıralamışlardır. Çalışmalarının modelleme etkinlikleri uygulayacak öğretmenlere pek çok bakımdan yararı olacağını belirtmişlerdir. Bu çalışmanın devamında Stillman, Galbraith, Brown ve Edwards (2007), ortaokul öğrencileri ile başarılı bir şekilde gerçekleştirilen modelleme etkinlikleri uygulamaları sonucunda, modelleme sürecindeki aşamalar arasındaki geçişler ve bunlar ile birleşen bilişsel etkinliklerden oluşan bir çerçeve oluşturmuşlar. Bu çerçeve kapsamında lise öğrencileri ile de çalışmalar sürdürmüşlerdir. Bu çerçevenin öğretmenler, araştırmacılar ve program geliştiriciler tarafından, modelleme etkinliklerinin aşamalarını (görevlerini) düzenlemek, verilen görevlere göre nerelerde zorlanmalar oluşabileceğini önceden tahmin etmek amacıyla kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir.

Swan, Turner, Yoon ve Muller (2007) ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında modelleme etkinliklerinin; öğrencilerin pek çok matematiksel beceri, matematiksel dil ve araç kullanımına, matematiğin mühendislik ve diğer disiplinlerle ilişkili olduğunu anlamalarına ve hayatın içinden olduğunu görmelerini sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca modelleme etkinliklerinde öğrencilerin matematiksel temsiller(modeller) oluştururken, tahminler, varsayımlar, hata analizi yapma ve dikkatli çalışmak için matematiksel beceriler ve araçlarla çalışabilmelerine fırsat tanındığını ifade etmişlerdir.

Blum ve Leiß (2007) Almanya'da ilköğretim öğrenci ve öğretmenleri ile yürüttükleri SINUS projesi kapsamında öğrenci ve öğretmenlerin modelleme problemlerine karşı sergiledikleri tutumları incelemişlerdir. Bu çalışmada öğrencilerin modelleme problemleri çözerken video kayıtları alınıp, incelenmiş ve öğrencilerle görüşmeler yapılmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin hem durumunu hem de problemi anlama aşamasında zorluk yaşadıkları belirlenmiştir. Öğrenciler problemin çözümüne ilişkin kuralı bulmuşlar ancak, matematik kullanmada sıkıntı yaşadıkları ve modelin geçerliliğine bakmadıkları için modellerini geliştirmeye çalışmadan kabullendikleri ifade edilmiştir.

Barbosa (2009), model oluşturma etkinliklerinin düşük seviyeli ortaokul öğrencileri üzerindeki etkisini ortaya koyan araştırmasında; matematik eğitiminde modellemenin sosyo-

kritik açıdan taslağını çizmek ve düşük seviyedeki öğrencilerin çalışmalarını analiz ederek çıkarımda bulunmak amacı ile nitel bir çalışma yürütmüştür. Bunun için Brezilya'nın kırsal bir kesiminde ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile çalışmış, modellemede sosyokültürel yaklaşımın kullanılmasının düşünsel tartışmalarla ilgili olduğunu ortaya konulmuştur.

Blum ve Borromeo Ferri (2009) okulda etkinlik olarak uygulanan modelleme etkinliklerin hem öğrenciler hem de öğretmenler için zor olduğundan yola çıkarak, öğretmen ve öğrencilerin uygulanan modelleme etkinlikleri sırasındaki yaklaşımlarını belirlemek istemişlerdir. Bunun için 15 yaşındaki öğrencilerle çalışarak matematiksel modelleme sürecinde karşılaştıkları güçlükleri belirlemeye çalışmışlardır. Öğrencilerin modelleme sürecinde; problemi yapılandırma, basitleştirme ve geçerliliğini sağlama aşamalarında zorlandıklarını belirlemişlerdir. Bundan yola çıkarak uygulama esnasında öğretmenlerin rehberliği ve öğrencilerin bağımsızlığı arasında, belli kuralların çerçevesinde öğrencilere modellemenin öğretilebileceğini savunmuşlar ve ardından öğretmenlerin modelleme etkinlikleri sırasında nasıl davranmaları gerektiği ile ilgili açıklamalarda bulunmuşlardır.

Singapur okul müfredatına 2003 yılında giren modelleme, ilköğretim matematik öğretmenlerinin ve öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecini deneyimlemeleri için Balakrıshnan, Yen ve Goh (2010), ortaokul öğrencilerine (6-8) MOE etkinlikleri uygulamışlardır. Araştırmalar sonucunda öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinde; matematikselleştirme, matematikle çalışma, yorumlama ve fikirlerini ortaya atarak tartıştıkları aşama olmak üzere dört süreçten geçtiklerini belirtmişlerdir. Öğretmenlere modellemenin önemi hakkında verilen eğitimlerin öğrencilere de verilmesi gerektiğini, MOE'nde, geleneksel problemlerden farklı olarak öğrencilerin gerçek hayattan bir probleme çözüm bulduklarını, bu noktada öğrencilere karmaşık günlük hayat problemlerini matematik yardımı ile nasıl çözüleceğini görmeleri açısından imkan tanıdığını belirtmişlerdir. Bunun yanında matematiksel ifadelerin kullanılmadığı ve matematikselleştirme aşamasının oldukça kısa olduğu ifade edilmiştir.

Doruk (2010), doktora çalışmasında, matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematik dersinde öğrendiklerini günlük yaşama transfer etme becerilerinin gelişimine etkisini incelemiştir. Araştırmacı, düşük sosyo-ekonomik düzeyli öğrencilerin bulunduğu bir devlet okulunda 116, 6. ve 7.sınıf öğrencisi ile çalışmıştır. Çalışmasının sonunda, her iki sınıf düzeyinde de matematiksel modelleme uygulanan sınıf gruplarının; günlük yaşam problemlerinde matematiği ve matematik dilini kullanma, günlük yaşamı ilişkilendirme düzeylerinin bu etkinliklerin uygulanmadığı gruplara göre yüksek olduğu belirlenmiştir.

Leavitt ve Ahn (2010), 32 ortaokul 8. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, model oluşturma etkinlikleri uygulamalarında öğretmenlere rehber olmayı amaçlamışlardır. Bu amaçla, öğrencilere dört MOE uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda, grup ile

çalışma, MOE seçimi, etkinliklerin uygulama aşamasında öğretmenin rolü, grup sunumları ve yazılı raporlar olmak üzere dört başlık altında MOE uygulanmasında dikkat edilmesi gerekenler ile ilgili öğretmenlere önerilerde bulunulmuştur.

Sol, Giménez ve Rosich (2011) araştırmalarında 12-14 yaş öğrencilerle grup çalışması ile 4 haftalık modelleme oluşturma etkinlikleri gerçekleştirmişlerdir. Araştırma ile öğrencilerin modelleme sürecindeki davranışlarını belirlemek için farklı araştırmacıların belirledikleri modelleme sürecindeki aşamaları birleştirerek bir modelleme süreç çerçevesi oluşturmuşlardır. Öğrencilere uyguladıkları model oluşturma etkinliğinde sergiledikleri davranışları bu modelleme süreç çerçevesi ile tanımlamış ve bu süreçte öğrencilerin bazı güçlüklerle karşılaştıklarını belirtmişlerdir. Bu güçlüklerin öğrencilerin problemi anlama, değişkenleri kullanma, matematiksel ilişkileri keşfetme, modelin geçerliliğini sağlama ve iletişim kurma gibi güçlükler olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu güçlüklerin sebeplerinin öğrencilere işlevsel bir bakış açısı kazandıran öğretim programlarının eksikliği ve öğretmenler tarafından geliştirilen çözümler olabileceği ifade edilmiştir.

Greefrath (2013), 10-16 yaş öğrencilerin modelleme süreçlerini ve bu süreçte öğrencilerden beklenen davranışları yerine getirilip getirilmediği konusunda çalışmıştır. Veri analizi sonucunda, öğrencilerin gerçek hayat ile matematik arasındaki planlamaların geçişleri olan aşamalar belirlenmiştir. Öğrencilerin verilen gerçek yaşam problemini basitleştirip planlama yapma aşamasında çok zaman kaybettikleri görülmüştür. Ayrıca tartışmalarda matematiksel modellerin tartışma olmadan çok hızlı ve sessiz şekilde ifade edildiği belirlenmiştir.

Mousoulides, Pittalis, Christou ve Sriraman (2013), 6. sınıf ve 8. sınıftan birer grubun matematiksel modelleme süreçleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları incelemişlerdir. Tüm öğrencilerin problemi anlayıp çözmek için gerekli matematiksel yapıları ve değişkenleri oluşturduğu belirlenmiştir. Aynı matematiksel modelleme problemi sunulan iki sınıftan, 8. sınıfların daha iyi problemi anlayıp çözümledikleri, sonuçlarını doğruladıkları ve daha yerinde modeller oluşturdukları gözlemlenmiştir. Ayrıca öğrenci gruplarının düşük seviyede başarıları olsa da matematiksel modelleme problemlerini çözmede etkin çalıştıklarını ifade etmişlerdir.

Eraslan ve Kant (2015) çalışmalarında, ortaokul 8. sınıf öğrencileri ile MOE süreci ve karşılaştıkları zorlukları belirlemek amacı ile 3 kişilik bir öğrenci grubu ile *Voleybol Sorunu* adlı MOE'ni uygulamışlar ve süreci video ile kayıt ederek sonrasında analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin pek çok yeni ve farklı fikir ürettiklerini, bir sonuca varmadan önce farklı varsayımlar ürettiklerini, aktivitelerin daha derinlikli düşünme ve matematiksel düşünmelerini geliştirdiğini belirtilmiştir. Aynı zamanda öğrencilerin model oluşturma sürecinde yeterli bir modelin anlaşılması, geliştirilmesi ve oluşturulması açısından bazı zorluklar yaşadıkların bulunmuştur.

Dedebaş (2017) çalışmasında, 31 kişilik bir 5. sınıfla STEM eğitimi yaklaşımı ile 3 tane MOE uygulamış, 4 kişilik bir odak grup belirleyerek, bu gruba ait veri nitel olarak analiz edilmiştir. Çalışmada MOE'nin çoklu uygulamaları esnasında ortaya çıkan davranışlar ve güçlükler belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın sonunda, MOE sürecinde, destekleyici ve engelleyici davranışlar ile güçlüklerle karşılaşıldığı; bu güçlüklerin de anlamama ve zamanı yönetememe güçlüğü olduğu belirtilmiştir.

Ortaokul düzeyinde yapılan çalışmalar genel olarak özetlenirse; MOE'nde öğretmenlerin ve öğrencilerin rehberliğe ihtiyacı olabileceği, öğrencilerinse genel olarak süreçte bazı zorluklarla karşılaştıkları ve bu zorlukların aşağıdaki unsurlarda olduğu ifade edilebilir:

- Problemi anlama, günlük hayattan matematiksel hayata geçerek basitleştirme,
- Değişkenleri kullanma ve değişkenler arasındaki ilişkileri belirleme,
- Uygun varsayımlar geliştirme,
- Modelin gerçekliğini sağlama, doğrulama,
- Grup çalışmalarında etkili iletişim kurmakta.

Karşılaşılan bu ve benzeri zorlukların öğrencilerin matematiksel düşünme biçimlerinin, MOE'ne bakış açılarının ve bununla ilgili deneyimlerinin, kendi yaşam tecrübelerinin ve matematiğe olan tutumlarının etkisi olduğu belirtilmiştir. STEM eğitimi yaklaşımı ile uygulanacak, MOE'nin öğrencilerin mevcut matematiksel bilgilerinin pekişmesi ve yeni bilgilerin edinilmesi ve düşük başarı seviyesindeki öğrencilerin modelleme becerilerinin artmasına katkı sağladığı ifade edilmiştir. MOE'nde başarısı düşük öğrencilerin başarılı ve istekli çalıştığı, modelleme becerilerinin geliştiği de belirtilmiştir

3. YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmanın türü ve deseni, katılımcıları (çalışma grubu), veri toplama araçları, veri toplama süreci, veri analizi ve araştırmanın kalitesi hakkında bilgi verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Deseni

Bu çalışma, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin MOE aracılığıyla STEM eğitimi yaklaşımında matematiksel modelleme/model oluşturma süreçlerinin ve bu süreçte ortaya çıkan güçlüklerin belirlenerek nedenlerinin açıklandığı nitel bir araştırmadır. Bu çalışmada, aşağıdaki sorulara cevap aranmaktadır:

1. Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin MOE aracılığıyla STEM eğitiminde matematiksel modelleme süreçleri nasıl gerçekleşmektedir?
2. Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin MOE aracılığıyla STEM eğitiminde matematiksel modelleme sürecinde karşılaşabilecekleri güçlükler nelerdir?

Araştırmada, öğrencilerin model oluşturma süreçlerinin çoklu veri kaynakları aracılığıyla (görüşmeler, gözlemler, çalışma yaprakları, görsel-işitsel materyaller, dokümanlar ve raporlar) detaylı ve derinlemesine incelenmesi ve araştırma sorularına cevap verilmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle bu çalışma, en genel anlamda bir grup veya olayı derinlemesine inceleme ve analiz etme olarak tanımlanan durum çalışmasıdır (Patton, 2014). Bu çalışmada birden fazla durum olduğu ve bu durumlar karşılaştırmalı olarak analiz edildiği için aynı zamanda bir *çoklu durum (multiple case study)* çalışmasıdır. Çalışmamızda incelenecek durumlar, matematiksel modelleme süreçlerini incelemek ve süreçte ortaya çıkan güçlükleri betimlemek amacıyla belirlenen ve öğrencilerin MOE üzerinde nasıl çalıştıklarını betimlemek için oluşturulan öğrenci gruplarıdır. Durum çalışması; bir veya birkaç durumu kendi sınırları içinde bütüncül olarak analiz etme (Yıldırım ve Şimşek, 2011) ve gerçek yaşamın, güncel bağlam ya da ortam içerisinde araştırılmasıdır (Creswell, 2018). Çalışmada yer alan her grup, bir "*analiz birimi*"dir (Yin, 2017, s.34). Çalışmanın amacına ve araştırma sorularına en iyi cevap verecek araştırma deseni durum çalışmasıdır.

3.2. Katılımcılar

Araştırmanın katılımcıları, araştırmacının öğretmenlik yaptığı bir devlet okulundaki dört 8. sınıf şubesinden birinde bulunan öğrencilerden oluşmaktadır. Okulda bulunan dört şubeden biri amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme ile belirlenmiştir. "Amaçlı örneklemede, araştırmacılar ana olgu hakkında bilgi edinmek veya onu anlamak için bireyleri ve araştırma mekanlarını maksatlı bir biçimde seçerler" (Creswell, 2019, s. 267). Ayrıca, amaçlı örnekleme pek

çok durumda olgu ve olayların keşfedilmesinde ve açıklanmasında yararlı olur (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu şube belirlenirken izlenen yol şudur: Bu sınıfla bir önceki yıl bir STEM etkinliği uygulanmış ve öğrenciler STEM hakkında bilgilendirilmiştir. Ek olarak, araştırmacının dört yıldır bu sınıfın matematik öğretmeni olması, öğrencilerle iletişiminin iyi olması ve öğrencilerin kişisel özelliklerini biliyor olması, öğrencilerin okula devam sıkıntısının az olması ve sınıf mevcudunun diğer 4 şubeye göre daha fazla olması, velilerinin çalışma süreci için öğrencilerin katılımına gönüllü olmaları gibi nedenler bu sınıfla çalışılmak istenmesindeki temel maksatlardır. Sınıf, 20 kız öğrenciden oluşmaktadır ve şehir merkezinde yer alan bir imam hatip ortaokulundadır. Sınıftaki öğrenciler kişisel özellikleri dikkate alınarak 4'er kişilik 5 gruba ayrılmıştır. Her grup verilen etkinlikleri yapmış ve MOE sürecine katılmışlardır. Etkinlikler, ders saatlerinde bir plan çerçevesinde yapıldığı için, tüm öğrencilerin sürece dahil olması sağlanmıştır. Sınıftaki öğrenciler devamsızlık yapmadıkları sürece her hafta planlandığı gibi uygulanan MOE'ye katılmışlardır. Ancak, tüm sınıfı gözlemlemek ve süreçte her grubun öğrencilerinin devamını sağlamakta zorlanılacağı için araştırmada belli ölçütlerle oluşturulan sadece 2 gruptan toplanan veriler analiz edilmiştir.

5 gruptan 2'si amaçlı örnekleme stratejilerinden *ölçüt örnekleme* ile odak grup olarak belirlenmiştir. Ölçüt örneklemede, ölçüt veya ölçütler araştırmacı tarafından belirlenebilir ya da bir ölçüt listesi oluşturulabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu iki grubun belirlenmesindeki ölçütler genel olarak; öğrencilerin devamsızlık oranlarının düşük olması ve çalışma sürecine istekli katılmaları, proje ödevi olarak matematik dersinden proje ödevi almış olmaları, farklı başarı düzeylerinde bulunmalarıdır. Dolayısıyla çalışmada analiz edilen veri, yalnızca bu iki grubun MOE sürecinden elde edilen veridir.

Seçilen iki gruptan biri olan A grubunda, Devlet Parasız Yatılılık ve Bursluluk (DPY) sınavını kazanmış, 1. dönem matematik dersi not ortalaması 100 olan bir öğrenci de dahil olmak üzere, matematik dersi 1. dönem not ortalamaları 75, 65 ve 50 olmak üzere farklı başarı düzeylerindeki 4 öğrenci yer almaktadır. Bu öğrencilerin 1. dönem boyunca sağlık vb. problemleri dışında özürsüz devamsızlıkları olmamıştır. Bu grupta ayrıca çalışmalarının ve etkinliklere katılımlarının proje ödevi olarak değerlendirildiği 2 öğrenci bulunmaktadır. Benzer şekilde, B grubunda da DPY sınavını kazanmış bir önceki dönem matematik dersi not ortalaması 100 olan bir öğrenci de dahil matematik dersi 1. dönem not ortalamaları 80, 60 ve 45 olmak üzere farklı başarı düzeylerindeki 4 öğrenci bulunmaktadır. B grubundaki öğrencilerin de 1. dönemde sağlık vb. problemleri dışında özürsüz devamsızlıkları bulunmamaktadır. B grubunda da 2 öğrencinin çalışmaları ve etkinliklere katılımları proje ödevi olarak değerlendirilmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada temel veri toplama araçları; bire-bir ve grup görüşmeleri (yarı yapılandırılmış), gözlem (alan notları), görsel-işitsel materyaller (video-ses kayıtları, fotoğraflar) ve dokümanlar (MOE'ler ile ilgili formlar, araştırma kayıt defteri, öğrenci raporları, grup değerlendirme ve sunum değerlendirme formları)dır.

3.3.1. Görüşme

Görüşme, bir veya daha fazla katılımcıyla, sözlü olarak sürdürülen, araştırma için cevabı aranan genel ve açık uçlu sorular çerçevesinde veri toplama sürecidir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2016; Creswell, 2019). Bu çalışmanın temel veri toplama araçlarından biri görüşmelerdir. Görüşmeler bire-bir görüşmeler ve grup görüşmeleri şeklinde yapılmıştır. Görüşmeler öğrencilerin model oluşturma süreçlerinde nasıl düşündüklerini ve karşılaştıkları güçlükleri betimlemek amacıyla her MOE'den sonra, öncelikle bire-bir görüşmeler, sonrasında ise grup görüşmeleri uygulanmıştır.

Grup görüşme formlarındaki sorular, ilgili literatür incelendikten sonra, araştırma ekibi tarafından hazırlanmış, gerekli düzenlemeler yapılarak araştırma sürecinde kullanılacak hale getirilmiştir (Ek 9). Görüşme formunda 5 temel soru ve her sorunun alt soruları bulunmaktadır. Soruların bir kısmı genel olarak matematiksel modelleme süreci ile ilgili iken diğer kısmı öğrencilerin bu süreçte karşılaştıkları güçlükleri belirlemeye yöneliktir. Bu soruların bir bölümü aşağıda verilmiştir:

> *"Modeliniz sizce doğru mu? Ortaya çıkardığınız modelin ne kadar doğru olduğunu düşünüyorsunuz? Eksik olduğunu düşünüyorsanız ne gibi eksiklikler olduğunu düşünüyorsunuz?"*
> "*Problemden, ilk olarak ne anladınız? Anlamada sıkıntılarınız olduğunu düşünüyorsanız sizi zorlayan kavram ve ifadelerin neler olduğunu düşünüyorsunuz?"*

Grup görüşme formuna paralel olarak hazırlanan bire-bir görüşme formundaki sorular da temel ve alt sorular olarak hazırlanmış gerekli düzenlemeler yapılarak araştırma sürecinde kullanılacak hale getirilmiştir (Ek 10). Bu soruların bir bölümü aşağıdadır.

> *"Bu etkinliklerden etkilendin mi? Nasıl etkilendin? Bir şeyler öğrendiğini düşünüyorsan neler öğrendin? Seni nasıl geliştirdi?"*
> *"Problem durumu sende ne gibi duyguların oluşmasına sebep oldu? Etkinlik sürecinde problemi istekli olarak mı çözdün? Sebepleri nelerdir?"*

Görüşmeler katılımcıların uygun olduğu bir zamanda ve okul ortamında yapılmıştır. Bire bir görüşmeler yaklaşık olarak 10-30 dakika; grup görüşmeleri ise 20-45 dakika sürmüştür. Görüşmeler iki farklı ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır. Her görüşme çözümlenmiş ve kodlanmıştır.

3.3.2. Gözlem

Gözlem, nitel araştırmalarda anahtar araçlardan biridir, çünkü araştırmacı araştırma ortamında beş duyu organını kullanarak alan notları tutmaktadır (Creswell, 2018). Bu çalışmada da gözlemin öğrencilerin matematiksel modelleme sürecindeki davranışlarını, karşılaştıkları zorlukları, tepkilerini ve çözüm yollarını ortaya koyma açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Gözlem, araştırmacı tarafından her hafta yapılmış ve zaman zaman alan notları tutulmuştur. Çalışmanın araştırma soruları doğrultusunda ve ilgili literatür taramasından sonra araştırma ekibi tarafından önceden hazırlanan gözlem formu (Ek 11) kullanılmıştır. Gözlemde dikkat edilenler, öğrencilerin kendilerinden istenen görevleri anlayıp anlamadıkları, matematiksel kavram ve ilişkileri ne derece kullandıkları, disiplinler arası MOE'de gruplar arası iş birliği ve iletişimlerinin nasıl olduğu ve MOE'ye katılmada ne derece istekli olup olmadıkları gibi hususlardır.

3.3.3. Görsel ve İşitsel Veri Toplama Araçları

Araştırmada kullanılan görsel ve işitsel veri toplama araçları; video kaydı, ses kaydı ve fotoğraflardır. Üç kamera ile, birisi sınıfın tamamını diğer ikisi odak gruplar olmak üzere uygulama haftalarında (Her bir MOE'nin 3. haftası) her iki MOE süreci, kamera ile kayıt altına alınmıştır. Aynı haftalarda odak gruplar için ayrı ses kayıt cihazları kullanılarak her iki grubun ses kayıtları da alınmıştır. Ek olarak, 1. ve 2. hafta ve sunu/sonuç açıklama haftası olan 4. haftada ses kaydı alınmıştır. Video ve ses kayıtları sayesinde öğrencilerin süreç içinde sergiledikleri yaklaşım ve davranışlar, grup içi etkileşimleri, tartışma biçimleri, karşılaştıkları güçlükler ve buldukları çözüm yolları hakkında veri elde edilmiştir. Elde edilen video ve ses kayıtları çözümlenmiş ve kodlanmıştır. Bunlara ek olarak, sunu ve uygulama haftasında öğrencilerin sunumları, tasarımları, modelleri, raporları vb. gibi çalışmaları, fotoğraflanmıştır.

3.3.4. Dokümanlar

Etkinlikler öncesi araştırmacı tarafından, her bir grup için süreçte tüm çalışma ve formları muhafaza etmeleri için 5 tane çalışma dosyası oluşturulup 5 gruba da verilmiştir. Gruplar, süreç boyunca tüm çalışmalarına ek olarak, araştırmacı tarafından verilen MOE 1: Park Yeri Problemi ile ilgili formlar (Ek 1) ve MOE 2: Su Tasarrufu Problemi ile ilgili formlar (Ek 2) taslak için boş A4 kâğıtları, araştırma kayıt (bilgi edinme) defteri (Ek 3), grup değerlendirme formu (Ek 4), sunum değerlendirme formu (Ek 5) ve öğrenci raporları olmak üzere araştırma dokümanlarını bu dosyada muhafaza etmişlerdir. Her MOE'nin bitiminde bu dosyalar, araştırmacı tarafından toplanarak dokümanlar alınmıştır.

MOE 1: Park Yeri Problemi İngilizce bir kaynaktan disiplinler arası MOE olarak alınarak Türkçe'ye çevrilmiştir. Ana disipilin Matematik olmak üzere Mühendislik ve Teknoloji disiplinlerini içeren bir STEM etkinliği olduğu; MOE 2: Su Tasarrufu Problemi ise ana disiplin Matematik olmak üzere Fen Bilimleri ve Teknoloji disiplinlerini içeren bir STEM etkinliği olduğu için belirlenmiştir. Her iki MOE katılımcıların sınıf seviyesine ve sosyo-kültürel özelliklerine göre uyarlanmıştır. İlgili literatür taraması ile araştırma ekibince hem içeriksel hem de biçimsel olarak değerlendirilmiştir. Etkinliklerin, uygulanacağı esnada ilgili derslerde katılımcıların o güne kadar öğrendikleri kazanımlara göre olmasına dikkat edilmiştir.

Her MOE ile ilgili formlar; birinci hafta, öğrencilerin konuya ilgisini çekmek, bu konuda tartışıp düşünmelerini sağlamak ve bu konuda araştırma yapmaya sevk etmek için verilen *okuma metini/tanıtıcı metin* ve *okuduğunu anlama/hazırlık soruları formu*, üçüncü hafta verilecek *problem metni* (sizin göreviniz) kısmıdır. *Araştırma kayıt defteri* katılımcıların birinci hafta ve ikinci hafta neleri bildikleri ve nereleri araştırmaları gerektiği ve araştırmalarını genel olarak not ettikleri ilgili alanyazın taraması sonunda araştırma ekibince oluşturulan bir formdur. *Grup değerlendirme* ve *sunum değerlendirme formları* ilgili alanyazında matematiksel bakış açısıyla STEM uygulamaları sonunda uygulanabileceği önerilen (Çakıroğlu ve Dedebaş, 2018), bu çalışmada da veri toplama aracı olarak da kullanılan değerlendirme formlarıdır. Dördüncü hafta, sunumlardan sonra her grubun kendilerini değerlendirdikleri *grup değerlendirme* ve istedikleri diğer iki grup ve kendilerini karşılaştırarak değerlendirdikleri *sunum değerlendirme form*larıdır. Sunum değerlendirme formunda, gruplar kendi modelleri (ürünleri) ile diğer grupların modellerini karşılaştırdıkları için varsa eksiklerini görerek gidermek istemişler ve modelleri hakkında nihai bir karar verebilmişlerdir.

3.4. Veri Toplama Süreci

Veri toplama süreci başlamadan önce Mersin Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulu'ndan araştırmanın ve veri toplama araçlarının uygunluğuna ilişkin onay alınmıştır (Ek 6). Ayrıca MEB 'den (Ek 7) ve katılımcılar ortaokul öğrencileri olduğu için velilerden de veli onamları (Ek 8) güz döneminde alınarak, devam eden bahar döneminde veri toplama sürecine başlanmıştır. Veri toplama süreci, toplam 10 hafta, 12 ders saati ve görüşme (görüşmeler ders saati dışında yapılmıştır) sürecinden oluşmaktadır. Süreç, birinci MOE ve ikinci MOE için sırasıyla Tablo 3.1 ve Tablo 3.2'de gösterildiği gibi uygulanmıştır. Ancak MOE 1: Park Yeri Problemi süreci tamamlandıktan sonra, COVID-19 salgını nedeni ile okulların ulusal olarak tatil edilmesi ile MOE 2: Su Tasarrufu Problemi 3. Haftaya kadar sınıf içinde uygulanabilmiş diğer 2 haftalık aşama ve görüşmeler ise pandemi normalleşme sürecinde sadece iki grup ile gerekli sağlık tedbirleri alınarak okul ortamında uygulanmıştır.

Tablo 3.1.
MOE 1: Park Yeri Problemi Veri Toplama Süreci

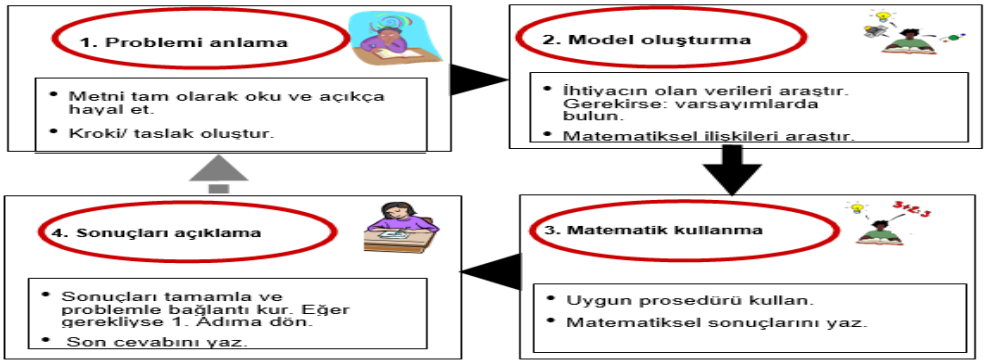
Tarih	Ev çalışması	Sınıf çalışması	Süre	Veri toplama aracı
1. Hafta (3 Şubat 2020)	-Etkinlikle ilgili metnin/tanıtıcı metnin verilmesi -Öğrencilerin okuması bekleniyor	-Okuduğunu anlama/hazırlık sorularının cevaplanması	1 ders saati (40 dakika)	-MOE ile ilgili okuduğunu anlama/hazırlık testi -Gözlem formu
2. Hafta (10 Şubat 2020)	-Ön hazırlık için gereken araştırma -Mevcut park yeri düzenlemeleri ile ilgili bir ön araştırma yapılabilir. -Park edebilen araçların ölçüleri hakkında ön araştırma yapmış olacaklar. -Araç kapılarının rahatça açılması ve giriş çıkışın rahat olması gibi durumları fark etmeleri beklenir.	-Grup olarak yaptıkları araştırmaları bir araya getirip tek bir cevaba dönüştürmeye çalışıyorlar. -Ortak bir cevap oluşturmaları bekleniyor. Dolayısıyla yaptıkları araştırmalardan elde ettikleri bilgileri sentezlemeleri ve tartışmaları gerekiyor/bekleniyor.	1 ders saati (40 dakika)	-Gözlem formu -Ses kaydı -Araştırma kayıt (bilgi edinme) defterleri
3.Hafta (Uygulama Haftası) (17 Şubat 2020)	-Gözlem ve araştırma yapmış olacaklar.	-Ana problem öğrencilere verilir: "Burak'a arazisini park yeri olarak düzenlemesi için park yeri tasarlanması konusunda nasıl yardımcı olursunuz?"	90 Dakika (2 ders saati ve 1 teneffüs)	-Video ve ses kaydı (Her2 grup için) -Gözlem formu
4.Hafta (24 Şubat 2020)	-Afiş, poster, rapor, mektup model, sunu vb. ürünü ile ilgili hazırlığı yapmış olması.	Sunum ve raporlama	2 ders saati (80 dakika) (Yaklaşık 15 dakikalık sunumlar 5 gruptan)	-Poster, Model -Değerlendirme formu -Sunum değerlendirme formu (Kendi ürünleri hakkında nihai karar)
5. Hafta (28 Şubat-6 Mart 2020)			Ders saati dışında	-Görüşme protokolü (Bire bir ve grup görüşmelerinin yapılması)

Tablo 3.2.
MOE 2: Su Tasarrufu Problemi Veri Toplama Süreci

Tarih	**Ev çalışması**	**Sınıf çalışması**	**Süre**	**Veri Toplama Araçları**
1.Hafta (2 Mart 2020)	Etkinlikle ilgili metnin/tanıtıcı metnin verilmesi öğrencilerin okuması bekleniyor.	Okuduğunu anlama/hazırlık sorularının cevaplanması, diğer hafta için küçük araştırma notları almaları	1 ders saati (40 dakika)	-MOE ile ilgili okuduğunu anlama/hazırlık testi -Ses kaydı
2. Hafta (9 Mart 2020)	Ön hazırlık için gereken araştırma- "bir aile 1 ay süreyle ne kadar / neye su kullanır?" ile ilgili bir ön araştırma gerekecek. (Su faturaları incelenebilir.)	Grup olarak yaptıkları araştırmaları bir araya getirip tek bir cevaba dönüştürmeye çalışıyorlar. Ortak bir cevap oluşturmaları bekleniyor. Dolayısıyla yaptıkları araştırmalardan elde ettikleri bilgileri sentezlemeleri ve tartışmaları gerekiyor/bekleniyor.	1 ders saati (40 dakika)	-Gözlem formu -Ses kaydı -Araştırma kayıt (bilgi edinme) defterleri
Covid-19 Salgını Ulusal Tatili (16 Mart 2020)				
3.Hafta (3 Haziran 2020)	Su faturaları incelenmiş, birim fiyatını araştırmış, aylık evin hangi bölümlerinde, kaç litre su kullanıldığını belirlemiş olmalı. Örneğin sayaçlardan gözlem yapabilir, internetten araştırıp ortalama bir değer alabilirler.	Şu Problem öğrencilere veriliyor: "5 kişilik bir ailenin bir yılda su tasarrufu yapabilmesi için suyu nasıl kullanması gerekir?" "Yapılan bu su tasarruf planıyla aile bütçesine 1 yılda ne kadar katkı sağlanmış olur?"	90 dakika (2 ders saati ve 1 teneffüs)	-Video ve ses kaydı (Her 2 grup için) -Gözlem formu
4.Hafta (5 Haziran 2020)	Afiş, poster, rapor, mektup, model vb. neyse ilgili hazırlığı yapmış olması ve sunması	Sunum ve raporlama	40 dakika (Yaklaşık 20'şer dakikalık sunumlar 2 gruptan)	-Değerlendirme formu -Sunum Değerlendirme Formu -Görüşme protokolü
5.Hafta (5 Haziran 2020)				-Görüşme protokolü

3.5. Veri Analizi

Bir durum çalışmasında elde edilen verinin analizi; durumun ve ortamın detaylı betimlemesinin yapılmasına bağlıdır (Creswell, 2018, s. 199). Bu nedenle, veri analizine ilk olarak ortamın betimlenmesi ve MOE sürecinin nasıl ilerlediğini anlatmakla başlanmıştır. Sınıf içi MOE'ler, öğrenci raporları, dokümanlar, gözlem ve görüşmeler sonucu elde edilen veri analiz edilip, yorumlanmıştır. Çalışmada yer alan 8. sınıf öğrencilerinin *Park Yeri Problemi* ve *Su Tasarrufu Problemi* için MOE süreci ve ortaya koydukları yazılı cevaplar/dokümanlar, gözlem ve görüşmeler *betimsel analiz* yöntemi ile çözümlenmiştir. Betimsel analizde elde edilen veriler daha önceden belirlenen temalara göre özetlenir ve yorumlanır. Veriler, araştırma sorularının ortaya koyduğu temalara göre düzenlenebileceği gibi gözlem ve görüşme süreçlerinde kullanılan sorular ya da boyutlar ele alınarak sunulabilir. Katılımcıların görüşlerini yansıtmak amacı ile doğrudan alıntılara sık sık yer verilir. Bu tür analizde amaç, elde edilen bulguları okuyucuya doğrudan düzenlenmiş ve yorumlanmış bir şekilde sunmaktır. Bu amaçla, elde edilen veri önce sistematik ve açık bir biçimde betimlenir, daha sonra yapılan bu betimlemeler açıklanır ve yorumlanır, neden sonuç ilişkileri irdelenir ve birtakım sonuçlara ulaşılır. Betimsel analiz 4 aşamadan oluşur: (1) Betimsel analiz için bir çerçeve oluşturma (2) tematik çerçeveye göre verilerin işlenmesi (3) bulguların tanımlanması ve (4) bulguların yorumlanması (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu amaçla iki grup 8. sınıf öğrencisinin sınıf içi model oluşturma etkinlikleri süreci, öğrenci raporları ve dokümanları, Şekil 3.1'de verilen Blum ve Borromeo Ferri (2009) tarafından geliştirilen modelleme süreci kullanılarak analiz edilmiştir. Bu süreç *problemi anlama, model oluşturma, matematik kullanma* ve *sonuçları açıklama*yı içeren dört aşamadan oluşmaktadır. Veri analizi sırasında her grubun model oluşturma süreci incelenmiş, grupların model oluşturma sürecinde geçtiği aşamalar sırasıyla belirlenmiş ve bu aşamalarda karşılaştıkları güçlükler ortaya konulmuştur. Bire-bir ve grup görüşmelerinden yapılan doğrudan alıntılarla bulgular desteklenmiştir.



Şekil 3.1. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri İçin Çözüm Planı (Blum ve Borromeo Ferri, 2009)

3.6. Araştırmanın Kalitesi

Nitel çalışmalarda araştırmanın kalitesini (geçerlik ve güvenirlik) sağlamak için kullanılan stratejiler çalışmanın desenine göre değişmektedir. Doğru bilgiye ulaşma konusunda gereken önlemlerin alınması (geçerlik), araştırma sürecini ve veriyi açık/ayrıntılı bir biçimde; başka bir araştırmacının değerlendirmesine olanak verecek şekilde tanımlanması (güvenirlik) nitel bir araştırmanın karşılaması gereken önemli beklentilerdir (Merriam, 2018). Ancak bu beklentiler, nitel araştırmacılarca, nicel araştırmalarda geleneksel olarak kabul gören ve önemli değer ölçütleri olarak ön plana çıkan geçerlik ve güvenirlik kavramları çerçevesinde değil nitel araştırmanın doğasına uygun kavramlarla açıklanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bunlar*; inandırıcılık, aktarılabilirlik, tutarlılık ve teyit edilebilirlik* kavramlarıdır (Lincoln ve Guba, 1982; Merriam, 2018).

Merriam (2018)'e göre nitel bir çalışmanın *inandırıcılığını* artırmak için; *üçgenleme tekniği, üye kontrolü (katılımcı doğrulaması), veri toplama sürecine uygun* ve *yeterli katılım, uzman incelemesi ve araştırmacının duruşu* stratejileri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada araştırmacı, *veri çeşitlemesi ile üçgenleme* (gözlemsel alan notları, bire-bir ve grup görüşmeleri, görsel-işitsel materyaller, dokümanlar) kullanarak oluşturduğu tema ve betimlemeleri destekleyecek kanıtlar için çoklu veri kaynaklarından veri toplamıştır. Tema ve betimlemeler oluşturulduktan sonra katılımcılardan bazıları ile görüşülerek rapordaki betimlemelerin doğruluğu kontrol edilerek *üye kontrolü* sağlanmaya çalışılmıştır. Araştırmacı aynı zamanda görev yaptığı okulda araştırmasını yürüttüğü için *veri toplama sürecine uygun* ve *yeterli katılım* sağlamıştır. Belirlenen temaların doğruluğu veri analizinden sonra araştırma ekibi tarafından incelenerek sözlü olarak değerlendirilmiş ve çalışmanın bütününde tarafsız davranılmıştır.

Nicel araştırmalarda, araştırmaların değeri ve temel amaçlarından olan *genelleme* kavramının, nitel araştırmalarda karşılığı olan *aktarılabilirlik (nakledilebilirlik)*, bir çalışmanın sonuçlarının benzer ortam ve katılımcılara da aktarılabilmesidir (Fraenkel, Wallen ve Hyun 2012; Merriam, 2018). Nitel çalışmaların genelleme ihtiyacı yoktur ancak diğer araştırmacıların, nitel bir çalışmanın sonuçlarını kendi çalışmalarında uygulayabilmesi için katılımcıların yaşadığı deneyimler ayrıntılı bir şekilde açıklanmalıdır. Bu bakımdan *aktarılabilirliği* sağlamak için, örneklem seçiminin nasıl yapıldığı, katılımcıların belirlenmesi ve ortam detaylı açıklanmalıdır (Merriam, 2013; Şencan, 2005; Yıldırım ve Şimşek, 2011). Guba ve Lincoln (1982) *aktarılabilirliğin* kanıtlanması için *amaçlı örnekleme* ve *ayrıntılı betimleme*nin (*thick description*) olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada, araştırmacı amaçlı örnekleme yöntemini benimsemiş ve çalışmanın genelinde tarafsız bir şekilde ayrıntılı betimlemeler yapmış, veri toplama süreci Tablo 3.1. ve Tablo 3.2'de detaylı sunulmuştur. Çalışmaya katılan dörder kişilik iki grup öğrencinin seçimi amaçlı örnekleme yöntemi ile yapılıp benzer ortamlara ve süreçlere

ilişkin anlayış oluşturulması ve araştırmacıların kendi uygulamalarına daha deneyimli ve bilinçli yaklaşması sağlanmıştır.

Nitel çalışmalarda genel olarak *güvenirlik (tutarlılık)*; elde edilen bulguların yeniden üretilip üretilmemesi ile ilgilidir; ancak asıl dikkat edilmesi gereken sonuçların toplanan verilerle tutarlı olup olmadığıdır (Merriam, 2018). Nitel bir araştırmanın *tutarlılığını* sağlamak için *üçgenleme*, *uzman incelemesi, araştırmacının durumu* ve *denetleme tekniği* kullanılan stratejilerdendir (Merriam, 2018, s. 213). Bunlardan ilk üçü *inandırıcılığı* sağlamak için de araştırmacının benimsediği stratejiler olduğundan tutarlığı da sağlamaktadır. Denetleme tekniği, okuyucunun araştırmacıyı bir denetçi gibi tüm süreçte denetlemesi gibi düşünülebilir; kitap veya tez çalışmalarında özellikle *yöntem* ve *ekler* bölümünde araştırma sürecine dair süreç ve dokümanların detaylı sunulması ile denetleme tekniği kullanılmış olur (Merriam, 2018). Bu çalışmada, araştırmacı katılımcıların belirlenmesi, veri toplama süreci, veri analiz gibi tüm aşamalarda detaylı açıklamalar yaparak ve tüm ekleri sunarak güvenirliği sağlamaya çalışmıştır. Ayrıca, araştırmanın güvenirliği, alanda uzun süreli etkileşim, katılımcıların tüm sürece dahil edilmesi, araştırma sürecinin detaylı olarak planlanması, gözlem sırasında ve sonrasında notlar alma ve zengin betimleme ile sağlanmaya çalışılmıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde iki grup ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin STEM eğitiminde model oluşturma etkinlikleri sürecinin nasıl olduğu, dokümanlar ve görüşmeler yoluyla ortaya koydukları bilişsel aktiviteleri matematiksel modelleme sürecindeki aşamalar göz önüne alınarak incelenmiştir. Bu amaçla her bir grubun modelleme süreci Blum ve Borromeo Ferri (2009)'nin Şekil 3.1'de gösterilen modelleme döngüsü kullanılarak analiz edilmiştir.

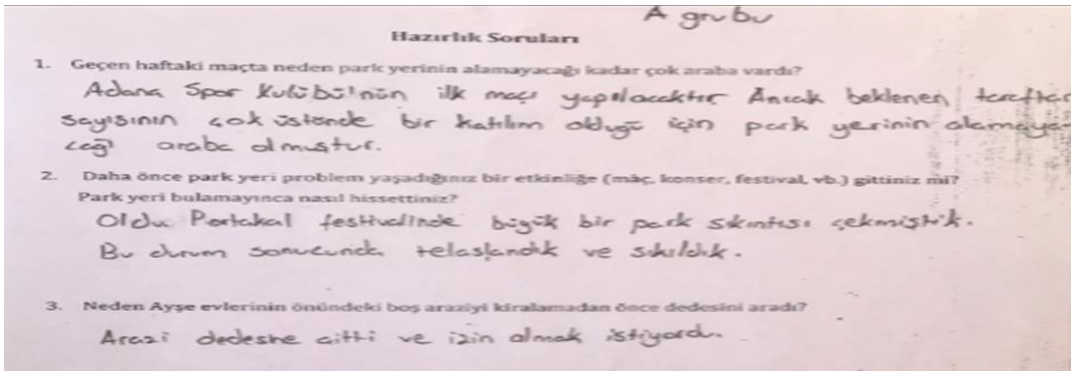
4.1. Park Yeri Problemi Model Oluşturma Etkinliği

4.1.1. A Grubuna Ait Bulgular

MOE 1: Park Yeri Problemi ile ilgili öncelikle 1. ve 2. haftadan genel olarak bahsedilmiş, sonrasında uygulama haftası olan 3. haftada katılımcıların matematiksel düşünce ve yazılı işlem yoluyla ortaya koydukları bilişsel aktiviteler, görüşmelerden de alıntılar yapılarak analiz edilmiştir. Dördüncü hafta olan sunu haftası, sonuçların açıklandığı aşama olarak değerlendirilmiştir. A grubu içinde yer alan öğrencilere gerçek olmayan Aslı, Melek, Aysel ve Nevin isimleri verilmiştir.

4.1.1.1. A Grubu- Park Yeri Problemi MOE Genel Süreç

MOE 1: Park Yeri Problemi ile ilgili *tanıtıcı metin* 1. hafta sınıftaki 5 grupla birlikte A grubuna da fotokopi olarak verilmiş ve metin etkileşimli tahtaya yansıtılmıştır. Öğrenciler problem metnini bireysel ve grup olarak okumuşlar ve tartışmışlar, istekli olanlardan üç öğrenci metinden ne anladığını sınıfa anlatmıştır. Sonrasında her grup *okuduğunu anlama/hazırlık sorularını* cevaplamışlardır. A grubuna ait bazı cevaplar Şekil 4.1'de görülmektedir.


A grubu

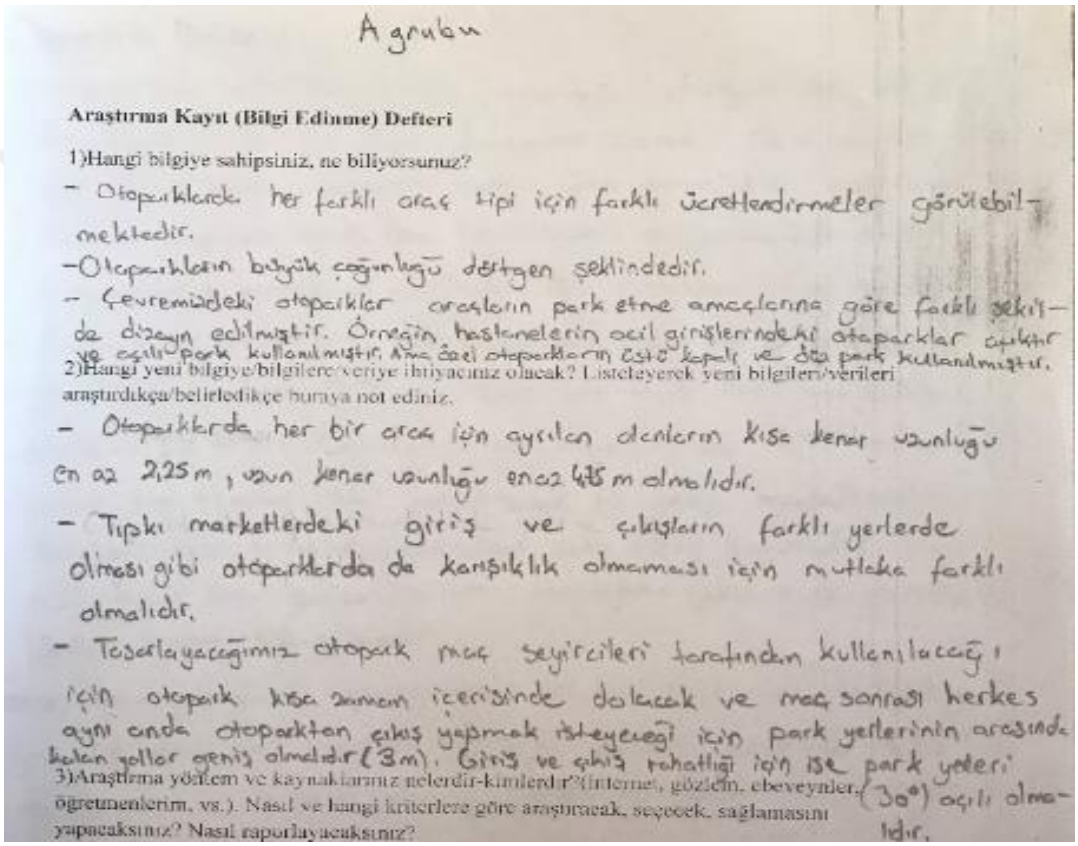
Hazırlık Soruları

1. Geçen haftaki maçta neden park yerinin alamayacağı kadar çok araba vardı?
Adana Spor Kulübü'nün ilk maçı yapılacaktır. Ancak beklenen taraftar sayısının çok üstünde bir katılım olduğu için park yerinin alamayacağı kadar çok araba olmuştur.
2. Daha önce park yeri problem yaşadığınız bir etkinliğe (maç, konser, festival, vb.) gittiniz mi? Park yeri bulamayınca nasıl hissettiniz?
Oldu. Portakal festivalinde büyük bir park sıkıntısı çekmiştik. Bu durum sonucunda telaşlandık ve sıkıldık.
3. Neden Ayşe evlerinin önündeki boş araziyi kiralamadan önce dedesini aradı?
Arazi dedesine aitti ve izin almak istiyordu.

Şekil 4.1. A Grubunun Park Yeri Problemi Hazırlık Sorularına Verdiği Cevaplardan Bir Kesit

A grubunun hazırlık sorularına verdikleri cevaplardan hazırlık metnini anladıkları, 2. hafta için neleri, hangi verileri araştırmaları veya gözlemlemeleri gerektiğini belirleyip, grup içi görev dağılımı yapmaya başladıkları gözlemlenmiştir.

Birinci hafta bir ders saatinde tamamlanmıştır. Bu dersin sonunda araştırma ekibince hazırlanan e*tkinlik dosyaları* ile 2. haftaya kadar Park Yeri Problemi için gözlem ve araştırmalarını not edecekleri *araştırma kayıt (bilgi edinme) defteri* ve boş kağıtlar her grupla birlikte A grubuna da verilmiştir. İkinci hafta her grup araştırma ve gözlemlerini sınıfa sunarak, tartışmışlardır. A grubuna ait araştırma kayıt defterinden bir bölüm Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



A grubu

Araştırma Kayıt (Bilgi Edinme) Defteri

1)Hangi bilgiye sahipsiniz, ne biliyorsunuz?

- Otoparklarda her farklı araç tipi için farklı ücretlendirmeler görülebilmektedir.
- Otoparkların büyük çoğunluğu dörtgen şeklindedir.
- Çevremizdeki otoparklar araçların park etme amaçlarına göre farklı şekillerde dizayn edilmiştir. Örneğin hastanelerin acil girişlerindeki otoparklar çıkışlar ve eşiksiz park kullanılmıştır. Ama özel otoparkların üstü kapalı ve düz park kullanılmıştır.

2)Hangi yeni bilgiye/bilgilere/veriye ihtiyacınız olacak? Listeleyerek yeni bilgileri/verileri araştırdıkça/belirledikçe buraya not ediniz.

- Otoparklarda her bir araç için ayrılan alanların kısa kenar uzunluğu en az 2,25 m, uzun kenar uzunluğu ençok 4,85 m olmalıdır.
- Tıpkı marketlerdeki giriş ve çıkışların farklı yerlerde olması gibi otoparklarda da karışıklık olmaması için mutlaka farklı olmalıdır.
- Tasarlayacağımız otopark maç seyircileri tarafından kullanılacağı için otopark kısa zaman içerisinde dolacak ve maç sonrası herkes aynı anda otoparktan çıkış yapmak isteyeceği için park yerlerinin arasında kalan yollar geniş olmalıdır (3m). Giriş ve çıkış rahatlığı için ise park yerleri (30°) açılı olmalıdır.

3)Araştırma yöntem ve kaynaklarınız nelerdir-kimlerdir?(internet, gözlem, ebeveynler, öğretmenlerim, vs.). Nasıl ve hangi kriterlere göre araştıracak, seçecek, sağlamasını yapacaksınız? Nasıl raporlayacaksınız?

Şekil 4.2. A Grubunun Park Yeri Problemi Araştırma Kayıt Defterinden Bir Kesit

A grubunun araştırma kayıt defteri verileri ve ders içi gözlemlere göre A grubu iyi bir ön araştırma yapmış, gözlem ve araştırmalarını grup olarak iş birliği içinde yürütmüşlerdir. Otopark tasarımı için hangi değişkenlerin bilinmesinin öncelikli olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Problem metni henüz verilmemiş olmasına rağmen problem çözümü için ihtiyaçları olabilecek bazı varsayımlar ile ilgili araştırmalar yapmışlardır.

2. hafta 1 ders saati sürmüş ve 3. Hafta için kullanmaları muhtemel malzeme listesi her gruba verilerek ders tamamlanmıştır.

4.1.1.2. A Grubu- Model Oluşturma Süreci

Üçüncü hafta öğrenciler grup olarak çalışmışlar ve 2. Haftadan kendilerine verilen malzeme listesindeki malzemelerle birlikte hazır bulunmuşlardır. Park Yeri Problemi 3. Hafta sınıf oturma düzeni Şekil 4.3'te görülmektedir.



Şekil 4.3. Park Yeri Problemi Model Oluşturma Etkinliği Sınıf Oturma Düzeni

Üçüncü hafta olan uygulama haftası, *problem metni (göreviniz)* ve arazi taslağı olan fon kartonlar her gruba verilerek ve metin etkileşimli tahtaya yansıtılarak başlatılmıştır. Sınıftan gönüllü bir öğrenci problem metnini sınıfa okumuş, A grubundaki Aslı da problem metninden ne anladığını sınıfa anlatmıştır. Uygulama 90 dakika (2 ders saati ve 1 teneffüs) sürmüştür. A grubunun modelleme süreci aşamaları Tablo 4.1. verilmiştir.

Tablo 4.1.
A grubunun MOE 1: Park Yeri Problemi Modelleme Süreci

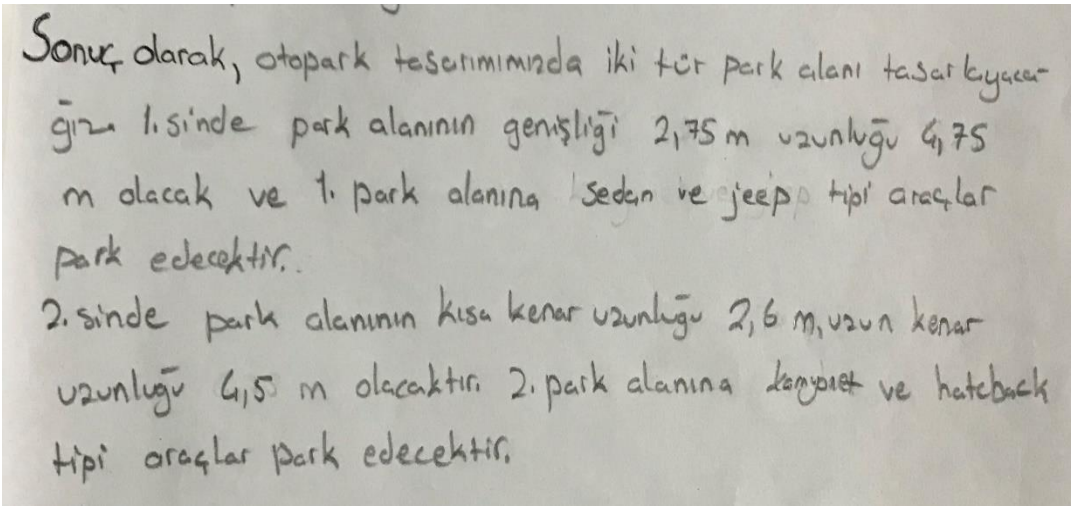
A Grubu – Park Yeri Problemi

Problemi Anlama	***Model Oluşturma***	***Matematik Kullanma***	***Sonucu Açıklama***
A Grubu park yeri probleminde kendilerinden istenileni anlamaları biraz zaman almıştır. Otopark giriş ve çıkışının aynı yerden olduğunu ve değiştirmemeleri gerektiğini tartışmışlardır. Sonra, araçların giriş çıkışlarını rahat yapmalarının önemli olduğunu varsayarak tasarılarını oluşturmaya başlamışlardır.	Araçların giriş çıkış yönlerine ve otopark giriş çıkışının uzunluğunun ne kadar olacağına karar verdikten sonra, her bir park yeri için en ve boy uzunluğunu belirlemişlerdir. Bunu belirlerken ön araştırmalarını kullanmışlardır. Giriş çıkışın rahat olması gerektiğini varsaydıkları için otopark yerlerini 60° lik açı ile çizmeye karar vermişlerdir.	Açı ölçer ve cetvel kullanarak otopark modellerini çizmeye başlamışlardır. Bu çizimleri yaparken ön araştırmalarındaki ölçüleri dikkate almışlardır. Problem metninde verilen 4 araç modelinin en ve boylarını ölçmüşlerdir. Ön araştırma ve gözlemlerinde belirledikleri araç kapılarının açık haldeki uzunluğunu da hesaba katarak ortalama değerleri hesaplamışlar, tasarılarını tekrar çizmeye devam etmişlerdir.	A grubu tamamladıkları tasarımlarını gözden geçirerek, sonuçlarını sunu hazırlayarak açıklamışlar, raporlarını yazmışlardır. Oluşturdukları modelin büyük oranda doğru olduğunu birkaç eksiğinin olabileceğini belirtmişlerdir.

A grubu problem metnini okuduktan sonra bireysel fikirlerini söyleyerek, bazı varsayımlar üzerinde tartışmaya başlamışlardır. Özellikle otopark giriş çıkışını dikdörtgenin kısa kenarından yapmak veya çıkış için farklı bir kapı daha açmak gibi varsayımlarda bulunmuşlardır. Ön hazırlıklarında belirledikleri ölçüleri değiştirmek için tartışmışlardır. Bu süreçte öğretmene sık sık sorular sormuşlardır. Buradan problemi tam olarak anlamadıkları söylenebilir. Problemi tam olarak anlamadan *model oluşturma* aşamasına geçtikleri söylenebilir. Bu aşamadan *problemi anlama* aşamasına dönmüşler, tekrar problemi gözden geçirmişlerdir. Problemi gözden geçirdikten sonra, problem metninde verilen 1:100 oranında küçültülmüş 4 aracın boyutlarını; SUV(Jeep) 1,90 cm x 4,75 cm; sedan 1,80 cm x 4,75 cm; hatchback 1,60 cm x 3,90 cm ve kamyonet tarzı 1,60 cm x 4,50 cm olarak ölçmüşlerdir. Ölçümlerden sonra, ön araştırmalarındaki araç boyutları ile ortalama değerleri belirlemeye çalışmışlardır. Aynı zamanda otopark tasarımlarında, araçların giriş çıkış rahatlığını çok önemli varsayarak 60°lik açılarla çizmeye karar vermişlerdir. Grup ve bire bir görüşmelerde de bu düşüncelerini destekleyen açıklamalarda bulunmuşlardır:

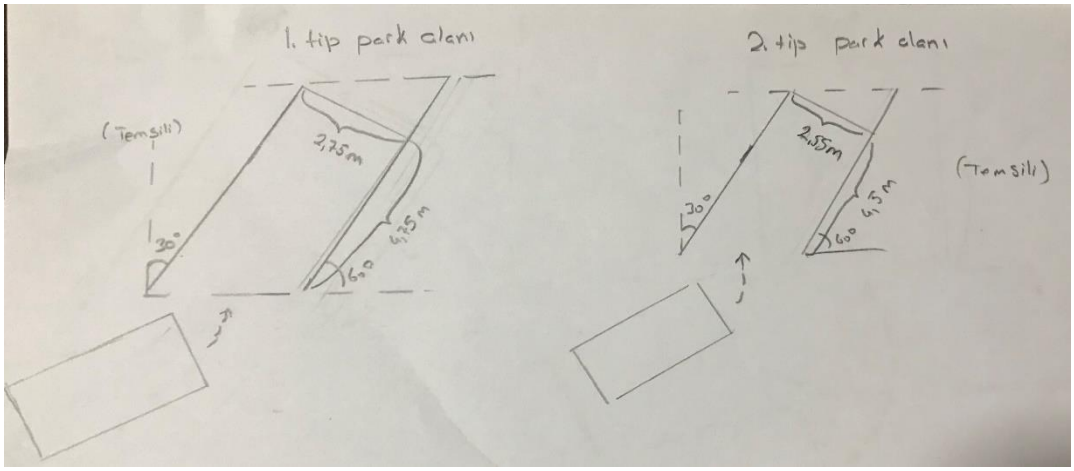
Aslı: *Aklımıza gelen ilk çözüm şeyi araçların otopark yolu içinde ilerlerken hiçbir aksaklık yaşanmaması, sıkıntı yaşanmaması[nı] ilk önce düşündük. Yani mesela dönüşlerde alan daralıyor ister istemez o yüzden dönüşleri biraz daha geniş aldık, 90 derece değil de böyle yuvarlak, dairesel bir dönüş yaptık, oralara dikkat ettik. Yani bizim ilk amacımız, yarı yarıya tuttuk tabi araç sıkıştırmasını da, en fazla rahatlığa önem verdik, rahatlıktan sonra diğerlerinin zaten geleceğini düşündük.*
Melek: *Biz en çok arabalar nasıl daha rahat olur, nasıl tartışma çıkmadan, sorun çözebileceğimizi, giriş çıkışın, maç anında farklı taraflar olunca bir gerginlik oluyor, eğer böyle bir sorun olursa da direkt kavga falan çıkar diye, daha rahat bir şekilde çıkmalarını sağladık. Açılı yaptığımızda hem daha çok park yeri oluyordu, hem de giriş çıkışı kolay oluyordu. Ya biz ilk başta genelde 30°nin daha çok kullanıldığını araştırdığımızda fark ettik, dönmesinde, çıkışta falan, çıkması daha rahat oluyor diye…*
Aysel: *Rahat girip çıkmaları için, biz şey yaptık Hocam, açılı yaptığımız için hem rahat giriyorlardı hem rahat dönüyorlardı, düz yapsaydık, bayağı bir şey olabilirdi bir de mesafelerini[koridoru] biz çok yaptığımız için ikili şeyler, yani iki tane araba çıkabiliyordu.*
Nevin: *biz daha çok giriş açımızın boyuna göre tasarladık, neydi onun adı, daha rahat nasıl çıkabilir, bol açılı yaptık her yeri, alan dar olduğu için giriş çıkış rahat olsun.*

Çizimlere geçmeden önce grupça ön araştırma ve gözlemlerinden elde ettikleri verilerle araç park yerlerinin enini ve boyunu hesaplamışlardır. Arazi taslağı üzerinde araçların giriş çıkış yönlerini belirleyip açı ölçer ve cetvel kullanarak çizim yapmaya başlamışlardır. Ön araştırmalarından elde ettikleri veri ile problem metninde verilen ölçülerin ortalamasını, araçların kapılarının açıldığındaki yaklaşık mesafeyi de ekleyip, iki tip araç park yeri tasarlamaya karar vermişlerdir. *Matematiği kullanma* aşaması olarak nitelendirebileceğimiz bu aşamaların sonucu öğrencilerin çalışma kağıtlarında Şekil 4.4'te görüldüğü gibi belirtilmiştir.


Sonuç olarak, otopark tasarımımızda iki tür park alanı tasarlayacağız. 1.sinde park alanının genişliği 2,75 m uzunluğu 4,75 m olacak ve 1. park alanına sedan ve jeep tipi araçlar park edecektir.
2. sinde park alanının kısa kenar uzunluğu 2,6 m, uzun kenar uzunluğu 4,5 m olacaktır. 2. park alanına konyalet ve hatchback tipi araçlar park edecektir.

Şekil 4.4. A Grubunun Park Yeri Problemi Matematiği Kullanma Aşamasından Bir Kesit

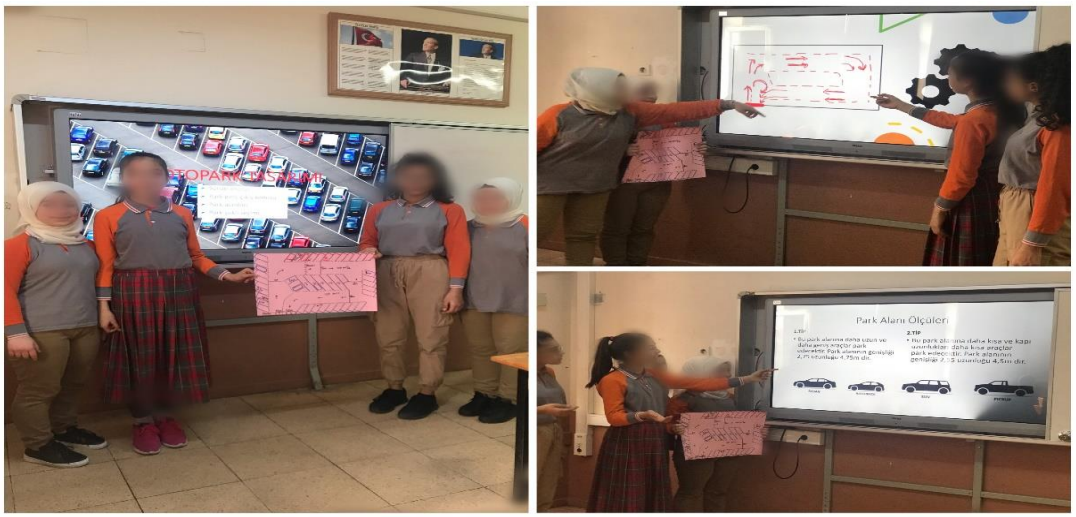
A Grubunun ortalamalar alarak, yaklaşık olarak belirledikleri iki tip araç park yerinin boyutları ve 60° olarak çizdikleri araç park yeri taslak çizimleri Şekil 4.5'te görülmektedir.



Şekil 4.5. A Grubunun Park Yeri Problemi Matematiği Kullanma Aşamasından Başka Bir Kesit

A grubu, park yerlerini 60° olarak çizebilmelerine rağmen, çok zaman kaybetmişlerdir. Çizim yapmakta her grup üyesi istekli olmuş, ancak çizimlerde hata yapılmaya başlayınca tartışmışlardır. Tartışan grup üyeleri iş bölümü yaparak çizim alanında görev dağılımı yapmışlardır. Buradan A grubu üyelerinin iletki ve cetvel kullanmada istekli oldukları, kendilerine güvendikleri, yaptıkları hataları fark ettiklerinde birbirlerini uyardıkları belirlenmiştir. Ancak grup olarak tasarımlarında bazı ölçüm ve çizim hataları yapmışlardır. Buradan katılımcıların açı, açı çizimi, uzunluklar ve dörtgenler gibi bazı geometri konularında, iletki, cetvel kullanımı gibi bazı araçların kullanacakları yeterli çalışmaların yapılmadığı, yapılmışsa da öğrencilerin bu alanlarda daha fazla deneyime ihtiyaçları olduğu söylenebilir.

Dördüncü hafta bir ders saatinde tüm gruplar oluşturdukları tasarımları/modelleri diğer gruplara sunmuşlardır. *Sonuçların açıklandığı* aşama olan bu haftada grup raporları/mektuplar da sunulmuştur. A grubuna ait sunu anından görüntüler Şekil 4.6'da görülmektedir.



Şekil 4.6. A Grubu Park Yeri Problemi Sunu/Sonuç Açıklama Aşamasından Kesitler

Katılımcılar sunu ve sonuçları açıklama aşaması sonrası kendi gruplarını ve belirledikleri iki grubu karşılaştırarak değerlendirmişlerdir. A grubu ile yapılan görüşmelerde gruptaki katılımcılar oluşturdukları otopark tasarımı hakkında aşağıdaki şekilde görüş belirtmişlerdir:

> **Aslı:** *Şey konusunda geçirebiliriz, oranlar konusunda gözden geçirebiliriz, çünkü ben uzunlukları 5 cm genişlikleri, park alanlarının genişliklerini 5 cm daha düşürmeyi düşündüm, çünkü şey oldu aralarındaki fark çok az oldu, birinci tip ile ikinci tip, 20 cm oldu sadece genişlikte bunu 25 cm yapmayı düşünüyorduk, çünkü nasıl desem herkes ücreti daha az olduğu için 2.tipe, kamyonet tipi ve hatchback tipine yoğunlaşacaktı. Aralarındaki farkı 5'er cm daha açmayı düşündük, eninde. Aralarını açmayı düşündük, mesela 2,55 yerine 2,50 olacaktı diğer, 2,75 olarak kalacaktı, daha çok araba sığacak ve herkes 2.Tipe yoğunlaşmayacaktı. 2.Tipin ücreti ucuz olacaktı, sığamamasına rağmen 2. Tipe girdirmeye çalışabilirler, tek tip de bana mantıklı gelmiyor.*
> **Melek:** *Bence doğru, bence Burak bizi seçerdi. Çünkü, diğer arkadaşlarımda giriş ve çıkış daha sıkışıktı, onlar koridorları çok kısa almışlardı bi[r] de arabalar direkt [çıkıyordu]. 51 araba sığmıştı bizim alana, diğer arkadaşlarımda 54 olan da vardı galiba ama onlarınki pek rahat değildi… %80 falan modelimiz doğruydu.*
> **Aysel:** *Mesela daha çok araba sığdırabilirdik, boş alan kaldı zaten, evet kaldı, ama şeydi iyiydi genel olarak iyiydi.*
> **Nevin:** *Bizce doğruydu, %75 doğruydu. Eksiklerimiz, daha çok araç sığdırabilirdik, 50 araç falan sığdırmıştık, galiba rahatlığa çok önem verdik ve açıyı biraz fazla vermiş olabiliriz. Arabayı kullanan zaten park ederdi.*

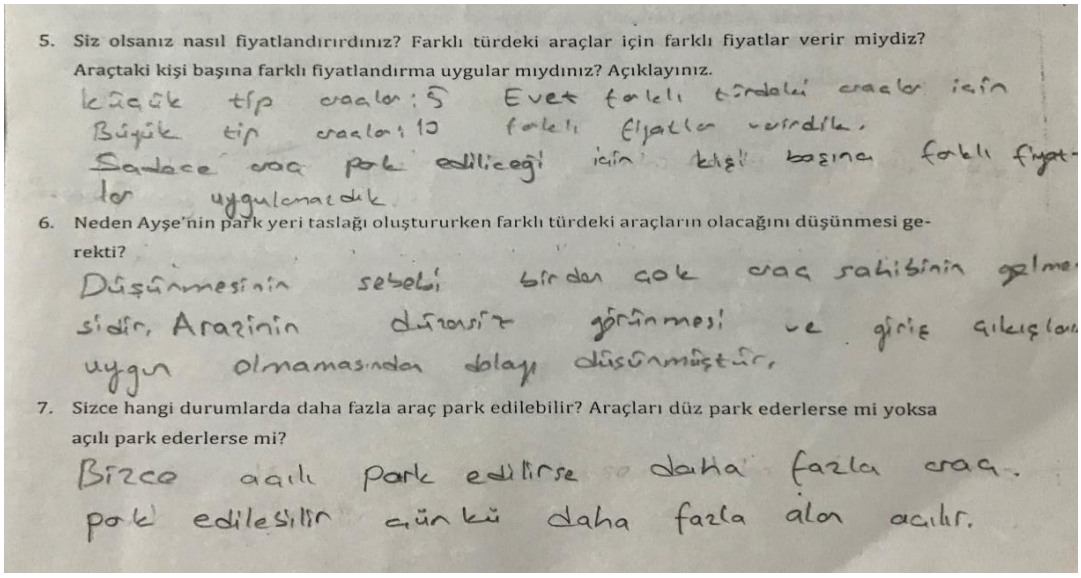
Yukarıdaki alıntılardan anlaşılacağı gibi A grubu, genel olarak oluşturdukları tasarımın doğru olduğunu ancak bazı eksikliklerinin olduğunu düşünmüşlerdir. Bu eksiklikler konusunda farklı farklı fikirler belirtmişlerdir.

4.1.2. B Grubuna Ait Bulgular

MOE 1: Park Yeri Problemi ile ilgili öncelikle 1. ve 2. haftadan genel olarak bahsedilmiş, sonrasında uygulama haftası olan 3. Hafta katılımcıların matematiksel düşünce ve yazılı işlem yoluyla ortaya koydukları bilişsel aktiviteler, görüşmelerden de alıntılar yapılarak analiz edilmiştir. 4. Hafta olan sunu haftası, sonuçların açıklandığı aşama olarak değerlendirilmiştir. B grubu içinde yer alan öğrencilere gerçek olmayan Sude, Rana, Figen ve Nilay isimleri verilmiştir.

4.1.2.1. B Grubu- Park Yeri Problemi MOE Genel Süreç

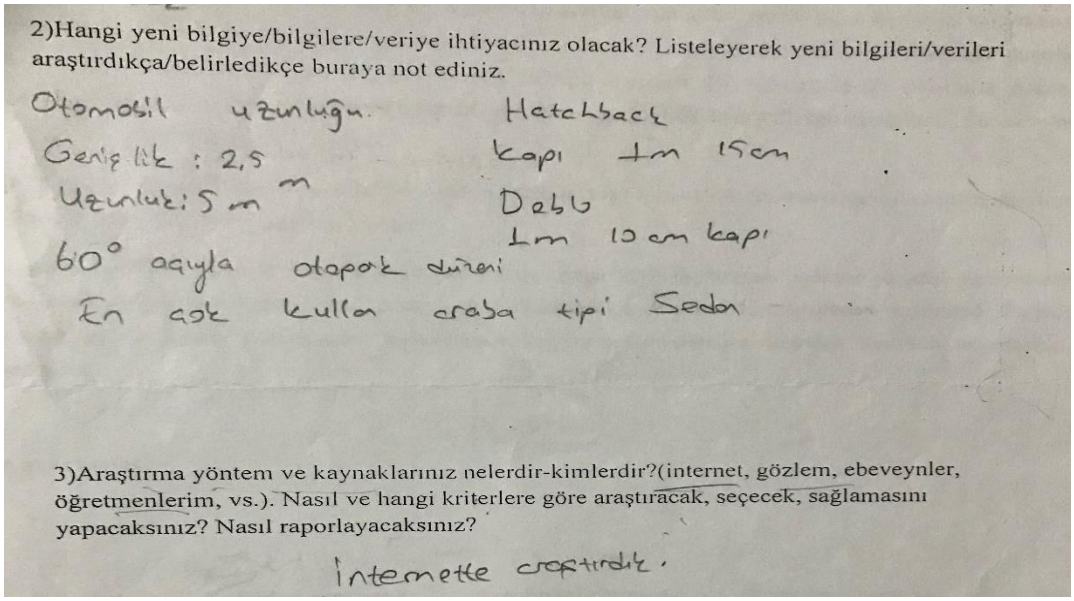
MOE 1: Park Yeri Problemi ile ilgili *tanıtıcı metin* 1.Hafta sınıftaki 5 grupla birlikte B grubuna da fotokopi olarak verilmiş ve metin etkileşimli tahtaya yansıtılmıştır. Öğrenciler problem metnini bireysel ve grup olarak okumuşlar, istekli olanlardan üç öğrenci metinde ne anladığını sınıfa anlatmıştır. Sonrasında her grup *okuduğunu anlama/hazırlık soruları*nı cevaplamışlardır. B grubuna ait bazı cevaplar Şekil 4.7. de görülmektedir.


5. Siz olsanız nasıl fiyatlandırırdınız? Farklı türdeki araçlar için farklı fiyatlar verir miydiz? Araçtaki kişi başına farklı fiyatlandırma uygular mıydınız? Açıklayınız.
Küçük tip araçlar: 5 Evet farklı türdeki araçlar için Büyük tip araçlar: 10 farklı fiyatlar verirdik. Sadece araç park edileceği için kişi başına farklı fiyatlar uygulamadık.
6. Neden Ayşe'nin park yeri taslağı oluştururken farklı türdeki araçların olacağını düşünmesi gerekti?
Düşünmesinin sebebi bir'den çok araç sahibinin gelmesidir, Arazinin dönüşüt görünmesi ve giriş çıkışların uygun olmamasından dolayı düşünmüştür.
7. Sizce hangi durumlarda daha fazla araç park edilebilir? Araçları düz park ederlerse mi yoksa açılı park ederlerse mi?
Bizce açılı park edilirse daha fazla araç park edilebilir çünkü daha fazla alan açılır.

Şekil 4.7. B Grubunun Park Yeri Problemi Hazırlık Sorularına Verdiği Cevaplardan Bir Kesit

B grubunun hazırlık sorularına verdiği cevaplardan tanıtıcı metni genel anlamda anladıkları söylenebilir. Ancak yapılan gözlemlerden 2. hafta için grup içi görev dağılımı yapmadıkları, dağıtılan araştırma kayıt defterindeki soruları yanıtlamak için hangi gözlem ve araştırmaları yapmaları gerektiğini belirleyememişlerdir.

2. Hafta her bir grup araştırma ve gözlemlerini sınıfa sunarak, tartıştılar. B grubuna ait araştırma kayıt defterinden bir bölüm Şekil 4.8. de gösterilmiştir.


2)Hangi yeni bilgiye/bilgilere/veriye ihtiyacınız olacak? Listeleyerek yeni bilgileri/verileri araştırdıkça/belirledikçe buraya not ediniz.
Otomobil uzunluğu.
Genişlik : 2,5 m
Uzunluk: 5 m
60° açıyla otopark türleri
En çok kullan araba tipi Sedan
Hatchback
kapı 1m 15cm
Dabb
1m 10 cm kapı

3)Araştırma yöntem ve kaynaklarınız nelerdir-kimlerdir?(internet, gözlem, ebeveynler, öğretmenlerim, vs.). Nasıl ve hangi kriterlere göre araştıracak, seçecek, sağlamasını yapacaksınız? Nasıl raporlayacaksınız?
İnternette araştırdık.

Şekil 4.8. B Grubunun Park Yeri Problemi Araştırma Kayıt Defterinden Bir Kesit

Araştırma ve kayıt defteri incelemelerine göre B grubu yetersiz araştırma yapmış, her bir grup üyesi günlük hayattan ölçüm ve gözlem yapmak yerine internetten bazı verilere

ulaşmışlardır. Ayrıca gözlemlere göre B grubu araştırmalarını, grup olarak değil bireysel olarak yürütmüşler, ortak bir araştırma kayıt defteri oluşturmak yerine bireysel çalışmak istemişlerdir.

2. hafta 1 ders saati sürmüş ve 3. Hafta için kullanmaları muhtemel malzeme listesi her gruba verilerek ders tamamlanmıştır.

4.1.2.2. B Grubu- Model Oluşturma Süreci

3. Hafta (uygulama haftası) her grup gibi B grubu da malzemeleri ve grup oturma düzeni ile hazır bulunmuşlardır. 3. Hafta B grubu oturma düzeninden bir görünüm Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. B Grubu Park Yeri Problemi 3. Hafta Oturma Düzeninden Bir Görünüm

3. Hafta olan uygulama haftası, *problem metni (göreviniz)* ve arazi taslağı olan fon kartonlar her grup gibi B grubuna da verilerek ve metin etkileşimli tahtaya yansıtılarak başlatılmıştır. Sınıftan gönüllü birer öğrenci problem metnini sınıfa okumuş ve anlatmıştır. Uygulama 90 dakika (2 ders saati ve 1 teneffüs) sürmüştür.

B grubu üyelerinin bazılarının problem metnini merakla beklediği, ancak grup olarak 1. 2. hafta çalışmaları yetersiz ve eksik olduğu için grup içi iletişim ve etkileşimin zayıf olduğu gözlemlenmiştir.

B grubunun modelleme süreci aşamaları Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2.
B grubunun MOE 1: Park Yeri Problemi Modelleme Süreci

B Grubu – Park Yeri Problemi

Problemi Anlama	***Model Oluşturma***	***Matematik Kullanma***	***Sonucu Açıklama***
B grubu problem metnini okuduktan sonra arazi taslaklarının verilmesi ile nasıl çizeceklerini, tartışmışlar. Problemi grupça okuyup, verilenleri tartışmamışlardır. Problemi tam okuyup anlamadıkları için engelli araç yeri, havuz ve çiçeklik gibi alanları hangi bölümlere çizeceklerini tartışmaya başlamışlardır.	Problemin çözümü için gerekli verileri/değişkenleri öncelikle belirlemek yerine, park alanlarını 60°lik açılı çizmeye karar vermişlerdir. 90 dakikalık sürelerinin yaklaşık üçte birini 60°lik açılı park alanları çizmeye çalışarak geçirmişler, çizmekte çok zorlanınca düz (90°lik) çizmeye karar vermişlerdir.	İletki ve cetvel kullanarak 60°lik açı ile çizme çalışmaları yapmışlardır. Problem metninde verilen araç tiplerinin boyutlarını tam ölçmeden ön araştırmaları ve gözlemleri ile araç park yerinin ölçülerini belirlemişlerdir. Araç park alanlarının boyutlarını tek tip ve 3 cm x 5 cm olan dikdörtgenler olarak belirlemişlerdir.	B grubu oluşturdukları taslağı/modeli gözden geçirerek, rapor yazmışlardır. Modellerinde eksiklerinin olduğunu, ön araştırmalarının yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. İlk üç hafta grup olarak iş bölümü yapmamışlar, daha çok bireysel çalışmak istemişler, sunu haftası iş birliği içinde sonuçlarını açıklamışlardır.

B grubu problem metnini okuduktan sonra bireysel fikirlerini söyleyerek, bazı varsayımlar üzerinde tartışmaya başlamışlardır. Ön araştırmalarındaki notları incelemeye başlamışlardır. Sonrasında arazi modelini engelli park alanı, havuz, çiçek alanı ve park alanları şeklinde tasarlamayı düşünmüşlerdir. Buradan problemi tam olarak anlamadıkları söylenebilir. Problemi yeterince anlamadan *model oluşturma* aşamasına geçmeye, problemin çözümü ile ilgili temel değişkenleri ve çözüm için gerekli verileri belirlemeden model oluşturma aşamasını tamamlamaya çalışmışlardır. Problem metninde verilen ve ölçüleri 1:100 oranında küçültülmüş olan 4 araç modeli üzerinde yeterince düşünmeden, ölçüm yapmadan, ön araştırmaları sonucunda kaba taslak, tek tip araç için park alanı belirlemişlerdir. Bu alanların ölçülerini kısa kenarı 3 cm, uzun kenarı 5 cm olan dikdörtgenler olarak belirlemişlerdir. 60 derecelik açılarla çizmeye karar vermişlerdir. Bu süreçte bireysel hareket etmek istemişlerdir. *Matematiği kullanma* aşamasında iletki ve cetvel kullanarak 60°lik park alanları çizmeye çalışmışlar, 90 dakikalık uygulama süresinin yaklaşık 30 dakikasını kullanmalarına rağmen çizememişlerdir. Grup ve bire-bir görüşmelerde de bu durumu destekleyen açıklamalarda bulunmuşlardır:

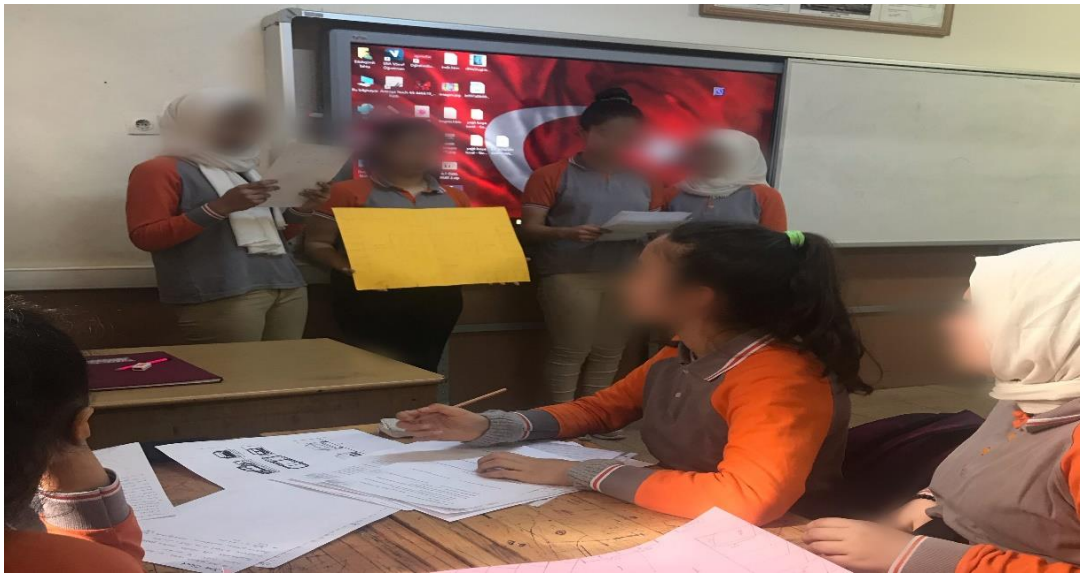
> **Sude:** *İlk eğik çizelim dedik, açılı, 60 derecelik olsun dedik, öyle karar verdik, önümüze şeyi alınca, dikdörtgen şeyini [arazi modelini] çizemedik, uğraştık uğraştık çizemedik, sonra*

düz yapmaya karar verdik, yani 90°. Biz 60° açı ile çizelim dedik, çizdik evde ama şeyde, okula gelince okulda hiçbir faydamıza yaramadı. Çizemedik.
Rana: *Biz ilk 60°lik açı ile düşünmüştük, ben çizmiştim evde ama işte okula gelince yapamadık. Sonra 90°lik yaptık, çizemeyince. Yani çizsek çok güzel bir şey olacaktı, ama çizemedik.*
Figen: *Ama açılı çizemedik, zaman kaybı da yaşadık, sonra düz çizdik. Aslında biz 60 dereceli yapacaktık ama yapamadık, çizemedik. Düzgün olmadığı için yapamadık.*
Nilay: *Yaptık yaptık olmadı, Son 10 dakika kalmıştı (ilk dersin bitmesine) sonra Sude dedi ki 90° ile yapalım düz olsun, çünkü yapacak bir şey kalmamıştı. Onda çok zorlanmıştık. Çizerken.*

B grubu ayrıca oluşturdukları otopark taslağının doğruluğu ile ilgili aşağıdaki şekilde görüş belirtmişlerdir:

Sude: *Gerekti aslında çünkü arabaların giriş çıkışını tam olarak ayarlamamıştık, nasıl gideceğini falan, uzunluklar, boyutlar, çıkışlar falan öyle yani. Bir de genişliği fazla aldık, 3 metre. 2,70 metre falan olsa daha iyi olurdu. En azından fazla araç sığdırırdık.*
Rana: *[…] yani istediğim gibi olmadı çünkü. Çizebilseydim o zaman emin olurdum. 60 derecelik açı ile çizseydik 54 falan olurdu bence.*
Figen: *Biz arabaların az olduğunu düşündük, birkaç tane daha sığdırabilirdik diye düşündük […]*
Nilay: *Çok şey yaptık Hocam, enlerini geniş yaptık, çünkü herkes bizimki sanırım 2.sırada şey olması sıraya göre, 51 tane,* En çok? *53'tü.*

Yukarıda verilen alıntılardan, B grubunun genel olarak oluşturduğu otopark modelinden emin olmadığı, bazı aşamalarda sorun yaşadıkları ve eksiklikleri olduğu sonucuna ulaşılabilir. *Sonuçları açıklama* aşaması olan sunu haftasında (4.Hafta) B grubunun iş birliği içinde çalıştığı, diğer süreçlerde aktif olmayan diğer grup üyelerinin etkin rol aldığı gözlenmiştir. B grubu sunu haftasından bir görünüm Şekil 4.10'da görülmektedir.



Şekil 4.10. B Grubu Park Yeri Problemi Sunu/Sonucu Açıklama Aşamasından Bir Görünüm

B grubu ilk 3 haftalık süreçte grup olarak iş birliği içinde çalışmak ve görev dağılımı yapmakta sorun yaşamışlardır. Bu bakımdan birbirlerinin fikirlerini de dinlemek istememişlerdir. Ancak 4. hafta görev dağılımı yaparak, sonuçlarını açıklamışlar, iş birliği içinde çalışmayı öğrenebilmişlerdir. Bununla birlikte, B grubu sunum sonunda yaptıkları otopark tasarımının doğru olduğunu, ancak bazı ölçüm ve hesaplamalarını tekrar gözden geçirmeleri gerektiğini belirtmişlerdir.

4.1.3. A ve B Gruplarının Karşılaştırması

MOE 1: Park Yeri Problemi, A ve B gruplarına eğitim öğretim sürecinde sınıfla birlikte uygulanmış, grup üyelerinin matematiksel düşünce ve yazılı işlem yoluyla ortaya koydukları model oluşturma süreçleri incelenmiş, birebir ve grup görüşmelerinden alıntılara yer verilmiştir.

Problem çözümünün birinci aşaması olan *problemi anlama*da her iki grup da sorun yaşamıştır. Ancak A grubu, grupça tartışarak, öğretmene sık sık sorular sorarak bu problemin üstesinden gelmeye çalışmışlardır. Sürücülerin rahatlığını ön planda tutan a grubu, otopark giriş ve çıkışının farklı yerlerden olması, otoparkın giriş çıkışının dikdörtgenin kısa kenarı olması, park yerlerinin 60° açılı olması gibi varsayımlar üzerinde tartışmışlardır, problemi yeterince anlamadan *model oluşturma* aşamasına geçmek istemişlerdir. B grubu ise *problemi anlama* aşamasında sorun yaşamasına rağmen, problemi grupça okuyup tartışmak yoluna gitmemişlerdir. Problemi bireysel olarak okuyup anlamaya çalıştıkları için bu sorunu aşmaları A grubuna göre daha uzun süre sürmüştür.

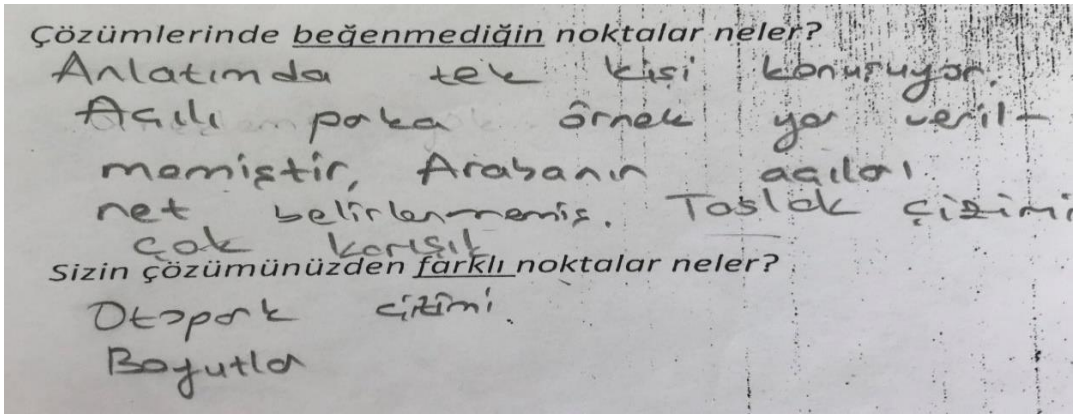
A grubu *Model oluşturma* aşamasında, problemin çözümü için ilgili verileri tartışmışlar ve matematiksel ilişkileri belirleyebilmişlerdir. Hem A hem de B grubu problem metninde verilen 4 farklı araç tipinin boyutlarını ölçmeden ön araştırmaları ile park yerlerinin boyutlarını belirlemeye çalışmışlardır. A grubu araştırmacıya sık sık sorular sorarak 1:100 oranında küçültülmüş 4 farklı araç tipinin boyutlarını ölçmeleri gerektiğini anlamışlardır. Ön araştırma ve gözlemlerinden yola çıkarak, bir kapının açılma mesafesini yaklaşık 40 cm-50 cm olarak ifade etmişler, araçlarının kapılarının açılma ölçülerini, araçların genişliği ile toplayarak otopark planı için genel olarak 2 tip park alanı oluşturmaya karar vermişlerdir. B grubu ise *Model oluşturma* aşaması olan problemin çözümü için gerekli veriyi ve matematiksel ilişkileri belirlemeye çalışmışlar ve bir süre sonra A grubu gibi araştırmacıya soru sorarak, ama grupça tartışmadan bireysel olarak 4 farklı araç tipinin boyutlarını ölçmeleri gerektiğini anlamışlardır. Ön araştırmaları ve gözlemlerinin eksik olduğunu ifade ederek, araba kapılarının açılma uzunluğunu tahmini 60 cm-80 cm alıp, tek tip park yeri tasarlamayı planlamışlardır.

Matematik kullanma aşaması olarak nitelendirebileceğimiz aşamada, A grubu matematiksel işlem yapmışlar, yaklaşık değerler belirlemişler ve sonuçta oluşturacakları

otoparkta park alanı tiplerinin ölçülerini 1.tip (SUV ve Sedanlar için) 2,75 cm x 4,75cm ve 2.tip (hatchback ve kamyonet tarzı için) 2,60 cm x 4,50 cm olarak belirlemişlerdir. Araçların çıkma mesafeleri (koridor) ölçülerini de ön araştırma ve gözlemlerine dayanarak yaklaşık olarak belirlemişlerdir. Araçların gidiş geliş yönlerini ve giriş çıkış kapısının ölçülerini de cetvelle ölçerek belirlemişler, iletki ve cetvel kullanarak 60°lik açılarla park yerlerini çizmişleridir. Bu süreç genellikle bir öğrencinin liderliğinde grup çalışması şeklinde yürütülmüştür. B grubu A grubuna göre, *matematik kullanma* aşamasında çok fazla işlem yapmamışlar, boyutları ve ölçümleri, çok dikkat etmeden yaklaşık değerlerle belirlemişlerdir. Arazi taslağında oluşturacakları otoparkta park yerlerini tek tip ve 3,00 cm x 5,00 cm olarak belirlemişler, park yerlerini 60°lik açılarla çizmeye karar vermişlerdir. Araba çıkış mesafelerini (koridor) 8 cm olarak belirlemişlerdir. İletki ve cetvel kullanarak park yerlerini 60°lik açı ile çizmeye çalışmışlar, 90 dakikalık uygulama süresinin 30 dakikadan fazlasını kullanmalarına rağmen çizememişlerdir. Zamanlarının azaldığını fark ederek, park alanlarını düz (90°lik açı ile) çizmeye karar vermişlerdir. Tüm bu süreç 2 öğrencinin öncülüğünde grup çalışması zayıf bir şekilde gerçekleşmiştir

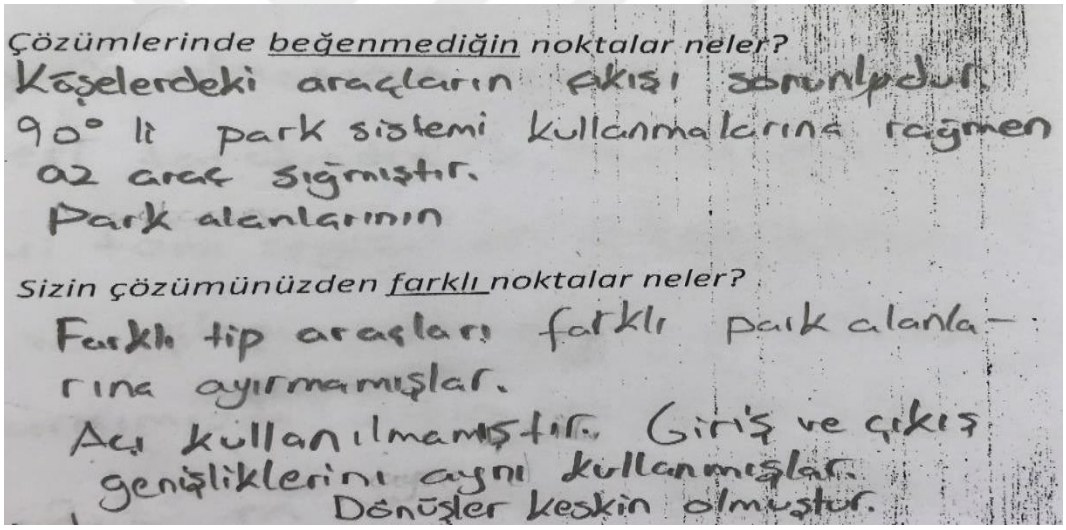
A grubu *sonuç açıklama* aşamasında, oluşturdukları otopark modelini gözden geçirip, büyük oranda doğru olduğunu düşündükleri belirterek, otopark tasarımı için kendilerinden yardım isteyen sözde danışan/müşteri Burak'a detaylı bir rapor yazarak süreci tamamlamışlardır. Bu süreçte tüm grup üyeleri etkin rol almışlardır. Ayrıca A grubu, bu haftada çok detaylı bir powerpoint dosyası hazırlayarak, sunularını bu şekilde gerçekleştirmişlerdir. B grubu da A grubu gibi raporlarını sunarak süreci tamamlamıştır. B grubu, A grubu gibi oluşturdukları otopark modelinin eksikleri olduğunu, ancak büyük oranda doğru olduğunu görüşme ve sunumlarında belirtmişlerdir. B grubunun bu hafta ilk defa iş birliği içinde oldukları gözlemlenmiştir.

4. Hafta olan sunum haftasında sınıftaki her grubun sunuları bittikten sonra, her grup istediği iki grubu *sunum değerlendirme formu* ile değerlendirmişlerdir. A ve B gruplarının birbirlerini değerlendirmelerine ait bazı yorumları Şekil 4.11 ve Şekil 4.12' de görülmektedir.



Şekil 4.11. B Grubunun Park Yeri Probleminde A Grubuna Yönelik Sunum Değerlendirmesinden Bir Kesit

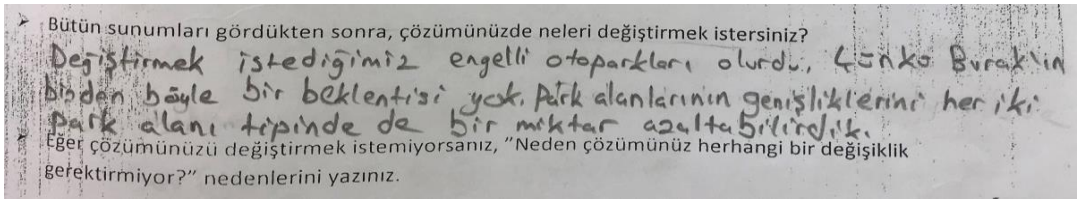
B grubunun A grubuna yönelik değerlendirmesinde aslında yerinde değerlendirmeler yaptıkları ancak bu değerlendirmelerini destekleyen matematik dilini ve ölçümleri kullanmaktan kaçındıkları belirlenmiştir.



Şekil 4.12. A Grubunun Park Yeri Probleminde B Grubuna Yönelik Sunum Değerlendirmesinden Bir Kesit

A grubunun B grubuna yönelik değerlendirmesinde B grubu gibi yerinde değerlendirmeler yaptıkları, bunula birlikte B grubuna göre bu değerlendirmeleri yaparken ölçümlere ve çizimlere dikkat ettikleri gözlemlenmiştir.

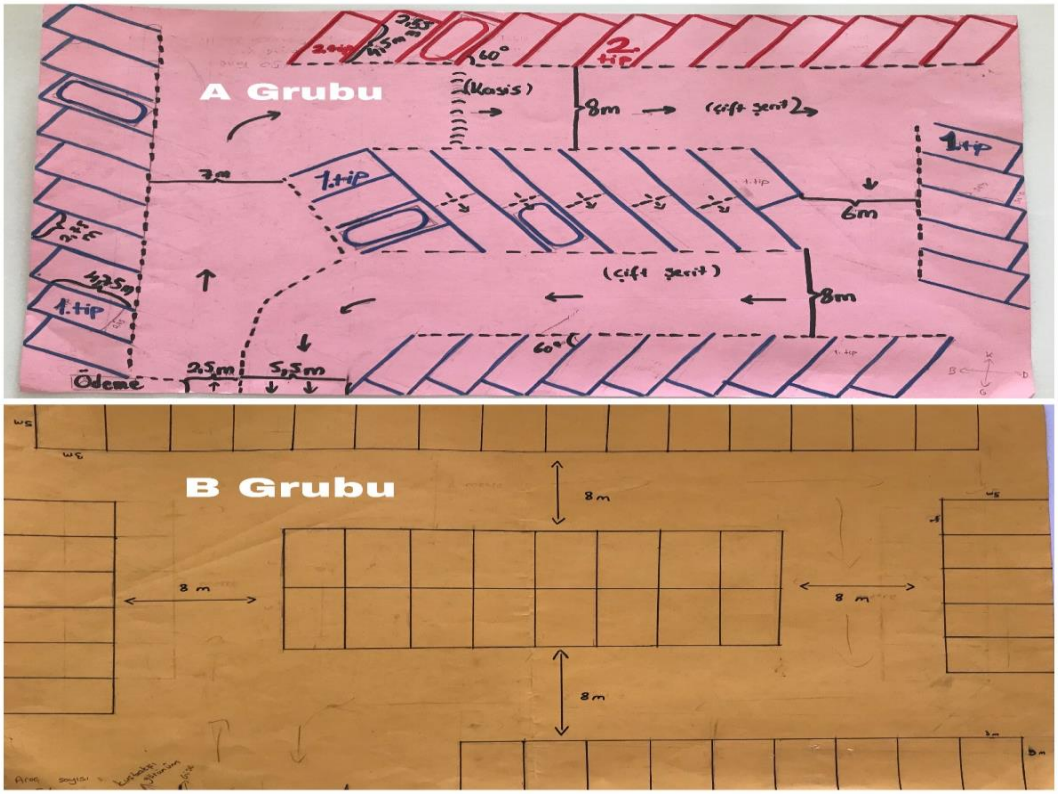
Sunum sonrası değerlendirmelerle, gruplar kendi eksikliklerini görme fırsatı yakalamış, diğer grupların oluşturdukları tasarımlar ile kendi tasarımlarını karşılaştırarak, revize etmek istedikleri kısımları belirleyebilmişlerdir. Şekil 4.13'te A grubunun *sunum değerlendirme formun*dan bir bölüm görülmektedir.



Şekil 4.13. A Grubunun Park Yeri Problemi Sunum Değerlendirme Formundaki Yorumlarından Bir Kesit

A grubu, sunumlarını yaparken tasarılarından çok emin olduklarını ve eksiklerinin olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak sınıftaki tüm sunumlar bittikten sonra, sunum değerlendirme formunda ve yapılan görüşmelerde kendi tasarılarının da eksikleri olduğunu aslında bazı varsayımlarda yanlış bulundularını, bazı ölçüm ve hesaplamaları yanlış yaptıklarını ifade etmişlerdir. B grubu ise bu maddeye cevap yazmak istememiş ama yapılan görüşmelerde grupiçi iş birliğinin zayıf olması ve ilk iki hafta ön araştırma ve çalışmalarının yetersiz olması gibi nedenlerle eksikliklerinin fazla olduğunu belirtmişlerdir. Buradan MOE'nde grup içi etkileşim, iletişim ve tartışmanın hem grupların sosyal etkileşiminin gelişmesinde hem de modelleme sürecinin daha başarılı yürütülmesinde önemli bir faktör olduğu söylenebilir.

A Grubu ve B Grubuna ait MOE1: Park Yeri Probleminde otopark tasarımlarının son hali Şekil 4.14'te görülmektedir.



Şekil 4.14. A ve B Grubunun Otopark Tasarımları

4.2. Su Tasarrufu Problemi Model Oluşturma Etkinliği

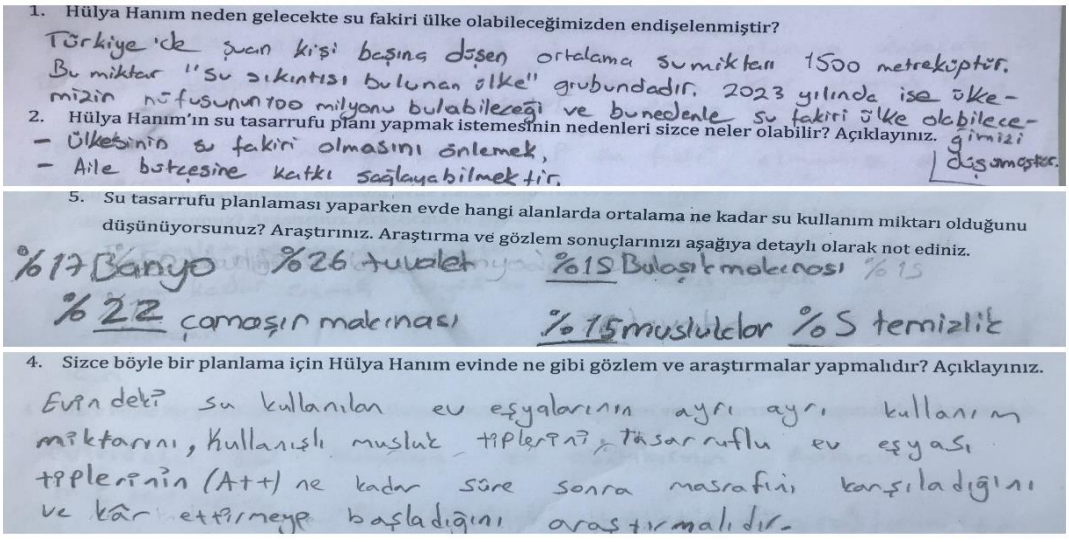
MOE 2: Su Tasarrufu Problemi, 1. ve 2. Hafta tüm sınıfla birlikte A ve B grubuna eğitim öğretim sürecinde planlanan tarihlerde uygulanmıştır. Ancak 13 Mart 2020 Covid-19 Ulusal Tatili dolayısıyla okulların kapanması ile 3. ve 4. Haftalar ilk planlamaya göre uygulanamamıştır. Sonrasında pandemi normalleşme sürecinin başlaması ile 3. ve 4. Hafta uygulamaları ve görüşmeler, 3-5 Haziran 2020 tarihlerinde, okul ortamında sadece iki grupla kontrollü sosyal mesafe kurallarına dikkat edilerek tamamlanmıştır (Özetle; İki grup farklı sınıflarda, katılımcılar ve araştırma ekibi maskeli bir şekilde, sınıflar dezenfekte edildikten sonra etkinlikler uygulanmış, mümkün olduğunca sosyal mesafeye dikkat edilmiştir).

4.2.1. A Grubuna Ait Bulgular

Bu bölümde 1. ve 2. haftadan genel olarak bahsedilmiş, sonrasında uygulama haftası olan 3. Haftada katılımcıların matematiksel düşünce ve yazılı işlem yoluyla ortaya koydukları bilişsel aktiviteler, görüşmelerden de alıntılar yapılarak analiz edilmiştir. 4. Hafta olan sunu haftası, sonuçların açıklandığı aşama olarak değerlendirilmiştir.

4.2.1.1. A Grubu – Su Tasarrufu Problemi MOE Genel Süreç

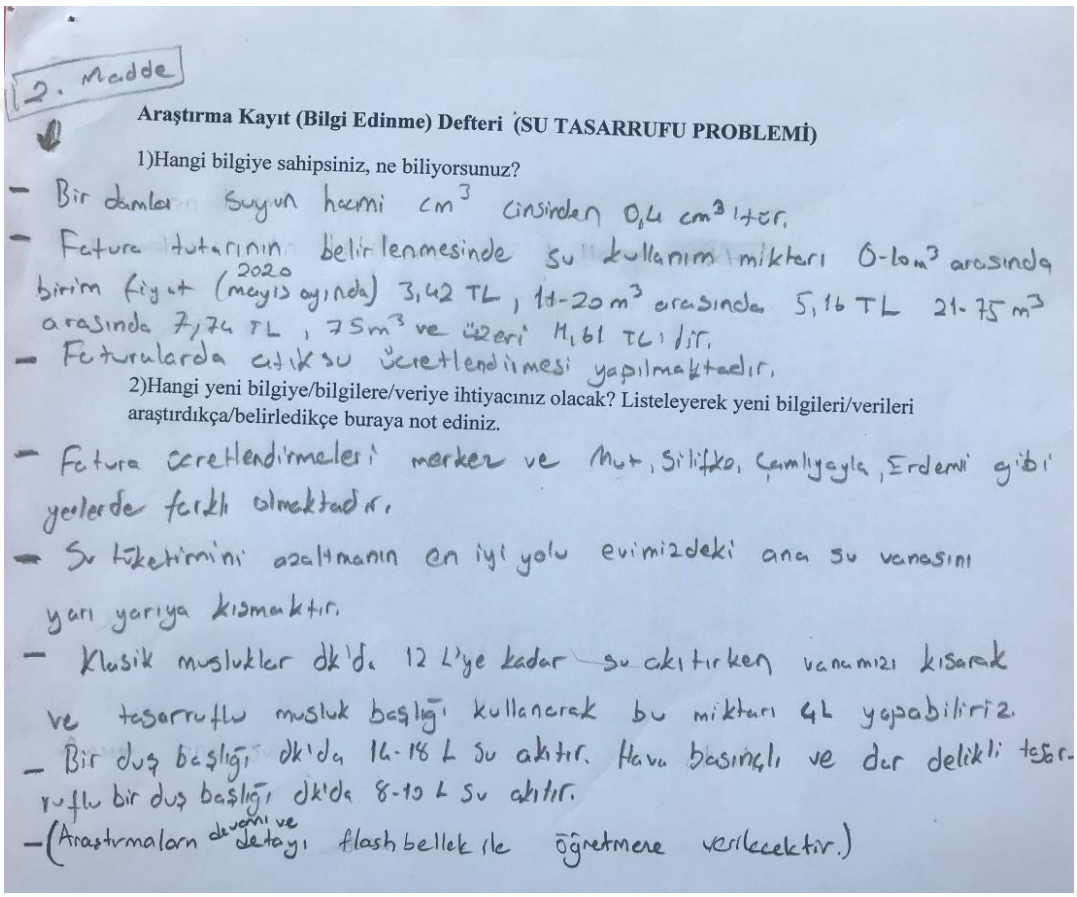
MOE 2: Su Tasarrufu Problemi ile ilgili *tanıtıcı metin* 1. Hafta sınıftaki 5 grupla birlikte A grubuna da fotokopi olarak verilmiş ve metin etkileşimli tahtaya yansıtılmıştır. Öğrenciler tanıtıcı metni bireysel ve grup olarak okumuşlar, istekli öğrenciler metinden ne anladığını sınıfa anlatmıştır. Sonrasında her grup *okuduğunu anlama/hazırlık soruları*nı cevaplamışlardır. A grubuna ait bazı cevaplar Şekil 4.15. de görülmektedir.



Şekil 4.15. A Grubu Su Tasarrufu Problemi Hazırlık Sorularına Verdiği Cevaplardan Kesitler

A grubunun hazırlık sorularına verdikleri cevaplardan tanıtıcı metni anladıkları, bir sonraki hafta için neleri gözlemleyip araştıracaklarını büyük oranda belirleyebildikleri sonucuna ulaşılmaktadır. Ayrıca yapılan gözlemlerden A grubunun 2. MOE'nde daha planlı ve programlı davranışlar sergilediği daha ilk haftadan iş bölümü yaparak ne gibi araştırmalar yapmaları gerektiğini belirledikleri görülmüştür. Buradan MOE'nin çoklu uygulamalarının öğrencilerin bu süreçteki deneyimlerini güçlendirerek onlara cesaret verdiği söylenebilir.

2. Hafta her bir grup araştırma ve gözlemlerini sınıfa sunarak, tartışmışlardır. A grubuna ait araştırma kayıt defterinden bir bölüm Şekil 4.16'da gösterilmiştir.



2. Madde

Araştırma Kayıt (Bilgi Edinme) Defteri (SU TASARRUFU PROBLEMİ)

1)Hangi bilgiye sahipsiniz, ne biliyorsunuz?

- Bir damlan suyun hacmi cm^3 cinsinden 0,4 cm^3'tür.
- Fatura tutarının belirlenmesinde su kullanım miktarı 0-10m^3 arasında birim fiyat (2020 mayıs ayında) 3,42 TL, 11-20 m^3 arasında 5,16 TL 21-75 m^3 arasında 7,74 TL, 75m^3 ve üzeri 11,61 TL'dir.
- Faturalarda atık su ücretlendirmesi yapılmaktadır.

2)Hangi yeni bilgiye/bilgilere/veriye ihtiyacınız olacak? Listeleyerek yeni bilgileri/verileri araştırdıkça/belirledikçe buraya not ediniz.

- Fatura ücretlendirmeleri merkez ve Mut, Silifke, Çamlıyayla, Erdemli gibi yerlerde farklı olmaktadır.
- Su tüketimini azaltmanın en iyi yolu evimizdeki ana su vanasını yarı yarıya kısmaktır.
- Klasik musluklar dk'da 12 L'ye kadar su akıtırken vanamızı kısarak ve tasarruflu musluk başlığı kullanarak bu miktarı 4L yapabiliriz.
- Bir duş başlığı dk'da 16-18 L su akıtır. Hava basınçlı ve dar delikli tasarruflu bir duş başlığı dk'da 8-10 L su akıtır.
- (Araştırmaların devamı ve detayı flash bellek ile öğretmene verilecektir.)

Şekil 4.16. A Grubunun Su Tasarrufu Problemi Araştırma Kayıt Defterinden Bir Kesit

A grubunun araştırma kayıt defteri incelemelerine göre, A grubu detaylı bir ön araştırma yapmış, gözlem ve araştırmalarını grup olarak iş birliği içinde yürütmüşlerdir. Su tasarrufu ile ilgili alınabilecek pek çok önlemi belirlemiş, araştırmalarında matematiksel işlemler yaparak ortalama değerleri belirleyebilmişlerdir. Yapılan görüşmelerde, bazı internet sitelerinin çok yüksek veriler sunduğunu, bunu günlük hayattan gözlemleyerek ve de deneyerek bir ortalama değer belirlediklerini ifade etmişlerdir.

Aslı: *Şey kullanımı aşmamayı ve orantılı olmaya dikkat ettik diyelim. Mesela abartarak, diyelim ki mesela bir şeyde 25 litre tüketeceğini yazıyordu, bir sitede. Biz işte bu en fazlası diye alarak, yapmış gibi görünebilirdik. Ama bu çok inandırıcısız olurdu ve orantısız olurdu. Mesela internete giriyordum ki bu zamanda en araştırma yeri internet, girdiğimde 15-20 sitede mesela her birinde farklı farklı veriyor. Biz bunun hangisinin doğru olduğunu anlayamıyoruz. O yüzden her bölümde tek tek yazıp ortalamasını almaya çalışıyoruz. Ya da kendimiz denemeye çalışıyoruz.*
Aysel: *Mesela şey biz kendimiz ölçtük, arkadaşım ölçmüş. Orada alt kattaki vanayı kısmadığı için komşumuz dakikada 12 litre su akıyor bir dakikada, ama biz kıstığımız için vanayı 1 dakika da 4 litre su akıyor. Arada epey fark oluyor.*

A grubu bu ders sonunda yaptıkları araştırmaların bir kısmını, araştırma kayıt defteri dışında flash bellekte 11 sayfalık PDF dosyası olarak araştırma ekibine vermişlerdir.

4.2.1.2. A Grubu- Model Oluşturma Süreci

3. Hafta pandemi normalleşme sürecinde A ve B grubu ile, iki grup farklı sınıflarda olacak şekilde uygulanmıştır. A Grubu Su Tasarrufu Problemi 3. Hafta oturma düzeni Şekil 4.17'de görülmektedir.



Şekil 4.17. A Grubu Su Tasarrufu Problemi 3. Hafta Oturma Düzeni

3. Hafta olan uygulama haftası, *problem metni (göreviniz)* ve gerekli malzemeler A grubuna verilerek uygulama süreci başlatılmıştır. Problem metnini okuyan grup üyeleri, bir liderin 1. ve 2. haftayı arkadaşlarına özetlemesi ile başlamıştır. Yine bir grup üyesi problem metnini arkadaşlarına yüksek sesle okumuştur. Buradan A grubunun grupla çalışma konusunda artık deneyim kazandığı ve grup üyelerinin birbirinin fikirlerini dinlemek konusunda başarılı bir

yol izledikleri söylenebilir. Ayrıca yapılan gözlemlerden ve video analizinden grup liderinin hem problemi okurken hem de özetlerken matematiksel değerleri ve verileri önemle vurguladığı gözlemlenmiştir. Buradan A grubunun problemi anlama yönünde doğru çalışmalar yaptığı sonucuna ulaşılabilir. A grubunun Su Tasarrufu Problemi modelleme süreci aşamaları Tablo 4.3'te verilmiştir.

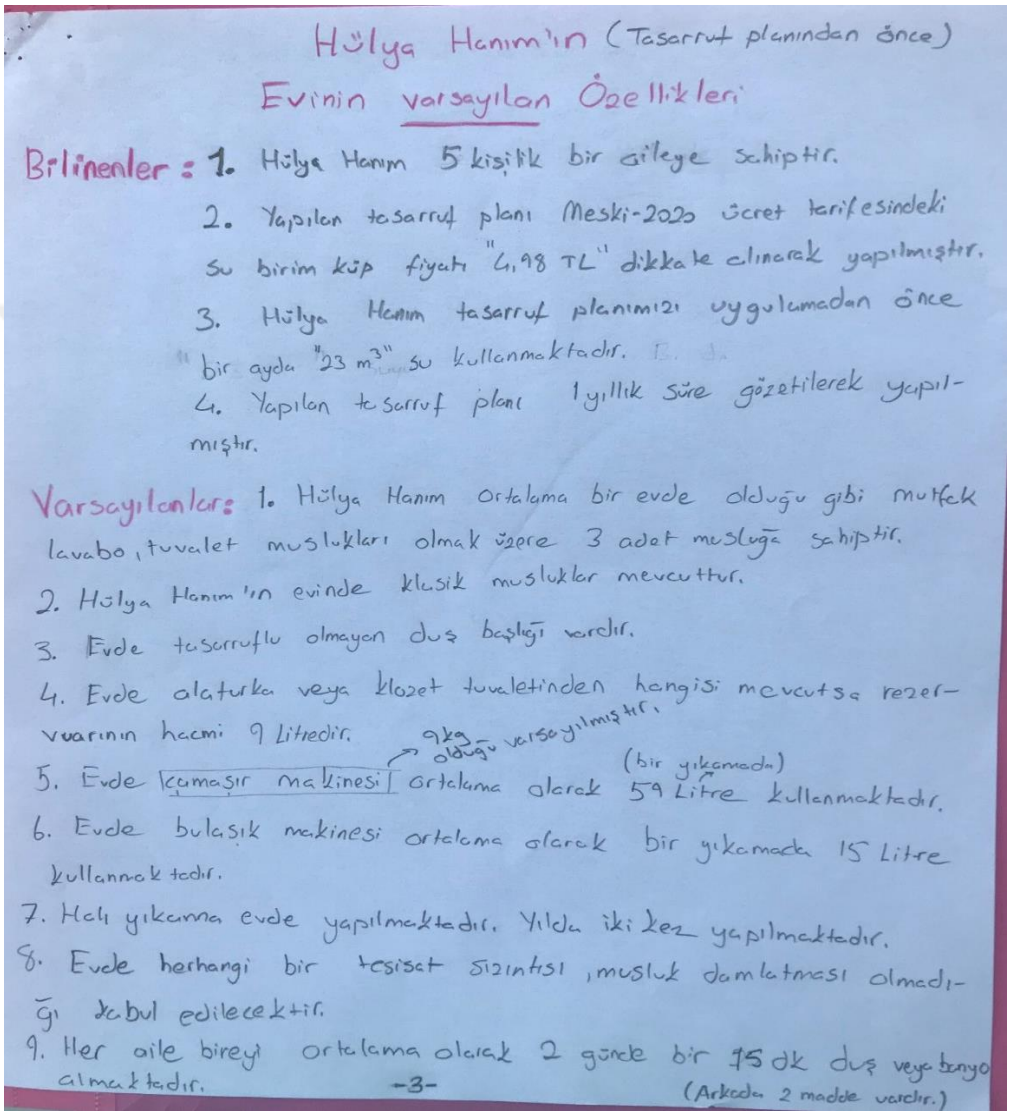
Tablo 4.3.
A Grubunun MOE 2: Su Tasarrufu Problemi Modelleme Süreci

A Grubu – Su Tasarrufu Problemi

Problemi Anlama	***Model Oluşturma***	***Matematik Kullanma***	***Sonucu Açıklama***
A grubu kısa yorumlarla ve önemli verileri/değişkenleri vurgulayarak problemi yüksek sesle okumuşlar, birbirlerine özetlemişlerdir. A grubunun problemi grupça büyük oranda anladığı söylenebilir.	A grubu önemli değişkenleri belirleyerek, tasarruf planı için bir tablo oluşturmaya karar vermişlerdir. Bu konuda ilgili/gerekli varsayımlarda bulunabilmişlerdir. Ancak önce ay ay oluşturmak istemişler sonrasında vaz geçip bölümlere göre aylık ve yıllık hesaplamalara gitmişlerdir.	A grubu bu aşamada belirledikleri varsayımlar üzerinden işlem yapmış, tasarruf planlarını tablo ile oluşturmuşlardır. Ayrıca problem metninde verilen aylık 23 m^3 su kullanımı ile diğer alanlarda su kullanımının ne kadar olacağı ve oluşturacakları tasarruf planındaki su kullanımını karşılaştırmışlardır.	A Grubu bu aşamada oluşturduğu su tasarrufu planını ve 1 kişilik su tasarrufu modelini sunmuşlardır. Araştırma, gözlem, deney ve hesaplamalarına dayanarak modellerinin büyük oranda doğru olduğunu belirtmişlerdir.

A grubu *problemi anlama* aşamasında günlük yaşam durumundan uyarlanmış problem metnini okuyup, hayallerinde canlandırmış, bu aşamada problem çözümü için önemli veriler olan ailenin 5 kişi olması, 1 yıllık tasarruf planının oluşturulacağı ve birim fiyat olan 4,98 TL ile çarpılacağı gibi önemli ilişkileri belirlemişlerdir. Video kayıt ve gözlemlerden A grubunun problemi anladığı söylenebilir. *Model oluşturma* aşamasında her grup üyesi tasarruf planı tablosunu oluşturmak için A4lerini almışlar, öncelikle tasarruf planını aylık yapmaya karar vermişler sonrasında vaz geçmişlerdir. Ön araştırmalarla 1 kişilik olarak belirledikleri bazı su tasarrufu bölümlerini 5 ile çarpmaları gerektiğini, 1 yıllık tasarruf planı oluşturacaklarını ve birim küp fiyatı olan 4,98 TL ile çarparak problemde 2. Görev olarak istenen, ücret olarak tasarruf miktarını hesaplayabileceklerini ve problemin çözümü için gerekli olan diğer varsayımları belirleyebilmişlerdir. Ayrıca bu varsayımları, yazdıkları raporda/mektupta 11 madde olarak detaylı olarak belirtmişlerdir. A grubunun hem *probleme anlama* hem *model oluşturma*

aşamalarını büyük oranda doğru yönettiği söylenebilir. Ancak sözde danışan Hülya Hanım'ın bir aylık su faturasını iyi incelemedikleri için *model oluşturma* ve *matematik kullanma* aşamalarında hata yapmışlar, araştırmacıya sorular sorarak bir aylık su kullanımının 23 m^3 olduğunu fark etmişlerdir. A grubunun *model oluşturma* aşamasında belirledikleri varsayımlar Şekil 4.18'de görülmektedir.


Hülya Hanım'ın (Tasarruf planından önce)
Evinin varsayılan Özellikleri

Bilinenler: 1. Hülya Hanım 5 kişilik bir aileye sahiptir.
2. Yapılan tasarruf planı Meski-2020 ücret tarifesindeki su birim küp fiyatı "4,98 TL" dikkate alınarak yapılmıştır.
3. Hülya Hanım tasarruf planımızı uygulamadan önce bir ayda "23 m^3" su kullanmaktadır.
4. Yapılan tasarruf planı 1 yıllık süre gözetilerek yapılmıştır.

Varsayılanlar: 1. Hülya Hanım ortalama bir evde olduğu gibi mutfak lavabo, tuvalet muslukları olmak üzere 3 adet musluğa sahiptir.
2. Hülya Hanım'ın evinde klasik musluklar mevcuttur.
3. Evde tasarruflu olmayan duş başlığı vardır.
4. Evde alaturka veya klozet tuvaletinden hangisi mevcutsa rezervuarının hacmi 9 Litredir.
5. Evde çamaşır makinesi 9 kg olduğu varsayılmıştır. ortalama olarak 59 Litre (bir yıkamada) kullanmaktadır.
6. Evde bulaşık makinesi ortalama olarak bir yıkamada 15 Litre kullanmaktadır.
7. Halı yıkama evde yapılmaktadır. Yılda iki kez yapılmaktadır.
8. Evde herhangi bir tesisat sızıntısı, musluk damlatması olmadığı kabul edilecektir.
9. Her aile bireyi ortalama olarak 2 günde bir 15 dk duş veya banyo almaktadır.

-3-

(Arkada 2 madde vardır.)

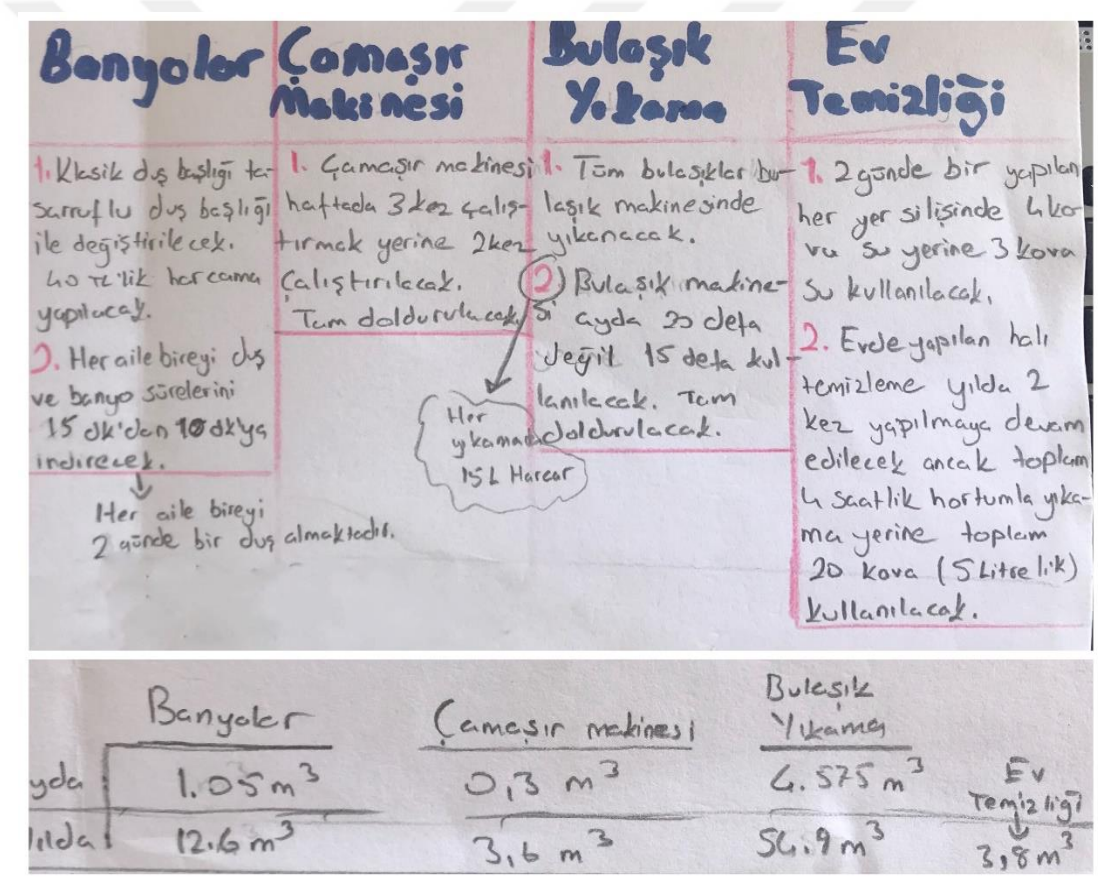
Şekil 4.18. A Grubunun Su Tasarrufu Problemi Model Oluşturma Aşamasından Bir Kesit

Matematiği kullanma aşamasında A grubu öğrencileri problemin çözümü için uygun kavramlardan; ton-metreküp ve desimetreküp-litre ilişkisi üzerine tartışmışlardır. Problem metninde verilen su faturasını incelemişler, vergiler hariç sadece harcanan su miktarını hesaplamaya çalışmışlardır. Ayrıca hesaplayacakları, yıllık su tasarrufu miktarını metreküp olarak çevireceklerini ve 4,98 ile çarpacaklarını belirtmişlerdir. Su faturasında aylık su tüketiminin 23 m^3 olduğunu fark ettikten sonra, varsayımlarını gözden geçirerek ilgili

çıkarımlarda bulunmuşlardır. Yapılan görüşmelerde bu gözlemleri destekleyen açıklamalarda bulunmuşlardır.

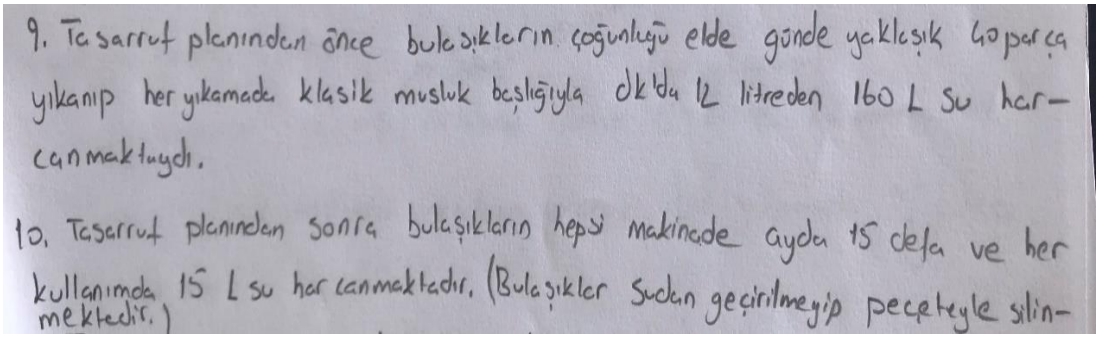
> **Aslı:** *Bir de şu var 23 ton miktarı vardı ya işte biz de o yüzden ona göre oranladık hepsini ki 23 tonu bulsun, tasarruf edilmeden önceki miktar. Yoksa bulması, mesela 50 tonsa mesela kullanım, biz onu 5 tona çekebilirdik ve böylece 45 tonluk bir tasarruf yapmış olurduk, ama 23 tonu vermeleri sayesinde bizim ne sıklıkla banyo yaptıklarını mesela tahmin etme şansımız oldu.*

Su tasarrufu planını evin 6 bölümünde (musluklar, tuvaletler, banyolar, çamaşır makinesi, bulaşık yıkama ve ev temizliği) tüketilen su üzerinden hesaplamışlardır. Bu hesaplamaları yapmadan önce gerekli varsayımları model oluşturma aşamasında belirlemişlerdir. Banyolar, çamaşır makinesi, bulaşık yıkama ve ev temizliği bölümlerinde yapılan su tasarrufu ile ilgili bir kesit Şekil 4.19'da görülmektedir.



Şekil 4.19. A Grubunun Su Tasarrufu Problemi Matematiği Kullanma Aşamasından Bir Kesit

Yukarıdaki şekilde görünen ve diğer bölümlerin hesaplaması ile ilgili A grubu *sonuçları açıklama* aşamasının bir parçası olan raporlarında detaylı açıklamalar yapmışlardır. Örneğin, Şekil 4.20'da A grubunun sunduğu raporda bulaşık yıkama bölümü ile ilgili nasıl bir tasarruf yapıldığı açıklanmaktadır.

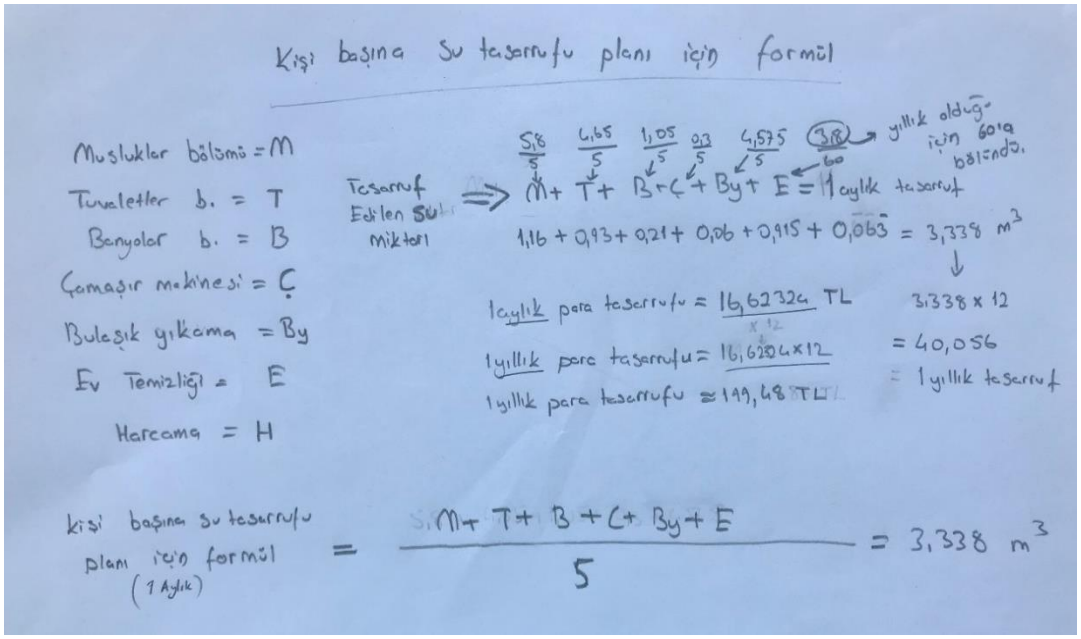

9. Tasarruf planından önce bulaşıkların çoğunluğu elde günde yaklaşık 40 parça yıkanıp her yıkamada klasik musluk başlığıyla dk'da 12 litreden 160 L su harcanmaktaydı.

10. Tasarruf planından sonra bulaşıkların hepsi makinede ayda 15 defa ve her kullanımda 15 L su harcanmaktadır. (Bulaşıklar sudan geçirilmeyip peçeteyle silinmektedir.)

Şekil 4.20. A Grubunun Su Tasarrufu Problemi Sonuçları Açıklama Aşamasından Bulaşık Yıkama Bölümü ile İlgili Bir Açıklama

A grubu bulaşık yıkama ile ilgili önce varsayımlarını ile ilgili matematiksel işlemler yapmışlar (Klasik musluk başlıkları ile günlük 160 litre, aylık olarak da 4,8 m^3 harcanan su olarak hesaplamışlardır.) Tasarruf planından sonra ise bulaşık yıkama bölümü için aylık 15x15= 225 L yani 0,225 m^3 harcama yapılacağını hesaplayarak, sadece bulaşık yıkama bölümünde 4,575 m^3 tasarruf yapmışlardır. İlgili doküman incelemeleri sonucunda, A grubunun *matematik kullanma* aşamasında pek çok işlem ve hesaplama yaparak tasarruf planlarını oluşturdukları ortaya çıkmaktadır.

A grubu *sonuçları açıklama* aşamasında sözde *danışan/müşteri* Hülya Hanım'ın su tasarrufu planlamasını tanıdıkları ile paylaşıp daha geniş bir yararlılık sağlaması için 1 kişilik su tasarruf modeli oluşturmuşlardır. Oluşturdukları model Şekil 4.21'de görülmektedir.



Şekil 4.21. A Grubunun Su Tasarrufu Probleminde Oluşturduğu 1 Kişilik Su Tasarrufu Modeli

A grubu 4. Hafta olan sunu (sonucu açıklama) aşamasından bir kesit Şekil 4.22'de gösterilmektedir.



Şekil 4.22. A Grubu Su Tasarrufu Problemi Sunu/Sonucu Açıklama Aşamasından Bir Kesit

A grubu, sunu sürecinde ilk olarak oluşturdukları su tasarrufu planlaması hesaplamalarında hata yaptıklarını, özellikle banyo bölümünde fazladan hesaplamalar olduğunu belirtmişlerdir. A grubu ile yapılan bire bir görüşmelerde bu konuda bazı katılımcılar açıklamalarda bulunmuşlardır.

> **Aslı:** *Mesela ilk yaptığımızda biz şey olarak yaptık, ben bir kişi olarak yaptım. Ben bir kişilikten ilk yaptığımda çok fazla su tasarrufu ettiğimiz çıktı, oysa ki banyoları yanlış hesaplamışız. İşte ondan sonra onu değiştirdik mesela.*

A grubu, sunu sürecinden sonra yapılan birebir ve grup görüşmelerinde oluşturdukları su tasarrufu planının büyük oranda doğru olduğunu ayrıca doğruluğunu kanıtlamak için araştırma ve hesaplamalar yaptıklarını belirtmişlerdir.

> **Aslı:** *Bence doğru, yani eksik olduğunu düşünmüyorum […] İşte mesela madde madde ayırdıktan sonra kolaylaşıyor işler, mesela internete girdiğimizde 9 ton su kurtarabiliriz diyordu çamaşır makinesinde, haftada 1 kez azaltarak diyordu. Ama bu neye göre, çamaşır makinesinin hacmi ne kadar? Ne kadar sıklıkla yıkanıyor, bunların hiçbiri belli değildi. Kaç kişilik bir aile belli. İşte biz o yüzden bulduğumuz tüm sitelere, girip onların ortalamasını aldık. Kavramlarda mesela aritmetik ortalama da var onu unuttum.*
> **Melek:** *Doğru bence. Bence yok eksiğimiz […] Biz bunları şey mesela araştırmalarımızı farklı sitelerden de yaptık, hem kontrol ettik farklı sitelerle, bir de şey deney/gözlem yaptık.*
> **Aysel:** *Bence doğru hatta biz, fazla bile su tasarrufu yaptık diye düşünüyorum. Aslında karşılaştırdık, mesela evlerimizle karşılaştırdık, denedik yani, internetten karşılaştırdık. Doğru olduğunu anladık yani. Ayda 16,4 m^3, yılda 200 m^3 [tasarruf] yaptık.*
> **Nevin:** *Bence en doğrusu yani benim için. Yok ya eksiğimiz.*

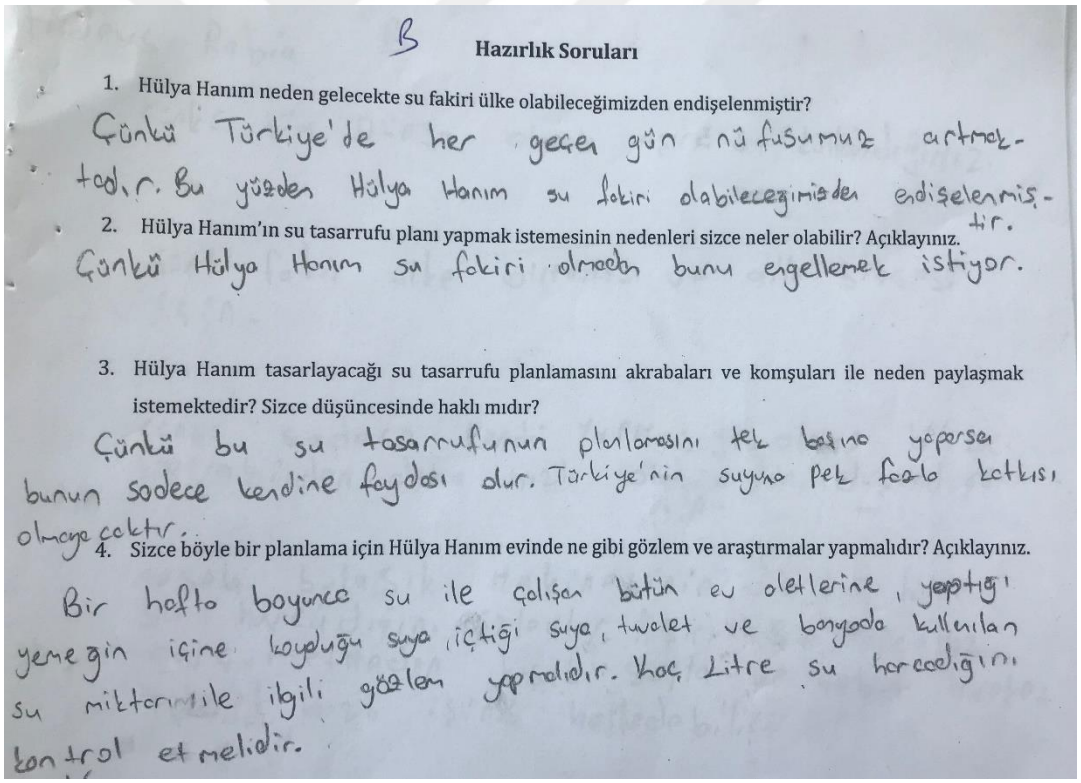
A grubunun, yapılan gözlem ve görüşmeler sonunda Su Tasarrufu Problemi MOE'ne ön araştırma, uygulama ve sunu süreci olarak iyi hazırlandığı söylenebilir. Oluşturdukları tasarruf planlaması ve diğer hesaplamalarında uygun varsayım ve matematiksel işlemleri kullanmışlardır. Grup olarak iş birliği içinde çalışmışlar, birbirlerine sık sık açıklamalarda bulunmuşlardır.

4.2.2. B Grubuna Ait Bulgular

Bu bölümde 1. ve 2. haftadan genel olarak bahsedilmiş, sonrasında uygulama haftası olan 3. Haftada katılımcıların matematiksel düşünce ve yazılı işlem yoluyla ortaya koydukları bilişsel aktiviteler, görüşmelerden de alıntılar yapılarak analiz edilmiştir. 4. Hafta olan sunu haftası, sonuçların açıklandığı aşama olarak değerlendirilmiştir B grubu içinde yer alan öğrencilere gerçek olmayan Sude, Rana, Figen ve Nilay isimleri verilmiştir.

4.2.2.1. B Grubu – Su Tasarrufu Problemi MOE Genel Süreç

MOE 2: Su Tasarrufu Problemi ile ilgili *tanıtıcı metin* 1. Hafta sınıftaki 5 grupla birlikte B grubuna da fotokopi olarak verilmiş ve metin etkileşimli tahtaya yansıtılmıştır. Öğrenciler tanıtıcı metnin bireysel ve grup olarak okumuşlar, istekli olan bazı öğrenciler metinde ne anladığını sınıfa anlatmıştır. Sonrasında her grup *okuduğunu anlama/hazırlık sorularını* cevaplamışlardır. B grubuna ait bazı cevaplar Şekil 4.23. de görülmektedir.



B

Hazırlık Soruları

1. Hülya Hanım neden gelecekte su fakiri ülke olabileceğimizden endişelenmiştir?

Çünkü Türkiye'de her geçen gün nüfusumuz artmaktadır. Bu yüzden Hülya Hanım su fakiri olabileceğimizden endişelenmiştir.

2. Hülya Hanım'ın su tasarrufu planı yapmak istemesinin nedenleri sizce neler olabilir? Açıklayınız.

Çünkü Hülya Hanım su fakiri olmadan bunu engellemek istiyor.

3. Hülya Hanım tasarlayacağı su tasarrufu planlamasını akrabaları ve komşuları ile neden paylaşmak istemektedir? Sizce düşüncesinde haklı mıdır?

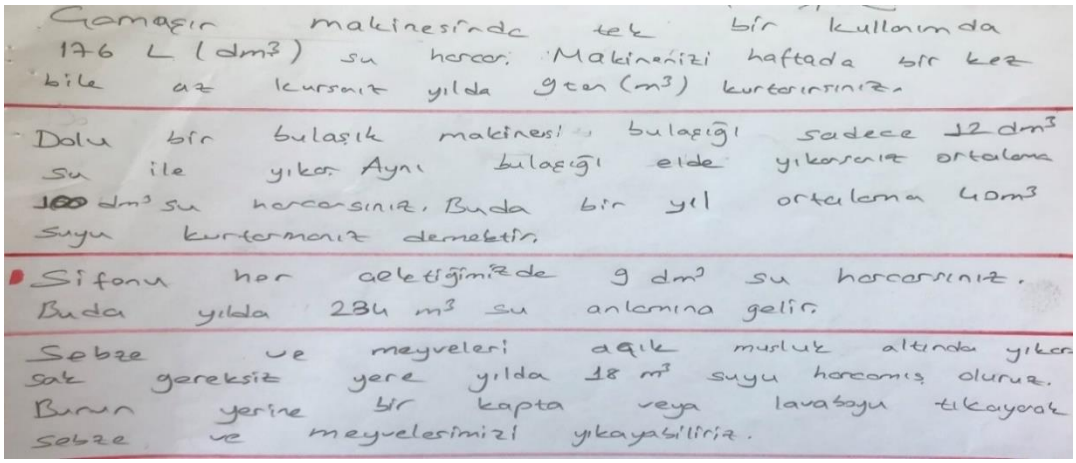
Çünkü bu su tasarrufunun planlamasını tek başına yaparsa bunun sadece kendine faydası olur. Türkiye'nin suyuna pek fazla katkısı olmaya çaktır.

4. Sizce böyle bir planlama için Hülya Hanım evinde ne gibi gözlem ve araştırmalar yapmalıdır? Açıklayınız.

Bir hafta boyunca su ile çalışan bütün ev aletlerine, yaptığı yemeğin içine koyduğu suya, içtiği suya, tuvalet ve banyoda kullanılan su miktarıyla ilgili gözlem yapmalıdır. Kaç Litre su harcadığını kontrol etmelidir.

Şekil 4.23. B Grubu Su Tasarrufu Problemi Hazırlık Sorularına Verdiği Cevaplardan Bir Kesit

B grubunun Su Tasarrufu Problemi hazırlık sorularına verdiği cevaplardan tanıtım metnini anladıkları ama yapılan gözlemlerden grup olarak tartışma yaprak diğer hafta için neleri gözlemleyip araştırma yapmaları gerektiği konusunda planlı bir görev dağılımı yapmadıkları belirlenmiştir. B grubunun araştırmalarına ait bir bölüm Şekil 4.24'te gösterilmiştir.



Şekil 4.24. B Grubunun Su Tasarrufu Problemi Ön Araştırmalarından Bir Kesit

İlk iki hafta B grubu ile ilgili yapılan gözlemler ve doküman incelemelerine göre B grubunun grup olarak araştırma yapmayıp bireysel olarak çalışmalar yaptıkları bu bakımdan B grubunun grup iletişim ve etkileşiminin gelişmesi için MOE ile ilgili daha fazla uygulamaya ihtiyacı olduğu söylenebilir.

4.2.2.2. B Grubu- Model Oluşturma Süreci

3. Hafta pandemi normalleşme sürecinde A ve B grubu ile, iki grup farklı sınıflarda olacak şekilde uygulanmıştır. B Grubu Su Tasarrufu Problemi 3. Hafta oturma düzeni Şekil 4.25'te görülmektedir.



Şekil 4.25. B Grubu Su Tasarrufu Problemi 3. Hafta Oturma Düzeni

3. Hafta olan uygulama haftası, araştırma ekibince 1. ve 2. haftanın kısa bir hatırlatması yapıldıktan sonra *problem metni (göreviniz)* ve gerekli malzemeler B grubuna verilerek uygulama

süreci başlatılmıştır. B grubu üyeleri problem metnini bireysel okuyup, anlamaya çalışmışlar, hatta bazı grup üyeleri tam okumamışlardır. B grubunun birbirleri ile fikir alışverişinde pek bulunmadıkları gözlemlenmiştir. Buradan B grubunun aslında grup ile çalışmakta istekli olmasına rağmen grup ile çalışmayı bilmedikleri yanlış yapmaktan ve yanlış söylemlerden korktukları için tartışmalara bazı üyelerin katılmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Yapılan görüşmelerde bunu destekleyen açıklamalarda bulunmuşlarıdır:

> **Sude:** *İş birliği ve dayanışma yani iş bölümü verebiliyorsun. Bir iş olduğunda yani herkese verebiliyorsun, o yapıyor ve tek olunca çok zamanını kaybediyor, yoruluyor. Ama grup olunca herkese bir iş veriyorsun. Daha az zaman.*
> **Figen:** *Tek kişi hani zor oluyor. Tek doğru bu falan diye. Bir de bir sürü şey öğreniyorsun mesela onun bilmediğini sen söylüyorsun, kendinin bilmediğini başkası sana söylüyor, öğreniyordun falan böyleydi […] Hani ben bilmiyorum orada, ben kendimin bilmediği şeyleri kötü hissettim. Hani ben bilmiyorum arkadaşlarım benden daha iyi biliyor falan diye orada kendimi kötü hissettim. Bu kötü idi bence. Bir konuyu biliyor birini bilmiyordum, orada utanıyor çekiniyordum mesela.*
> **Rana:** *Birbirimizi dinlemiyoruz.*

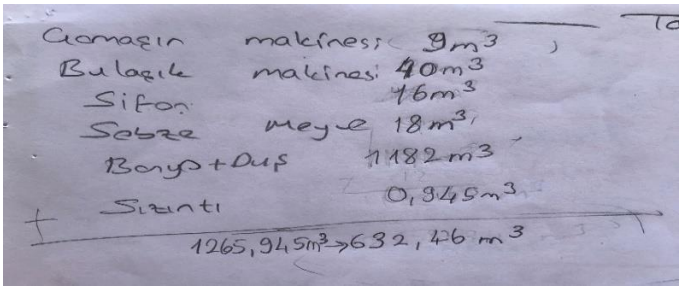
B grubunun model oluşturma süreci aşamaları Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4.
B grubunun MOE 2: Su Tasarrufu Problemi Modelleme Süreci

B Grubu – Su Tasarrufu Problemi			
Problemi Anlama	***Model Oluşturma***	***Matematik Kullanma***	***Sonucu Açıklama***
B grubu bireysel olarak problem metnini okumuşlardır. Problemi grupça tam anlayıp, yorumlamadan sonuç açıklama aşamasına geçmişlerdir. Direkt mektup/rapor yazımına geçmişlerdir.	B grubu sık sık problemi anlama aşamasına döndüğü için zaman kaybetmiş, zaman zaman model oluşturma aşamasında ilgili verileri/varsayımları netleştirmeden matematik kullanma aşamasına geçmişlerdir.	B grubu bu aşamada özellikle hacim ve sıvı ölçüsü birimleri üzerinde tartışmışlar, belirledikleri varsayımlar üzerinden işlem yapmışlar, yaklaşık değerlerle ve ortalamalarla tasarruf planlarını bölüm bölüm, oluşturmuşlardır.	B Grubu bu aşamada oluşturduğu su tasarrufu planını ve 1 kişilik su tasarrufu modelini sunmuşlardır. Problem metninde verilen aylık 23 m^3 su kullanımı ile kendi oluşturdukları su tasarrufu miktarını karşılaştırmışlar, çok büyük fark olunca tasarruf planlarını revize etmişlerdir.

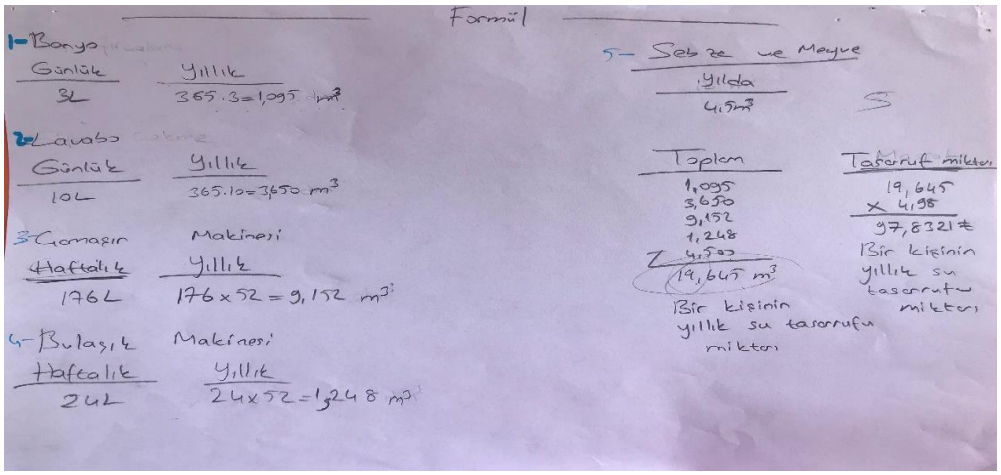
B grubu *problemi anlama* aşamasında günlük yaşam durumundan uyarlanmış problem metnini okuyup, hayallerinde canlandırmamış, bu aşamada problem çözümü için önemli verilerden sadece ailenin 5 kişi olması, 1 yıllık tasarruf planının oluşturulacağı belirlemişlerdir. Video kayıt ve gözlemlerden B grubu problemi tam anlamadan, grupça yeterince tartışmadan

sonuç açıklama aşamasına rapor/mektup yazmaya geçmişlerdir. Aralarında bir kişiyi yazıcı olarak belirlemişler, ortak bir rapor yazmaya karar vermişlerdir. Öğretmenin 1. MOE'nin aşamalarını ve raporu en son yazabilecekleri hatırlatması üzerine su tasarrufu planını nasıl oluşturmaları gerektiği konusunda tartışmışlardır. Bu süreçte öğretmene sorular sormuşlardır. Hep birlikte ama yine bireysel olarak problem metnini tekrar okuyarak *problemi anlama*ya çalışmışlardır. Bu süreç sonunda farklı iki öğrenci problemden ne anladığını önemli verileri vurgulayarak özetmiştir. *Model oluşturma* aşamasına geçtiklerinde hangi bölümlerde tasarruf yapacaklarını tartışmışlardır. Bu süreçte ön araştırmalarını incelemişlerdir. Bu aşamada da ihtiyaçları olacak verileri/bölümleri tam netleştirmeden *matematiği kullanma* aşamasına geçmek istemişler; 4 kişilik buldukları verileri 4'e bölüp 5 ile çarpmaları gerektiğini, metreküp, litre, desimetreküp ilişkisini tartışmışlar, öğretmene sorular sormuşlardır. Desimetreküp, litre ve metreküp ilişkisini belirledikten sonra tekrar *model oluşturma* aşamasına geçmişler, hangi bölümlerde tasarruf yapabileceklerini belirlemeye çalışmışlardır. 90 dakikalık sürenin 40 dakikası geçmesine rağmen tasarruf yapacakları bölümleri henüz netleştirememiş, *model oluşturma* aşamasında çok fazla zaman harcamışlardır. Hangi alanlarda ne kadar su tasarrufu yapacakların önce 6 bölüm (çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, sifon, sebze meyve, el yıkama-diş fırçalama-traş olma, sızıntı,) olarak belirlemişlerdir. Bu bölümleri *matematik kullanma* aşaması olarak nitelendirebileceğimiz bu aşamada, 5 bölümde gruplamışlar, gerekli hesaplamaları yaparak, yıllık 1265,945 m^3 su tasarrufu yapılacağını hesaplamışlardır. Ancak modeli doğrulamak için faturada aylık 23 m^3 olarak belirtilen toplam su harcamasını haftalık düşünerek 52 ile çarpmışlar, yıllık su kullanımının en fazla 1196 m^3 olacağını bu bakımdan hesaplamalarının hatalı olduğunu fark etmişler, en azından bazı bölümleri yarıya indirmeleri gerektiğini düşünerek yıllık su tasarrufunu 632,46 m^3 olarak hesaplamışlardır (Bkz. Şekil 4.26.).



Şekil 4.26. B Grubu Su Tasarrufu Problemi Matematik Kullanma Aşamasından Bir Kesit

Sonucu açıklama aşamasında (4.Hafta) B grubu 2. Kez revize ettikleri su tasarrufu planlamasını, raporlarını/mektuplarını ve 1 kişilik su tasarrufu modellerini sunmuşlardır. Şekil 4.27'de B grubunun Su Tasarrufu Probleminde Oluşturduğu 1 Kişilik Su Tasarrufu Modeli görülmektedir.



Şekil 4.27. B Grubunun Su Tasarrufu Probleminde Oluşturduğu 1 Kişilik Su Tasarrufu Modeli

B grubu *sonucu açıklama* aşamasında hangi bölümlerden ne kadar su tasarrufu yaptıklarını ve ilk planlarında bazı bölümlerde fazla su tasarrufu yaptıklarını belirtmişlerdir. Buradan B grubunun oluşturdukları modelden emin olmayıp, hata yaptıklarını fark ederek birkaç kez gözden geçirdikleri ortaya çıkmıştır. B grubunun 4. Hafta olan sunu (sonucu açıklama) aşamasından bir kesit Şekil 4.28. de gösterilmektedir.



Şekil 4.28. B Grubu Su Tasarrufu Problemi Sonuç Açıklama Aşamasından Bir Kesit

Sonucu açıklama aşamasından sonra, B grubu ile yapılan bire bir ve grup görüşmelerinde grup üyeleri oluşturdukları tasarruf planlarını yaparken nelere dikkat ettikleri ve nerelerde hata yaptıkları hakkında benzer görüşler belirtmişlerdir.

> **Sude:** *Bir dönemde 23 m^3 yıllık işte 276 m^3 harcıyor. Ondan fazla tasarruf yapamayacağımızı anladık onun için tasarrufumuzu ona göre yaptık.*

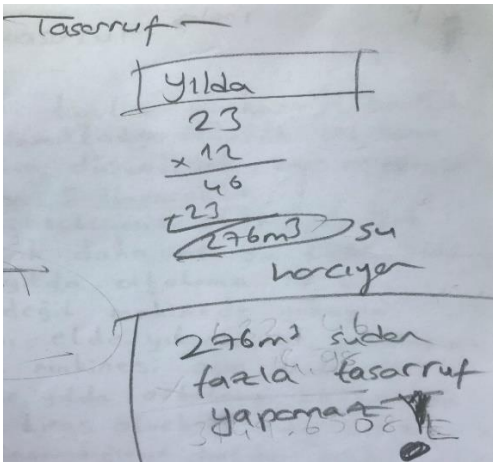
Rana: *Ya suyun miktarına ilk biz yaptığımızda çok yüksek çıktı. Sonra her şeye tekrardan baktık. Ya şey, şeyin üzerinde 23 m^3 yazıyordu. Bizim çok yüksek 600 falan çıkmıştı, sonra her şeyi tekrardan araştırdık, son bulduğumuzda da 96 m^3 gibi bir şey yapmıştık.*
Figen: *Gerekiyor ya kontrol etmek, birkaç yere daha baksak gerekiyor.*
Nilay: *Bizce doğru da Hocam üstünden geçsek olur yani Hocam. Hani bazen eksiklerimiz oluyor, hani bazen, üstünden geçtik ama insan üstünden geçince bazı hatalar çıkıyor.*

Yukarıdaki alıntılarda da anlaşılacağı gibi B grubu oluşturdukları modeli/planı doğrulamak için matematiksel hesaplama yapmışlar, daha sonra planlarını bu doğrultuda revize etme ihtiyacı duymuşlardır.

4.2.3. A ve B Gruplarının Karşılaştırılması

MOE 2: Su Tasarrufu Probleminin 1. ve 2. Haftası A ve B gruplarına eğitim öğretim sürecinde sınıfla birlikte uygulanmış, 3. ve 4. Haftası ile görüşmeler pandemi normalleşme sürecinde okul ortamında sadece A ve B grupları ile gerçekleştirilmiştir. A ve B grup üyelerinin matematiksel düşünce ve yazılı işlem yoluyla ortaya koydukları model oluşturma süreçleri incelenmiş, bire-bir ve grup görüşmelerinden alıntılara yer verilmiştir. Problem çözümünün birinci aşaması olan *problemi anlama* sürecini, A grubu bir grup liderinin 1. ve 2. Haftayı özetlemesi, problemi yüksek sesle okuması, ardından özetlemesi, önemli verileri/ilişkileri vurgulaması şeklinde gayet başarılı ve doğru şekilde tamamlamışlardır. B grubu ise bu aşamayı daha çok bireysel okuma ve anlama çalışması ile geçirdiği için problemi eksik anlamış ve önemli verileri/ilişkileri belirleyemeden *sonuç açıklama* aşaması olan rapor/mektup yazma sürecine geçmek istemişlerdir.

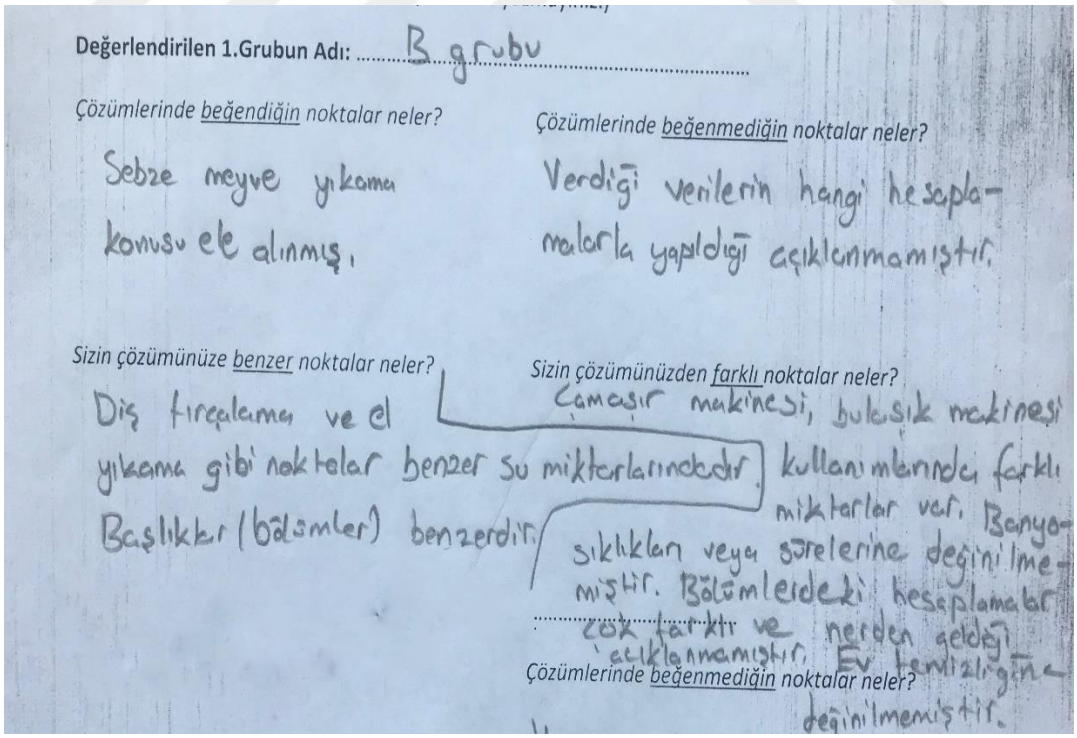
Model oluşturma aşamasında A grubu su tasarrufu planlaması için 6 bölüm (musluklar, tuvaletler, banyolar, çamaşır makinesi, bulaşık yıkama ve ev temizliği) belirlemiş ve bu bölümleri belirlerken sözde danışan/müşterinin evi ile ilgili varsayılan özellikler için de 11 maddelik bir liste oluşturmuşlardır. Ayrıca su tasarrufu planlamasını bir tablo şeklinde tüm grup üyeleri hep birlikte yapmışlardır. A grubu 23 m^3 aylık su kullanımı üzerinden evin bölümlerinde ne kadar su kullanılabileceği üzerine varsayımlarda bulunmuşlardır. B grubu bu aşamada, su tasarrufu planlamasını için önce 9, sonra 6 bölüm (çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, sifon, sebze meyve yıkama, banyo-duş, sızıntı) belirlemiş, hesaplamalarını yaparken özellikle banyo-duş bölümünde çok fazla tasarruf yaptıkları için tasarruf planı hesaplamalarında yapmışlardır. *Matematik kullanma* aşaması olan bu aşamada B grubu hesaplamalarda hatalar yapmış ancak oluşturdukları tasarruf miktarını doğrulamak için yerinde hesaplamalar yaparak hatalarını fark etmişlerdir. Şekil 4.29. da bu aşamaya ait bir kesit sunulmaktadır.



Şekil 4.29. B Grubunun Su Tasarrufu Problemi Matematik Kullanma Aşamasından Bir Kesit

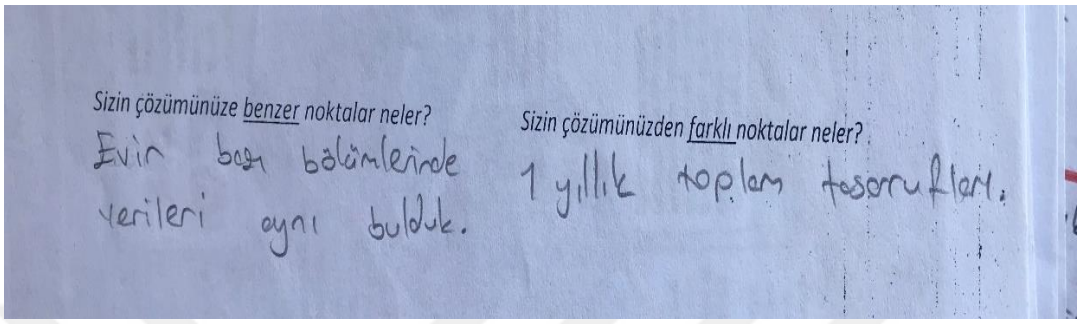
A grubu *matematik kullanma* aşamasında daha dikkatli ve yerinde hesaplamalar yaparak, danışan/müşterinin yıllık su kullanımına uygun bir su tasarrufu planı oluşturmuşlardır.

Sonuç açıklama aşamasında her iki grup oluşturdukları su tasarrufu planlamasını sunmuşlar. Sunuların ardından hem kendi gruplarını hem diğer grubu değerlendirmişlerdir. A grubunun B grubunun tasarruf planı ile ilgili değerlendirmesinden bir kesit Şekil 4.30. ve B grubunun A grubunun tasarruf planı ile ilgili değerlendirmesinden bir kesit Şekil 4.31'de gösterilmektedir.



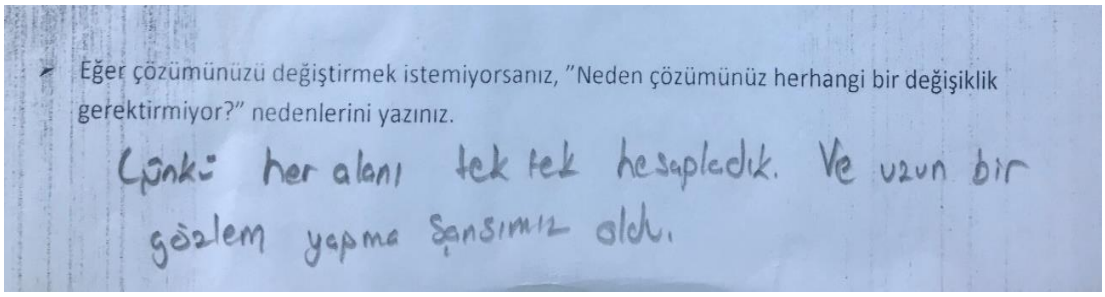
Şekil 4.30. A Grubunun Su Tasarrufu Probleminde B Grubuna Yönelik Sunum Değerlendirmesinden Bir Kesit

A grubu, B grubunun oluşturduğu su tasarrufu modelinde gerekli ve detaylı matematiksel hesaplamalar yapmadığı, bazı su tasarrufu alanlarının kendilerinin grubu ile aynı olduğu ama bazı alanların eksik olduğunu belirtmişlerdir. Buradan A grubunun yerinde değerlendirmeler yaptığı ve B grubunun tasarruf modelini oluştururken uygun varsayımlarda bulunamadıklarını fark ettikleri ortaya çıkmaktadır.



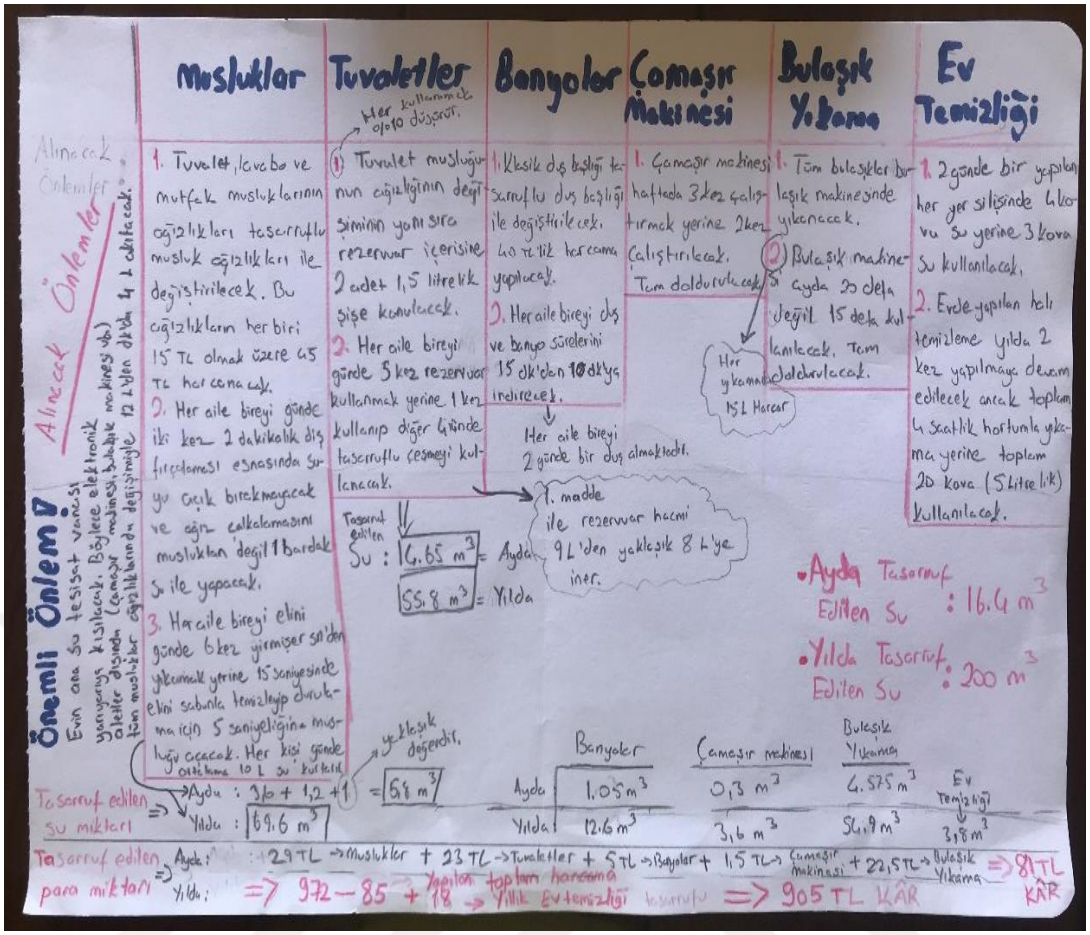
Şekil 4.31. B Grubunun Su Tasarrufu Probleminde A Grubuna Yönelik Sunu Değerlendirmesinden Bir Kesit

Sunum değerlendirme formları ile her iki grup kendi tasarruf planlarının eksiklerini görebilmişlerdir. Daha sonra *değerlendirme formu* ile genel olarak kendi oluşturdukları tasarruf planını ve model oluşturma etkinliği değerlendirmiş eksikliklerini belirlemişlerdir. Şekil 4.32'de A grubunun su tasarrufu problemi değerlendirmesinden bir kesit sunulmuştur.

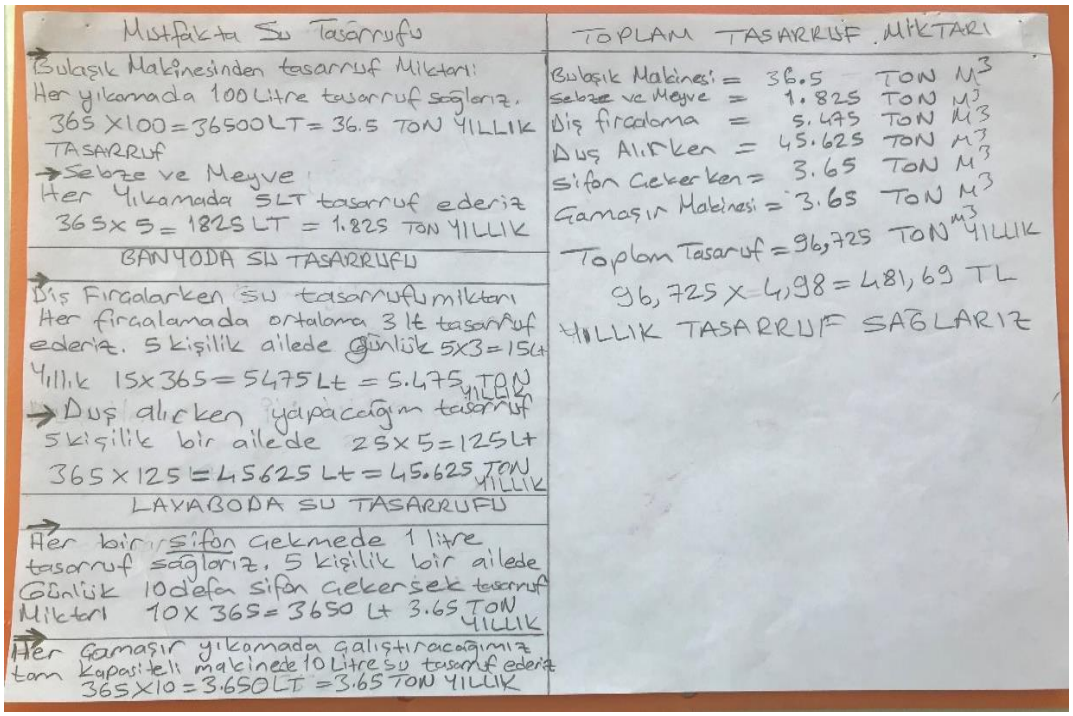


Şekil 4.32. A Grubunun Su Tasarrufu Probleminde Öz Değerlendirmelerinden Bir Kesit

A grubu süreç sonunda oluşturdukları su tasarrufu planının büyük oranda doğru olduğunu, bu doğruluğu yaptıkları araştırmalar, hesaplamalar ve gözlemler ile sağladıklarını belirtmişlerdir. B grubu ise süreç sonunda yaptıkları su tasarrufu planını 2-3 kez gözden geçirip revize ettikleri için doğru olduğunu ancak yaptıkları araştırma ve hesaplamaların eksik olabileceğini belirtmişlerdir. A ve B gruplarının su tasarrufu problemi ile ilgili oluşturdukları su tasarrufu planları Şekil 4.33. ve Şekil 4.34'te verilmiştir.



Şekil 4.33. A Grubunun Su Tasarrufu Problemi Tasarruf Planı



Şekil 4.34. B Grubunun Su Tasarrufu Problemi Tasarruf Planı

4.3. Matematiksel Modelleme/Model Oluşturma Sürecinde Karşılaşılan Güçlükler

Model oluşturma sürecinde gözlem ve görüşmeler sonucunda elde edilen bulgular 8. sınıf öğrencilerinin birtakım güçlüklerle karşılaştıklarını ortaya çıkarmıştır. Bu güçlükler model oluşturma sürecinin dört basamağını içine alan *problemi anlama, model oluşturma, matematik kullanma, sonuç açıklama* aşamalarını içermekle birlikte *grup ile çalışma*, *oluşturulan modeli doğrulama* ve *zaman yönetimi* olmak üzere 7 kategoride belirlenmiştir.

Model oluşturma sürecinin ilk basamağı *problemi anlama* aşamasında her iki etkinlikte de öğrenciler problem metnini anlamakta zorlanmışlardır. *Park Yeri Problemi* etkinliğinde öğrencilerden en fazla park alanı oluşturulması istenmesine rağmen, öğrenciler park alanını farklı amaçlar (havuz, engelli park alanları, çiçek alanı vs.) ile tasarlamaya çalışmışlar, araçların rahat giriş çıkışı gibi varsayımlarla koridorları geniş tutarak, ana değişkenden uzaklaşmışlardır. *Su Tasarrufu Problemi* etkinliğinde de problem metninde verilen su faturasını yeterince inceleyip yorumlamadan, problemi çözmeye geçmişler; çok fazla su tasarrufu hesaplayınca problem metnini tekrar okumuş ve aylık 23 m^3 su kullanımını fark ederek, tasarımlarını ona göre gözden geçirme gereği duymuşlardır.

Model oluşturma aşamasında *Park Yeri Problemi* etkinliğinde B grubu 1:100 oranında verilmiş 4 araç taslağının ölçülerini belirlemek, arazi giriş çıkışının aynı yerden olması, araç kapılarının açılma mesafelerinin göz önünde bulundurulması ve koridor genişliğinin belirlenmesi gibi önemli ilişkileri belirlemeden matematik kullanma aşamasına geçip, çizim yapmak istemişlerdir. A grubu bu süreci daha doğru yöneterek grupça tartışma şeklinde bu ilişkileri belirlemeye çalışmışlar, ancak araştırmacıya bu süreçte sık sık soru sormuşlardır. *Su Tasarrufu Problemi*nde A grubu süreci daha iyi yöneterek su tasarrufu ile ilgili gerekli varsayımlarda bulunmuşlar, problemde verilen önemli ilişkileri belirleyebilmişlerdir. B grubu ise bu süreçte önemli verileri, varsayımları ve ilişkileri belirlemeden rapor/mektup yazma aşamasına geçip hemen sonuca/çözüme ulaşmak istemişlerdir.

Matematik kullanma aşamasında her iki etkinlikte de öğrenciler modelleri üzerinde farklı hesaplamalar yaparak matematiksel sonuçlar elde etmekte başarılı olmuşlardır. Ancak *Park Yeri Problemi*nde B grubu 60°lik park alanlarını çizememişler, sonrasında 90°lik park alanları çizmeye karar vermişlerdir. *Park Yeri Problemi*nde oluşturdukları modeli sezgisel ve günlük hayatla ilişkilendirerek doğrularken, *Su Tasarrufu Problemi*nde matematik kullanarak doğrulama yoluna gitmişlerdir. Aynı zamanda her iki grup da toplama, çıkarma, çarpma, bölme, ortalama, yuvarlama gibi birçok matematiksel işlemi başarı ile kullanmışlardır.

Sonucu açıklama aşamasında her iki etkinlikte de gruplar sözde danışana/müşteriye mektup/rapor yazarak etkinlikleri tamamlamışlardır. Raporlarını yazmadan önce, her iki etkinlikte de uygulama sonrası modelleri/tasarılarında gözden geçirme ve düzeltmeler yaptıkları

görülmüştür. Raporlarında ne düşündüklerini ve nasıl yaptıklarını detaylarıyla açıklamışlardır. Rapor her gruptan bir kişi tarafından yazılsa da sunu kısmında her grup üyesi etkin rol almıştır.

Her iki etkinlikte de öğrenciler *grupla çalışmış*lardır. Yapılan görüşmelerde grupla çalışmanın her zaman ve şartta daha iyi olduğunu vurgulasalar da bu süreçte bazı güçlüklerle da karşılaştıklarını belirtmişlerdir. Park Yeri Problemi sürecinde A ve B grup üyelerinin grup çalışması hakkındaki görüşlerinden alıntılar aşağıdaki gibidir:

> **Melek:** *Ben tek çalışsam daha çok zorlanırdım. Çizimde sorun oluyordu, zaten biz en çok çizimde sorun yaşadık, o diyor ki böyle koyunca doğru oluyor, o diyor böyle koyunca doğru oluyor, çiziyoruz, sonra bakıyoruz olmamış, tekrar diğer türlü çiziyoruz, orada sorun oldu[…] Grupça bir araya gelip araştırsak daha iyi olurdu ama, herkes kendi evinde araştırdı, sonra her hafta toplanıyorduk ya toplantımızda böyle tartıştık falan bu falan böyle, eksik dedik, sonra ertesi zaman tekrar araştırdık, bize gösterdi, okul dışında toplanamadık. Okul çıkışında arabaları beraber ölçtük, öyle beraber araştırdık*
> **Aslı:** *Yani şey önümüze o kartonu verdiğinizde [3. Hafta], arazinin temsilini verdikten sonra, beklediğimiz gibi olmadı, ilk önce biraz şey, uzun sürdü tekrar oraya uyarlamak, biraz tartışma… değil de nasıl desek karar veremedik o anda, biraz gecikti şey yapmamız.*
> **Aysel:** *Genelde hepimiz aynı fikirde olduk ama bazen benim istediğimi onlar istemedi, onların istediğini ben istemedim, fikir birliğine varmakta zorlandık.*
> **Nevin:** *Fikrimiz bazen uyuşmayabiliyor, bazı inatçı arkadaşlar yüzünden, uzlaşıyoruz zaten, tartışma oluyor illaki…Bazı arkadaşlar görevlerine uymadıkları için, görev dağılımında sorun yaşayabiliyoruz, şu görevi alsam daha iyi olurdu falan diye[n] oluyor.*
> **Sude:** *Çünkü bir arkadaş bir şey söylüyor ben başka bir şey söylüyorum, bu sefer biraz zıtlık oluyor. Ben diyorum ki tek tip olmasın, O da tek tip olsun, o başka bir fiyatlandırma sunuyor, ben başka bir fiyatlandırma sunuyorum. Onun için biraz zıtlıklar oluyor.*
> **Figen:** *Çok fikir çıktı, çok kararsız kaldık. Aşırı kararsız kaldık.*
> **Nilay***: Onda hani biraz sıkıntı geçirmiştik yapmamıza izin vermemişlerdi ilk önce, o yüzden biraz sorun yaşadık ama birlikte çalışmanın da güzel yanları var…*

Su Tasarrufu Problemi sürecinde A ve B grup üyelerinin grup çalışması hakkındaki görüşlerinden alıntılar da aşağıdaki gibidir:

> **Aslı:** *[…] çünkü arkadaşlarımız çok araştırma yapmamışlardı. Yani grupla çalışmanın çok olumlu yönleri var ama bunda çoğunlukla ayrı ayrı araştırmalar yaptık ve bunu birleştiremedik.*
> **Melek:** *Olumsuz yönleri fazla yok sadece gereksiz konuşma oluyor o kadar.*
> **Aysel:** *Fikir ayrılığımız olabiliyor. Onu da düzeltiyoruz, çok olumsuz yönü yok.*
> **Nevin:** *[…] işte bazen anlaşamayabiliyoruz, işte sen mi ben mi.*
> **Sude:** *[…] bir arada olmadığımız için görüşmemiz çok zor oluyordu. Yani ancak telefondan konuşabiliyorduk.*
> **Figen:** *Herkesin tam şeyleri bilmemesi, bir sürü fikirlerin çıkmasıydı. Bir de hepimiz her şeyi bilmeyince, o biliyor o bilmiyordu. Orası zordu. Hani ben bilmiyorum orada, ben kendimin bilmediği şeyleri kötü hissettim. Hani ben bilmiyorum arkadaşlarım benden daha iyi biliyor falan diye orada kendimi kötü hissettim. Bu kötü idi bence. Bir konuyu biliyor birini bilmiyordum, orada utanıyor çekiniyordum mesela.*
> **Nilay:** *Biz konuşamıyoruz, ikisi birlikte konuşuyor bize gelmiyor. Figen ile biz konuşuyoruz hani sürekli, çamaşıra da su kullanılıyor yemek yaparken de su kullanılıyor hani Rana hep şey diyordu hani bu olmaz, bu azıcık su kullanılıyor zaten, daha çok şeylere bakalım gibisinden fazla fazla şeyler oluyor. Hatta onun üstüne çok konuşmuştuk. Sude ve Rana kendi bildiğini yapıyorlar.*

Yukarıdaki alıntılardan da anlaşıldığı gibi, grup çalışması sürecinde bazı öğrenciler diğer grup üyelerinin fikirlerini dinlememişler, bireysel ya da ikili gruplar şeklinde çalışmak istemişlerdir. Ayrıca grup çalışması sırasında yaşanan diğer bir durumsa; grupta bir öğrenci ön plana çıkıp yönlendirmeler yaparken, diğerlerinin tartışmalara çok sınırlı katkı sağlaması ve daha çok dinlemeyi tercih etmeleri olmuştur. Bunula birlikte bazı öğrenciler, modelleme süreci aşamalarında birbirleri ile tartışıp, anlaşmak yerine bireysel karar vermeye çalışmışlardır.

Öğrenciler her iki etkinlikte de *oluşturdukları modeli doğrulamakta* güçlük yaşamışlardır. Gözlem, araştırma, ölçüm ve hesaplamalara dayalı doğrulama yapmak yerine genellikle sezgisel olmakla birlikte günlük yaşamla ilişkilendirerek kanıtlama yoluna gitmek istemişlerdir.

Gruplar model oluşturma sürecinde *zaman yönetimi* açısından da güçlük yaşamışlardır. Her iki etkinlikte de uygulama sürecinde (3.haftalar) 90 dakika verilmesine rağmen tasarımlarını/modellerini bitirememiş, son dakikalarda bazı eksikler ile süreci tamamlamışlardır. Rapor/mektup yazma ve sonuç açıklama aşamasını bu uygulama süresinin dışında diğer hafta (4.hafta) gerçekleştirmişlerdir. Bu bakımdan ortaokul öğrencilerinin model oluşturma süreçlerinde daha deneyimli olmaları ve bu güçlüklerin üstesinden gelmeleri için çoklu MOE uygulamalarına ihtiyaç duydukları ortaya çıkmaktadır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri karşısındaki modelleme süreçleri hakkında önemli bilgiler vermektedir. *Park Yeri Problemi* ve *Su Tasarrufu Problemi* model oluşturma etkinlikleri ortaokul 8. sınıf öğrencilerinden oluşan dörderli iki gruba uygulanmış ve ortaya koydukları model oluşturma süreçleri nitel olarak incelenmiştir. Tüm bu süreçte her iki gruptaki öğrenciler, doğrusal olmayan ve zaman zaman geri dönüp var olan durumun/problem metninin gözden geçirildiği birçok düşünme süreçleri içerisinde yer almışlardır.

Öğrenciler sonuca ulaşana kadar birçok yeni ve farklı fikir üretip çeşitli varsayımlar üstünde de tartışmışlardır. Bir başka ifade ile *Park Yeri Problemi* ve *Su Tasarrufu Problemi* öğrencilerin derinlikli düşünmesine, matematiksel fikirleri ortaya koyup geliştirmesine ve gözden geçirip düzenlemesine fırsat yaratarak onlara farklı bir öğrenme ortamı yaratmıştır. Bu bakımdan *Park Yeri Problemi* ve *Su Tasarrufu Problemi* model oluşturma etkinliklerinde, Balakrıshnan ve diğerlerinin (2010) çalışmalarında belirttiği gibi, öğrencilerin, geleneksel problemlerden farklı olarak gerçek hayattan bir probleme çözüm bulma, bu noktada karmaşık günlük hayat problemlerini matematik yardımı ile nasıl çözüleceğini görmeleri açısından öğrencilere imkân tanındığı söylenebilir. Ayrıca *Park Yeri Problemi* ve *Su Tasarrufu Problemi* model oluşturma etkinlikleri, Swan ve diğerlerinin (2007) belirttiği gibi öğrencilerin pek çok matematiksel beceri, matematiksel dil ve araç kullanımını, matematiğin mühendislik ve diğer disiplinlerle ilişkili olduğunu anlamalarını ve hayatın içinden olduğunu görmelerini sağlamıştır.

Her iki MOE'nde de öğrenciler problemde verilenleri anlayıp yorumlamadan yani problemi anlamadan diğer aşamalara geçmek istemişlerdir. Bunun sonucunda yanlış varsayım ve hesaplamalar yaptıkları için, problem metnine tekrar tekrar dönüş yapmışlardır. Benzer şekilde Blum ve Leiß (2007), Dedebaş, (2017), Eraslan ve Kant (2015), Galbraith ve Stillman (2006) ile Sol ve diğerleri (2011) çalışmalarında öğrencilerin problemdeki verileri anlama ve yorumlamada güçlükler yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Park Yeri Problemi ve *Su Tasarrufu Problemi* MOE ile öğrenciler tahminlerde ve varsayımlarda bulunma, sorun analizi yapma ve dikkatli çalışmak için matematiksel becerilerini ve araçları kullanmışlardır. Swan ve diğerleri (2007) ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında modelleme etkinliklerinin; öğrencilerin matematiksel temsiller (modeller) oluştururken, tahminler, varsayımlar, hata analizi yapma ve dikkatli çalışmak için matematiksel beceriler ve araçlarla çalışabilmelerine fırsat tanındığını belirtmişlerdir.

Park Yeri Problemi model oluşturma etkinliğinde matematik kullanma aşaması olarak nitelendirebileceğimiz aşamada her iki gruptaki öğrenciler iletki ve cetvel kullanarak, 60°lik park

alanlarını çizmeye karar vermişler ancak çok zorlanmışlardır. Grubun biri çok zaman kalmadığı için çizmekten vazgeçerek 90°lik açılarla düz çizmişler, diğer grup ise bazı hatalarla otoparklarını 60°lik çizerek tamamlamışlardır. Her iki grup bu süreçte çok zaman kaybetmişlerdir. Ortaokul 8. sınıf öğrencileri iletki ve cetvel kullanarak eş şekiller çizmekte güçlük çekmişler, çok zorlandıklarını yapılan bire-bir ve grup görüşmelerinde de ifade etmişlerdir. Buradan ilkokuldan ortaokula öğretmenlerin, öğretim programlarında geometri ile ilgili kazanımların öğretiminde yeterli zamanı ayırmamış ve ilgili çalışmaları/uygulamaları yaptırmamış olabileceği düşünülebilir. Bu açıdan, öğretmen adayları ve çalışan öğretmenler için uygulamalı ders içerikleri ve hizmet içi eğitimler düzenlenmesinin (Kurt-Birel, Deniz ve Önel, 2020; Yanık, 2011) öğrencilerin geometri öğrenimini olumlu etkilemesi ve öğretmenlerce uygun çalışmaların planlanması açısından yararlı olacağı düşünülmektedir.

Uygulanan her iki model oluşturma etkinliğinde öğrenciler, bazı aşamalarda çok fazla tartışmışlar, özellikle problemi anladıktan sonra uygun varsayımlarda bulunma aşaması olan model oluşturma aşamasında çok zaman kaybetmişlerdir. Ayrıca bu tartışmalar esnasında bazı grup üyeleri etkin olurken, bazıları dinlemek ve diğerlerini onaylamakla yetinmişler, öğrenciler hemfikir olmadan hızlıca sonuca ulaşmak istemişlerdir. Greefrath (2013) çalışmasında belirttiği gibi, model oluşturma etkinliklerinde, öğrencilerin verilen gerçek yaşam problemini basitleştirip planlama yapma aşamasında çok zaman kaybettikleri, ayrıca tartışmalarda matematiksel modellerin tartışma olmadan çok hızlı ve sessiz şekilde ifade edildiği sonucu ile örtüşmektedir. Bununla birlikte, model oluşturma etkinlikleri sürecinde, öğrencilerin problemi anlamak ve analiz etmek için yeterli zamanı harcamadan, hızlı bir şekilde sonuca ulaşma isteği içinde oldukları bu yüzden araştırmacıya süreçte sık sık soru sorarak öğretmenden yardım ve onay almak istedikleri (Blum ve Borromeo Ferri, 2009; Dedebaş, 2017; Eraslan ve Kant, 2015; Zawojewski ve diğerleri, 2003) gözlemlenmiştir. Bu durum öğrencilerin sürece dayalı ve öğrenci merkezli çalışmakta zorlandıklarını, sonuca odaklı ve öğretmen merkezli davrandıklarını bu bakımdan öğretim programları ve onu oluşturan unsurların gözden geçirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Doruk, 2010).

Her iki model oluşturma etkinliğinde de öğrenciler oluşturdukları modeli sezgisel olarak doğrulamak istemişlerdir. Gözlem, araştırma, ölçüm ve hesaplamalara dayalı doğrulama yapmadan araştırmacıdan onay almaya çalışmışlar, bu bakımdan oluşturdukları modelin geçerliliğini sağlama ve doğrulamada güçlük yaşamışlardır. Bu durum Blum ve Borromeo Ferri (2009), Blum ve Leiß (2007), Sol ve diğerleri (2011), Stillman ve diğerleri (2007) ile Zawojewski ve diğerleri (2003) çalışmalarında ortaya çıkan, model oluşturma sürecinde öğrencilerin karşılaştığı güçlüklerle benzerlik göstermektedir.

Çalışmanın sonuçları öğrencilerin problemi anlamada, varsayımlar üzerinde uygun modeller oluşturmada, varsayılan veriler üzerinden matematik kullanarak bir model geliştirmede, modelin geçerliliğini sağlayıp doğrulamada, grupla çalışmada ve zaman yönetimi gibi birtakım güçlükler yaşandığını ortaya koymuştur. Karşılaşılan bu güçlüklere rağmen Mousoulides ve diğerlerinin (2006) çalışmalarında olduğu gibi, daha önce ders kitaplarındaki geleneksel problemlerle çalışan bu öğrenciler; varsayım, model oluşturma, matematik kullanma, kontrol etme ve sonuç açıklama, sunma gibi aşamaları olan modelleme etkinlikleriyle ilk kez karşılaşmalarına rağmen, gruplardaki sosyal etkileşimin de sayesiyle gayet başarılı bir şekilde süreci yönetmişler; problemi farklı bakış açıları ile incelemişler, hipotezler kurup denemişler, modellerini değerlendirip, eklemelerle değiştirmişler, yeniden gözden geçirip düzeltmişlerdir. Ayrıca modelleme etkinliklerinin, öğrencilere grupça çalışma fırsatı vermesi ile grup içi iletişim ve sosyal etkileşim boyutunda, öğrencilerin planlama, inceleme, diğerlerinin varsayım ve iddialarına karşı çıkma, grupça fikir birliğine varma gibi deneyimler kazandırdığı tespit edilmiştir (Zawojewski ve diğerleri, 2003). Öğrenciler bu süreçte model üzerinde çok sayıda hesaplama, ilişkilendirme, varsayımda bulunma, tablolaştırma, yuvarlama yapma, tahminde bulunma, sıralama ve ortalama bulma işlemlerini başarıyla gerçekleştirmişlerdir (Doruk, 2010; English, 2002; English, 2006; Eraslan ve Kant, 2015; Lesh ve Harel, 2003; Swan ve diğerleri, 2007). Öğrencilerin model oluşturma süreçlerinde bazı güçlüklerle karşılaşmaları; anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlayan, sağlam ve önceki öğrenmelerle ilişkilendirilmiş, diğer disiplinlerle ve günlük hayatla değerler, beceriler, yetkinlikler çerçevesinde bütünleşmiş bir öğretim programı olacak şekilde oluşturulduğu belirtilen (MEB, 2018) Matematik Öğretim Programı'nın eksikliklerinin olduğunu ortaya koymuştur. Bu bakımdan öğrencilerin okul içi ve okul dışı planlamalarla; grupça çalışma, fikir üretme, yorumlama, paylaşma, sunma, disiplinler arası çalışma gerektiren bu tip etkinliklere ait sınırlı olduğu belirlenen deneyimleri arttırılabilir. Bu yüzden öğrencilere akranları ile yorum gerektiren matematiksel durumlarla çalışabilecekleri ortamların sağlanmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Bu noktada öğrencilere, problemlere disiplinler arası çözüm bulmayı, 21. yüzyıl bilgi ve becerilerini kazandırmayı, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarında uzmanlaşmayı sağlaması açısından önemli olan STEM eğitimi (Meyrick, 2011; Gonzalez ve Kuenzi, 2012) uygulamalarının planlandığı ortamların oluşturulması büyük önem taşımaktadı

6. ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin MOE aracılığıyla STEM eğitimde matematiksel modelleme süreçlerinin nasıl olduğunu ve karşılaştıkları güçlükleri ortaya koymaktır. Çalışmanın sonuçları öğrencilerin; problemi anlama, varsayımlar üzerinde uygun modeller oluşturma, matematik kullanma, modellerini gözden geçirip sonuçları açıklama, modellerini doğrulama, grupla çalışma ve zaman yönetimi açısından bazı güçlüklerle karşılaştıklarını ortaya koymuştur. Genel olarak öğrencilerin karşılaştıkları bu güçlüklerin üstesinden gelebilmek için, matematiksel dili kullanarak günlük hayat problemlerini yorumlamaları sağlayan MOE ile daha önceden tanıştırılarak bu konuda daha fazla deneyim sahibi olmalarını sağlayacak öğrenme ortamlarının oluşturulması gerekmektedir. Bu nedenle model oluşturma etkinliklerine, okul öncesinden başlayarak ilkokul ve ortaokul öğretim programlarında kesintisiz olarak yer verilebilir. Bunun için ortaokul 5. sınıf programında yer alan matematik uygulamaları dersinin 1.-4. sınıfları da içine alacak şekilde yaygınlaştırılarak öğrencilerin küçük yaştan itibaren modelleme deneyimleri kazanmaları sağlanabilir. Ayrıca öğrencilerin matematiğin diğer disiplinler ile ilişkisini fark etmesini sağlayacak disiplinler arası MOE'nin STEM eğitimi yaklaşımı ile ilkokul kademesinden başlayarak uygulanması öğrencilerin matematiğe karşı pozitif bir tutum geliştirmesini sağlayacaktır.

Ortaokul kademesinde bazı okullarda seçmeli Matematik Uygulamaları dersi yerine başka dersler seçilebilmektedir. Böyle durumlarda o sınıfların da en azından matematik derslerinde, her ünite sonunda bir MOE konularak öğrencilerin deneyim kazanmaları sağlanabilir.

Model oluşturma etkinliklerini içeren Matematik Uygulamaları dersinin amacına uygun şekilde yürütülmesi için öğretim programlarının uygulayıcıları olan öğretmenlerin model, modelleme, matematiksel modelleme/model oluşturma, MOE ile ilgili gerekli bilgi ve tecrübeye sahip olmaları beklenmektedir. Bu yüzden ortaokul öğretmenlerinin bu konularda daha yetkin olmaları için seminer dönemlerinde hizmet içi kurs ve eğitimler düzenlenmeli ve öğretmenlerin bu eğitimlere uygulamalı olarak katılmaları sağlanmalıdır. Ayrıca yeni nesil öğretmenlerin model oluşturma etkinliklerini uygulayacak şekilde gerekli donanıma sahip öğretmenler olarak yetişmeleri için lisans eğitimlerinde modelleme, matematiksel modelleme derslerinin zorunlu olarak verilmesi önerilmektedir.

Bir diğer konu da STEM eğitimi yaklaşımı ile sınıf içi uygulanacak disiplinler arası MOE'nin seçimidir. Alanyazında MOE'ni sınıfında uygulamak isteyen öğretmenler için yeterince kaynak bulmadığı belirtilmiştir (Erbaş ve diğerleri, 2014). Bu çalışma, ortaokul öğrencileri için uygulanabilir 2 tane disiplinlerarası MOE ve uygulama süreci planı sağlamıştır. Ancak farklı sınıf

düzeyleri için farklı kazanımlara yönelik pek çok disiplinlerarası MOE'ne ihtiyaç vardır. Bu yüzden bu alanda benzer çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu şekilde farklı sınıf düzeyleri için uygulanmış ve uygulanabilecek disiplinlerarası MOE'nin toplandığı bir web sitesi ilgili birimlerce oluşturulabilir. Böylece öğretmenler ve araştırmacılar disiplinler arası MOE'nin açık kaynak olarak sunulduğu bu siteden kendilerine uygun MOE'ni seçerek sınıf içinde uygulayıp deneyimlemiş olacaklardır.

MOE'nin sınıfta uygulaması tamamlandıktan sonra her grubun modellerini sunmaları sağlanarak karşılıklı etkileşime geçebilecekleri ortamlar oluşturulmalıdır. Sınıftaki öğrencilerin, sunum yapan diğer gruptaki öğrencilerin modellerine eleştiride bulunması; gruptaki öğrencilerin modellerini açıklaması, savunması ve arkadaşlarını ikna etmeye çalışmalarına neden olacaktır. Bu şekilde öğrenciler bireysel başarıdan çok grup başarısının önemli olduğunu fark edip iletişim becerileri güçlenecektir. Bunun için iş birliği içinde çalışacakları ortamlar oluşturulurken zorunlu eğitimde sınav odaklı rekabetçi ortamların ortadan kaldırılması gerekir. Merkezi ve rekabetçi sınav sisteminin kaldırılması ile öğretmenlerin program yetiştirme endişesi ortadan kalkacak MOE'ne daha çok zaman ayırılacaktır. Bu şekilde küçük yaşlardan itibaren modelleme eğitimi almış öğrencilerin, yaratıcıkları, üst düzey düşünme becerileri, iletişim ve sosyal yönden gelişimleri ve 21.yüzyıl becerileri ile yetişmeleri sağlanmış olacaktır.

Bu çalışma, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin MOE aracılığıyla STEM eğitiminde model oluşturma süreçleri ve karşılaştıkları güçlükleri ortaya koymak amacıyla 8. sınıf dörderli iki grup kız öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. İlerleyen süreçte yürütülecek benzer çalışmalar karma sınıflarla yapılabilir. Elde edilen bulgular bu çalışma ile karşılaştırılabilir. Benzer şekilde, aynı çalışma farklı sınıf düzeylerinde uygulanıp sürecin nasıl olduğu ve ortaya çıkan güçlükler karşılaştırılabilir. Bu sayede disiplinler arası MOE'nin farklı sınıf düzeylerinde etkili bir şekilde uygulanması için bir çerçeve oluşturulabilir. Bununla birlikte, STEM eğitimi yaklaşımı ile uygulanan MOE üzerine yapılacak yeni araştırmaların okul öncesi, ilkokul, ortaokul, ortaöğretim ve yükseksek öğretim öğrencilerini kapsayacak şekilde genişletilmesi, bunların MOE süreçlerinin incelenmesi, modellemenin matematiğe karşı görüş ve düşüncelerin değişimdeki etkisinin incelenmesi gibi konularda kısıtlı olan literatürün derinleşip zenginleşmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

[1]. Abrams, J. P. (2001). Teaching Mathematical Modeling and the Skills of Representation. In A. A. Cuoco & F. R. Curcio (Eds.), *The Roles of Representation in School Mathematics, 2001 Yearbook* (pp. 269-282). National Council of Teachers of Mathematics-NCTM.
[2]. Aydın Güç, F. (2015). *Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi.* Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
[3]. Balakrıshnan, G., Yen, Y.P. ve Goh, E. L. E. (2010). Mathematical modelling in the Singapore secondary school mathematics curriculum. In *Mathematical Applications And Modelling: Yearbook 2010, Association of Mathematics Educators* (pp. 247-257).
[4]. Barbosa, J. C. (2006). Mathematical modelling in classroom: a socio-critical and discursive perspective. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM, 38*(3), 293-301.
[5]. Barbosa, J. C. (2009). Mathematical modelling, the socio-critical perspective and the reflexive discussions. *Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics*, 133-144.
[6]. Ben-Chaim, D., Fey, J., Fitzgerald, W., Benedetto, C. ve Miller, J. (1997). *Development of proportional reasoning in a problem-based middle school curriculum*. Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL. Erişim adresi: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED412091.pdf
[7]. Berry, J. S. ve Houston, K. (1995). *Mathematical modelling*. Gulf Professional Publishing. Erişim adresi: https://books.google.com.tr/books?id=yWmnj4nNBcgC&printsec=frontcover&hl=tr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
[8]. Blomhøj, M. (2008). Different perspectives on mathematical modelling in educational research- Categorising the TSG21 papers. In *Electronic Proceedings of the Eleventh International Congress on Mathematical Education ICME 11*(pp. 1-13). Mexico.
[9]. 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). New York: Springer.
[10]. Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education–Discussion document. *Educational studies in mathematics*, *51*(1-2), 149-171.
[11]. Blum, W. ve Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of mathematical modelling and application*, *1*(1), 45-58.
[12]. Blum, W. ve Leiß, D. (2007). How Do Students and Teachers Deal With Modeling Problems? In C. R. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), *Mathematical Modeling Education, Engineering and Economics* (pp. 222–231). Chichester: Horwood Publishing.
[13]. Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, *38*(2), 86-95
[14]. Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., ve Roehrig, G. H. (2015). Integrated STEM education. In *STEM road map* (pp. 23-37). Routledge.
[15]. Bulgar, S. (2008). Enabling more students to achieve mathematical success. *Creativity, giftedness and talent development in mathematics*, 133-154.
[16]. Bukova Güzel, E. (Ed.). (2018). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme* (2.Baskı). Ankara: Pegem Akademi
[17]. Burke, L. ve McNeil, J. B. (2011). Educate to Innovate: How the Obama plan for STEM education falls short. Erişim adresi (25. 04. 2020): http://www.heritage.org/research/reports/2011/01/educate-to-innovate-how-the-obama-plan-for-stem-education-falls-short

[18]. Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi
[19]. Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, *70(1*), 30- 35
[20]. Bybee, R. W. (2013). The case for stem education, challenges and opportunities. NSTA Press.
[21]. Chamberlin, S. A. ve Moon, S. M. (2008). How does the problem based learning approach compare to the model-eliciting activity approach in mathematics. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, *9*(3), 78-105. Erişim adresi (15.03.2020): http://www.cimt.org.uk/journal/chamberlin.pdf
[22]. Chan, E. C. M. (2008). Using model-eliciting activities for primary mathematics classrooms. *The Mathematics Educator*, *11*(1), 47-66.
[23]. Cheng, A.K. (2001). *Teaching mathematical modelling in singapore schools.* National Institute Of Education, Singapore, 6(1), 63-75.
[24]. Cheng, A. K. (2010). *Teaching and learning mathematical modelling with technology*, Nanyang Technological University.
[25]. Cirillo, M., Pelesko, J. A., Felton-Koestler, M. D. ve 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). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
[26]. Common Core State Standards for Mathematics. (2011). Erişim adresi (18.04.2020): http://www.corestandards.org/wp-content/uploads/Math_Standards1.pdf
[27]. Corlu, M. S., Capraro, R. M., ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, *39*(171), 74-85.
[28]. Creswell, J. W. (2019). *Eğitim araştırmaları: nicel ve nitel araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesi* (H. Ekşi, Çev.). İstanbul: EDAM Yayıncılık.
[29]. Creswell, J. W. (2018). *Nitel Araştırma Yöntemleri* (M. Bütün ve S. B. Demir, Çev.). Ankara: Siyasal Kitabevi.
[30]. Çakıroğlu, E. ve Dedebaş, E. (2018). Matematiksel bakış açısıyla STEM eğitimi uygulamaları. D. Akgündüz (Ed.). *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi* içinde (s. 201-219). Ankara: Anı Yayıncılık.
[31]. Çavuş Erdem, Z., Doğan, M. F., Gürbüz, R. ve Şahin, S. (2017). Matematiksel modellemenin öğretim araçlarına yansımaları: ders kitabı analizi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 7*(1), 61-86.
[32]. Dabney, K. P., Tai, R. H., Almarode, J. T., Miller-Friedmann, J. L., Sonnert, G., Sadler, P. M. ve Hazari, Z. (2012). Out-of-school time science activities and their association with career interest in STEM. *International Journal of Science Education, 2*(1), 63-79.
Doi: 10.1080/21548455.2011.629455
[33]. Dede, Y. ve Argün, Z. (2003). Cebir, öğrencilere niçin zor gelmektedir? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24*(24), 180-185.
[34]. Dede, A. T. ve Güzel, E. B. (2014). Model oluşturma etkinlikleri: kuramsal yapısı ve bir örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *33*(1), 95-111.
[35]. Dedebaş, E. (2017). *Beşinci sınıf öğrencilerinin davranışları ve zorlukları, model ortaya koyma faaliyetlerinin çoklu uygulanması yoluyla incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
[36]. Doerr, H. M. (1997). Experiment, simulation and analysis: An integrated instructional approach to the concept of force. *International journal of science education*, *19*(3), 265-282.
[37]. Doerr, H. M. ve O'Neill, A. H. (2011). A modelling approach to developing an understanding of average rate of change. In *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education. Rzeszów, Poland: University of Rzeszów* (pp. 937-946).
[38]. Doğan, M. F., Gürbüz, R., Çavuş Erdem, Z. ve Şahin, S. (2019a). STEM eğitimine geçişte bir araç olarak matematiksel modelleme. R. Gürbüz ve M. F. Doğan (Ed.). *Matematiksel modellemeye disiplinler arası bakış: Bir STEM yaklaşımı* (3. Baskı) içinde (s. 43-56). Ankara: Pegem Akademi.

[39]. Doğan, M. F., Gürbüz, R., Çavuş Erdem, Z. ve Şahin, S. (2019b). Using Mathematical Modeling for Integrating STEM Disciplines: A Theoretical Framework. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, *10*(3), 628-653.
[40]. Dominguez, A. (2010). Single solution, multiple perspectives. In *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies, The 13th. ICTMA study* (pp. 223-233). Springer, Boston, MA.
[41]. Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin Etkisi*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara
[42]. Ekici, F. Y., Bardak, Ö. G. M. ve Zadeh, Ö. G. M. Y. (2018). Erken Çocukluk Döneminde STEM. K. A. Kırkıç, E. Aydın (Ed.). *Merhaba STEM: Yenilikçi Bir Öğretim Yaklaşımı* içinde (s. 51-78). Konya: Eğitim Yayınevi, 51-78.
[43]. English, L. D. (2002). *Development of 10-Year-Olds' Mathematical Modelling*. Document Reproduction Service, No: ED 476 094.
[44]. English, L. D. (2006). Mathematical modeling in the primary school: Children's construction of a consumer guide. *Educational studies in mathematics*, *63*(3), 303-323.
[45]. English, L. D. (2009). Promoting interdisciplinarity through mathematical modelling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik -ZDM*, *41*(1-2), 161-181.
[46]. English, L. D. ve Kirshner, D. (Eds.). (2015). *Handbook of international research in mathematics education*. Routledge.
[47]. English, L. D. ve Mousoulides, N. G. (2011). Engineering-based modelling experiences in the elementary and middle classroom. In *Models and modeling* (pp. 173-194). Springer, Dordrecht.
[48]. Eraslan, A. ve Kant, S. (2015). Modeling processes of 4th-year middle-school students and the difficulties encountered. *Educational Sciences: Theory & Practice*, *15*(3).
[49]. Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., ve Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, *14*(4), 1-21.
[50]. Eş, H., Özdemir, A. ve Kaplan, M. (2019). Matematik Bir Bilim Dalı Mıdır? Matematik Öğretmen Adaylarının Bilim-Matematik İlişkisine Dair Algıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, *27*(1), 407-419.
[51]. Fraenkel, J.R., Wallen, N.E. ve Hyun, H.H. (2012). *Eğitimde araştırma nasıl tasarlanır ve değerlendirilir* (8. baskı). New York: McGram-Hill Şirketleri.
[52]. Galbraith, P. ve Stillman, G. (2006). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, *38*(2), 143-162.
[53]. Gilbert, J. K. (2010). The role of visual representations in the learning and teaching of science: An introduction. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning ve Teaching 11*(1).
[54]. Gonzalez, H. B. ve Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Washington, DC: Congressional Research Service, Library of Congress.
[55]. Greefrath, C. (2013). Analysis of modelling problem solutions with methods of problem solving. In Lesh, R., Galbraith, P. L., Haines, C. R., & Hurford, A (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies: The 13th. ICTMA study* (pp. 265-271). Springer, Dordrecht.
[56]. Griffin, P., McGaw, B. Ve Care, E. (2012). *Assessment and teaching of 21st century skills*. Dordrecht: Springer.
[57]. Guba, E. G. ve Lincoln, Y. S. (1982). Epistemological and methodological bases of naturalistic inquiry. *Educational Communication and Technology Journal*, *30* (4), 233-252
[58]. Hestenes, D. (2010). Modeling theory for math and science education. In *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 13-41). Springer, Boston, MA.
[59]. Hıdıroğlu, Ç. N. (2012). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: Yaklaşım ve düşünme süreçleri üzerine bir açıklama.* Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
[60]. Hıdıroglu, Ç. N. ve Güzel, E. B. (2013). Matematiksel Modelleme Sürecini Açiklayan Farkli Yaklasimlar/Different Approaches Clarifying Mathematical Modeling Process. *Bartin Üniversitesi Egitim Fakültesi Dergisi*, *2*(1), 127.

[61]. Kaiser, G. (2005). Introduction to the working group "Applications and Modelling". In M. Bosch (Ed.*), Proceedings of the 4th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education CERME 4* (pp. 1611-1622). Spain: FUNDEMI IQS – Universitat Ramon Llull.
[62]. Kaiser, G., ve Schwarz, B. (2006). Mathematical modelling as bridge between school and university. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, *38*(2), 196-208.
[63]. Kaiser, G., Blomhøj, M. ve Sriraman, B. (2006). Towards a didactical theory for mathematical modelling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, *38*(2), 82-85.
[64]. Kaiser, G., Blum, W., Borromeo Ferri, R. ve Stillman, G. (Eds.). (2011). *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: The 14th. ICTMA study* (Vol. 1). Springer Science & Business Media.
[65]. Kaiser, G. ve Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM, 38*(3), 302-310.
[66]. Katz, L. G. (2010). STEM in the early years. *Early childhood research and practice*, *12*(2), 11-19.
[67]. Kelly, K. (2010). *What technology wants*. Newyork: Penguin Books.
[68]. Keskin Ö.Ö. (2008). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi.* Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
[69]. Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
[70]. Kertil, M. ve Gurel, C. (2016). Mathematical modeling: A bridge to STEM education. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, *4*(1), 44-55.
[71]. Kuenzi, J. J. (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action.* Erişim adresi (25.03.2020): http://digitalcommons.unl.edu/crsdocs/35/
[72]. Kurt-Birel, G., Deniz, Ş. ve Önel, F. (2020). Analysis of Primary School Teachers' Knowledge of Geometry. *International Electronic Journal of Elementary Education*, *12*(4), 303-309.
[73]. Leavitt, D. R. ve Ahn, C. M. (2010). A Middle Grade Teacher‟s Guide to Model Eliciting Activities. In Lesh, R., Galbraith, P. L., Haines, C. R., & Hurford, A (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies: The 13th. ICTMA study* (pp. 353-364). Springer, Dordrecht.
[74]. Lesh, R. ve Caylor, B. (2007). Introduction to the special issue: Modeling as application versus modeling as a way to create mathematics. *International Journal of computers for mathematical Learning*, *12*(3), 173-194.
[75]. Lesh, R., Cramer, K. A., Doerr, H., Post, T. ve Zawojewski, J. (2003). Model development sequences: Models and modeling perspectives on mathematics pr. In R. Lesh ve H. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics pr* (pp. 35-58). Lawrence Erlbaum Associates.
[76]. Lesh, R. ve Doerr, H. M. (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*, 3-33.
[77]. Lesh, R. ve English, L. (2017). *Case Study for Kids.* Erişim adresi (25. 03. 2020): https://engineering.purdue.edu/ENE/Research/SGMM/CASESTUDIESKIDSWEB/index.htm
[78]. Lesh, R. ve Harel, G. (2003). Problem solving, modeling, and local conceptual development. *Mathematical thinking and learning*, *5*(2-3), 157-189.
[79]. Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A. ve Post, T. R. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In Kelly, A. E. & Lesh, R. (Eds.), *Research design in mathematics and science education* (pp. 591-646). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
[80]. Lesh, R. ve Lehrer, R. (2003). Öğrenci ve öğretmenlerin gelişimine ilişkin modeller ve modelleme perspektifleri. *Matematiksel düşünme ve öğrenme*, *5* (2-3), 109-129.
[81]. Lesh, R. ve Yoon, C. (2004). Evolving communities of mind-in which development involves several interacting and simultaneously developing strands. *Mathematical Thinking and Learning*, *6*(2), 205-226.

[82]. Lesh, R., Young, R. ve Fennewald, T. (2010). Modeling in k-16 mathematics classrooms–and beyond. In Lesh, R., Galbraith, P. L., Haines, C. R., & Hurford, A (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 275-283). Springer, Boston, MA.
[83]. Lingefjärd, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, *38*(2), 96-112.
[84]. Maaß, K. (2007). Modelling in class: What do we want the students to learn. In Haines, C. R., Galbraith, P. L., Blum, W. & Khan, S. (Eds.), *Mathematical modelling: Education, engineering and economics. The 12th. ICTMA study* (pp. 63-78). Chichester: Horwood Publishing.
[85]. Merriam, S. B. (2018). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber* (S. Turan, Çev.) (3.Basımdan çeviri). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık (Eserin orijinali 2009 yılında basılmıştır).
[86]. Meyrick, K.M. (2011). How STEM education improves student learning. *Meridian K12 School Computer Technologies Journal, 14* (1), 1-6.
[87]. Millî Eğitim Bakanlığı. (2016). *STEM Eğitimi Raporu*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK). Erişim adresi (20.04.2020): http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf .
[88]. Millî Eğitim Bakanlığı (2018). *Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1,2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar).* Ankara: MEB Yayınları
[89]. Moore, T.J., Doerr, H.M., Glancy, A.W. ve Ntow, F.D. (2015). Preserving pelicans with models that make sense. *Mathematics Teaching in the Middle School*, *20*(6), 358-364.
[90]. Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education.* Baltimore, MD: TIES. Erişim adresi (25.04.2020): http://www.wytheexcellence.org/media/STEM_Articles.pdf
[91]. Mousoulides, N., Pittalis, M. ve Christou, C. (2006). Improving Mathematical Knowledge through Modeling in Elementary School. In *Proc. 30 th Conf. Of the PME* (Vol. 4, pp. 201-208).
[92]. Mousoulides, N., Pittalis, M., Christou, C. ve Sriraman, B. (2013). Tracing students' modeling processes in school. In Lesh, R., Galbraith, P. L., Haines, C. R., & Hurford, A (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies: The 13th. ICTMA study* (pp. 119-129). Springer, Dordrecht.
[93]. National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics* (1). Erişim adresi (18.03.2020): http://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/PSSM_ExecutiveSummary.pdf
[94]. National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education.* Washington, DC: National Academies Press. Erişim adresi: https://www.nap.edu/resource/13158/dbasse_071100.pd
[95]. Olkun, S. ve Uçar, Z. T. (2009). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. Ankara: Eğiten Kitap Yayınevi
[96]. Organisation for Economic Co-operation and Development (2010). *Education at a glance 2010: OECD indicators*. Paris: OECD.
[97]. Patton, M. Q. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri* (M. Bütün ve S.B. Demir, Çev. Ed.). Ankara: Pegem Akademi.
[98]. Raines, J. M. (2012). First STEP: A priminary review of effects of a summer bridge program on pre-college STEM majors. *Journal of STEM Education, 13*(1), 22-29.
[99]. Raju, P. K. ve Clayson, A. (2010). The future of STEM education: An analysis of two national reports. *Journal of STEM Education: Innovations and Research, 11*(5/6), 25-28
[100]. Royal, K. (2017, 04 15). *Benefits of STEM Programs.* Connect Learning Today: Erişim adresi: 15.10.2018 http://connectlearningtoday.com/benefits-stem-programs/
[101]. Sahin, A., Ayar, M. C. ve Adiguzel, T. (2014). STEM Related After-School Program Activities and Associated Outcomes on Student Learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, *14*(1), 309-322.

[102]. Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *The Technology Teacher*, *68*(4), 20- 26. Erişim adresi: https://www.teachmeteamwork.com/files/sanders.istem.ed.ttt.istem.ed.def.pdf
[103]. Schichl, H. (2010). *Mathematical modeling and global optimization*. Cambridge University Press.
[104]. Sol, M., Giménez, J. ve Rosich, N. (2011). Project Modelling Routes in 12–16-Year-Old Pupils. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri, G. Stillman (Eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modellin: The 14. ICMTA Study* (pp. 231–240). New York: Springer.
[105]. Sriraman, B. (2006). Conceptualizing the model-eliciting perspective of mathematical problem solving. In *Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1686-1695).
[106]. Sriraman, B., ve Lesh, R. A. (2006). Modeling conceptions revisited. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, *38*(3), 247-254.
[107]. Stansell, A., Tyler-Wood, T., ve Austin, S. (2016). The Development of a Transmedia STEM Curriculum: Implications for Mathematics Education. *Journal of Mathematics Education*, *9*(2), 72-80.
[108]. Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J. ve Edwards, I. (2007). A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. *Mathematics: Essential research, essential practice*, *2*, 688-697.
[109]. Swan, M., Turner, R., Yoon, C. ve Muller, E. (2007). The roles of modelling in learning mathematics. In W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn & M. Niss (Eds.) *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study* (pp. 275-284). Springer, Boston, MA.
[110]. Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlilik*. Ankara: Seçkin 1Yayıncılık.
[111]. Şimşek, H. ve Yıldırım, A. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
[112]. The Observatory on Borderless Higher Education Raporu (2013). Erişim adresi (15.01.2019): http://www.obhe.ac.uk/newsletters/borderless_report_january_2013/global_race_for_stem_skills
[113]. Thomasian, J. (2011). *Building a science, technology, engineering, and math education agenda: An update of state actions.* NGA Center for Best Practices. Erişim adresi (15.02.2019): http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED532528.pdf
[114]. Turner, R. (2007). Modelling and applications in PISA. In *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 433-440). Springer, Boston, MA.
[115]. Türk Dil Kurumu. (2015). *Lise türkçe sözlük*. H. E. Yıldız (Yay. haz.). Konya: Karatay Akademi Yayınları.
[116]. Umay, A. (1996). Matematik öğretimi ve ölçülmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *12*, 145-149
[117]. Ural, A. ve Ülper, H. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme ile okuduğunu anlama becerileri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, *6*(2), 214-241.
[118]. Van De Walle, J., Karp, K. S. ve Bay-Williams, J. M. (2012). *İlkokul ve ortaokul matematiği gelişimsel yaklaşımla öğretim*. (S. Durmuş Çev. Ed, 7. Basımdan Çeviri). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
[119]. Voskoglou, M.G. (2006). Matematiksel modellemenin, matematik öğrenmede bir araç olarak kullanılması. *Didattica'daki Quaderni di Ricerca*, *16*, 53-60.
[120]. Wang, X. (2013). Why students choose STEM majors: Motivation, high school learning, and postsecondary context of support. *American Educational Research Journal, 50*(5), 1081-1121. Doi: 10.3102/0002831213488622
[121]. Watters, J. J., English, L. D. ve Mahoney, S. (2004). Mathematical modeling in the elementary school. In *American Educational Research Association Annual meeting*. California, San Diego. Erişim adresi (22.05.2020): https://eprints.qut.edu.au/1667/1/AERA_Modelling_Z.pdf

[122]. Wells, J. G. (2016). PIRPOSAL model of integrative STEM education: Conceptual and pedagogical framework for classroom implementation. *Technology and Engineering Teacher, 75*(6), 12-19
[123]. Williams, P. J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education, 16*(1), 26-35.
[124]. Yamak, H., Bulut, N. ve Dündar, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 34*(2), 249-265. Doi: 10.17152/gefd.15192
[125]. Yanik, H. B. (2011). Prospective middle school mathematics teachers' preconceptions of geometric translations. *Educational Studies in Mathematics, 78* (2), 231-260.
[126]. Yoon, C., Dreyfus, T. ve Thomas, M. O. (2010). How high is the tramping track? Mathematising and applying in a calculus model-eliciting activity. *Mathematics Education Research Journal*, *22*(2), 141-157.
[127]. Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2017). Examination of the effects of STEM education integrated as a part of science, technology, society and environment courses. *Journal of Human Sciences*, *13*(3), 3684–3695.
[128]. Yin, R. K. (2017). *Durum çalışması araştırması uygulamaları* (İ. Günbayı, Çev.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
[129]. Yu, S. Y. ve Chang, C. K. (2011). What Did Taiwan Mathematics Teachers Think of Model-Eliciting Activities and Modelling Teaching? In Kaiser, G., Blum, W., Borromeo Ferri, R. & Stillman, G. (Eds.)*, Trends in teaching and learning of mathematical modelling, The 14th. ICTMA study* (pp. 147-156). Springer, Dordrecht.
[130]. Zawojewski, J. S., Lesh, R. A. ve English, L. D. (2003). A models and modeling perspective on the role of small group learning activities. In *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 337-358). Lawrence Erlbaum Associates.

EKLER

EK 1. MOE 1: Park Yeri Problemi

PARK YERİ PROBLEMİ

Adanaspor futbol takımının taraftarları, takımlarının kendi sahalarında oynayacakları ilk maça geciktiler. Çünkü Adana Stadyumu'nun park yeri ilk maç için binlerce taraftara yetecek büyüklükte değildi.

Adana Büyükşehir Belediye Başkanı, "Adana'da oturan pek çok taraftarın takımını desteklemeye geleceğini tahmin ettik. Ancak bu kadar yoğun bir talep olacağını düşünmemiştik. Bu yüzden park yerlerinin yetersiz kalacağını hesaba katamadık." diye konuştu.

Park etmek için sıra bekleyen pek çok araç, stadyumdaki park yeri görevlileri tarafından "Eğer maç sonrası trafikte sıkışmak istemiyorsanız buraya park etmek yerine çevredeki diğer park yerlerine park etmeyi deneyin." denilerek uyarıldı. Park yerleri çabucak doldu. Maç sonrası aynı anda evine dönmek isteyen binlerce taraftar yaşanan yoğunluktan dolayı park yerinde sıkıştı ve bulunduğu yerden çıkamadı.

Bu esnada stadın bulunduğu Sarıçam ilçesindeki pek çok öğrenci Sarıçam Ortaokulu 8. sınıf öğrencisi Ayşe de takımını desteklemeye stadyuma gidiyordu. Yaşanan park yeri problemini gördüğünde aklına bir fikir geldi. Ayşe stadyuma çok yakın oturuyordu ve evlerinin önünde dedesine ait büyük bir arazi vardı. Bu araziyi park yeri olarak kiralamak iyi bir fikir olabilirdi. Ayşe önce dedesini arayarak, izin aldı. Sonra arazinin, saati 5 TL'ye park yeri olarak kiralanabileceğini gösteren tabelayı araziye astı.



Bu hafta maç öncesi en azından 40 tane kamyonet tipi, jeep, sedan ve hatchback otomobil arazilerine park etmişti. Ayşe bile bu kadar talep göreceğini tahmin etmemişti. "Eğer daha fazla park yeri olsaydı daha fazla araç park edebilir, daha fazla para kazanabilirdik." diye düşündü.

Ayşe'nin fikri çok güzeldi. Ancak arazi park yeri olarak daha planlı bir şekilde düzenlenmeliydi. Ayşe hangi tip aracın nereye park edeceğini gösteren park yeri planı oluşturmaya karar verdi. Planda her araç için maç sonunda rahatça çıkabilecek şekilde yeterli alan olmasına özen gösterdi. Bu sayede her araç için gerekli alanı ayırıp mümkün olduğunca çok aracın park etmesini sağlayacaktı. Ve farklı tip araçlara farklı fiyat tarifeleri koydu, çünkü her araç arazide aynı boyutta yer kaplamıyordu. Örneğin, kamyonet tipi araçlar çok yer kaplarken arabalar onlara kıyasla daha az yere ihtiyaç duyuyordu.

Hazırlık Soruları

1. Geçen haftaki maçta neden park yerinin alamayacağı kadar çok araba vardı?

2. Daha önce park yeri problem yaşadığınız bir etkinliğe (maç, konser, festival, vb.) gittiniz mi? Park yeri bulamayınca nasıl hissettiniz?

3. Neden Ayşe evlerinin önündeki boş araziyi kiralamadan önce dedesini aradı?

4. Sizce park yeri ücretinin saatlik 5 TL olması uygun mu? Neden?

5. Siz olsanız nasıl fiyatlandırırdınız? Farklı türdeki araçlar için farklı fiyatlar verir miydiz? Araçtaki kişi başına farklı fiyatlandırma uygular mıydınız? Açıklayınız.

6. Neden Ayşe'nin park yeri taslağı oluştururken farklı türdeki araçların olacağını düşünmesi gerekti?

7. Sizce hangi durumlarda daha fazla araç park edilebilir? Araçları düz park ederlerse mi yoksa açılı park ederlerse mi?

Sizin Göreviniz (PROBLEM)

Geçen hafta Adanaspor'la maça çıkan Mersin İdman Yurdu'nun taraftarı olan Burak maçta yaşanan park yeri problemi ve Ayşe'nin aklına gelen fikri gazetlerden okudu. Burak Mersin'de oynanacak maç günlerinde kendi evlerinin önündeki araziyi park yeri olarak kiralamak istiyor. Ancak dikdörtgen şeklindeki arazilerini mümkün olduğunca çok araba park edecek şekilde nasıl düzenlemesi gerektiğini bilmiyor.

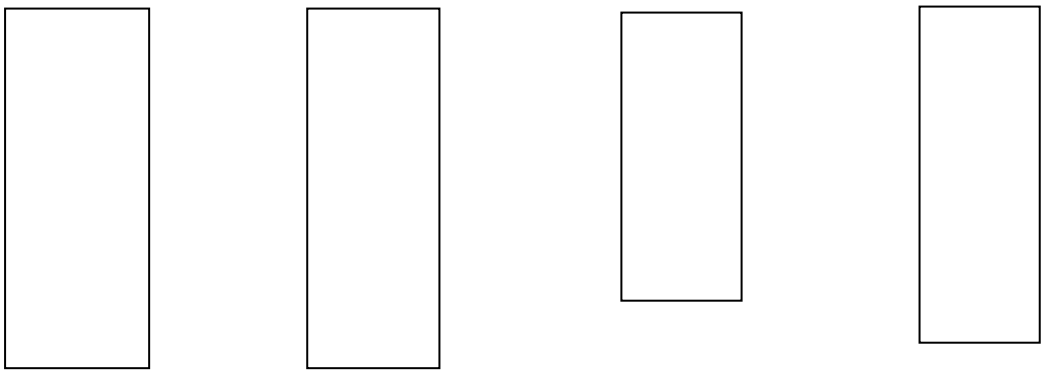
Burak, arazilerine mümkün olduğunca çok araba park etmesini ve aynı zamanda bütün araçların diğerlerini rahatsız etmeden diledikleri zaman çıkabilmelerini istiyor. Ayrıca, her araç için insanların araç kapılarını rahatça açıp dışarı güvenli bir şekilde çıkmları için de yeterli alan ayrılmış olmalıdır. Burak park yeri planı yaparken farklı tip ve boyuttaki araçları da hesaba katması gerekiyor. Bunun için park yerine park edilebileceğini düşündüğü dört farklı tipte aracın boyutlarını ölçüyor. Burak ölçtüğü araçların (SUV(jeep), Sedan Otomobil, Hatchback otomobil, Kamyonet tarzı) boyutları size aşağıda aynı oranda (1:100) küçültülerek verilmiştir. Burak arazisini gösteren bir diyagramı(şekli) de verdi.

Burak arazisini park yeri olarak tasarlarken sizden yardım istiyor. Burak'ın isteklerini göz önünde bulundurarak onun için bir park yeri tasarlayabilir misiniz?

Tasarımınızı bitirdiğinizde, Burak'a araziye kaç arabayı nasıl sığdırdığınızı bir mektup yazarak ayrıntılı olarak anlatmalısınız. Burak'ın arkadaşlarından bazıları da arazilerini park yerine dönüştürmeyi düşünüyor. Bu yüzden hazırladığınız park yeri tasarımınızı bütün ayrıntılarıyla anlatmalısınız. Böylece Burak'ın arkadaşları da kullanabilir.

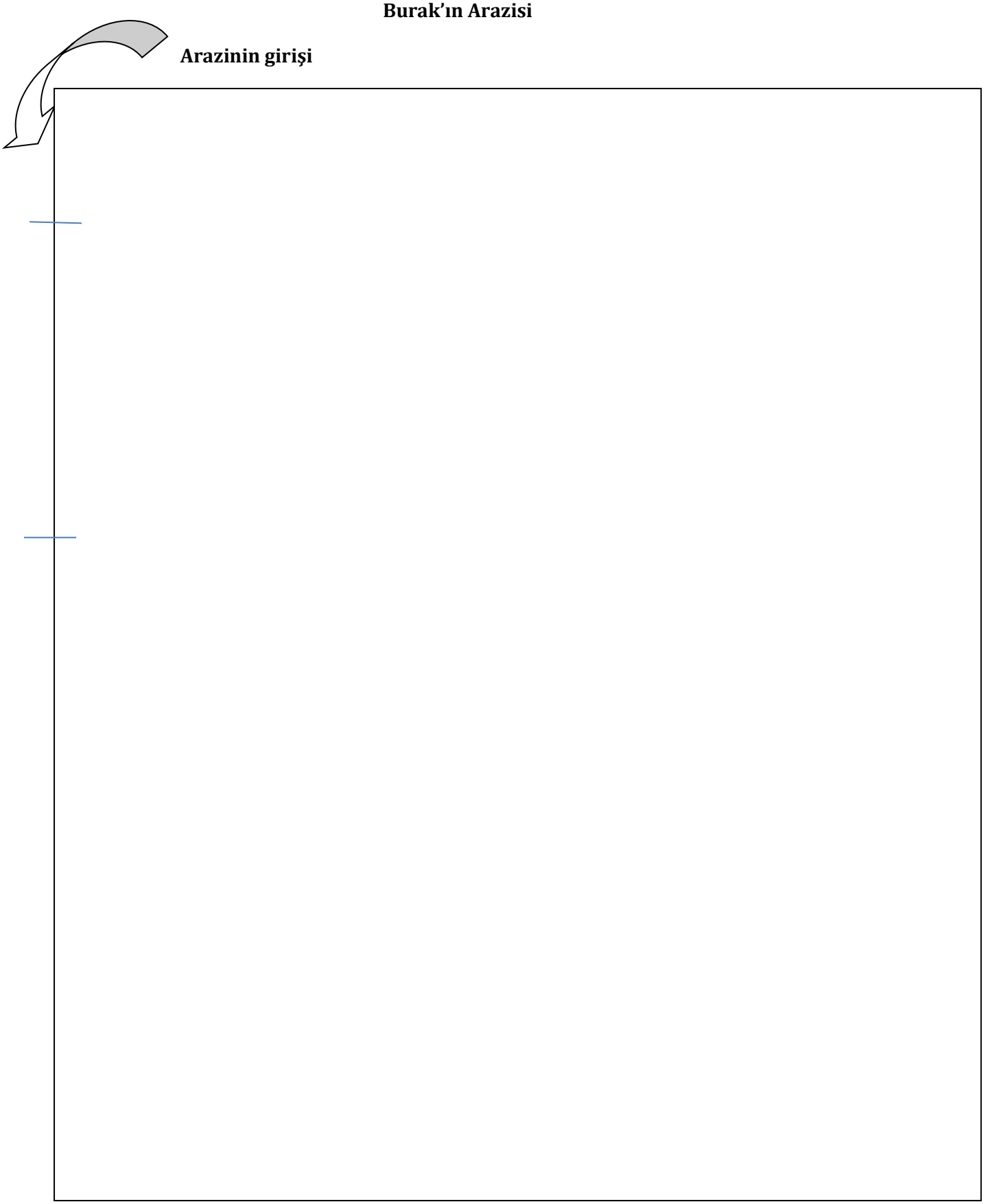
4 tip araç taslağı

SUV (jeep) Sedan otomobil Hatchback otomobil Kamyonet tarzı



Burak'ın Arazisi

Arazinin girişi



EK 2. MOE 2: Su Tasarrufu Problemi

SU TASARRUFU PROBLEMİ

Dünya üzerinde, bir yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 10000 metreküpten büyük olan ülkeler "su zengini", 3000-10000 metreküp arasında olan ülkeler "kendi ihtiyacını karşılayabilen", 1000-3000 metreküp arasında olan ülkeler "su sıkıntısı bulunan", 1000 metreküpten az olan ülkeler ise "su fakiri" olarak kabul edilir.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü açıklamalarına göre Türkiye'de kişi başına düşen ortalama su miktarı 1500 metreküptür. Türkiye nüfusunun 2023 yılında 100 milyonu bulması beklenmektedir. Türkiye'nin mevcut su kaynaklarının tamamı bozulmadan korunsa bile 2023 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1125 metreküp civarında olması beklenmektedir.



Nüfusun artışına bağlı olarak su kaynaklarının da azalacağını göz önünde bulundurduğumuzda su fakiri ülke konumuna düşebileceğimiz riski bulunmaktadır.

Yandaki gazete haberini okuyan Hülya Hanım hem su fakiri ülke olma riskinden endişelenip hem de aile bütçesine katkı sağlamak adına evinde su tasarrufu planı yapmak istemektedir. Ayrıca yapacağı bu planlamayı uzun süredir su tasarrufu yapmak isteyen diğer komşuları ve akrabalarıyla da paylaşıp daha geniş kapsamda bir yararlılık sağlamayı düşünmektedir. Bu nedenle, bu planlama için iyi gözlem ve araştırma yapması gerektiğinin de farkındaydı.



Örneğin, evin hangi bölümlerinde ne kadar su kullanıldığı, bu bölümlerde suyun ne kadarına gerçekten ihtiyaç duyulduğu, bu bölümlerde ne kadarlık su tasarrufu yapılabileceği gibi pek çok gözlem ve araştırma yapmalıydı.

Hazırlık Soruları

1. Hülya Hanım neden gelecekte su fakiri ülke olabileceğimizden endişelenmiştir?

2. Hülya Hanım'ın su tasarrufu planı yapmak istemesinin nedenleri sizce neler olabilir? Açıklayınız.

3. Hülya Hanım tasarlayacağı su tasarrufu planlamasını akrabaları ve komşuları ile neden paylaşmak istemektedir? Sizce düşüncesinde haklı mıdır?

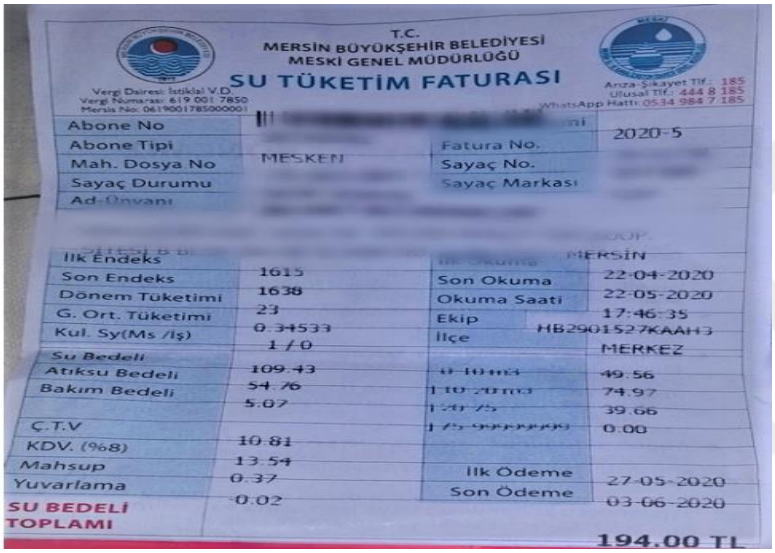
4. Sizce böyle bir planlama için Hülya Hanım evinde ne gibi gözlem ve araştırmalar yapmalıdır? Açıklayınız.

5. Su tasarrufu planlaması yaparken evde hangi alanlarda ortalama ne kadar su kullanım miktarı olduğunu düşünüyorsunuz?

6. Daha önce evinize gelen su faturasını inceleme fırsatınız oldu mu? Olduysa ne gibi hususlar dikkatinizi çekmişti?

Sizin Göreviniz (PROBLEM)

Uzun bir süredir su israfı konusunda haberleri takip eden Hülya Hanım 5 kişilik ailesi için bir su tasarrufu planlaması yapmakta kararlıdır. Ayrıca yapacağı bu planlamayı tanıdıkları ile de paylaşıp daha geniş bir alanda yararlılık sağlayacağını düşünmektedir. Hülya Hanım yapacağı su tasarrufu planlaması ile aile bütçesine de yıllık bir miktar katkı sağlayacağı için de mutlu olmaktadır. Ancak Hülya Hanım su tasarrufu planlamasını nasıl yapacağı konusunda zorluk çekmektedir. Bu konuda sizden yardım istemektedir. Sizden istediği ilk olarak su israfının önüne geçebilmek adına ailesinin 1 yılda evinde yapabileceği su tasarrufu miktarını belirleyerek bir tasarruf planı oluşturmanızdır.



T.C.
MERSİN BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
MESKİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
SU TÜKETİM FATURASI

Abone No			2020-5
Abone Tipi	MESKEN	Fatura No.	
Mah. Dosya No		Sayaç No.	
Sayaç Durumu		Sayaç Markası	
Ad-Ünvanı			
İlk Endeks	1615		MERSİN
Son Endeks	1638	Son Okuma	22-04-2020
Dönem Tüketimi	23	Okuma Saati	22-05-2020
G. Ort. Tüketimi	0.34533	Ekip	17:46:35
Kul. Sy(Ms /İş)	1 / 0	İlçe	HB2901527KAAH3
Su Bedeli			MERKEZ
Atıksu Bedeli	109.43		49.56
Bakım Bedeli	54.76		74.97
	5.07		39.66
Ç.T.V			0.00
KDV. (%8)	10.81		
Mahsup	13.54		
Yuvarlama	0.37	İlk Ödeme	27-05-2020
	0.02	Son Ödeme	03-06-2020
SU BEDELİ TOPLAMI			194.00 TL

İkinci olarak; bu ailenin 1 aylık su tüketim faturası örnek olarak verilmiştir. Yaptığınız tasarruf planı sonrasında MESKİ-2020 Ücret tarifesinde belirtilen su birim küp fiyatı (4,98 TL) dikkate alarak aile bütçesine yıllık ne kadar katkı yapılabileceğini hesaplamanızdır. Hülya Hanım'ın isteklerini göz önünde bulundurarak onun için bir su tasarrufu planı tasarlayabilir misiniz? Tasarımınızı bitirdiğinizde, Hülya Hanım'a su tasarrufu planınızı nasıl yaptığınızı ve aile bütçesine yıllık ne kadar katkı yapabileceğini bir mektup yazarak ayrıntılı olarak anlatmalısınız. Hülya Hanım'ın akraba ve komşularının bazıları da evlerinde su tasarrufu planlaması yapmak istemektedir. Bu yüzden hazırladığınız tasarımınızı bütün ayrıntılarıyla anlatmalısınız. Böylece Hülya Hanım'ın tanıdıkları da kullanabilir.

Not: Su faturasına gelebilecek zam oranı veya illere göre oluşabilecek fiyat farklılığı dikkate alınmayacaktır.

Not: MESKİ (Mersin Su ve Kanalizasyon İdaresi) 2020 Yılı Ücret Tarifesi erişim adresi: https://www.meski.gov.tr/files_upload/belgemenu/1578399107.pdf

EK 3. Araştırma Kayıt (Bilgi Edinme) Defteri

Araştırma Kayıt (Bilgi Edinme) Defteri

1)Hangi bilgiye sahipsiniz, ne biliyorsunuz?

2)Hangi yeni bilgiye/bilgilere/veriye ihtiyacınız olacak? Listeleyerek yeni bilgileri/verileri araştırdıkça/belirledikçe buraya not ediniz.

3)Araştırma yöntem ve kaynaklarınız nelerdir-kimlerdir? (internet, gözlem, ebeveynler, öğretmenlerim, vs.). Nasıl ve hangi kriterlere göre araştıracak, seçecek, sağlamasını yapacaksınız? Nasıl raporlayacaksınız?

4)Nasıl bir tasarım yaptınız? Neden böyle düşündünüz? Tasarımınızı tekrar geliştirmek ister misiniz ya da yeterli/başarılı buluyor musunuz? Neden? Araştırma raporunuzu sununuz.

EK 4. Grup Değerlendirme Formu

Grup Değerlendirme Formu

İsim: …… **Etkinlik İsmi:** ……

1. Problem durumunu çözerken hangi matematiksel kavramları (oran, kesir, alan vb.) kullandın?

2. Yukarıda yazdığın matematiksel kavramları problem durumuyla en çok alakalı olandan en az alakalı olana doğru sırlayınız.

3. Çözüm esnasında kullandığın matematiksel kavramları ve fikirleri ne kadar iyi anladın? (Senin için en uygun olan ifadeyi yuvarlak içine al.)

   Çok iyi İyi Az Çok az Hiç

4. Sence bu etkinliğin zorluk düzeyi nasıldı? (Senin için en uygun olan ifadeyi yuvarlak içine al.)

   Çok kolay Kolay Orta Zor Çok zor

EK 5. Sunum Değerlendirme Formu

Sunum Değerlendirme Formu

İsim: …… **Etkinlik İsmi**: ……

- Sunumlar esnasında değerlendirme yapmak için 2 grup seç.
- Grupların çözüm yollarında sevdiğin ve sevmediğin yönleri; çözüm yolunuzla benzer ve farklı bulduğun noktaları ilgili boşluklara yaz.

NOT: Grupların sunum yapma şekillerini değil çözüm yollarını değerlendireceksiniz. (Örneğin, "Sunumu daha etkili yapabilirdi." gibi yorumlar yazmayınız.)

Değerlendirilen 1.Grubun Adı: ……

Çözümlerinde beğendiğin noktalar neler? *Çözümlerinde beğenmediğin noktalar neler?*

Sizin çözümünüze benzer noktalar neler? *Sizin çözümünüzden farklı noktalar neler?*

Değerlendirilen 2.Grubun Adı: ……

Çözümlerinde beğendiğin noktalar neler? *Çözümlerinde beğenmediğin noktalar neler?*

Sizin çözümünüze benzer noktalar neler? *Sizin çözümünüzden farklı noktalar neler?*

- Bütün sunumları gördükten sonra, çözümünüzde neleri değiştirmek istersiniz?

- Eğer çözümünüzü değiştirmek istemiyorsanız" Neden çözümünüz herhangi bir değişiklik gerektirmiyor?" nedenlerini yazınız.

EK 6. Etik Kurul Onay Belgesi

MERSİN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU
ONAY BELGESİ

Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü öğrencilerinden Şule Deniz'e ait "Ortaokul Öğrencilerinin Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE) Aracılığıyla STEM Eğitiminde Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi" adlı çalışma kurulumuz tarafından incelenmiş ve,

Etik yönden uygun bulunmuştur.	X
Etik yönden geliştirilmesi gerekmektedir.	
Etik yönden uygun bulunmamıştır.	

Mersin Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu Kararı	
Başvuru Formunun Etik Kurula Ulaştığı Tarih	06/12/2019
Etik Kurul Karar Toplantı Tarihi ve Karar No	10/01/2020-31
Yer	Mersin Üniversitesi, Uğur Oral Kültür Merkezi
Katılımcılar	Formda imzası bulunan üyelerimiz toplantıya katılmıştır.

KURUL BAŞKANI VE ÜYELER:

		İMZA
Prof. Dr. Aslıhan DOĞAN TOPÇU	**Başkan**	
Prof. Dr. Hürriyet GÖKDAYI	**Üye**	
Prof. Dr. F. Ayşe BALCI KARABOĞA	**Üye**	
Prof. Dr. Turhan KORKMAZ	**Üye**	
Prof. Dr. İsmail TUNCER	**Üye**	
Prof. Dr. Arzu UYSAL	**Üye**	
Prof. Dr. Şerife YORULMAZ	**Üye**	

Açıklama:

7. Araştırma İzni

T.C.
MERSİN VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 34776202-605.01-E.1400295 20/01/2020
Konu : Şule DENİZ' in
Anket İzin Talebi

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : Mersin Üniversitesi Rektörlüğü'nün 08.01.2020 tarihli ve 1271443 sayılı yazısı.

Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi yüksek lisans öğrencisi Şule DENİZ' in Dr. Öğr. Üyesi Gamze KURT BİREL' danışmanlığında yürütüğü *"Ortaokul Öğrencilerinin Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE) Aracılığıyla STEM Eğitiminde Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi"* konulu araştırma izin talebi ile ilgili 16.01.2020 tarihli komisyon görüşü ve çalışma programı ilişikte sunulmuştur.

Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi yüksek lisans öğrencisi Şule DENİZ' in söz konusu çalışmayı 2019-2020 eğitim öğretim yılında İlimize baglı [redacted] İlçesinde bulunan ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinne gönüllülük esasına dayalı olarak ve eğitim öğretimi aksatmadan (*imzalı ve mühürlü anket soruları kullanılarak*) uygulanması, çalışmaya konu kişilerden, aile üyelerinden ad ve soyad, telefon, adres ile din, mezhep, etnik gruba mensubiyet gibi hassas bilgilerin istenmemesi ve uygulama sonucunda hazırlanacak raporun basılı ve dijital ortamda İl Millî Eğitim Müdürlüğümüze vermek şartı ile uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Adem KOCA
İl Millî Eğitim Müdürü

Ek :
1- Dilekçe ve Ekleri (25 sayfa)
2- Komisyon Görüşü (2 sayfa)

OLUR
20/01/2020

Süleyman DENİZ
Vali a.
Vali Yardımcısı

Dumlupınar Mah. GMK. Blv. Yenişehir / MERSİN
Elektronik Ağ: http://mersin.meb.gov.tr
E-posta: istatistik33@meb.gov.tr

Bilgi İçin :
Memur-M.Faris ŞEN –Tel.:0(324)3291481
Dahili Tel: 120 Faks:0(324)3273518-19

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden 737b-2149-37af-9c90-b9d7 kodu ile teyit edilebilir.
Evrakın elektronik imzalı suretine https://e-belge.mersin.edu.tr adresinden 89e51be5-1718-420e-a664-c00be700a74d kodu ile erişebilirsiniz.
Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na uygun olarak Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır.

T.C.
MERSİN VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 34776202-605.01-E.1400295 20/01/2020
Konu : Şule DENİZ' in
Anket İzin Talebi

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : Mersin Üniversitesi Rektörlüğü'nün 08.01.2020 tarihli ve 1271443 sayılı yazısı.

Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi yüksek lisans öğrencisi Şule DENİZ' in Dr. Öğr. Üyesi Gamze KURT BİREL' danışmanlığında yürütüğü *"Ortaokul Öğrencilerinin Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE) Aracılığıyla STEM Eğitiminde Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi"* konulu araştırma izin talebi ile ilgili 16.01.2020 tarihli komisyon görüşü ve çalışma programı ilişikte sunulmuştur.

Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı İlköğretim Matematik Eğitimi yüksek lisans öğrencisi Şule DENİZ' in söz konusu çalışmayı 2019-2020 eğitim öğretim yılında İlimize bağlı [redacted] İlçesinde bulunan ortaokul 8. Sınıf öğrencilerinne gönüllülük esasına dayalı olarak ve eğitim öğretimi aksatmadan (*imzalı ve mühürlü anket soruları kullanılarak*) uygulanması, çalışmaya konu kişilerden, aile üyelerinden ad ve soyad, telefon, adres ile din, mezhep, etnik gruba mensubiyet gibi hassas bilgilerin istenmemesi ve uygulama sonucunda hazırlanacak raporun basılı ve dijital ortamda İl Millî Eğitim Müdürlüğümüze vermek şartı ile uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Adem KOCA
İl Millî Eğitim Müdürü

Ek :
1- Dilekçe ve Ekleri (25 sayfa)
2- Komisyon Görüşü (2 sayfa)

OLUR
20/01/2020

Süleyman DENİZ
Vali a.
Vali Yardımcısı

Dumlupınar Mah. GMK. Blv. Yenişehir / MERSİN
Elektronik Ağ: http://mersin.meb.gov.tr
E-posta: istatistik33@meb.gov.tr

Bilgi İçin :
Memur-M.Faris ŞEN –Tel.:0(324)3291481
Dahili Tel: 120 Faks:0(324)3273518–19

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden 737b-2149-37af-9c90-b9d7 kodu ile teyit edilebilir.
Evrakın elektronik imzalı suretine https://e-belge.mersin.edu.tr adresinden 89e51be5-1718-420e-a664-c00be700a74d kodu ile erişebilirsiniz.
Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na uygun olarak Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır.

EK 8. Veli Onam Formu

Veli Onam Formu

Sayın Veli;

Çocuğunuzun katılacağı bu çalışma, "Ortaokul Öğrencilerinin Model Oluşturma Etkinlikleri (MOE) Aracılığıyla STEM (science, technology, engineering ve mathematics kelimelerinin ilk harflerinden oluşmuş kısaltma, dilimizde FeTeMM olarak da kullanılmaktadır) Eğitimi'nde Matematiksel Modelleme Süreçlerinin İncelenmesi" adıyla, 03/02/2020-01/07/2020 tarihleri arasında yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Hedefi: Bu araştırmada, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin STEM yaklaşımı ile planlanan matematik derslerinde Model Oluşturma Etkinlikleri aracılığıyla, model oluşturma süreçlerinin incelenmesi ve karşılaşılabilecek güçlüklerin belirlenmesi hedeflenmektedir.

Araştırma Uygulaması: Hazırlanan STEM ders planları ile işlenen dersler video ve ses kaydına alınacak. Sonrasında bazı öğrencilerle görüşme yapılacaktır. Öğrenci raporları ve çalışma yaprakları da araştırma kapsamında incelenecek veri toplama araçlarındandır. Ayrıca araştırmacı, süreç ile ilgili gözlem yapacak ve alan notları tutacaktır.

Araştırma T.C. Millî Eğitim Bakanlığı'nın ve okul yönetiminin de izni ile gerçekleşmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çocuğunuz çalışmaya katılıp katılmamakta özgürdür. Araştırma çocuğunuz için herhangi bir istenmeyen etki ya da risk taşımamaktadır. Çocuğunuzun katılımı **tamamen sizin isteğinize bağlıdır**, reddedebilir ya da herhangi bir aşamasında ayrılabilirsiniz. Araştırmaya katılmamama veya araştırmadan ayrılma durumunda öğrencilerin akademik başarıları, okul ve öğretmenleriyle olan ilişkileri etkilemeyecektir.

Çalışmada öğrencilerden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir.

Uygulamalar, 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 veri toplama aracını uygulayan kişiye, çalışmayı tamamlamayacağını söylemesi yeterli olacaktır. Anket çalışmasına katılmamak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek çocuğunuza hiçbir sorumluluk getirmeyecektir.

Onay vermeden önce sormak istediğiniz herhangi bir konu varsa sormaktan çekinmeyiniz. Çalışma bittikten sonra bizlere telefon veya e-posta ile ulaşarak soru sorabilir, sonuçlar hakkında bilgi isteyebilirsiniz. Saygılarımızla,

Araştırmacı :

İletişim bilgileri : e-mail:

Velisi bulunduğum ..... sınıfı ..... numaralı öğrencisi ..... ……'in yukarıda açıklanan araştırmaya katılmasına izin veriyorum. (Lütfen formu imzaladıktan sonra çocuğunuzla okula geri gönderiniz*).

…./…../2020

EK 9. Grup Görüşme Formu

Görüşme Formu

Bu görüşme, uygulanan MOE aracılığıyla STEM Eğitiminde matematiksel modelleme sürecinin nasıl ilerlediğini ve varsa karşılaştığınız güçlükleri belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Lütfen aşağıdaki sorulara yönelik görüşlerinizi çekinmeden ve açık bir şekilde ifade ediniz. Görüşleriniz sadece bilimsel amaçlarla kullanılacak olup sizlerin isimleri, okumakta olduğunuz okulun adı ve diğer özel kişisel bilgiler hiçbir şekilde açıkça ifade edilmeyecek ve herhangi bir başka kurum ya da kuruluşa verilmeyecektir. Katıldığınız ve zaman ayırdığınız için teşekkür ederim.

Görüşme Soruları

1) Bu etkinliklerden etkilendiniz mi? Nasıl etkilendiniz? Bir şeyler öğrendiğini düşünüyorsanız neler öğrendiniz? Sizi nasıl geliştirdi?
    a) Problem durumu sizde ne gibi duyguların oluşmasına sebep oldu? Etkinlik sürecinde problemi istekli olarak mı çözdünüz? Sebepleri nelerdir?
    b) Problemi anlayabildiniz mi? Sizden istenenler net olarak anlaşılıyor muydu?
    c) Etkinlik sırasındaki göreviniz için size verilen ön bilgiler yeterli ve gerekli miydi? Neden? Nelerin olmasını isterdiniz? Nelerin olmamasını isterdiniz?
2) Problemden, ilk olarak ne anladınız? Anlamada sıkıntılarınız olduğunu düşünüyorsanız sizi zorlayan kavram ve ifadelerin neler olduğunu düşünüyorsunuz? Nerelerde zorlandınız? En çok hangi aşamada zorlandınız? En çok hangi işlerde (haftalara göre olabilir mesela) zorlandınız?
    a) Matematiksel ilişkileri görmekte ne gibi zorluklar yaşadınız?
    b) Araştırmalarınız gözlemleriniz boyunca topladığınız bilgileri matematiksel ifadelere dönüştürmekte zorluklar yaşadınız mı?
    c) Tasarımınızı (ürününüzü, poster vb.) ortaya çıkarmak için öne çıkan matematiksel kavramlar nelerdir?
3) Tasarımınız/planlamanız/modelinizi oluştururken nelere dikkat ettiniz?
    a) Aklınıza gelen ilk çözüm yolu neydi? Nasıl bir planlama yaptınız? Bir planınız varsa işe yaradı mı? Neden böyle yaptınız? Oluşturduğunuz modeli doğrulamak için ne yaptınız?
    b) Modeliniz sizce doğru mu? Ortaya çıkardığınız modelin ne kadar doğru olduğunu düşünüyorsunuz? Eksik olduğunu düşünüyorsanız ne gibi eksiklikler olduğunu düşünüyorsunuz?
    c) Sizce etkinlik ve sunu sonucunda modelinizi tekrar gözden geçirmeniz gerekiyor muydu? Nerelerde eksikliklerinizin olduğunu düşünüyorsunuz?
4) Grup arkadaşlarınızla çalışırken zorluk yaşadınız mı? Grup ile çalışmanın olumlu/olumsuz yönleri nelerdi?
    a) Grup içinde görevleriniz var mıydı? Görev dağılımı yaptınız mı? Yaptıysanız neye göre belirlediniz? Grupiçi iletişiminiz nasıldı?
    b) Öğretmenden (yani benden) yeterince dönüt/yardım/destek alabildiniz mi? Hangi konularda aldınız? Nasıldı?
5) Eklemek istediğiniz bir şeyler var mı? Keşke şunu da sorsanız da cevaplasam dediğin bir soru var mı? Genel olarak anlatmak istediğin bir şeyler var mı?

EK 10. Bire-Bir Görüşme Formu

Görüşme Formu

Bu görüşme, uygulanan MOE aracılığıyla STEM Eğitiminde matematiksel modelleme sürecinin nasıl ilerlediğini ve varsa karşılaştığın güçlükleri belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Lütfen aşağıdaki sorulara yönelik görüşlerini çekinmeden ve açık bir şekilde ifade etmeye çalış. Görüşlerin sadece bilimsel amaçlarla kullanılacak olup senin ismin, okumakta olduğun okulun adı ve diğer özel kişisel bilgiler hiçbir şekilde açıkça ifade edilmeyecek ve herhangi bir başka kurum ya da kuruluşa verilmeyecektir. Katıldığın ve zaman ayırdığın için teşekkür ederim.

Görüşme Soruları

1) Bu etkinlikten nasıl etkilendin? Bir şeyler öğrendiğini düşünüyorsan neler öğrendin? Seni nasıl geliştirdi?
    a) Problem durumu sende ne gibi duyguların oluşmasına sebep oldu? Etkinlik sürecinde problemi istekli olarak mı çözdün? Sebepleri nelerdir?
    b) Problemi ilk okuduğunda anlayabildin mi?
    c) Etkinlik sırasında (3.hafta) sana verilen bilgiler problemi çözmek için yeterli miydi? Nelerin olmasını isterdin? Nelerin olmamasını isterdin?

2) Problemden, ilk olarak ne anladınız? Nerelerde zorlandın? En çok hangi aşamada zorlandın? En çok hangi işlerde (haftalara göre olabilir mesela) zorlandın?
    a) Matematiksel ilişkileri görmekte zorlandın mı? Neden?
    b) Tasarımınızı (ürününüzü, poster vb.) ortaya çıkarmak için öne çıkan matematiksel kavramlar nelerdi?

3) Tasarımınız/planlamanız/modelinizi oluştururken nelere dikkat ettiniz?
    a) Senin aklına gelen ilk çözüm yolu neydi? Bu plan işe yaradı mı?
    b) Oluşturduğunuz modeli doğrulamak için ne yaptın?
    c) Oluşturduğunuz model sence doğru mu? Eksik olduğunu düşünüyorsan ne gibi eksiklikler olduğunu düşünüyorsun?

4) Grup arkadaşlarınızla çalışırken zorluk yaşadınız mı? Grup ile çalışmanın olumlu/olumsuz yönleri nelerdi?
    a) Grup içinde bir görevin var mıydı? Varsa bu görevi nasıl/neden aldın?
    b) Grup içi iletişiminiz nasıldı?
    c) Öğretmenden (yani benden) yeterince dönüt/yardım/destek alabildin mi? Hangi konularda aldın? Nasıldı?

5) Eklemek istediğin bir şeyler var mı? Genel olarak anlatmak istediğin bir şeyler var mı?

EK 11. Gözlem Formu

Gözlem Formu

Ortam:

Gözlemci:

Tarih:

Gözlem süresi:

1) Katılımcılar etkinlik sürecinde/derste yeterince ilgililer miydi? Kendilerinden istenileni tam olarak anlayabiliyorlar mıydı?

2) Katılımcılar etkinliklerde/derste ne gibi matematiksel kavramlar kullandılar?

3) Katılımcılar problem ile ilgili verileri nasıl organize edip, yorumladılar? Bakış açıları nasıldı?

4) Hangi araç ve gereçleri, ne amaçla kullandılar?

5) Katılımcılar sonuçlarının doğrularını kontrol etmek istediler mi? Nasıl kontrol ettiler? Süreç nasıl işledi?

6) Katılımcıların grup içi ve sınıf içi etkileşimi süreci nasıldı? Fikir paylaşımı yapıldı mı?

7) Yapılan etkinliklerle ilgili katılımcıların genel yorumları nasıldı?

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı **:** Şule DENİZ

Doğum Tarihi **:** 01/04/1980

E-mail **:** suledeniz33@gmail.com

Öğrenim Durumu **:**

Derece	**Bölüm/Program**	**Üniversite**	**Yıl**
Lisans	İlköğretim Matematik Öğretmenliği	Cumhuriyet Üniversitesi	1998-2002
Yüksek Lisans			
Doktora			

Görevler

Görev Ünvanı	**Görev Yeri**	**Yıl**
İlköğretim Matematik Öğretmeni	AFYONKARAHİSAR/İHSANİYE/Kayıhan İlköğretim Okulu	2002-2005
İlköğretim Matematik Öğretmeni	NEVŞEHİR/ÜRGÜP/Başdere İlköğretim Okulu	2005-2008
İlköğretim Matematik Öğretmeni	NEVŞEHİR/MERKEZ/19 Mayıs İlköğretim Okulu	2008-2009
İlköğretim Matematik Öğretmeni	YOZGAT/KADIŞEHRİ/Şehit Doğan Özpolat Çok Programlı Lisesi	2009-2010
İlköğretim Matematik Öğretmeni	YOZGAT/KADIŞEHRİ/Şehit Adem Canpolat Ortaokulu	2010-2015
İlköğretim Matematik Öğretmeni	MERSİN/TOROSLAR/İbrahim Karaoğlanoğlu Ortaokulu MERSİN/TOROSLAR/Akbelen Şehit Burak Yıldız İmam Hatip Ortaokulu	2015-…

ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

1. Kurt Birel, G., Deniz, Ş. ve Önel, F. (2020). Analysis of Primary School Teachers' Knowledge of Geometry. *International Electronic Journal of Elementary Education*, *12*(4), 303-309.

2. Önel, F., Dalkılıç, F., Özel, N., Deniz, Ş., Balkaya, T. ve Kurt Birel, G. (2020). Ortaokul Matematik Öğretmenleri Ölçme-Değerlendirmeyi Nasıl Yapıyor? Bir Durum Çalışması. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 28* (3), 1448-1459. DOI: 10.24106/kefdergi.4113

3. Kurt-Birel, G., Önel, F., Dalkılınç, F., Özel, N., Aritürk, O., Deniz, Ş. ve Balkaya, T. (2019). *Sınıf Öğretmenlerinin Matematik Öğretimi Becerilerinin Geliştirilmesi: Bir Tasarım Araştırması.* 4.

Uluslararası Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu, TürkBilmat 2019, 26-28 Eylül 2019, İzmir, Türkiye.

4. Önel, F., Dalkılınç, F., Özel, N., Deniz, Ş., Balkaya, T. ve Kurt Birel, G. (2019). *Ortaokul matematik öğretmenleri ölçme değerlendirmeyi nasıl yapıyor? Bir durum çalışması.* 4. Uluslararası Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu, TürkBilmat 2019, 26-28 Eylül 2019, İzmir, Türkiye.