T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEMEL EĞİTİM ANA BİLİM DALI
SINIF ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İLKOKUL 4. SINIF FEN DERSİNDE KULLANILAN MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN BAŞARI ve MOTİVASYONLARINA ETKİSİ

MUSTAFA AÇIKGÖZ
23734008

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. ZEYNEP YILDIZ

2024

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEMEL EĞİTİM ANA BİLİM DALI
SINIF ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İLKOKUL 4. SINIF FEN DERSİNDE KULLANILAN MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN BAŞARI ve MOTİVASYONLARINA ETKİSİ

MUSTAFA AÇIKGÖZ
23734008

ORCID NO
0000 0001 8552 2251

TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. ZEYNEP YILDIZ

Haziran, 2024

Mustafa Açıkgöz tarafından hazırlanan "İlkokul 4. Sınıf Fen Dersinde Kullanılan Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Öğrencilerin Başarı ve Motivasyonlarına Etkisi" başlıklı çalışma, 28/06/2024 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunmuş ve jürimiz tarafından Temel Eğitim Ana Bilim Dalı Sınıf Öğretmenliği Programında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman	**İmza**
Doç. Dr. Zeynep YILDIZ	……

Jüri Üyeleri	**İmza**
Doç. Dr. Zeynep YILDIZ	……
Doç. Dr. Mehmet Nur TUĞLUK	……
Dr. Öğr. Üyesi Damla SÖNMEZ	……

ÖZET

İLKOKUL 4. SINIF FEN DERSİNDE KULLANILAN MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİNİN ÖĞRENCİLERİN BAŞARI VE MOTİVASYONLARINA ETKİSİ

Bu araştırmanın amacı ilkokul 4. sınıf fen dersinde kullanılan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin başarı ve motivasyonlarına etkisini tespit etmektir. Bu amaç doğrultusunda bilimsel araştırma yöntemlerinden hem nicel hem de nitel yöntemin bir arada kullanıldığı karma yöntem ve bu yöntemin sıralı açıklayıcı deseni kullanılmıştır. Araştırmanın nicel boyutunda ön test – son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Nitel boyutunda ise görüşme yöntemi kullanılarak katılımcıların sürece dair görüşleri, tepkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmanın nicel boyutu için 2023-2024 eğitim öğretim yılında İstanbul ilinin Avrupa Yakası'ndaki bir devlet ilkokulunda eğitim gören dördüncü sınıf öğrencilerinden 25'i kontrol grubu ve 25'i deney grubu olmak üzere toplamda 50 öğrenciyle evren örneklem oluşturulmuştur. Nitel boyutu için de deney grubundan amaçlı örneklemin ölçüt örnekleme yöntemiyle 11 katılımcı ile çalışma grubu oluşturulmuştur. Araştırma toplamda beş hafta sürmüş, kontrol grubu bu süreçte fen öğretim programını olduğu gibi uygularken deney grubu ise fen öğretim programıyla birlikte maddenin özellikleri ünitesine yönelik hazırlanmış matematiksel modelleme etkinliklerini gerçekleştirmiştir. Veri toplama aracı olarak Gürler ve Akgün (2023) tarafından geliştirilen Maddenin Özellikleri Akademik Başarı Testi, Tuan, Chin ve Shieh (2005) tarafından geliştirilip Türkçe'ye Yılmaz ve Çavaş (2007) tarafından uyarlanan Fen Öğrenimine Yönelik Motivasyon Ölçeği ve araştırmacı tarafından oluşturulan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Verilerin analizinde ise nicel veriler için SPSS programı kullanılırken nitel verilerin analizinde ise içerik analizi kullanılmıştır. Araştırmanın nicel sonuçlarına göre ilkokul fen derslerinde kullanılan matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin başarılarını anlamlı düzeyde arttırmıştır. Buna karşın bu sürecin öğrencilerin fen öğrenme motivasyonları üzerinde anlamlı bir etkisi olmamıştır. Nitel sonuçlara göre de matematiksel modelleme etkinlikleri zor, kafa karıştırıcı, çözümü zaman alan problemlerdir. Bununla birlikte bu süreç fen dersini kolaylaştırmıştır. Öğrenciler problemi anlama aşamasında zorlanırken matematik kullanımı aşamasını kolaylıkla geçmişlerdir. Yine bu süreç fen dersinin daha çok sevilmesini ve günlük hayat- matematik- fen ilişkisinin öğrenciler tarafından daha iyi fark edilmesine katkı sağlamış ve öğrencilerin sosyal ilişkilerini olumlu yönde etkileyerek kaynaşmayı arttırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fen Eğitimi, İlkokul, Matematiksel Modelleme

ABSTRACT

THE EFFECT OF MATHEMATICAL MODELING ACTIVITIES USED IN PRIMARY SCHOOL 4TH GRADE SCIENCE COURSES ON STUDENTS' ACHIEVEMENT AND MOTIVATION

The purpose of this research is to determine the effect of mathematical modeling activities used in primary school 4th grade science course on students' success and motivation. For this purpose, the mixed method, in which both quantitative and qualitative methods are used together, and the sequential explanatory design of this method, were used. In the quantitative dimension of the research, a quasi-experimental design with a pre-test and post-test control group was used. In the qualitative dimension, the participants' opinions and reactions about the process were tried to be determined by using the interview method. For the quantitative dimension of the research, a universe sample was created with a total of 50 fourth-grade students studying at a public primary school on the European side of Istanbul in the 2023-2024 academic year, 25 in the control group and 25 in the experimental group. For the qualitative dimension, a study group was formed with 11 participants from the experimental group using the criterion sampling method of purposeful sampling. The research lasted five weeks in total. During this period, the control group implemented the science curriculum as it was, while the experimental group carried out mathematical modeling activities prepared for the properties of matter unit along with the science curriculum. As data collection tools, the Properties of Matter Academic Achievement Test developed by Gürler and Akgün (2023), the Motivation Scale for Science Learning developed by Tuan, Chin and Shieh (2005) and adapted into Turkish by Yılmaz and Çavaş (2007), and the semi-structured scale developed by the researcher. An interview form was used. In the analysis of the data, SPSS program was used for the quantitative data, while content analysis was used for the analysis of the qualitative data. According to the quantitative results of the research, mathematical modeling activities used in primary school science courses significantly increased students' achievements. However, this process did not have a significant effect on students' motivation to learn science. According to the qualitative results, mathematical modeling activities are difficult, confusing and time-consuming problems to solve. However, this process has made the science lesson easier. While the students had difficulty in understanding the problem, they easily passed the stage of using mathematics. Again, this process contributed to the students liking the science lesson more and the daily life-mathematics-science relationship being better noticed by the students, and it increased cohesion by positively affecting the social relations of the students.

Keyword: Science Education, Primary School, Mathematical Modeling

ÖN SÖZ

İnsan hayatı boyunca hem öğrenci hem de öğretmendir. Nerede yaşarsa yaşasın, hangi mesleği icra ederse etsin sürekli olarak bir şeyler öğrenmeye ve çevresindekilere bir şeyler öğretmeye devam eder. Ben de daha çok şey öğrenmek ve öğrendiklerimi kendi öğrencilerime aktararak öğrencilerime daha faydalı olabilmek için yüksek lisans eğitimime başladım. Bu eğitim sürecinde dersine girdiğim tüm hocalarımın bilgi ve birikimlerinden istifade etmeye çalıştım. Bana bir harf öğretenin kırk yıl kölesi olurum, düşüncesini şiar edinmiş bir öğretmen olarak tüm hocalarıma sonsuz teşekkürler ediyorum.

Tez yazım sürecinde her ihtiyacım olduğunda bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, bilgilerime bilgi katan, motive eden ayrıca tezimin istatistiksel analizinde de desteğini esirgemeyen kıymetli danışman hocam Doç. Dr. Zeynep Yıldız'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca araştırma sürecinde bana yardımcı olan Yıldıztepe İlkokulu idaresine, öğretmen arkadaşım Hüsniye Deniz Kayalar'a ve 4. sınıf öğrencilerine çok teşekkür ederim.

Yine hem yüksek lisans eğitimim hem de tez sürecimde manevi desteklerini esirgemeyen eşime ve kızıma çok teşekkür ederim.

Mustafa AÇIKGÖZ

Haziran, 2024; İstanbul

İÇİNDEKİLER

ÖZET iii
ABSTRACT iv
ÖN SÖZ v
İÇİNDEKİLER vi
TABLOLAR LİSTESİ viii
KISALTMALAR LİSTESİ x
1. GİRİŞ 1
1.1. Problem Durumu 1
1.2. Araştırmanın Önemi 7
1.3. Araştırmanın Amacı 9
1.4. Araştırmanın Problemi 9
1.5. Araştırmanın Alt Problemleri 9
1.6. Sayıltılar 10
1.7. Sınırlılıklar 10
1.8. Tanımlar 10
2. KURAMSAL ÇERÇEVE 11
2.1. Matematiksel Modelleme 11
2.1.1. Matematik Nedir? 11
2.1.2. Model nedir? 11
2.1.3. Modelleme Nedir? 12
2.1.4. Matematiksel Modelleme Nedir? 14
2.1.5. Matematiksel Modelleme Perspektifleri 16
2.1.6. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri 18
2.1.7. Model Oluşturma Etkinliklerinin Prensipleri 20
2.1.8. Matematiksel Modellemenin Eğitimdeki Yeri 23
2.1.9. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Grup Çalışması ve Öğretmen 25
2.2. Fen Eğitimi 28
2.2.1. Türkiye'de İlkokul Çağında Fen Eğitimi 29
2.3. Motivasyon ve Öğrenme 31
2.3.1. Motivasyon ve Fen Öğrenimi 32
2.4. Fen Eğitiminde Matematiksel Modelleme Çalışmaları ile İlgili Literatür. 33

3. YÖNTEM 37
3.1. Araştırmanın Modeli 37
3.2. Çalışma Grubu 40
3.3. Veri Toplama Araçları 41
3.3.1. Maddenin Özellikleri Akademik Başarı Testi (MÖABT) 41
3.3.2. Fen Motivasyonu Ölçeği 42
3.3.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu 42
3.4. Veri Toplama Süreci 43
3.4.1. Nicel Verileri Toplama Süreci 43
3.4.1.1. Deney Grubuna Ait Veri Toplama Süreci 43
3.4.1.2. Kontrol Grubuna Ait Veri Toplama Süreci 57
3.4.2. Nitel Verileri Toplama Süreci 57
3.5. Veri Analizi 62
3.5.1. Nicel Veri Analizi 62
3.5.2. Nitel Verilerin Analizi 63
4. BULGULAR 65
4.1. Nicel Bulgular 65
4.1.1. MÖABT'ye İlişkin Bulgular 65
4.1.1.1. MÖABT'ye İlişkin Bulguların Normallik Analizi 65
4.1.1.2. Kontrol Grubuna Ait MÖABT Ön Test ve Son Test Veri Analizleri 67
4.1.1.3. Deney Grubuna Ait MÖABT Ön Test ve Son Test Veri Analizleri . 68
4.1.1.4. Deney ve Kontrol Grupları MÖABT Son Test Veri Analizleri 68
4.1.2. FMÖ'ye İlişkin Bulgular 69
4.1.2.1. FMÖ'ye İlişkin Bulguların Normallik Analizi 69
4.1.2.2. Kontrol Grubuna Ait FMÖ Ön Test ve Son Test Veri Analizleri 70
4.1.2.3. Deney Grubuna Ait FMÖ Ön Test ve Son Test Veri Analizleri 71
4.1.2.4. Deney ve Kontrol Grupları FMÖ Son Test Veri Analizleri 72
4.2. Nitel Bulgular 72
5. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER 90
5.1. Sonuç 90
5.2.Tartışma 93
5.3. Öneriler 97
KAYNAKÇA 99
EKLER 111

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Bazı Araştırmacılara Göre Matematiksel Modelleme Döngüsünün Aşamaları 15
Tablo 2. Modelleme Perspektiflerinin Sınıflandırılması 16
Tablo 3. Karma Araştırmanın Güçlü ve Zayıf Yönleri 38
Tablo 4. Araştırmanın Nicel Desenine Dair Uygulama Süreci 40
Tablo 5. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri ile MEB 4. Sınıf Fen Bilimleri Kazanımları Arasındaki İlişki 45
Tablo 6. Temizlik Malzemelerine Ait Özellikler 47
Tablo 7. Deney ve Kontrol Gruplarına Uygulanan MÖABT Sonucunda Elde Edilen Verilerin Normallik Analiz Sonuçları 65
Tablo 8. MÖABT Aracılığıyla Elde Edilen Verilerin Basıklık ve Çarpıklık Değerleri 66
Tablo 9. Deney – Kontrol Gruplarının MÖABT Ön Test Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması 66
Tablo 10. Kontrol Grubu MÖABT Ön Test-Son Test Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması 67
Tablo 11. Deney Grubu MÖABT Ön Test-Son Test Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması 68
Tablo 12. Deney-Kontrol Grubu MÖABT Son Test Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması 69
Tablo 13. Deney ve Kontrol Gruplarının FMÖ Ön Test-Son Test Puan Ortalamalarının Normallik Analizi 69
Tablo 14. Deney ve Kontrol Gruplarının FMÖ Ön Test Puanlarının Karşılaştırılması 70
Tablo 15. Kontrol Grubu FMÖ Ön Test-Son Test Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması 71
Tablo 16. Deney Grubu FMÖ Ön Test-Son Test Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması 71
Tablo 17. Deney-Kontrol Grubu FMÖ Son Test Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması 72
Tablo 18. Öğrencilerin Matematiksel Modelleme Sürecinin Aşamalarına Dair Frekans, Kod ve Kategoriler 73
Tablo 19. Araştırma Sürecinin Katılımcılar Üzerindeki Duyuşsal Etkilerine Dair Frekans, Kod ve Kategoriler 78
Tablo 20. Fen Dersinde Gerçekleştirilen Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Sosyal İlişkiler Üzerindeki Etkilerine Dair Frekans, Kod ve Kategoriler 84

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Kavramsal Sistemlerin Farklı Temsili Gösterim Araçlarına Dağılımı 13
Şekil 2. Modelleme Döngüsünün Aşamaları 13
Şekil 3. Modelleme Sürecinde Grup Çalışması Yaparken Öğrencilerin Konumları . 26
Şekil 4. Öğretmenin Modelleme Çalışmaları Sırasındaki Doğru ve Yanlış Konumu 27
Şekil 5. Modelleme Problemleri için Dört Aşamalı Çözüm Planı 44
Şekil 6. A Grubunun Temizlik Bezi Problemine Dair Çözüm Dokümanı..... 48
Şekil 7. B Grubunun Temizlik Bezi Problemine Dair Çözüm Dokümanı..... 48
Şekil 8. F Grubunun Temizlik Bezi Problemine Dair Çözüm Dokümanı 49
Şekil 9. A Grubunun Asansör Problemine Dair Çözüm Dokümanı 50
Şekil 10. E Grubunun Asansör Problemine Dair Çözüm Dokümanı..... 51
Şekil 11. Balmumu Kullanılarak Yapılmış Saklama Kumaşları..... 51
Şekil 12. Balmumu Saklama Kumaşı Tarifi 52
Şekil 13. C Grubunun Balmumu Eritme Problemine Dair Çözüm Dokümanı..... 53
Şekil 14. D Grubunun Balmumu Eritme problemine Dair Çözüm Dokümanı..... 53
Şekil 15. Geri Dönüşümle İlgili Gazete Haberi 54
Şekil 16. B Grubunun Pet Şişe Problemine Dair Çözüm Dokümanı..... 56
Şekil 17. E Grubunun Pet Şişe Problemine Dair Çözüm Dokümanı 57

KISALTMALAR LİSTESİ

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı
FMÖ : Fen Motivasyon Ölçeği
MÖABT : Maddenin Özellikleri Akademik Başarı Testi
SPSS : Statistical Package for the Social Sciences (Sosyal Bilimler İstatistik Paketi)

1. GİRİŞ

Bu bölümde; araştırmanın problem durumuna, bununla birlikte problem cümlesine ve araştırmanın alt problemlerine, araştırmanın amacına ve önemine, araştırmada kullanılan önemli tanımlara yer verilmiş; bunlara ek olarak araştırma kapsamında varsayımlar ve sınırlılıklar ele alınmıştır.

1.1. Problem Durumu

Toplumu oluşturan bireylerin gelecekteki yaşantılarında başarı sağlamaları için öncelikle eğitim hayatlarında bazı becerileri kazanmalarına ihtiyaç vardır. Günümüzde 21. yüzyıl becerileri diye ifade edilen bu beceriler, bilgi toplumlarında gereksinim duyulan bireyde bulunması istenilen yeterlikleri ifade etmektedir (Dede, 2010). Verileri düzenleme, tanımlama, tahminde bulunma, açıklama, temsil etme gibi matematiksel aşamalar, söz konusu yeterliklerin gelişmesine katkı sağlamaktadır (English & Watters, 2005a). Bununla birlikte sonuçların planlanması, izlenmesi ve açıklanmasını da kapsayan çok boyutlu projeler içerisinde diğer bireylerle iş birliği yaparak çalışabilme becerisi her geçen gün artan bir öneme sahiptir (Lesh & Doerr, 2003). Buna karşın öğrenciler okulda edindikleri matematik bilgisini gündelik yaşantıya aktarma konusunda zorluklar yaşamaktalar. Bu durumun sebebinin ise sadece sonuca odaklanıp öğrencilerin düşünmelerine fırsat vermeyerek tek düze biçimde anlatılıp işlenen konular olduğu ifade edilebilir. Oysa matematik eğitiminin daha etkili olabilmesi amacıyla öğrencilerin sürece daha aktif katılabilecekleri yaklaşımları sınıf ortamında uygulamak oldukça önemlidir. Bu yaklaşımların uygulandığı sınıflarda öğrenciler, geleneksel ders işleme şekli olan sıralarda oturup hesap yapmak yerine kendi bilgi düzeylerini keşfetmeye, problemlerin çözüme kavuşturulması için yeni stratejiler bulup geliştirmeye ve bu stratejilerin doğruluğunu tartışmaya yönlendirilirler (Bransford vd., 2018). Söz konusu geleneksel ders işleme yöntemleri matematiği gerçek yaşama aktarma, problem çözme becerisini geliştirme ve matematiksel düşünebilme becerisini geliştirme konularında istenilen başarıyı sağlamadığı için matematik eğitimcileri matematiksel modelleme konusunda

araştırmalar yapmaya başlamışlardır (Mousoulides vd., 2006a). Bu araştırmalar matematiksel modelleme etkinliklerinin günlük yaşamla matematik arasında ilişki kurma ve matematiği gündelik hayata aktarma konusunda son derece etkili olduğunu ortaya koymuştur (Doruk & Umay, 2011). Türkiye'de son olarak 2018 yılında Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından yenilenen Matematik Öğretim Programı sürekli değişen ve gelişen dünyaya uyum sağlayabilecek bireyler yetiştirmeyi hedef edinmiştir. Özellikle teknoloji ve eğitim-öğretim alanlarındaki gelişim ve değişimler bireylerin ve toplumların bu hızlı değişimlere ayak uydurabilmesi için üstlendikleri rolleri de etkilemiştir. Dolayısıyla bireylerden problem çözebilen, empatik düşünebilen, etkili iletişim ve kritik akıl yürütme becerilerine sahip olan, bilgiyi üretken biçimde kullanarak girişimci bireyler olmaları istenmektedir (MEB, 2018). Ayrıca Matematik Öğretim Programının söz konusu becerilere sahip bireylerin yetiştirilmesinde sadece bilgiyi aktaran değil; aynı zamanda bireysel farklılıkları da dikkate alacak özellikte olması gerektiği vurgulanmıştır. Buradan hareketle öğrencilerin hazırbulunuşluk seviyelerini dikkate alan, onlara üst düzey düşünme becerilerini kullanma fırsatı sunan, anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlayan, gerçek yaşamla ilişkili, gelişen ve değişen dünyayla uyum içerisinde bir öğretim programı ortaya çıkarılmıştır (MEB, 2018).

İletişim, eleştirel düşünme, iş birliği, problem çözme, yaratıcılık gibi sosyal, bilişsel ve teknolojik alanlarda ele alınıp çağın gereksinimlerine göre değişen becerilerin bireylere kazandırılması, eğitime dair yaklaşımlarda da bazı değişiklikleri gerekli kılmıştır. Fakat birçok araştırmaya göre okullar, bireylerin okulun ötesindeki gerçek yaşamda başarılı olmaları için gerekli becerilere ve anlayışa olması gerektiği kadar dikkat etmemektedir (English, 2008). Halbuki okullarda bireylere sunulan öğretimin gayesi, öğretim sürecinin içerisine hem otantik hem de multidisipliner kompleks yapıları katarak bireylerin doğa bilimlerine, teknolojiye ve bilimsel düşünmeye dair motivasyonlarını ileri seviyelere taşımaktır (Michelsen, 2006). Bundan dolayı matematik eğitiminde büyük öneme sahip araştırma konularından matematiksel modelleme, multidisipliner olması yönüyle son yıllarda öne çıkmaktadır (Doğan vd., 2019; English, 2015). Çünkü matematiksel modelleme, problemlerden, çeşitli bağlamlardan ve başka alanlardaki bilgilerden faydalanarak multidisipliner öğrenmelerde ideal bir araç olarak kullanılabilir (English, 2008). Bunun da sebebi matematiksel modellemenin gerçek hayatta karşı karşıya kalınan problem durumlarının matematik yardımıyla çözüme kavuşturulup açıklanabildiği ve

yorumlanabildiği bir süreç olmasıdır (Bukova-Güzel, 2016). Eğitim kurumlarında elde edilmek istenen başarıya ulaşmada yaşanan önemli güçlüklerden biri, öğrencilerin matematiksel düşüncelerini esnek ve yaratıcı biçimde işe koşabildikleri, özgün ve gerçek problem durumlarını çözüme kavuşturabildikleri multidisipliner bir bağlamda nasıl destek gördükleridir (English, 2008). İşte tam burada matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrenciler gerçek yaşam problemine çözüm bulabilmek için içinde bulundukları model oluşturma sürecine aktif biçimde katılım sergiler ve yine bu süreç içinde fikirleri sorgulayabilir, tartışabilir, değerlendirebilir ve paylaşabilirler (Lesh & Doerr, 2003). Ayrıca öğrencilerin okul ortamında formal olarak öğrendikleri bilgileri günlük hayatta kullanabilmeleri amacıyla bir fırsat olarak vurgulanan matematiksel modelleme, gerçek hayatta matematiğin ne işe yaradığını da fark etme olanağı sunar (Borromeo Ferri, 2018). Çünkü öğrenciler sıklıkla matematiğin ne işe yaradığını sorgularlar (Özalp, 2006). Öğrencilerin bu sorgulamayı yapması normal görülebilir. Bunun sebebi matematiğin gerçek hayatla ilişkisi olmayan ve yalnıza eğitim kurumlarında formal olarak öğretilen bir ders olarak görülmesidir. Bunun aksine matematik, gerçek yaşamdaki problem durumlarına çözümler üretebilen sistematik bir düşünme şeklidir ve bunun yanında matematiksel modelleme etkinlikleri gerçek hayatla matematiğin arasında bağ kurmada en etkili araçlardandır (Blum & Niss, 1989). Burada gerçek hayatla anlatılmak istenense gündelik yaşama yani topluma ve tabiata dair her şeyi içine alan bütündür (Blum, 2002). Lesh ve Doerr'e (2003) göre matematiksel modelleme, sahip olduğu bu özellikler sayesinde anlamlı öğrenmeyi desteklemektedir. Buna ek olarak matematiksel modelleme öğrencilerin kavramsal gelişimlerini kayda değer oranda desteklemektedir (Çavuş-Erdem, 2018; Dunne & Gabrailth, 2003). Bununla birlikte matematiksel modellemenin öğretim süreci içerisinde etkin biçimde kullanımının öğrencilere problem çözmeye yönelik becerilerin kazandırılabilmesi açısından bir vasıta olabileceği düşünülmektedir (Gravemeijer & Stephan, 2002). Matematiksel modelleme ifade edilen etkilerinden ve özelliklerinden dolayı bazı çalışmalarda matematiği öğretmek için bir araç olarak kullanılırken bazı çalışmalardaysa öğrencilere modelleme yapma becerisi ve problem çözme becerisi kazandırmak için işe koşulmuştur (Doğan vd., 2019; Gabrailth, 2012). Williams ve diğerlerine (2016) göre gerçek hayatta karşılaşılan problem durumları multidisipliner kompleks durumlardır ve matematik öğretiminde bir problem yoluyla multidisipliner yaklaşımlar ifade edilebilir. Yine Williams ve diğerlerine (2016) göre matematikle birlikte farklı disiplinlere ait sorular matematiksel modelleme aracılığıyla

cevap bulabilir ve bu sayede iki disiplinin ilişkilendirilmesi mümkün olabilir. Buna ek olarak Michelsen (2005) de matematiksel modelleme etkinliklerinde matematiğe dair olmayan bir bağlamın matematiksel olarak ifade edilmesinin o konuya has yeterliğin ötesinde multidisipliner yetkinlik biçiminde değerlendirilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Ayrıca modelleme konusu hem fen bilimleri hem de matematik açısından her seviyede oldukça önemlidir (Lesh vd., 2010). Dolayısıyla bu nedenler matematiksel modellemenin multidisipliner bir yaklaşımla ele alınması bakımından bir hareket noktası kabul edilmiştir (Michelsen, 2015). Etkili bir modelleme süreci içerisinde multidisipliner çalışma ön planda olmalıdır (Heilio, 2011). Yapılan bilimsel araştırmalar da tek bir disipline dair çalışmalar yerine multidisipliner çalışmalara yönelmektedir (Michelsen, 2006). Buradan hareketle birçok ülke, özellikle de teknolojik gelişmeleri direkt olarak etkilediği için multidisipliner yaklaşımı tercih etmektedir (Banks & Barlex, 2014).

Alan yazın incelendiğinde multidisipliner matematiksel modellemenin daha çok fen bilimleri ve matematik alanlarını içerdiği söylenebilir (Doğan vd., 2019; English, 2008; 2009; 2014; 2015; Gürbüz & Doğan, 2019). Bununla ilgili olarak English (2008), etkili biçimde çalışan, teknolojiye uyum sağlayan ve kompleks yapıları etkili biçimde yorumlayabilen bireylerin yetişebilmesi için fen bilimleri ve matematikteki problem çözme yaklaşımlarının git gide daha çok multidisipliner yaklaşımı gerekli kıldığını vurgulamıştır. Buna ek olarak English (2008; 2015) çalışmalarında öğrencilerin mühendisliğe dair sahip oldukları becerilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri sayesinde geliştiğini bunun da STEM yaklaşımı için matematiksel modellemeyi etkili bir araç haline getirdiğini vurgulamıştır. Gürbüz ve Doğan (2019) da farklı disiplinlere ait kavramların matematiksel modelleme etkinlikleri ile daha iyi pekiştirileceğini vurgulayarak fen ile matematiğin bir arada kullanıldığı modelleme etkinliklerini de disiplinler arası matematiksel modelleme etkinliği olarak kullanmışlardır. Çünkü öğrencilerin matematik dersinde öğrendikleri prosedürleri, fikirleri ve kavramları fen konularında beklenmedik ve yeni bir duruma aktarmaları oldukça zordur (Michelsen, 2006). Bu bakımdan modellemeye dair beceri düzeyinin daha ileri bir noktaya taşınmasının ön planda olmadığı bir müfredat, matematik öğretimi ile fen bilimleri arasındaki uçurumu iyice arttırmaktadır (Guerrero-Ortiz & Mena-Lorca, 2017). Bunun sebebi de bu dersler arasında bulunan geleneksel sınırın çağdaş bilimin uygulamakta olduğu disiplinler arası çalışmayı yansıtmamasıdır. Ayrıca geleneksel konu odaklı oluşturulmuş müfredata alternatif olacak şekilde fen ve

matematik derslerinin birbirine entegre edildiği yeni bir müfredatın oluşturulması tavsiye edilmektedir (Michelsen, 2006). Söz konusu disiplinlerin öğretimiyle ilgili uçurumun kapatılmasında matematiksel modelleme etkinliklerinin fen derslerinde kullanılması büyük bir yarar sağlayacaktır. Çünkü multidisipliner deneyimler açısından zengin bir ortam sunan modele dayalı yaklaşım sayesinde çok disiplinli öğrenme geliştirilip genişletilirken bir yandan da model oluşturma sürecinin kontrol edilmesi, başka durumlara uyarlanması ve etkin biçimde uygulanması sağlanmaktadır (English, 2008). Bununla birlikte yapılan birçok araştırma motivasyonun da fen derslerinde önemli duyuşsal etkenlerden biri olduğunu ortaya koymaktadır (Uzun & Keleş, 2012). Motivasyon, öğrencilerin bilişsel anlamda zorluklar yaşadığı fen bilimleri gibi alanlarda anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi için önemli ölçüde katkı sağlamaktadır (Güvercin vd., 2010).

Motivasyon, bireyi harekete geçiren, bireyin davranışına yön ve enerji sağlayan bir güç olup aynı zamanda ihtiyaç, ilgi, dürtü ve isteği içine alan genel bir kavramdır (Selçuk, 2000; Yıldız, 2010). Öğrenci ve öğrenme bakımından motivasyon öğrencinin öğrenme için gerekli isteği duymasına katkı sağlayan çabanın yönünü ifade eder. Burada motivasyon genel bir yapı teşkil etmek yerine alanlara, derslere ve konulara göre farklılık göstermektedir (Yıldız, 2010). Motivasyon ile öğrenme arasında çok yakından bir ilişki bulunmaktadır ve öğrenmedeki önemli sorunlardan biri de öğrencilerdeki motivasyon eksikliğidir (Karcı & Gündoğdu, 2018). Buradan hareketle fen öğrenme ve motivasyon ilişkisini inceleyen Pintrich ve diğerlerine (1993) göre fene yönelik motivasyon, fene dair kavramların öğrenilme sebeplerinin ve öğrenmenin öneminin fark edilmesine, bu kavramların yapılandırılmasına, bireydeki öz yeterliğe olumlu biçimde etki etmektedir. Fen öğrenmeye yönelik motivasyon, kişisel özelliklerden, öğrencilerin sahip oldukları öğrenme tarzlarından, öğretimde kullanılan yöntem ve tekniklerden, öğretim programından ve öğrenme ortamından etkilenmektedir (Azizoğlu & Çetin, 2009; Ng, Soon & Fong, 2010; Yılmaz & Huyugüzel Çavaş, 2007). Türkiye'de 2013 ve 2017 yıllarında yayınlanan Fen Bilimleri Öğretim Programında öğrencilerde geliştirilmesi amaçlanan beceriler içinde duyuşsal öğrenme alanında motivasyon da yer almıştır (MEB, 2013; 2017). Bununla birlikte 2004, 2013 ve 2017 yıllarında güncellenen fen öğretim programlarına göre öğrencilerin birer fen okuryazarı olarak yetiştirilebilmesi için yalnızca bilişsel beceriler açısından değil; buna ek olarak duyuşsal beceriler açısından da

geliştirilmeleri gerekmektedir. Söz konusu duyuşsal becerilerin öğrencilerin sahip oldukları düzeyden daha ileri bir düzeye taşınması sürecinde motivasyon ve tutumun önemi büyüktür. Dolayısıyla öğretim sürecinde motivasyon ve tutumun dikkate alınması fen öğretiminin hedeflerine ulaşmak için yararlı olacaktır. Fen bilimlerinin 2013'te güncellenerek kademeli biçimde uygulanan öğretim programında öğrencilerin öğrenme-öğretme sürecine aktif biçimde katılmaları amaçlanmış ve bu süreçte öğrencilerin rolü, bilgiye ait kaynakları araştıran, sorgulama yapan, tartışan ve açıklama yapan birey olarak belirtilmiştir. Bu bağlamda kapsadığı özellikleri dolayısıyla matematiksel modellemenin fen eğitiminde kullanılmasının fen öğrenme motivasyonu açısından öğrenciler üzerinde olumlu etkide bulunabileceği söylenebilir. Çünkü öğrenciler modelleme sürecinde diğer öğrencilerin oluşturdukları modellerle ilgili eleştirel bir bakış açısıyla sorular sorarken bir yandan da kendi modellerini rasyonel olarak gerekçelendirip açıklama fırsatı yakalarlar. 21. yüzyılın en önemli becerileri olarak kabul edilen; matematiksel argümanları ve fikirleri ifade etmek, eleştirel ve yapıcı dönütlerde bulunmak, süreç esnasında yeni anlayışları keşfetmek ve aktarmak matematiksel modellemenin kapsamındadır (Suh vd., 2017). Felsefi sorgulamayı da içine alan modelleme kavramı, bireylerde bulunması istenen 21. yüzyıl becerilerini var olan düzeyden daha ileri bir düzeye taşımak için oldukça zengin fırsatları ortaya koyar (English, 2021). Ayrıca modelleme süreci öğrencilere akıl yürütme, araştırma yapma, çözüm hakkında karar verme fırsatı sunarak onlardaki problem çözmeye yönelik becerilerinin daha iyi bir düzeye ulaşmasına olanak sağlar (Gök & Erdoğan, 2017). Bununla birlikte matematiksel modelleme müfredata yeni boyutlar katarak öğrencileri proaktif ve eleştirel bakış açısına sahip matematiksel düşünürler olabilmeleri için gerekli bilgi, beceri ve düşünme biçimlerini kazandırma potansiyeli taşımaktadır (Anhalt vd., 2021). Modelleme etkinlikleri bilim, teknoloji ve matematiğin daha çok kullanıldığı geleceğe dönük alanlara öğrencileri hazırlayabilmek için önemle vurgulanması gereken bir unsurdur. Bu sebeple öğrencileri eğitimin ilk yıllarından başlayarak gerçek yaşam durumlarında karşılaşılan kompleks yapıların modellemesine başlatmak çok önemlidir (Mousoulides vd., 2007).

Görüldüğü gibi matematiksel modelleme ile ilgili çalışmalara eğitimin ilk yıllarından itibaren başlanarak tüm kademelerde yer verilmesi gerektiği birçok araştırmacı tarafından ifade edilmektedir (Mousoulides vd., 2007). Ayrıca matematiksel modellemenin multidisipliner yönünün anlamlı öğrenmeyi sağladığı da araştırmacılar

tarafından vurgulanmıştır (Lesh & Doerr, 2003). Bunlara karşın Türkiye'de özellikle ilkokul düzeyinde matematiksel modelleme çalışmaları oldukça sınırlıdır. Buradan hareketle bu araştırmanın konusu ilkokul fen derslerinde kullanılan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin başarı ve motivasyonlarına etkisi olarak belirlenmiştir. Bu araştırmayla ve araştırma kapsamında üretilen fen dersi kazanımlarına yönelik özgün matematiksel modelleme etkinlikleriyle alan yazına katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

1.2. Araştırmanın Önemi

Matematik eğitiminde matematiksel modelleme etkinliklerinin yer alması; öğrencilere gerçek yaşam durumlarında analitik düşünebilme ve problem çözme becerilerini kazandırması açısından oldukça büyük öneme sahiptir (Erbaş vd., 2014). Kaçar'a (2019) göre matematiksel dili kavrayarak bu dili karşı karşıya kalınan farklı durumlarda kullanabilen bireyler sayesinde gelişim mümkün hale gelir. Söz konusu gelişmenin en önemli parçalarından birisi teknolojik gelişmedir ve bu gelişmenin matematiksel dil kavranmadan gerçekleşmesi imkansızdır. Hayatın her alanında bu kadar önemli olan matematiğin öğretiminin de daha etkili yapılması zorunludur (Kaçar, 2019). Çünkü öğrenciler eğitim kurumlarında öğrendikleri matematik bilgisini gündelik hayata aktarma konusunda sıkıntılar yaşarlar. Bunun sebebi sonuç odaklı, tek düze konu anlatımına dayalı öğretim sürecidir. Bunun yerine öğrencilerin sürece aktif biçimde katılabilecekleri öğretim yaklaşımlarını sınıflarda uygulamak gerekmektedir (Bransford vd., 2018). Bu yüzden matematik eğitimcileri matematiksel modelleme konusunda çeşitli araştırmalar yapma sürecine girmişlerdir (Mousoulides vd., 2006a). Çünkü modelleme etkinlikleri, matematiksel düşünme biçimine ihtiyaç duyulan gerçek hayat durumlarının bir çeşit simülasyonlarıdır (Lesh vd., 2000). Bu etkinlikler sürecinde ortaya konan yapılar; gözden geçirme, iyileştirme, genişletme, yeniden düzenleme, değiştirme veya uyarlama gibi doğrusal olmayan aşamalardan oluşur ve bu durum öğrencilerde bulunan üst bilişsel düşünmeye dair becerilerin gelişmesine katkı sağlar (Lesh & Doerr, 2003).

Matematiksel dilin zor olduğu algısı hem onun soyut doğasından hem de ön yargılardan kaynaklanmaktadır. Oysa öğrenci merkezli, farklı düşünme stratejilerinin ortaya konduğu, düşüncelerin özgürce ifade edilip tartışıldığı, eğitim hayatının ilk yıllarından başlanarak gündelik yaşamla ilişkilendirilen matematik, öğrencilere

analitik düşünme ve problem çözme becerileri kazandırarak ön yargılardan kurtulmaya da katkı sunacaktır (Umay, 1997). Öğrenciler gerçek yaşama dair problem durumlarının yer aldığı matematiksel modelleme etkinlikleri üzerinde çalışırken gerçek yaşam ile matematik arasındaki bağı fark edip bu durumdan zevk aldıkları için bu süreç öğrencilerin motivasyonlarını da arttırır (Zbiek & Conner, 2006). Yine Michelsen'e (2006) göre okullardaki öğretimin amacı öğrencilerin multidisipliner komplike yapılarla doğa bilimlerine, bilimsel yöntemlerle düşünmeye ve bunlara ek olarak teknolojiye yönelik motivasyon düzeylerini arttırmaktır.

Matematiksel bilgiyi fen bilimleri ile bir araya getirmek bir ürünün oluşturulmasında oldukça önemlidir (Yıldırım & Türk, 2018). Yine bir ürünün ortaya çıkmasında fen bilimlerinin yanı sıra matematiğe ve yine bu alanlara bağlı şekilde oluşturulmuş matematiksel modellemeye yer verilmelidir. Bundan dolayıdır ki modele dayalı yaklaşım fen eğitiminde bulunmaktadır. Fen bilimlerinde üzerinde çalışılan modeller aracılığıyla matematiksel nesnelerin anlamları ve farklı kullanımları ortaya çıkarılır, bununla birlikte matematik ile ekstra matematik bilgisi arasında bağ kurulur (Guerrero-Ortiz & Mena-Lorca, 2017).

Buradan hareketle öğrencilerin farklı disiplinleri barındıran ve gerçek yaşama dair problem durumlarını içeren matematiksel modelleme problemlerini çözme becerileri, üzerinde araştırma yapılması gereken önemli bir sorudur (English, 2008). Matematiksel modelleme ile ilgili alan yazın incelenip tematik ve içerik analizi yapıldığında matematiksel modellemenin fen eğitimiyle multidisipliner yaklaşımla bir arada bulunduğu az sayıda araştırmaya rastlanmış ve özellikle fen eğitimi olmak üzere farklı disiplinlerde matematiksel modelleme ile ilgili çalışma sayısının çoğaltılması ihtiyacı vurgulanmıştır (Albayrak & Çiltaş 2017; Aztekin & Şener, 2015; Koç, 2020; Yıldız & Yenilmez, 2019).

Alan yazında farklı kademelerde eğitim-öğretime devam eden öğrencilerin matematiksel modellemeyle ilgili sahip oldukları becerilerinin incelendiği araştırmalar yer almaktadır (Kertil; 2008; Maaß, 2006; Tekin Dede, 2015). Maaß (2006), yaptığı çalışma sonunda öğrencilerin kolay problem durumlarını modellerken kompleks problem durumlarında ise bazı öğrencilerin başarılı olamadıklarını tespit etmiştir. Maaß, gerçeğe uygun varsayımlar ortaya koyamadıkları için öğrencilerin modellerinin yeterli olmadığını, matematiksel işlem aşamasında bazı hatalar yaptıklarını, ulaşılan sonuçları doğrulama konusunda yeterli olmadıklarını ve dolayısıyla matematiksel modelleme konusunda öğrencilerin deneyim kazanmaları gerektiğini vurgulamıştır.

Ayrıca farklı çalışmalarda da matematiksel modelleme becerisinin öğrencilerin modelleme deneyimi kazanmasıyla ilgili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Aydın-Güç, 2015; Çavuş-Erdem 2018; Tekin-Dede, 2015). Bununla birlikte öğrencilerin multidisipliner modelleme süreçlerinde ortaya koydukları modelleme becerilerini ele alan çalışmalar da oldukça sınırlıdır (Gürbüz vd., 2018). Dolayısıyla ulusal alan yazında bu çalışmanın yer alması alan yazına sağlayacağı katkı açısından önem arz etmektedir. Ayrıca bu çalışma özelinde oluşturulacak özgün matematiksel modelleme etkinlikleriyle multidisipliner modellemeye dair kaynak sayısının artmasına da katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

1.3. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı toplamda beş hafta sürecek bir uygulama süreciyle ilkokul 4. sınıftaki öğrencilere "Madde ve Özellikleri" temasıyla ilgili hazırlanmış matematiksel modelleme etkinlikleri uygulayarak söz konusu modelleme etkinliklerinin öğrencilerin sahip oldukları fen bilimleri akademik başarılarına etkisini, fen öğrenme motivasyonlarına etkisini ve bu sürece dair öğrenci görüşlerinin ne yönde olduğunu tespit etmektir.

1.4. Araştırmanın Problemi

Araştırmanın problem cümlesi "İlkokul fen derslerinde kullanılan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin başarı ve motivasyonlarına etkisi ne yöndedir?" şeklinde belirlenmiştir.

1.5. Araştırmanın Alt Problemleri

Araştırmanın problem cümlesinden hareketle alt problemler şöyledir:

1) Fen derslerinde kullanılan matematiksel modelleme etkinliklerinin 4. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri akademik başarılarına etkisi var mıdır?
2) Fen derslerinde kullanılan matematiksel modelleme etkinliklerinin 4. sınıf öğrencilerinin fen öğrenme motivasyonlarına etkisi var mıdır?
3) 4. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecine dair görüşleri ne yöndedir?

1.6. Sayıltılar

Bu araştırma kapsamında;

1) Katılımcı tüm öğrencilerin gönüllü olarak araştırmaya katıldığı ve sorulara içtenlikle yanıt verdiği,
2) Hazırlanan matematiksel modelleme etkinliklerinin uygunluğu için uzmanlardan alınan görüşlerinin yeterli olduğu,
3) Uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin araştırmanın amacına uygun olarak hizmet ettiği varsayılmıştır.

1.7. Sınırlılıklar

Yapılan bu araştırma;

1) İstanbul ilinin Avrupa Yakası'nda bulunan resmi bir devlet ilkokulunda, 2023-2024 eğitim-öğretim yılında, 4. sınıftaki 50 öğrenciyle ve bu öğrencilerden elde edilen verilerle sınırlıdır.
2) Fen bilimleri dersi "Maddenin Özellikleri" temasına yönelik olarak hazırlanmış matematiksel modelleme etkinlikleriyle sınırlıdır.
3) "Madde ve Özellikleri" temasının programda yer bulduğu beş haftalık uygulama süresi ile sınırlıdır.

1.8. Tanımlar

Matematiksel Modelleme Etkinlikleri: Gerçek yaşamda karşılaşılan problem durumlarına dair değişkenleri, bu değişkenler arasında bulunan ilişkilerle hipotezleri belirleyerek aynı zamanda matematiksel yapıları keşfedip söz konusu yapıları matematiksel dil aracılığıyla ifade etmeyi, problemin çözümü için farklı stratejiler kullanmayı, ulaşılan çözümü kontrol edip yorumlayarak bir kez daha doğrulamayı gerektiren, lineer olmayan döngüsel bir süreçtir (Wess vd., 2021).

Motivasyon: Güdüleme ve istekli hale getirme. Harekete sevk eden itici, içsel kuvvet (Türk Dil Kurumu [TDK], 2024).

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Matematiksel Modelleme

2.1.1. Matematik Nedir?

Matematiğin ortaya çıkışı bireylerin nesneleri ölçme ve sayma gibi gereksinimlerine dayanırken günümüzde ise matematik, bir taraftan bilimin diğer taraftan da teknolojinin daha ileri bir düzeye taşınmasında giderek daha yoğun şekilde kullanılmasıyla bilim dalları arasında oldukça önemli bir konuma sahip olmuştur (Çiltaş, 2011). Matematik kimi zaman bireylerin hayatına doğrudan etki ederken kimi zaman ise bireylerin kişisel yaşantılarına anlam kazandırmak amacıyla kullanılan bir bilim olarak ifade edilebilir (Bukova Güzel, 2018). Buna karşın bireylerin büyük çoğunluğu gündelik yaşamla matematiğin arasında herhangi bir ilişkinin olmadığını ve bununla birlikte matematiği yalnızca eğitim kurumlarında öğrencilere formal olarak öğretilen bir dersten başka bir şey olmadığını düşünmektedir. Fakat gerçekte matematiği gerçek yaşamdan ayrı düşünmek mümkün değildir. Bunun sebebi matematiğin çeşitli varsayımları öne sürerek, akıl yürüterek rasyonel bazı çıkarımlarda bulunma aktivitesi olmasıdır (Baki, 2015). Örneğin gerçek yaşamda karşılaşılan bir problem durumu olan ev kiralama işinde; kiralama için ayrılan bütçe, evin ve odaların yeterli büyüklükte olup olmadığı, söz konusu evde kaç kişinin yaşayacak olduğu gibi birçok kriter için matematiksel akıl yürütmenin aktif biçimde kullanıldığını görebiliriz (Bukova Güzel, 2018).

2.1.2. Model nedir?

Model, karmaşık sistemleri oluşturup ardından bu sistemleri daha anlaşılır biçimde ifade etmek veya söz konusu sistemlerle ilgili tahminde bulunabilmek amacıyla kullanılan bilişsel yapılar ile bunların dışa yansımalarını kapsayan yapıdır. Bu açıdan bakıldığında modeller çeşitli bilişsel yapılar olarak öne çıkarken bir yandan da tablo, formül, yazılı sembol, grafik, diyagram ve denklem gibi farklı biçimlerde ifade edilebilen kavramsal sistemlerdir. Buradan hareketle gündelik yaşamın gerçeklerini

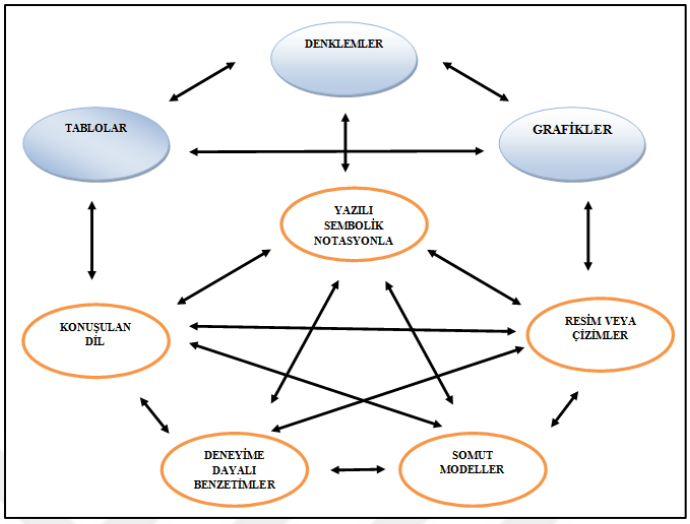
doğrudan yansıtabilmenin imkânsız olduğu ya da çok güç olduğu durumlarda sistemin anlaşılabilmesi adına basite indirgenmiş hali model kavramıyla ifade edilebilir (Lesh & Doerr, 2003). Modeller, bir gerçeğin ya da bir olgunun birebir temsili halinden ziyade söz konusu olgu ya da gerçeğin bireylerin zihninde belirmesine katkı sağlayan birer prototip örnekleri olarak ifade edilebilir. Dolayısıyla modeller nesnelerin gerçek yapılarının ya da bir sürecin aşamalarının kavranmasına yardım eder (Harrison, 2001). Diğer bir ifadeyle model, bir düşüncenin yani bilişsel bir yapının basit düzeye indirgenerek görsel biçim kazanmasıdır (Gilbert, Boulter & Elmer, 2000). Modeller sadece matematikte değil; coğrafya, fen, mühendislik gibi daha birçok alanda kullanılmaktadır. Gerçek yaşam içinde karşılaşılan problem durumlarını matematik aracılığıyla çözüme kavuşturabilmek amacıyla fonksiyonlar, formüller, eşitsizlikler ve değişkenler gibi birçok matematiksel modelden yararlanılmaktadır (Meyer, 1984). Dolayısıyla gerçek yaşama dair olgular ve problemler matematiksel modeller sayesinde nesnelere veya işlemlere dönüştürülür (Blum & Niss, 1991).

2.1.3. Modelleme Nedir?

Gerçek hayattaki bir problem durumu farklı kişilerce değişik biçimlerde modellenmektedir ve bu yüzden model kavramı evrensel olmak yerine sadece modellemeyi yapan bireyin fikirlerinin yansıtıldığı temsillerdir (Dinydal, 2010). Modelleme kavramı ise gerçek hayatta yaşanan problem durumlarıyla ilişkili olguları tanımlama, söz konusu olguları açıklama ve buna ek olarak oluşturma sürecinde yaşanan sorunların zihinde yapılandırılmasını ifade eder (Lesh & Doerr, 2003). Yine modelleme, karşılaşılan bir problem durumunda ulaşılabilecek sonucu veya son ürün olarak adlandırılan modele ulaşmak için yaşanan süreç şeklinde tanımlanabilir (Sriraman, 2005). Bu durumda modelleme ile model arasında var olan ilişki, süreç ile ürün arasında var olan ilişkiye benzetilebilir. Bu durumda modelleme, bir problem durumunda ayrıntılardan yararlanma şekline, süreç içerisinde izlenecek yola karar verildiği ve birçok aşamayı barındıran etkinlikleri de içine alan bilimsel bir düşünme ve çalışma biçimidir (Güneş vd., 2004). Buna ek olarak modelleme, matematiğin dışında kalan dünyanın matematikle etkileşimi şeklinde ifade edilebilir (Pollak, 1979; Akt. Hıdıroğlu vd., 2014). Kısaca modelleme, karşı karşıya kalınan problem durumunu anlama, bu durumla ilgili yorum yapabilme ve bu süreçte probleme dair örüntüler bulabilme, şemalar kullanma, modeller oluşturma şeklinde ifade edilmiştir

(Kertil, 2008). Lesh & Doerr (2003) tarafından kavramsal sistemlerin değişik temsili gösterim araçlarına dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir.

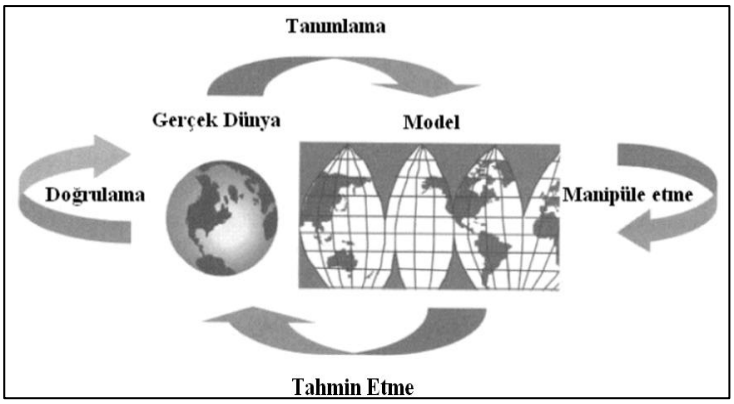
Şekil 1. Kavramsal Sistemlerin Farklı Temsili Gösterim Araçlarına Dağılımı



Kaynak: Lesh & Doerr, 2003

Şekil 1' de gösterilen şemada grafikler, tablolar ve denklemeler çoğunlukla orta ve yüksek öğretim düzeyinde hazırlanan müfredatta yer alırken (Kaput, 1987), diğer gösterim araçları ise ilköğretim düzeyi için hazırlanan müfredatlarda yer bulmaktadır (Lesh, Post, & Behr, 1987). Modelleme süreci döngüseldir ve bu döngü; gerçek dünyadaki problemi tanımlama, ardından manipüle etme, tahminlerde bulunma ulaşılan sonucu doğrulama basamaklarından meydana gelir (Lesh & Doerr, 2003). Söz konusu modelleme süreci aşağıda Şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2. Modelleme Döngüsünün Aşamaları



Kaynak: Lesh & Doerr, 2003

2.1.4. Matematiksel Modelleme Nedir?

Matematiksel modelleme bireylerin matematik problemlerini çözebilmeleri amacıyla ilk olarak 1972 yılında California'daki Claremont ismi verilen bir matematik kliniğinde uygulanıp öğretilmeye başlanmıştır (Spainer,1972; Akt. Çiltaş & Işık 2013). 1990'lı yıllarda da ülkelerin birçoğunun eğitim programlarına girerek günümüze kadar uygulanmaya devam etmiştir (Blomhøj & Kjeldsen, 2006). Matematik öğretimine modelleme anlayışını ilk entegre edenlerden Pollak (2007) matematiksel modellemeyi bir problem durumunu matematiksel olarak anlama sürecinde bir resim ya da bir formüle ulaşma olarak ifade etmiştir. Buna ek olarak matematiksel modelleme gündelik hayatta karşı karşıya kalınan problem durumunun matematiksel olarak çözümlendiği ve elde edilen sonucun gündelik hayata aktarıldığı döngüsel bir süreç olarak tanımlanabilir (Blum & Pollak, 2018). Benzer olarak matematiksel modellemeyi, gerçek hayata dair bir problemin matematiksel dil ile ifade edilmesi şeklinde tanımlayabiliriz. Ayrıca matematiksel modellemede, süreç sonunda elde edilen modellerin değişik problem durumlarında da kullanılabilecek şekilde genellenebilir ve uygulanabilir özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bu açıdan matematiksel modelleme ile geleneksel problem çözme arasındaki temel fark; matematik vasıtasıyla değişik problem durumlarında uygulanabilir bir ürünün meydana getirilmesidir (Biber & Özdemir, 2015).

Matematiksel modelleme sürecinde verilerin ve veriler arası ilişki ağının, kavramların, varsayımların ve şartların matematiğe aktarılmasına ihtiyaç vardır (Blum & Niss, 1991). Dolayısıyla modellemenin gündelik hayatta karşılaşılan bir problem durumunda matematiksel bir model elde edinceye kadar yaşanılan süreç içerisindeki matematikselleştirme işlemi olduğu söylenebilir. Buna ek olarak matematiksel modelleme, gündelik hayatta yaşanan somut problem durumlarının soyutlanarak matematiksel dile dönüştürüldüğü ve sonrasında analiz yapılarak uygulanan çözüm aşamalarının doğruluğunun kontrol edildiği ve değerlendirildiği döngüsel bir süreci kapsamaktadır (Haines & Crouch, 2010). Söz konusu süreç araştırmacılar tarafından değişik sayıda aşamalara ayrılmış ve dolayısıyla farklı matematiksel modelleme döngüleri alan yazında yer almıştır. Farklı matematiksel modelleme döngüleri ve bu döngülerin aşamaları incelendiğinde tüm araştırmacıların aslında öğrencilere

modellemeyle ilgili yeterlilik becerisi kazandırmayı hedeflediği açıkça ortadadır. Aşağıda yer alan tabloda farklı araştırmacıların alan yazına kazandırdıkları matematiksel modelleme döngüleri gösterilmiştir.

Tablo 1. Bazı Araştırmacılara Göre Matematiksel Modelleme Döngüsünün Aşamaları

Blum & Kaiser (1997'den Akt. Maaß, 2006)	Lesh & Doerr (2003)	Berry & Houston (1995)
▪ Gerçek yaşam problemini anlama ve bu duruma uygun model oluşturma ▪ Gerçek modeli matematiksel modele dönüştürme ▪ Oluşan matematiksel modeli çözme ▪ Çözümle elde edilen matematiksel sonucu yorumlama ▪ Çözümü test edip doğrulama	▪ Gerçek hayatın matematikle ilişkisini tanımlama ▪ Çözümü elde etmek amacıyla tahminde bulunup manipüle etme ▪ Ulaşılan çözümü bir kez daha gerçek hayata dönüştürme ▪ Çözümü kontrol edip doğrulama	▪ Gerçek yaşama dair problemi anlama ▪ Değişkenleri kullanarak hipotezler kurma ▪ Matematiğe dönüştürme ▪ Matematiksel modeller oluşturma ve bunları bir araya getirme ▪ Matematiksel çözümü uygulama ▪ Çözümleri yorumlama, değerlendirme

Tablo 1'de görüldüğü üzere farklı araştırmacılar matematiksel modelleme sürecini farklı sayıda basamaklara ayırarak ifade etmişlerdir. Buna karşın tüm araştırmacılar sürecin ilk basamağında bireylerin gerçek yaşama dair bir problem durumuyla karşı karşıya kaldıklarını belirtmişlerdir. Daha sonra öğrenciler problemde anlatılanları ve arkadaşlarının davranışları üzerinde gözlemler yaparak gerçek yaşam probleminin değişkenlerini, bileşenlerini anlamak için çaba gösterirler. Bu sayede gerçek yaşama ait problem durumu matematiğe dönüştürülür ve çözüme kavuşturulmaya çalışılır. Ulaşılan çözüm aracılığıyla bir model meydana gelmiş olur. Meydana gelen bu modelin amaca ne ölçüde hizmet ettiği değerlendirilir. Oluşan model, ulaşılmak istenen hedefi tam olarak temsil etmiyorsa modelleme döngüsü yeniden başlar ve yeni bir model geliştirilir (Houston, 2001; Akt. Çelikkol, 2016).

2.1.5. Matematiksel Modelleme Perspektifleri

Birçok araştırmacı matematiksel modellemeyle ilgili olarak farklı alanlarda çok sayıda çalışma yapmış ve bu çalışmalar modelleme perspektifleri bakımından farklılıklar oluşturarak alan yazında yer almıştır. Matematiksel modellemeyi bazı araştırmacılar eğitimde yeni bir paradigma şeklinde tanımlamışlardır (Lesh & Doerr, 2003). Haines ve Couch'a (2007) göre ise modelleme gündelik yaşamda karşılaşılan problem durumlarına farklı çözümler üretme ve modeller oluşturma biçiminde tanımlanmıştır. Buradan hareketle teorik ve gerçek dünyaya uygun iki farklı modelleme yaklaşımının geliştiği söylenebilir. Aşağıda bulunan Tablo 2'de farklı perspektifler ile teorik bakış açısıyla oluşturulmuş modelleme perspektifleri sunulmuştur.

Tablo 2. Modelleme Perspektiflerinin Sınıflandırılması

Modelleme Perspektifleri	Temel Amaçlar	Temsilcileri
Uygulamalı/Realistik Modelleme	Bireylere modelleme becerisi kazandırma ve gerçek dünyayı problem vasıtasıyla anlama	Burkhardt, Kaiser ve Schwarz Pollak, Haines ve Crouch
Bağlamsal temelli modelleme	Matematikle gerçek yaşam arasındaki ilişkiyi anlama	Chamberlin, Larson, Lesh ve Caylor
Eğitimsel Modelleme	Kavram öğretimi ve öğretime dair pedagojik hedefler	Zbiek, Conner, Niss, Blum
Sosyo-eleştirel Modelleme	Eleştirel bir bakış açısı kazanma	D'Ambrosio, Skovsmose, Barbosa,
Teorik veya Epistemolojik Modelleme	Matematiksel düşünme becerisini geliştirme	Freudenthal, Gravemeijer
Bilişsel Modelleme	Modelleme sürecinde ortaya çıkan zihinsel süreçleri tespit etme	Borromeo Ferri

Tablo 2'de görüldüğü gibi her perspektif modellemeyle ilgili farklı bir amaca ve farklı bir özelliğe sahiptir. Realistik/ Uygulamalı modellemede temel amaç bireylerin modellemeye dair becerilerini var olan düzeyden daha ileri bir düzeye taşımaktır. Bu yaklaşımın öne çıkan temsilcileri: Pollak, Burkhardt, Crouch, Kaiser, Schwarz ve Haines olmuştur. Bu yaklaşımda bireyler önce modelleme becerisi kazanırlar ardından bu becerileri mühendislik ve başka alanlarda kullanırlar. Gerçek hayat problemleriyle tecrübe kazanmak ve öğrencilerin sahip oldukları modellemeye dair becerilerin var olan düzeyden daha iyi bir düzeye taşınması bu perspektifin en önemli kazanımıdır.

Bağlamsal temelli modelleme perspektifinin esas amacı ise matematiksel modelleme etkinlikleri sayesinde zengin bir öğrenme deneyimi sağlamaktır. Bu yaklaşımın önde gelen temsilcileri: Iversen ve Larson, Chamberlin, Lesh ve Doer, Pierce ve Stacey, Lesh ve Caylor, Sriraman'dır. Bu temsilcilerden Lesh ve Doerr (2003), modelleme sürecinde bireylerin gerçek hayata dair problem durumlarını anlamlandırma ve yorumlama becerilerini kazanabileceklerini, buna ek olarak modeller geliştirip bu modelleri farklı durumlarda işe koşabileceklerini ve matematikselleştirme becerisini de bu süreçte geliştireceklerini vurgulamıştır. Bu süreçte öğrencilere sunulan gerçek yaşam problemleri adından da anlaşılacağı üzere suni durumlar değildir. Bu sayede matematiksel kavramlar bağlamlara uygun biçimde anlamlandırılır ve kavranılır. Ayrıca sınıfta gündelik yaşama dair problemler kullanılarak zenginleşen öğrenme ortamında öğrenciler de kompleks durumların içinde yer alan matematiği de fark etmiş olurlar.

Eğitimsel modelleme perspektifinde ise temel amaç matematiksel modelleme aracılığıyla uygun öğrenme ortamlarının yapılandırılması ve bu sayede matematiksel kavramların öğrenilmesidir. Bu perspektif kavramsal ve öğretimsel olarak iki alt başlığa sahiptir ve bu iki alt başlığı bir araya getirip kaynaştırmıştır. Eğitimsel modelleme perspektifinde kavram gelişimi amaçlandığı için burada ele alınan problem durumlarının açık uçlu özelliğe sahip olmadığı görülmektedir (Bukova-Güzel, 2021).

Sosyo – eleştirel Modelleme perspektifi daha çok matematiğin kültürel ve sosyal boyutlarıyla ilgilidir. Bu perspektifte öğrencilerin modelleme etkinlikleri sayesinde eleştirel bakış açısı becerilerinin gelişeceği ve bu sayede de içinde yer aldıkları kültür hakkında değerlendirmelerde bulunabilecekleri varsayılır. O yüzden bu perspektifte modelleme etkinlikleri kullanılarak daha üst düzeye taşınması hedeflenen en önemli beceri eleştirel düşünme becerisidir. Modelleme sürecinde oluşturulan gruplar ve bu gruplarda yapılan tartışmalar, sürecin lineer değil döngüsel olması, problemlerin açık uçlu özellikte olması eleştirel düşünmeye dair öğrencilerin sahip oldukları becerileri daha ileri bir düzeye taşıması bakımından önemlidir.

Freudental'ın teorisinden hareketle oluşturulan epistemolojik veya teorik modelleme perspektifinde temel amaç gerçek yaşama dair problem durumlarının çözümünde işe koşulan matematiksel teorilerin ve kavramların ortaya çıkarılmasıdır. O yüzden Freudental'ın ortaya attığı matematize etme kavramı bu perspektifin merkezinde bulunur. Burada amaç matematiksel düşünmeye dair öğrencilerin sahip oldukları

becerileri daha ileri bir düzeye taşımaktır ve bundan dolayı gerçek hayattaki problem durumlarında yer alan matematiksel kavramlar ve teoriler belirlenirken modelleme süreci pusula görevi görür.

Bilişsel modelleme perspektifinde öğrencilerin modelleme etkinlikleri sırasında hangi bilişsel imgeleri ve bunun yanında üst bilişsel imgeleri işe koştuğu, hangi safhalarda zorluklar yaşadığı tespit edilmeye çalışılır. Çünkü bu perspektifin temel amacı modelleme etkinlikleri sürecinde gerçekleşen düşünme süreçlerini tespit etmektir. Dolayısıyla bilişsel modelleme perspektifinde gerçek yaşam problemlerinin çözümünü öğrencilere öğretmekten farklı olarak bu süreçte öğrencilerin geçirdiği bilişsel süreçler, yaşadıkları zorluklar anlaşılmaya çalışılır ve öğrencileri destekleme stratejileri geliştirilir.

2.1.6. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri

Yapılan birçok araştırmanın bulguları göstermiştir ki öğrenciler; kendilerine sunulan geleneksel sözel problemleri önceden belirlenmiş ve kalıplaşmış yöntemlerle çözmekte ve bu durum öğrencilerin problem çözmeye dair stratejilerini geliştirememekle birlikte anlamlı öğrenmeyi de sağlayamamakta ve öğrenciler yalnızca kısa süreliğine başarılı olabilmektedir. Ayrıca gerçek yaşama dair problem durumları öğrenciler tarafından problem çözme süreçlerinde önemsenmemekte ve bu yüzden öğrenciler matematiğe dair bilgileriyle gerçek yaşam arasındaki ilişkiyi anlamada zorluklar yaşamaktadırlar (English et. al., 1995; Greer, 1997; Yoshida, Verschaffel & De Corte, 1997,). Bundan dolayı araştırmacılar geleneksel sözel problemlerden ziyade rutin olmayan, gerçek yaşama dair problem durumlarını içeren matematiksel modelleme problemlerine daha çok yoğunlaşarak öğrencilerin okulda edindikleri bilgi ve becerileri gündelik yaşama transfer edebilmelerini, içinde bulunduğu grubun üyeleriyle özgün çözümler üretebilmek için iş birliği ve dayanışma içinde çalışabilmelerini, yeni ve farklı fikirler üreterek bunları rasyonel biçimde savunabilmelerini, birçok değişkeni inceleyip bu değişkenler arasındaki ilişkiye dair değerlendirmelerde bulunmalarını amaç edinmişlerdir (Blum & Niss, 1991; Lesh & Doerr, 2003). Söz konusu bu problemlerde esas amaç; öğrencilerin gündelik yaşamda karşılaşılan problemlere odaklanıp problemi çözüme kavuşturmak amacıyla ihtiyaç duyulan matematiksel yapıları oluşturmaları ve sonrasında oluşturulan bu yapıları geliştirmeleri, yine bu yapıları kontrol edip gözden geçirmeleri ve ortaya çıkan

modelin farklı gerçek yaşam problemlerinde de uygulanabilmesi için genelleme yapabilme becerilerini kazanmalarıdır (Zawojewski & Lesh, 2003).

Model oluşturma etkinlikleri; gündelik yaşamda karşılaşılan kompleks bir problem durumunu çözüme kavuşturabilmek amacıyla öğrencilerin çoğunlukla iş birliğine dayalı küçük gruplar kurup çalışarak matematiksel bir model elde ettikleri ve bu modeli de diğer gruplara çeşitli temsili medyaları kullanarak sundukları; öğrencileri anlam oluşturup matematiksel yapılarını bireysel olarak inşa etmeye, söz konusu yapıları da gözden geçirip genişletmeye yönelten, sadece bir çözüm yöntemi ve bir sonucu olmayan, bir takım özel prensiplere uygun olarak yapılandırılmış eğitime dair problem çözme etkinlikleri olarak tanımlanabilir (Doruk, 2010).

Bu etkinliklerde gündelik olaylar, karşı karşıya kalınan problem durumları ve bunlar arasında bulunan ilişki ağı süreç içinde matematiksel dile aktarılır ve bununla birlikte matematiksel örüntüler elde edilir. Öğrencilere tek bir doğru cevabı ve önceden belirlenmiş bir çözüm yolu olan sıradan problemler yerine gündelik hayatta karşı karşıya kalınan karmaşık bir problem durumu sunulur. Öğrenciler bu süreçte kişisel fikirlerini üreterek bunları arkadaşlarına aktarma fırsatına sahip olurlar. Bu sayede söz konusu etkinlikler öğrencilerin yaratıcılığa dair sahip oldukları becerilerinin daha ileri bir düzeye taşınmasına da önemli katkılar sağlar (Blum, 2002; Blum & Ferri, 2009). Bunlara ek olarak Blum ve Niss'e (1991) göre matematiksel modellemenin öğrencilere katkıları şu şekilde sıralanabilir:

- Öğrenciler tarafından gerçek dünyanın daha iyi anlaşılmasına katkı sağlar,
- Öğrencilerin matematiksel öğrenmelerine önemli bir destek sağlar. Yani motivasyon, anlama, kavram oluşumu ve kalıcılık gibi konularda matematiksel modellemenin katkısı çok önemlidir,
- Hem çok sayıda matematiksel yeterliliğin hem de bu yeterliliklerle ilişkili çok sayıda becerinin gelişmesine önemli katkılar sağlar,
- Bireyler tarafından matematiğin daha doğru anlaşılmasına katkı sağlar.

Bir modelleme etkinliği gerçekleştirilirken süreç içerisinde bazı aşamalardan geçilir. Bu aşamalar Lesh ve Doerr (2003) ile Blum ve Niss (1991) tarafından aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

a) *Problemi anlama ve yorumlama.* (Süreç içerisindeki bu aşamada öğrenciler problemde sunulan sözel verileri ve eğer varsa tablolarla grafikleri okuyup anlamaya çalışır ve ardından yorumlar.)

b) *Problemi manipüle etme ve ardından matematiksel model geliştirme.* (Bu aşamada ise öğrenciler problemde sunulan değişkenlerle bu değişkenler arasında bulunan ilişkileri inceleyerek hipotezler ortaya atarlar, ardından bağlamsal bilgiye dair değerlendirme yapılarak bir model geliştirilir.)

c) *Paylaşılan çözümü yorumlama.* (Bu aşamada ulaşılan çözüm bir karara bağlanır, öğrenciler oluşturulan sistemi çözümleyip farklı çözüm yolları önerirler.)

d) *Çözümü doğrulama ve gösterme.* (Bu aşamada elde edilen çözüm genelleme yapılarak diğer öğrencilerle paylaşılır ve ardından bu çözüm diğer öğrenciler tarafından değişik perspektiflerle değerlendirilir.)

2.1.7. Model Oluşturma Etkinliklerinin Prensipleri

Lesh vd. (2000) bir model oluşturma etkinliğinde olması gereken prensipleri aşağıdaki biçimde sıralamışlardır:

Model Oluşturma Prensibi: Bu prensip doğrultusunda öğrenciye çözmesi için verilen problem durumunun bir model oluşturmayı mümkün kılacak biçimde tasarlanmış olması gerekmektedir. Bu prensip için sorulması gereken soru şudur: "Söz konusu problem durumu öğrenciler açısından bir modeli inşa edip ardından o modeli gözden geçirip düzenleme, değiştirme, iyileştirme, genişletme gibi ihtiyaçlar doğuruyor mu?" (Lesh vd., 2000). Ardından ortaya konulan bir model sayesinde modelleme problemine başarılı bir cevap verilmiş olur. Burada model, belirli birtakım unsurlardan, bu unsurlar arasında bulunan ilişki ağından, söz konusu unsurların etkileşime nasıl girdiğini açıkça ortaya koyan işlemlerden ve bağlantılar ile işlemlere uygulanan kural ve kalıplardan meydana gelmiş bir sistemi ifade eder. Bundan dolayı matematiksel modelleme etkinlikleri sentez seviyesinde üst düzey ve yaratıcı düşünmeyi ortaya çıkarmak amacıyla tasarlanmıştır (Chamberlin & Moon, 2005). Lesh vd. (2000) öğrenciler açısından matematiksel etkinlikler, bir model geliştirme ihtiyacını nasıl yaratabilir? sorusunu yanıtlamak için söz konusu etkinlikleri geliştirenlerin kendi kendilerine şu soruyu sormalarının faydalı olacağını ifade ederler, "Ne tür problem durumları, tüm yetişkinler ve ben de dahil olmak üzere herhangi bir

bireyin bir model oluşturmasını gerektirir?" Ardından bu soruya cevap vermek amacıyla şu açıklamaları yapar:

1) Gerçek yaşama dair olayları tahmin etmek, geçmişteki olayları tekrar yapılandırmak veya erişilemeyen olayların simülasyonunu yapmak amacıyla temelde yer alan kalıplara veya düzenliliklere dayalı tahminlerde bulunma ihtiyacı doğduğunda modellere ihtiyaç duyulur.
2) Varsayıma dayalı kalıpları ve düzenli durumları tanımlamak, bilginin çok fazla veya eksik olduğu karar verme durumlarını tanımlamak gibi amaçlar için açık bir biçimde istendiğinde modellere gereksinim duyulur.
3) Verilen kararların doğruluğunu göstermek veya açıklama yapmak ihtiyacı doğduğunda modellere gereksinim duyulur.
4) Alternatif sonuçları rasyonel biçimde gerekçelendirmek ve bu sonuçları değerlendirmek için modellere gereksinim duyulur (Lesh vd., 2000).

Gerçeklik Prensibi: Bu prensibin bir diğer adı da anlamlılık prensibidir (English 2008; Lesh & Caylor, 2007). Çünkü bu prensibe göre öğrenciler bireysel bilgi ve tecrübeleri aracılığıyla kendilerine sunulan problem durumunu anlamlandırırlar (Lesh vd., 2000). Yine bu prensibe göre model oluşturma etkinliklerinde öğrencilere verilen problem durumu öğrencinin gündelik yaşamında gerçekleşebilecek bir duruma dayanmalıdır (Chamberlin & Moon, 2005). Bu durumda problemin gerçek durumlara ne oranda uygun olduğu öğrencilerin o durumu tanıyor olmalarından ötürü daha özgün çözümler üretebilme ihtimalini arttırır. Bunun için model oluşturma etkinliği hazırlanırken, "Bu durum gündelik yaşamda gerçekten karşımıza çıkabilir mi?" sorusunu sormak gereklidir. Gerçeklik prensibine uygun olmayan, derinliği olmayan matematiksel modelleme etkinlikleri öğrenciler tarafından anlamlandırılmada zorluklara sebep olur ve bu yüzden öğrencilerin cesaretleri kırılır. Bu etkinliklerde öğrenciler kendilerinden yardım isteğinde bulunan bir danışana ya da müşteriye yardım ediyormuşçasına davranarak problem durumları için modeller geliştirirler. Bu sayede öğrenciler problem durumunun gerçek hayattaki bir ihtiyaçtan kaynaklandığını düşünür ve diğer bireylere yardımcı olma gereksinimine sahip olur (Bukova-Güzel, 2018).

Öz Değerlendirme Prensibi: Bu prensibe göre öğrenciler ulaştıkları çözümlerinin uygunluğunu öğretmenden herhangi bir onay beklemeden kendi başlarına değerlendirmelidir (Chamberlin & Moon, 2005). Bu prensipte şu sorular oldukça

önemlidir: “Problem durumu alternatif çözümlerin yararlılık düzeyini değerlendirme açısından uygun kriterler barındırıyor mu?”, “Problemin amacı yeterince açık mı?”, “Kim, ne, nerede, ne zaman ve neden gibi sorulara net olarak cevaplar verebiliyor mu?”, ‘‘Öğrenciler yanıtları ile ilgili geliştirme, genişletme, iyileştirme işlemlerini hangi amaçla ve ne zaman yapacaklarına kendi başlarına karar verebiliyor mu?”, “ Öğrenciler nihai çözümün ne zaman elde edildiğini kendilerince bilebilecekler mi yoksa öğretmenlerinden sürekli olarak onay mı beklemeleri gerekecek?” (Lesh vd., 2000). Bu prensip hem üst düzey düşünme becerileri hem de öz değerlendirme becerisi gerektirdiği için eleştirel ve yaratıcı düşünceyi de destekler. Ayrıca öğrenciler bu prensip sayesinde elde ettikleri modelleri gözden geçirir ve değerlendirme fırsatı yakalarlar (English, 2008). Dolayısıyla bu gözden geçirmeler ve yeniden değerlendirmeler matematiksel modelleme sürecinin döngüsel olmasını da sağlar. Yine bu prensibe göre öğrencilerin problem çözümünde aşamaları geçebilmeleri için grup içi tartışmalarla eksiklikleri belirlemeleri, farklı fikirleri kıyaslayarak faydalı-faydasız ayrımı yapmaları ve faydalı fikirleri daha da geliştirip değerlendirmeleri gerekmektedir (Lesh vd., 2000).

Yapı Belgelendirme Prensibi: Bu prensip dolayısıyla model oluşturma etkinlikleri “düşünceyi açığa çıkaran etkinlikler” biçiminde de tanımlanmıştır (Lesh vd., 2000). Bu prensibe göre öğrenciler modeller üzerinde çalışmalar yaparken modeli kişisel düşünme biçimlerinde oluştururlar (Chamberlin & Moon, 2005). Bu prensibin temel sorusu şudur: “Öğrencilerin verdiği cevap onların problem durumu hakkında nasıl düşündüklerini (problemle ilgili verilenler, ulaşılmak istenen hedefler, muhtemel çözüm yoları) net olarak ortaya koymakta mıdır?” (Lesh & Caylor, 2007). Bu prensibe göre öğrenciler ulaştıkları çözümleri ve çözüme ulaşmaya çalışırken geçirdikleri süreçte nasıl düşündüklerini içtenlikle ifade ettikleri yazılı bir evrak ortaya koyarlar (Lesh vd., 2000).

Model Genelleme Prensibi: Diğer adları yeniden kullanılabilirlik ya da yapı paylaşılabilirlik olan bu prensibe göre model oluşturma süreci sonunda elde edilen modellerin benzer bir problem durumunda da kullanılabilir olması esastır. Süreç sonunda oluşturulan model benzer bir problem durumunun çözümünde de işe yarıyorsa başarılı olduğu söylenebilir. Bu prensip için sorulması gereken soru şudur: “Oluşturulan model sadece sunulan problem durumu için mi uygulanabilir ve sadece modelin geliştiricisi için mi yarar sağlar; yoksa benzer problem durumları içinde taşınabilir, paylaşılabilir, basit bir biçimde değiştirilebilir ve bir kez daha kullanılabilir

özelliklere sahip midir?" (Lesh vd., 2000). Bu prensibe sahip olan problemler öğrencilerin genel düşünme biçimlerini geliştirme gereksinimini ortaya çıkarır. Dolayısıyla diğer bireyler tarafından da kullanılabilecek açıklamalar, tanımlar, tahmin etme gibi becerileri de isteyen bu problemler, genelleme prensibine sahip olmayan diğer problemler bakımından matematiğin daha güçlü kullanımını gerektirir.

Etkili Prototip Prensibi: Bu prensibin temel sorusu şudur: "Durum, çözüm için bir model ihtiyacını doğururken mümkün olduğunca basit mi?", "Elde edilen ürün benzer problem durumlarında da kullanılabilmek açısından yararlı bir prototip sunuyor mu?" Bir model oluşturma etkinliğinde bu prensibin yer aldığının en önemli göstergesi oluşturulan etkili prototipin çok uzun zamanlar geçtikten sonra bile öğrenciler tarafından hatırlanma eğiliminde olmasıdır (Lesh & Caylor, 2007). Ayrıca bu prensip süreç sonunda elde edilen modelin diğer bireylerce de kolay bir biçimde anlaşılabilmesini ve yorumlanabilmesini de kapsar (Chamberlin & Moon, 2005).

2.1.8. Matematiksel Modellemenin Eğitimdeki Yeri

Matematiğin yaygın bir etki alanı vardır ve mühendislik, mimarlık, felsefe, ekonomi, sağlık, astronomi, turizm, adalet, meteoroloji, spor, haberleşme ve tarım gibi birçok alanda matematikle karşılaşmak mümkündür. Bu kadar yaygın olan matematiğin bir bilim dalı olarak bireylere öğretiminin de oldukça önemli olduğu söylenebilir. Bu sebeple çok sayıda devlet matematik öğretimine ayrı bir önem atfederek öğretim programlarını buna uygun biçimde düzenlemektedir (Eurydice, Avrupa Eğitim Bilgi Ağı, 2011). Hem bilim ve teknolojideki değişim ve gelişimler hem de bu duruma bağlı biçimde bireylerde bulunması istenen becerilerin değişmesi çok sayıda ülkenin matematik öğretimiyle ilgili bakış açısını değiştirmiş ve söz konusu ülkeler matematik öğretimi ile ilgili radikal kararlar almıştır (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2014). Almanya, Amerika, Finlandiya, İsviçre, Avustralya, Türkiye gibi ülkelerin eğitim programlarına bakıldığında ilkokuldan itibaren yüksek öğrenime varıncaya kadar eğitimin tüm kademlerinde matematiksel modelleme etkinliklerine yer verildiği görülmektedir (Blomhøj & Kjeldsen, 2006). Söz konusu ülkelerin en önemli amaçlarından biri tüm dünyada geçerli olan ve eğitim vasıtasıyla vatandaşlarına kazandırmaya çalıştıkları 21. yüzyıl becerileridir (Trilling & Fadel, 2009). Güncellenen bu yeni eğitim anlayışı zamana, koşullara, gereksinimlere göre farklılıklar göstermekte iş birliği, uyum, iletişim, esneklik, problem çözme, finans okuryazarlığı, teknoloji, üst bilişsel farkındalık, bilgi ve eleştirel düşünme gibi üst

düzey düşünme becerilerini içermektedir (Assessment and Teaching of 21st Century Skills [ATC21S], 2012). Matematiksel modeller bir yandan matematik ile gerçek dünya arasındaki bağı fark etmeyi sağlarken diğer yandan gerçek dünyada yaşanan bir durumu matematiksel dile dönüştürmeye ve matematiksel olarak ifade etmeyi mümkün kılan bilimsel bir bilgiye ait bileşenler olarak ifade edilebilir (Frejd & Bergsten, 2016). Yapılan araştırmalar, matematiksel modelleme yapabilme becerisinin zamana bağlı olarak geliştiği ve söz konusu etkinliklerin bireyler üzerinde oldukça önemli yararları olduğunu göstermiştir (Maaß, 2006). Modelleme sayesinde öğrencilerin hem matematiği anlama ve kavrama becerileri daha üst düzeye çıkar hem de öğrenciler matematiğin doğasını keşfederek matematik ile gerçek dünya arasında bağ kurup matematiğin gündelik yaşamın içinde kullanılabilir olduğunu görmüş olurlar. Bunlara ek olarak modelleme, öğrencilerin iletişim becerilerini geliştirir, öğrencilere farklı öğrenme deneyimleri sunar, öğrenciler, döngüsel düşünebilme ve yorumlamayı öğrenip farklı ve özgün yaklaşımlar ortaya koyarlar. Böylece akıcı temsiller geliştirerek öğrenme ortamını daha zengin bir hale dönüştürmüş olurlar (Berry & Houston, 1995).

Birçok ülkede vatandaşlarının sahip olması istenilen becerileri kazandırma bakımından oldukça önemli katkıları olan matematiksel modelleme etkinliklerinin farklı eğitim kademelerinde kullanılması amacıyla çalışmalar başlatılmıştır. ABD'de bulunan NCTM, Okul Matematiği İçin Prensipler ve Standartlar isimli kitabında eğitimin ilk kademesi olan okul öncesinden başlayarak lise dönemine kadar tüm kademelerde öğrencilerin matematiksel ilişkileri fark edip anlayabilmeleri için problem çözme sürecinde matematiksel modellemeyi kullanmalarının gerekli olduğunu özellikle ifade etmiştir (NCTM, 2000). Model oluşturma etkinliklerinde temel amaç öğrencilerin matematiksel bilgiyi yalnızca okul ortamında değil; okul dışındaki gündelik yaşamlarında karşılarına çıkan problem durumlarında da kullanma becerilerini geliştirmektir. Böylelikle matematik ile farklı disiplinler arasında bağ kurup problemlere alternatif çözümler üretebilen bireyler yetişmiş olacaktır. Model oluşturma etkinliklerinin ifade edilen faydaları düşünüldüğünde öğrencilere modelleme becerisinin eğitimin ilk kademelerinden olan ilkokuldan başlanarak kazandırılması büyük öneme sahiptir (English & Watters, 2005b).

Türkiye'de Orta Öğretim Matematik Programı'nda ilk kez 2005 yılında yapılan değişikliklerle matematiksel modellemeye yer verilmiştir. Söz konusu programda tüm

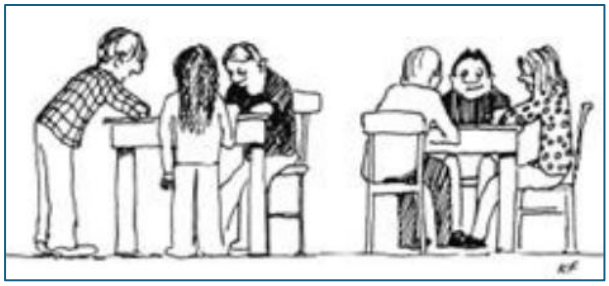
bireylerin matematiği öğrenebileceğine değinilmiş ve bununla birlikte akıl yürütme, problem çözme, iletişim, ilişkilendirme, matematiksel modellemeye yönelik becerilerin daha ileri bir düzeye taşınması ve matematiksel kavramların geliştirilmesi temel amaçları oluşturmuştur (MEB, 2007). Buna rağmen 2013'te yeniden güncellenen ortaokul matematik dersi öğretim programında matematiksel modelleme kullanarak öğrencilerin problem çözümü yapmalarına imkân verecek ortamların oluşturulması gerekliliğine vurgu yapılmış ama bununla ilgili ayrıntılı bilgi sunulmamıştır (MEB, 2013). 2012 yılında beşinci sınıflarda seçmeli olarak verilen Matematik Uygulamaları Öğretim Programı'nda ise gündelik yaşama dair problemlere, farklı bilimlerde yer alan matematiksel problemlere ve bunlara ek olarak matematiksel oyunlara yer verilmesinin gerekliliği önemle vurgulanmıştır. Bu programda gündelik yaşama dair problem durumlarının yer alması seçmeli olan bu derste matematiksel modelleme etkinlerinin kullanılabileceğini açıkça göstermektedir (Tekin Dede, 2015).

2.1.9. Matematiksel Modelleme Etkinliklerinde Grup Çalışması ve Öğretmen

Eğitim-öğretim faaliyetleri sürecinde grup çalışmalarının uygulanması öğrencilerin sosyal gelişimlerine katkı sağlayan önemli unsurlardandır. Buna ek olarak söz konusu grup çalışmalarının matematik eğitiminde uygulanması öğrencilerin kişisel fikirlerini tartışma veya reddetmelerinin yanı sıra bir problem durumuyla ilgili fikirler üretme ve bu fikirleri geliştirip iyileştirip yorumlama, grubun diğer üyeleriyle birlikte tartışılan fikirleri bireysel düşünce alt yapısıyla entegre etmeyi ve bir model geliştirmeyi sağlar (Ubuz & Haser, 2002). Matematiksel modelleme etkinliklerinde grup çalışmasına yer verilmesinin önemi birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır. Çünkü öğrencilere sunulan rutin problemlerin sosyal yönü çok zayıftır ve bu tarz problemlerin önceden belirlenmiş bir çözüm yolu ve cevabı vardır. Buna karşın model oluşturma etkinliklerinde öğrencilere sunulan problem durumları rutin problem durumlarından farklıdır ve bu etkinliklerdeki problem durumlarının önceden belirlenmiş bir çözüm yolu ve tek bir cevabı yoktur. Matematiksel modelleme etkinliklerinde problemin çözümü için bir model geliştirme ve elde edilen modelin diğer bireylerle paylaşılabilir olması modelin yeniden kullanılabilir olmasını sağlamaktadır. Bundan dolayı bu etkinliklerin sosyal etkileşim bağlamında uygun oluşu grup çalışması uygulamasına bu etkinliklerde yer verilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır (Zawojewski vd., 2003). Model oluşturma sürecinin başında gruplar oluşturulur ve grup üyeleri problem

durumuyla ilgili fikirler öne sürer, tartışmalar yaşanır ve böylece model oluşturulur. Oluşturulan model diğer bireyler tarafından da kullanılacağı için öğrenciler modelleme sürecinde geçtikleri tüm aşamaları, modeli oluştururken uyguladıkları yöntemleri ve stratejileri net bir şekilde ifade etmek durumundadırlar. Modelleme etkinliği sonunda oluşturulan bütün modeller üzerinde farklı perspektiflerden değerlendirmeler ve tartışmalar yapıldıktan sonra problemin çözümü için en ideal model ortaya çıkar (Zawojewski vd., 2003). Öğrenciler bireysel olarak bir konu üzerinde çalışırken bazı ihtimalleri ve ayrıntıları fark edemeyebilir veya o anda öğrencinin aklına gelmeyen durumlar olabilirken grup çalışmalarında grup içindeki diğer üyelerin açıklamaları, yorumlamaları, değerlendirmeleri fark edilmeyen ihtimalleri ve ayrıntıları ön plana çıkarıp fark edilmelerini ve yeni fikirlerin üretilebilmesini sağlar. Bununla birlikte öğrenciler grup çalışması sayesinde birbirlerinin motivasyonunu arttırıp kişisel potansiyellerinin bile üzerinde bir performans ortaya koyarlar. Ayrıca modelleme sürecinde grup üyeleri görev paylaşımı yaparak *lider üye, hesaplayıcı üye, işlemlerin kontrollerini yapan üye* gibi farklı roller üstlenirler (Eraslan, 2011a). Modelleme etkinliklerinin öğretmenin ya da öğrencilerin kendi tercihlerine göre, amaçlı ya da rastgele, homojen ya da heterojen biçimde oluşturulmuş gruplarla gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Antonius vd., 2006). Modelleme etkinlikleri sürecinde grup üyelerinin masalarda oturuş biçimi de önemlidir. Aşağıda yer alan şekil 3'te Blum ve Ferri'ye (2009) göre bir modelleme etkinliğinde grup üyelerinin nasıl konumlanması gerektiği gösterilmiştir.

Şekil 3. Modelleme Sürecinde Grup Çalışması Yaparken Öğrencilerin Konumları



Kaynak: Blum & Ferri, 2009

Matematiksel modellemeyle ilgili gerçekleştirilen etkinlikler bu süreçte oluşturulacak gruplardaki üye sayısının üç olmasının daha verimli bir etkinlik süreci yaşanmasını sağladığını göstermiştir. Gruptaki üye sayısının üçten fazla olması durumlarında grup

içi parçalanmalar ve grup içinde grupların oluştuğu ve oluşan bu alt grupların da farklı şekilde çalışmalar yaptıkları gözlemlenmiştir. Ek olarak grup üyelerinin iletişiminin daha etkili olabilmesi ve etkileşimin üst seviyeye çıkması için üyelerin yan yana oturmaktan ziyade yüz yüze bakacak biçimde karşılıklı konumlanmaları oldukça önemlidir (Eraslan, 2011a). Blum ve Ferri'ye (2009) göre matematiksel modelleme etkinliği sürecinde öğrenciler problem üzerinde çalışırken olabildiğince öğretmenden bağımsız şekilde çalışmaları ve öğretmenin öğrenciler olabildiğince az miktarda yardımcı olması gerekmektedir. Bu süreçte öğretmen, öğrencilere sunulan problem durumuyla ilgili yorum ve açıklamalar yapmaz ve problemin çözümüne dair doğru cevabı veren kişi konumunda olmaz. Modelleme sürecindeki gruplara;

"Problemi iyice okuyun, anlamaya çalışın, hayalinizde canlandırın ve gerekliyse çizim yapın.",

"Bu aşamada yaptığınız çizim/işlem/tablo/grafik hangi amaca yönelik?",

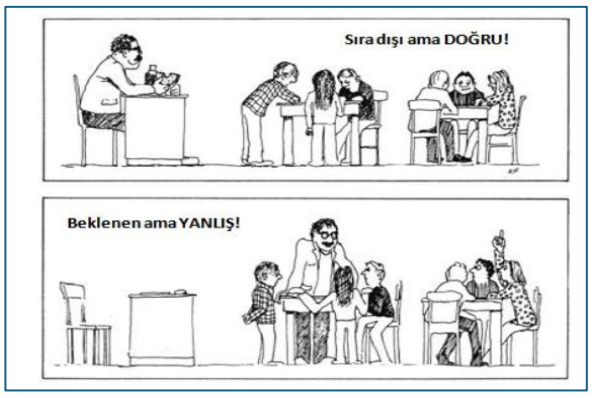
"Şu ana kadar neler yaptınız ve problem durumunun çözüm için ne kadar ilerleme kaydettiniz?",

"Halen neyi bilmiyoruz?" ve

"Sizce elde ettiğiniz bu sonuç gerçek duruma uygun mu?" biçiminde sorular sorarak yol gösterici olmak öğretmenin süreçteki katkılarındandır.

Aşağıda yer alan Şekil 4'te modelleme sürecinde öğretmenin konumundaki doğruluk ve yanlışlık sunulmuştur.

Şekil 4. Öğretmenin Modelleme Çalışmaları Sırasındaki Doğru ve Yanlış Konumu



Kaynak: Blum & Ferri, 2009

Modellemenin öğrencilere etkili ve doğru biçimde öğretilmesi için bazı hususlara dikkat etmek gerekmektedir. Blum ve Ferri'ye (2009) göre bu hususlar şöyle sıralanmıştır;

- Öğrencilerin seviyelerine uygun etkinlikler hazırlanmalıdır ve ancak bu sayede yüksek kalitede öğretim sağlanabilir. Buna ek olarak etkinlikler sürecinde öğrencilerin öğretmenden bağımsız çalışma süresinin olabildiğince çok, öğretmen rehberliğinin de olabildiğince az olması için özellikle dikkat edilmelidir.
- Bu süreçte öğretmenler matematiksel modelleme etkinliklerinin sahip olduğu özelliklerden dolayı farklı çözümlerin olabileceğini, öğrencilerin kişisel olarak çözüm ortaya koyabileceklerinin bilincinde olmalıdır. Dolayısıyla öğrencileri farklı çözümler üretebilmeleri için motive ederek kişisel modelleme yöntemlerine destek vermek oldukça önemlidir.
- Öğretmenler, matematiksel modelleme etkinliklerinde problemin çözümüne ulaşmak için ihtiyaç duyulan farklı stratejik yaklaşım bilgisine hâkim olmalıdır.
- Öğretmenler, modelleme sürecinde öğrencilerin işe koştukları stratejileri doğru biçimde desteklemeyi bilmelidir.

2.2. Fen Eğitimi

Bilim, bireylerin hem zihinsel hem de pratik aktivitelerinin büyük bir alanını teşkil eder ve bireylerin ürettikleri bilgi, insanlığın bugünkü ve gelecekteki yaşamında çok önemli role sahiptir (Harlen & Qualter, 2018). Bilim eğitimi, ulusların ilkokuldan başlayarak eğitim müfredatlarında mühim bir alanı kapsamıştır. Çünkü uluslar; bilimsel okuryazar bir toplum meydana getirmeyi (Millar & Osborne, 1998), erken yaştan itibaren vatandaşların bilim ve mühendislikle ilgili kariyerlere giriş yaparak bilimde ve teknolojide en üst düzeye ulaşıp toplumu dönüştüren bireyler olmalarını (UNESCO, 2015) istemektedir. Çocuklar küçük yaşlarda hatta henüz okula başlamadan önce dahi içinde bulundukları çevre ve doğaya dair sebep – sonuç ilişkisi bulunan üst düzey sorular sorarlar. Bu merak durumu ve öğrenme arzusunun çocukların doğasında var olan bir yatkınlıktan kaynaklandığı söylenebilir (Patrick & Mantzicopoulos, 2015). Dolayısıyla bireylerin hayatları boyunca bir beceri olarak kullanabilecekleri fen okur yazarlığının kazandırılması açısından hem erken çocukluk dönemi hem de ilkokul çağı oldukça önemli zaman dilimleridir (Eshach & Fried, 2005;

Kesik, 2016; Öner & Akçay, 2021). Bugün çok sayıda ülkede ilköğretim seviyesinde fen eğitimi yasal bir gereklilik olarak verilmektedir (Harle, 2001). Söz konusu eğitim kapsamında verilen fen derslerinin geçmişten bugüne fen okuryazarlığı açısından misyonunun farklılaştığını ifade etmek mümkündür. Valladares'e (2021) göre bilimsel okuryazarlık son yirmi yılda sadece aktarıcı misyona sahip vizyonundan ayrılarak özgürleşmenin yanı sıra sosyal katılımın da aktif olduğu dönüştürücü bir vizyona geçiş yapmıştır. Bu vizyona uygun bakış açısının kazandırılması için fen öğretiminin başlangıç yılları oldukça önemlidir. Yalnızca geleceğin bilim insanları açısından değil; bütün genç kuşaklar için fene dair temel kavramları anlamanın, bilimin doğasını keşfedip bunu takdir etmenin, sorgulama ve araştırmaya dair becerilerin önemi ancak ilkokul döneminde fen eğitimine başlanarak fark edilip geliştirilebilir (Harlen & Qualter, 2018). Çocukların fenle ilgili çeşitli etkinlikler içinde yer alması onların fene dair ilgilerini ve motivasyonlarını arttırıcı etkiye sahiptir. Dolayısıyla çocukları anlamlı öğrenmeye yönlendirebilmek ve çocuklardaki merak duygusunu daha da geliştirmek amacıyla küçük yaşlardan itibaren verilen fen eğitimi oldukça önemlidir (Barak & Dori, 2011). Fen öğretmenleri çocukların bilime maruz kalmasına gerekçe olarak "Bilim gerçek dünyayla ilgili olay ve olgulardır buna ek olarak bilimle uğraşmak bireyin akıl yürütme becerilerini geliştirir." İfadelerini kullanmaktadırlar (Eshach, 2006).

2.2.1. Türkiye'de İlkokul Çağında Fen Eğitimi

Türkiye'de uygulanan eğitim sisteminin 2012-2013 eğitim döneminde 4+4+4 şeklinde dörder yıllık üç kademeye ayrılmasının ardından fen bilimlerine ilkokul üçüncü ve dördüncü sınıfta yer verilmiştir. Haftalık üç ders saati ayrılan fen bilimleri dersini sınıf öğretmenleri gerçekleştirmektedir. Her ne kadar ilkokul birinci ve ikinci sınıflarda fen bilimleri dersi bağımsız olarak yer almasa da bu derse ait bazı temel konular hayat bilgisi derslerinde gündelik ve sosyal hayat bağlamında öğrencilerde farkındalık oluşturma seviyesinde sunulmaktadır. Fen bilimleri dersinin üçüncü sınıflarda 36 kazanımı yer alırken dördüncü sınıfta ise 46 kazanımı bulunmaktadır (MEB, 2018b). Söz konusu kazanımlar eğitim sisteminin sarmallık ilkesi gereği gelecek kademelerdeki kazanımlara temel oluşturmaktadır. Bununla birlikte 2018 yılında fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları eğitim öğretim programı içinde yerini almıştır. Bu sayede öğrencilerin bilim ile mühendislik arasında bağ kurmaları, multidisipliner ilişkiyi anlamaları, öğrendiklerini yaşantılarında uygulayıp kişisel

dünya görüşü geliştirmeleri amaçlanmıştır. Teknolojik gelişmelerin kapasitesinin ve bilimsel araştırmaların, rekabet gücünün ve bunlara bağlı olarak sosyoekonomik kalkınmanın ileri düzeye taşınması için öğrencilerin mühendislik ve fen uygulamalarını deneyimlemeleri çok büyük öneme sahiptir (MEB, 2018b, s. 10). Yine fen bilimleri dersinin 2018 yılına ait öğretim programında derslerin öğrenciyi esas aldığı öğrenme ortamlarında (iş birliğine dayalı öğrenme, argümantasyon, problem çözme ve proje gibi) işlenmesi öngörülmüş, her türlü öğrenme ortamının sorgulama ve araştırmaya dayalı öğrenme stratejilerine göre tasarlanması gerektiği belirtilmiş; bu öğrenme sürecinin argüman oluşturma, sorgulama, keşfetme ve bir ürün tasarlamayı kapsadığı vurgulanmıştır. Ayrıca bu programda öğrencilerin kendilerini gerek yazılı gerek sözlü veya görsel biçimde ifade ederek iletişimle ilgili sahip oldukları becerilerinin daha iyi bir düzeye taşınmasına destek olacak fırsatların öğrencilere sağlanmasının beklendiği belirtilmiştir (MEB, 2018b, s.11). Türkiye'de MEB'in uyguladığı Akademik Becerilerin Değerlendirilmesi ve İncelenmesi (ABİDE) isimli uygulama ilkokul çağındaki fen öğretiminin sonuçlarını ortaya koymak açısından oldukça önemlidir. ABİDE uygulamasının fen bilimlerine ait bulgularına göre 4. sınıfta eğitim-öğretime devam eden öğrencilerinin % 3,2 oranında ileri yeterlik seviyesinde performans gösterdiği görülmüştür (MEB, 2019a). Bu sonuçlara bakarak öğrencilerin fenle ilişkili olayları ve olguları açıklayabilecek kontrollü deney düzenekleri tasarlama ve bunun sebebini ifade etme, bilimsel kavramlar arasında ilişki kurma, tahminleri ve alternatif açıklamaları analiz etme, günlük yaşamda karşılaştığı problem durumlarına fene dair bilgi ve becerilerini işe koşarak çözümler üretme ve bunu gerçek yaşamdaki diğer problem durumlarına uyarlama gibi yeterliklerinin arzu edilen düzeyde olmadığı görülmektedir (MEB, 2019a, s. 100). Yine Uluslararası Eğitim Başarısını Değerlendirme Kuruluşu (IEA) tarafından uygulanan Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS]) ilkokul dördüncü sınıfların fen başarılarına dair önemli sonuçlar ortaya koymaktadır. TIMSS araştırmalarının 2019 yılı Türkiye sonuçları incelendiğinde önceki yıllara göre öğrenci başarısının arttığı görülse de beşinci sınıf öğrencilerinin %10'unun temel yeterlikler düzeyinin altında kaldığı görülmektedir (TIMSS, 2020, p.109). Ortaya çıkan bu oran Türkiye'de ilkokul seviyesinde göz ardı edilemeyecek kadar öğrencinin halen temel yeterlikler düzeyinin gerisinde olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (Aydın-Ceran, 2021).

2.3. Motivasyon ve Öğrenme

Bir davranışın gerçekleştirilme düzeyi üzerinde oldukça önemli etkenlerden birisi olarak kabul edilen motivasyon, Abell ve Lederman'a (2007) göre bireyleri harekete geçirip onlara yön tayin eden ve gerçekleşen davranışın devamını sağlayan içsel bir durumdur. Buna benzer olarak motivasyon, bir bireyi davranışı gerçekleştirmek için yönlendiren, söz konusu davranışın şiddetini belirleyip daha sonra da davranışın devam etmesini sağlayan güç olarak ifade edilebilir (Schunk vd., 2013). Yine Pintrich ve Schunk'a (1996) göre bir amaç için davranışın gerçekleştiği ve bunun sürdürüldüğü süreç motivasyon olarak adlandırılmıştır. Motivasyonun öğrenme ve öğretme süreçlerinde oldukça önemli bir yeri vardır (Arıkıl & Yorgancı, 2012). Pintrich ve Schunk'a (1996) göre motivasyonun öğrencilerin nasıl ve niçin öğrendikleri ve bunun yanında öğrenme performansları üzerine önemli etkileri vardır. Çünkü motive olan öğrencinin öğrenmeye yönelik yüksek düzeyde enerjisi vardır ve öğrenme sürecinde davranışlarının nasıl yönleneceği önceden bellidir (Dellal & Günak, 2009). Buna ek olarak motivasyon, öğrencilerin öğrenmenin gerçekleştiği süreç boyunca harcayacakları çabanın miktarını da belirlemektedir (Aydın, 2009). Dolayısıyla öğrenme ile motivasyon arasında çok önemli bir bağ vardır ve öğrenmedeki problemlerin ilk sıralarında öğrencilerdeki motivasyon eksikliği yer almaktadır (Karcı & Gündoğdu, 2018). Motivasyon, öğrenme sürecine direkt olarak etki eder ve bu sebeple öğrencilerin akademik başarı düzeylerinde de çok büyük etkiye sahiptir (Şenler, 2014). Güdülenme, başarının sağlanması için mutlaka olması gereken ön şartlardan biridir (Selçuk, 2000). Öğrencilerin başarı düzeyleri aynı zamanda motivasyon düzeylerini de göstermektedir. Çünkü motivasyon kavramı öğrencilerin akademik başarı seviyeleriyle bağlantılı olarak görülen ve aynı zamanda akademik başarı düzeyini yükseltmede önemli bir değişken olarak yerini almıştır (Azizoğlu & Çetin, 2009; Özbaşı vd., 2018; Seyis, 2011). Öğrencilerdeki düşük akademik başarının sebebi motivasyon eksikliğidir (Güvendik, 2010). Bireylerin bir iş için motive olma düzeyleri; o işi yaparken ne kadar özenli oldukları ne kadar ilerleme kaydettikleri, o iş için gösterdikleri sabır ve çaba miktarıyla doğru orantılıdır. Bundan dolayı motivasyonu yüksek düzeyde olan bireylerin bir iş gerçekleştirirken önlerine çıkan engellere ve olumsuz durumlara direndikleri, başarılı olabilmek için alternatif yolları denedikleri belirlenmiştir. Ayrıca motivasyon düzeyi yüksek olan bireyler bir işe

girişirken başarısız olabilecekleri ihtimalini düşünmemektedirler (Schunk vd., 2008; Akt. Patrick & Mantzicopoulos, 2015, s. 8).

Çocukların eylemlerini belirleyen kuvvetin bu eylemlere yönelik geliştirilen inançlar olduğunu ifade eden sosyal-bilişsel temelli motivasyon teorilerine göre; Çocukların gerçekleştireceği görev veya onlara sunulan konu ilgi çekici mi?, Çocukların istenen görevi yapabilmeleri için yetenekleri var mı?, Söz konusu eylem ve davranış ulaşılmak istenen hedefler arasında mı?, Öğrencilerin bu eylemi gerçekleştirme sürecindeki başarı düzeylerinin nasıl bir getirisi olacaktır?, Çocukların çevresinde bulunan bireyler sergilenen söz konusu davranışlara karşı nasıl tepki verecekler? şeklindeki sorular çocukların motivasyon düzeyleriyle ilgili belirleyici bir faktör olmaktadır (Patrick & Mantzicopoulos, 2015).

Sınıf içinde öğrencilerin motivasyonlarını etkileyen dört faktör bulunmaktadır. Bunlardan ilki öğretmenin sınıftaki rolleridir ve bu durumda öğretmen; çocukların motivasyonlarını üst düzeye çıkarabilmek için iyi bir rehber olmalı, sınıf düzenini sağlamalı, çağdaş öğretim yöntem ve tekniklerini uygulamalı ve çocukların bilgilerini sürekli taze tutmalıdır. İkinci faktör: eğitim ve öğretime yönelik planlı ve çağdaş etkinlikler aracılığıyla öğrencilerin olumsuz kaygılar yaşamayacakları bir sınıf ortamı oluşturmalıdır. Üçüncü faktör: iyi bir sınıf yönetimi sergileyerek eğitim materyallerine öğrencilerin erişimini kolaylaştırmak ve öğrenciler arası sosyal etkileşimi arttırıcı faaliyetler gerçekleştirmek. Son olarak iş birliğinin, karşılıklı saygının ön planda olduğu, başarının ödüllendirildiği, öğrencilerin kendileriyle ilgilenildiğini hissettikleri bir sınıf ortamı oluşturmak. Söz konusu bu dört faktörün etkili şekilde uygulanması sonucunda öğrencilerin motivasyonlarının olumlu yönde değiştiği gözlemlenmiştir (Vatansever Bayraktar, 2015).

2.3.1. Motivasyon ve Fen Öğrenimi

Lee ve Brophy (1996) öğrencilerin fen öğrenimi ile ilgili motivasyonlarını ifade ederken iki önemli özelliği ön plana çıkarmaktadır. Bunlardan ilki fene dair kavramları daha iyi anlayabilmek amacıyla öğrencilerin motive olmaları, ikincisi ise aktif öğrenme stratejilerinin uygulanmasıdır (Barlia, 1999). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşımın önemli bir yeri vardır ve bu teoriye göre öğrenciler öğrenme sürecinde pasif alıcı konumunda olmak yerine sahip oldukları bilgileri yeni bilgilerle entegre ederek hem anlamlı hem de kalıcı öğrenmenin gerçekleşmesinde rol alan aktif birer öğrenci konumunda olurlar. Öğrenciler fene dair yeni kavramlar öğrenme sürecinde

sahip oldukları bilgileri, amaçları, inançları ve ilgileri doğrultusunda yeni kavramları anlamlandırmaya ve yorumlamaya çalışırlar. Bu sayede öğrencilerin sahip oldukları kavramsal şemaları yeniden inşa edilmiş olur. Bu süreçte motivasyon öğrencinin bilgiyi yapılandırmasında ve kavramsal değişimin yaşandığı süreçte önemli bir faktör olarak ortaya çıkar (Palmer, 2005).

Öğrencilerin fen dersine dair sınıftaki etkinliklere aktif biçimde katılmaya istekli olmaları için öncelikle fene dair faaliyetlerin ve kavramların kendileri için anlamlı ve önemli olduğunu kabul etmeleri gereklidir. Bunun olmaması durumunda ise öğrenciler için anlamlı ve kalıcı öğrenme gerçekleşmeyecek; onun yerine bilgileri ezberleme yöntemine başvuracaklardır. Çünkü öğrencilerin bilimsel bilgiyi inşa edebilmeleri amacıyla motivasyonlarının sağlanması konusunda öğrenmenin amacı ve değerinin büyük önemi vardır (Von Glaserfeld, 1998). Buna benzer olarak Pintrich ve diğerleri (1993) de öğrencilerin fene dair kavramları yapılandırmalarında hem yeni kavramların öğrenilme amaçları ve bunun değeri hem de öğrencilerin sahip oldukları öz yeterliğin önemli olduğunu vurgulamıştır. Öğrencilerin fen konularına yönelik ilgileri ve bu dersten aldıkları notlar, öğrencilerin bilimsel bilgi edinme sürecindeki başarı düzeyleri, fen dersinin amaçları ve yönelimleri, öğrencilerin sahip oldukları görev algıları gibi faktörler fen öğretiminde motivasyonun önemiyle ilgili gerçekleştirilen birçok araştırmada öğrencilerin motivasyonunu etkileyen temel faktörler olarak ifade edilmiştir (Tuan vd., 2005).

2.4. Fen Eğitiminde Matematiksel Modelleme Çalışmaları ile İlgili Literatür

Fen eğitiminde matematiksel modelleme üzerine yapılan araştırmalarla ilgili alan yazın incelendiğinde bu konuyla ilgili çok kısıtlı oranda bilgiye ulaşılacaktır.

Yıldız ve Yenilmez (2019) tarafından 2000-2017 yılları arasında eğitim alanında Türkiye'de yapılan tezler incelenmiş ve bu tezler arasında fen eğitiminde matematiksel modelleme üzerine yapılmış tez sayısının çok az olduğu görülmüştür. Bu tematik araştırmaya göre modellemeye dair görüş ve modellemenin problem çözmeyle ilişkisi konularında daha çok çalışmanın olduğu görülmüştür. Buna ek olarak araştırmacıların çalışma grubu olarak çoğunlukla öğretmen adaylarını ve ortaokul öğrencilerini tercih ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte eğitim sistemi içinde aktif olarak bulunan öğretmenlerin matematiksel modellemeye yönelik bilgi düzeylerinin arttırılması ve bu alanda var olan eksikliklerin belirlenebilmesi amacıyla yeni

çalışmaların yapılması gerekliliği vurgulanmıştır. Yine bu çalışmanın öneriler kısmında matematiksel modellemenin farklı bilim dallarıyla yeterince bir araya getirilmediği, bu nedenle diğer bilim dallarıyla matematiksel modelleme arsında disiplinler arası çalışmaların ortaya konulması gerekliliğidir.

Türkiye'de gerçekleştirilen modelleme çalışmalarına ait genel durumun nasıl olduğunu ortaya çıkarmayı amaçlayan Koç (2020), matematiksel modelleme konusunda 2000-2019 yılları arasında yapılmış doktora ve yüksek lisans tezlerini içerik bakımından analiz ederek özellikle model ve modelleme perspektiflerine uygunluk incelemesi yapmıştır. Söz konusu tarihler arasında yapılan ve modelleme etkinliklerini içeren kırk iki adet araştırma kavramsal kodlama yöntemi kullanılarak model ve modelleme yaklaşımının tasarım prensipleri açısından incelenmiş ve bu çalışmalarda kullanılan modelleme etkinliklerinin sadece %19'unun model oluşturma etkinliklerinin prensiplerinin hepsine sahip olduğu ortaya konmuştur.

Hıdıroğlu ve Can (2020) tarafından Bilim tarihi/Teori/Teknoloji/Modelleme (HTTM) şeklinde düzenlenmiş öğrenme ortamının fen bilgisi öğretmen adaylarının hem matematiksel düşünmeye dair algılarına hem de matematiksel modelleme becerileri üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla 27 fen bilgisi öğretmen adayından oluşturulmuş çalışma grubuyla beş hafta süren bir çalışma yapılmıştır. Araştırmada yarı deneysel desen tercih edilmiş ve Özkan Hıdıroğlu'nun (2016) ortaya koyduğu HTTM öğrenme sürecini de kapsayan bir eğitim süreci uygulanmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak Ersoy ve Başer'in (2013) geliştirildiği matematiksel düşünme ölçeği, Hıdıroğlu ve Özkan Hıdıroğlu (2016) tarafından geliştirilen İskenderiye Deniz Feneri matematiksel modelleme problemi ve yine Hıdıroğlu ve Özkan Hıdıroğlu (2016) tarafından geliştirilen matematiksel modellemeye dair dereceli puanlama anahtarı kullanılmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda HTTM öğrenme ortamının fen bilgisi öğretmen adaylarının hem matematiksel düşünmeye dair algılarında hem de matematiksel modellemenin bütün alt yeterliklerinde olumlu yönde anlamlı biçimde farklılaştığı ortaya konmuştur. Bununla birlikte matematiksel modellemeye dair alt boyutlarda gelişmenin en fazla olduğu becerilerin; ihtiyaç duyulan stratejik faktörleri tespit etme, ihtiyaç duyulan matematiksel kavramları tespit etme ve problemin çözümü için uygun stratejiyi ortaya koyma olduğu görülmüşken gelişimin en az olduğu becerinin ise ulaşılan sonuçları farklı yollarla kontrol edip doğrulamaya çalışma becerisi olduğu belirlenmiştir.

Gürbüz ve diğerleri (2017-2020) tarafından yapılan hem fen bilgisi hem de matematik öğretmenlerinin birlikte çalışmasıyla disiplinler arası matematiksel modelleme etkinlikleri [DMM] geliştirmelerini mümkün kılan bir öğrenme ortamı tasarlamak, söz konusu etkinlikleri bu öğrenme ortamına aktarmak ve buradan elde edilen çıktıları inceleyerek öğrenci ve öğretmenlerin kaydettikleri gelişimi DMM kapsamında değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın çalışma grubunu dokuz fen bilgisi ile dokuz matematik öğretmeni oluşturmuş ve çalışma grubu kendi içinde ikişerli gruplara ayrılarak 12 hafta süren bir çalışma süreci uygulanmıştır. Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı bu araştırmada sonuç olarak öğretmenlerin bu süreçte problemin değişkenlerini belirleme, çözüm için varsayımlar oluşturma ve genellenebilir bir çözüm elde etmek için zihinsel bir model oluşturma basamaklarında güçlükler yaşadıkları görülmüştür. Buna ek olarak öğretmenlerin DMM'nin etkinliklerine dair deneyimlerinin yetersiz olduğunun tespit edilmesi sebebiyle öğretmenlerin bu etkinliklerle ilgili deneyimlerini istenen düzeye çıkarmayı sağlayacak çalışmaların gerçekleştirilmesi ve bunun yanı sıra öğretmenlerin modellemeye dair yeterliklerini alt boyutlarıyla inceleyecek çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Güder (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada matematiğin hem Türkçe hem de fen bilimleri dersleriyle ilişkilendirilmesini sağlamak amacıyla matematiksel modelleme problemlerinden yararlanmış ve böylece bir öğrenme ortamı oluşturarak değerlendirme yapmayı amaçlamıştır. Araştırmada çok katmanlı öğretim deneyi yöntemi tercih edilmiş, çalışma grubu ise bir Türkçe, bir fen, bir matematik öğretmeni ile 7. sınıfta öğrenim gören dokuz öğrenciden oluşmuştur. Veri toplama aracı olarak video kayıtları, gözlemler, yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılmış ve araştırmada sonuç olarak öğrencilerin disiplinler arası matematiksel modelleme etkinlikleri sayesinde matematiksel düşünme becerilerinde ve kavram öğreniminde gelişme gösterdikleri, etkinliklerde yer alan matematik, fen ve Türkçe disiplinlerine karşı olumlu tutum geliştirdikleri ve öğretim programlarında benzer etkinliklere yer verilmesinin gerekliliği görülmüştür.

Başkan (2011) tarafından lisans eğitiminin 1. sınıfında bulunan fen bilgisi öğretmen adaylarından kırk beşi ile oluşturulmuş çalışma grubuyla gerçekleştirilen araştırmada, düzlemde hareket ve doğrusal hareket üniteleri matematiksel modelleme etkinlikleri kullanılarak işlenmiş ve bu durumun öğretmen adaylarının öğrenmeleri üzerindeki etkilerini tespit etmek amaçlanmıştır. Araştırmada yarı deneysel desen kullanılmış ve sonuç olarak öğretmen adaylarının temel matematiksel bilgilerinde eksiklikler olduğu

belirlenmiş. Bununla birlikte fen bilgisi öğretmen adaylarının kavramlar arasındaki ilişkileri fark edebilme, kavramlarla ilgili derin anlamaları gerçekleştirme ve bunların sonuçlarıyla ilgili yorum yapabilme becerilerinde olumlu yönde değişiklikler yaşandığı belirlenmiştir. Yine bu çalışmada öğretmen adaylarının problemi anlama basamağında başarısız olmalarının sebebinin katılımcıların direkt olarak problemi çözmeye çalışmaları olduğu görülmüştür. Araştırmanın bir diğer sonucu ise sürecin ilk zamanlarında problemlerde değişkenleri belirleme ve bunları sadeleştirme konularında güçlükler yaşadıkları için problem çözümünde başarısız olan öğretmen adaylarının süreç ilerledikçe deneyimleri arttığı için söz konusu becerilerinin de geliştiği görülmüştür. Bununla beraber modelleme etkinliklerinde uygulanan grup çalışması sayesinde katılımcılar grup içi tartışmalarla problemin çözümünde birbirlerine destek olmuşlardır ve bu tartışmalar katılımcıların problem çözmeyle ilgili stratejiler geliştirmelerini sağlamıştır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde; tezde kullanılan araştırma modeline ek olarak çalışma grupları, veri toplama araçları ve son olarak da verilerin analizi yer almıştır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin fen başarısına ve fen öğrenme motivasyonlarına etkisinin yarı deneysel desenle incelendiği bu araştırmada ayrıca uygulama sonrasında öğrencilerin sürece dair görüşlerinin alındığı yarı yapılandırılmış görüşme formları ile daha ayrıntılı bilgi elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla bu araştırmada nicel verilerle nitel verilerin bir arada yer aldığı karma yaklaşım kullanılmıştır. Nicel ve nitel araştırma yaklaşımlarının, yöntemlerinin, tekniklerinin, kavramlarının veya dilinin bir çalışmada bir araya getirildiği araştırma çeşidi karma yöntem araştırması olarak ifade edilmektedir (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Araştırmaya dair nicel ve nitel verilerin birlikte kullanılması bütüncül bir bakış açısı elde etmeye ve araştırılan konunun çeşitli boyutlarını açıklamaya katkı sağlar (Davies, 2000). Karma yöntemin kullanıldığı araştırmalarda nicel yaklaşımla nitel yaklaşım birlikte kullanılır bu sayede araştırmanın probleminin sadece bir yöntemle açıklanmaya çalışılması yerine anlaşılırlığı arttırılmış olur (Greene, 2005). Nicel veriler katılımcıların davranış, tutum veya performanslarıyla ilgili açık uçlu olmayan bilgiler sunarken nitel veriler ise araştırmanın katılımcılarından elde edilen açık uçlu bilgileri sunmaktadır (Creswell, 2006). Araştırmaya dair hem nicel verilerin hem de nitel verilerin toplanmasından sonra analiz edilmesinin yanı sıra bunların karışık biçimde yorumlanmasıyla problemin daha eksiksiz bir tasviri oluşturulmuş olur. Araştırmalarda karma yaklaşımı kullanmanın avantajları olduğu gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Johnson ve Onwuegbuzie (2004)'e göre karma araştırmanın güçlü ve zayıf yönleri aşağıdaki Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Karma Araştırmanın Güçlü ve Zayıf Yönleri

Karma Araştırmanın Güçlü Yönleri	Karma Araştırmanın Zayıf Yönleri
▪ Araştırmacı, nitel ve nicel yöntemi aynı çalışmada kullanarak yöntemlerden birinin zayıf yönünü diğer yöntemin güçlü yönünü kullanarak telafi edebilir. ▪ Görsel ve temsili kavramları veya olayları nicel yöntemden elde ettiği sayısal verileri desteklemek amacıyla kullanabilir. ▪ Elde edilen sonuçların genellenebilirlik düzeyini arttırabilmek amacıyla kullanabilir. ▪ Araştırmacı tek bir yöntemle sınırlı kalmadığı için kapsamı daha geniş sorulara yanıt verebilir. ▪ Yalnızca bir yöntemin kullanıldığı araştırmalarda gözden kaçabilecek soruları cevaplayabilir. ▪ Bulgular doğrultusunda sonuçlar için daha güçlü kanıtlar ortaya koyabilir ▪ Nitel yöntem ile nicel yöntemin birlikte kullanımı hem teoriye hem de uygulamaya yönelik daha kesin bilgiler sunar.	▪ Bir araştırmacının iki yöntemi eş zamanlı yürütmesi zor olabilir. Bu yüzden bir takım çalışması gerekebilir. ▪ Araştırmacı her iki yaklaşım hakkında da yeteri kadar bilgi sahibi olmalı ve bu iki yaklaşımı birlikte açıklayabilmelidir. ▪ Karma yöntem pahalıdır. İki veri türünü analiz etmek zaman alıcıdır. ▪ Yöntembilimciler tarafından bir araştırmacının araştırmasını sadece nitel ya da sadece nicel araştırma paradigması ile gerçekleştirmesi gerektiği ileri sürülmektedir.

Creswell'e (2009) göre altı çeşit karma desen araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Önce nicel verilerin toplanarak analiz edildiği ardından da nitel verilerin toplandığı ve nicel verilerin daha ağırlıkta olduğu sıralı açıklayıcı desende elde edilen veriler sonuç ve tartışma bölümünde birleştirilir. Sıralı araştırıcı desende ise nitel veriler toplanıp analiz edildikten sonra nicel veriler toplanır ve söz konusu veriler sonuç ve tartışma bölümünde birleştirilir. Diğer bir karma yöntem deseni olan sıralı dönüşümsel desende ise araştırmacı hangi yöntemle isterse araştırmasına başlar ve ardından diğer yöntemin verilerini toplayıp analiz eder. Yani araştırmacı öncelik sırasını ihtiyaçlara göre belirleyebilir. Elde edilen veriler de sonuç ve tartışma bölümünde birleştirilerek sunulur. Araştırmanın nicel verileri ile nitel verilerinin aynı anda toplandığı ve analiz edildiği desen ise eşzamanlı üçgenleme desen olarak ifade edilir. Burada ulaşılan veriler birleştirilirken bir veri türünün açıklama konusunda zayıf kaldığı noktalar diğer türdeki verilerle açıklanmaya çalışılır. Eşzamanlı iç içe geçmiş desende de farklı veri türleri eşzamanlı olarak toplanıp analiz edilir fakat bu desende bir veri türüne diğerinden daha fazla ağırlık verilir. Bu durumda baskın

olmayan veri türü diğer veri türünün soruları açıklamasına yardımcı olacak biçimde kullanılır. Eşzamanlı dönüşümsel desende de farklı veri türleri eşzamanlı olarak toplanır ve analiz edilir. Bir veri türüne öncelik verilebileceği gibi her iki veri türüne de eşit derecede önem verilebilir. Bu sayede araştırmacı farklı bakış açılarıyla alternatif açıklamalar yapabilir ve elde ettiği verileri birbirlerini desteklemesi amacıyla kullanabilir.

Bu araştırmada önce nicel verilerin ardından da nitel verilerin toplandığı sıralı açıklayıcı desen kullanılmıştır. Araştırmanın verilerin toplanmasının ardından sonra analiz işlemi gerçekleşmiş ve elde edilen bulgular sonuç ve tartışma kısmında birleştirilerek, karşılaştırılarak sonuçlar bir arada yorumlanmıştır. Böylelikle her iki veri türünden de ulaşılabilecek farklı bakış açılarının elde edilmesi amaçlanmıştır.

Bu araştırmanın nicel verilerini toplamak için ön test – son test eşleştirilmiş gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Deneysel araştırmalar, önceden belirlenen bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenin üzerinde olası etkilerinin incelendiği araştırmalardır (Büyüköztürk vd., 2012, s. 195). Gerçek deneysel desenin kullanıldığı araştırmalarda yansız grup atamasının yapılması gerekmektedir fakat eğitim bilimleriyle ilgili çalışmalarda öğrencilerin gönüllülüğü esastır ve eğitim öğretimin aksatılmaması zorunluluğu vardır. Bu sebeple eğitim bilimleri kapsamındaki çalışmalarda yarı deneysel desen kullanılmaktadır. Yarı deneysel desenin kullanıldığı çalışmalarda her ne kadar öğrenciler yansız olarak gruplara atanamasa da araştırmanın çalışma grubunu oluşturan kontrol grubu ile deney grubu yansız biçimde belirlenir (Creswell, 2009, s. 155). Yine bu desende eşleştirilmiş gruplar kullanılır ve bu hazır gruplar belirli değişkinler bakımından eşleştirilmeye çalışılır, böylece yansız atama yapılmış olur (Büyüköztürk vd., 2012). Dolayısıyla bu araştırmada ön test – son test eşleştirilmiş gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmayla ilgili uygulamanın yapıldığı ilkokulun dördüncü sınıflarından bir şube kontrol grubu olarak bir diğer şube de deney grubu olarak yansız atamayla belirlenmiştir. Araştırmaya ait nicel veriler; uygulama süreci başlamadan önce ön test, uygulama süreci sona erdikten sonra da son test ile toplanmıştır. Araştırmanın nicel boyutuna ilişkin uygulama süreci Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Araştırmanın Nicel Desenine Dair Uygulama Süreci

Gruplar	Ön Test	Uygulama (Deneysel Süreç)	Son Test
Deney Grubu	MÖABT FMÖ	MEB öğretim programına uygun öğretim sürecine ek olarak Maddenin Özellikleri ünitesinin konu ve kazanımlarına uygun biçimde hazırlanmış matematiksel modelleme etkinliklerinin kullanılması	MÖABT FMÖ
Kontrol Grubu	MÖABT FMÖ	MEB öğretim programına uygun biçimde öğretim süreci	MÖABT FMÖ

MÖABT: Maddenin Özellikleri Akademik Başarı Testi

FMÖ: Fen Motivasyon Ölçeği

Araştırmanın nitel bölümünde matematiksel modelleme etkinliklerinin dördüncü sınıftaki öğrencilerin fen başarısına, fen öğrenme motivasyonlarına olası etkilerini belirlemek amacıyla kullanıldığı sürece dair öğrenci görüşlerini incelemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formu araştırmacı tarafından daha önce hazırlanır, açık uçlu sorular barındırır ve araştırmadaki katılımcıların algılarını, tepkilerini keşfetmeye yardımcı olur (Cohen vd., 2007). Katılımcıların olaylara dair bakış açılarını ve bu olaylara yükledikleri anlamları belirleyebilmek için etkili bir araç olarak yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılabilir (Berg & Lune, 2015).

3.2. Çalışma Grubu

Bu araştırma kapsamında 2023-2024 eğitim – öğretim yılında İstanbul ilinin Avrupa Yakası'nda, bir devlet ilkokulunda eğitime devam eden dördüncü sınıf öğrencileriyle çalışma grubu oluşturulmuştur. Araştırmanın deney grubunda 25 öğrenci ve kontrol grubunda 25 öğrenci olmak üzere toplamda 50 öğrenci çalışma grubunda yer almıştır. Çalışma grubu oluşturulurken az maliyetli, hızlı ve ulaşılması kolay olması sebebiyle amaçlı örneklem yöntemi tercih edilebilir (Baltacı, 2018). Çalışma grubunun bazı sınırlılıklar nedeniyle daha kolay ulaşılabilecek ve uygulama yapılabilecek birimler arasından seçildiği örnekleme yöntemi amaçlı örnekleme yöntemi olarak ifade edilmektedir (Büyüköztürk, 2008). Araştırmanın nitel boyutuna yönelik çalışma grubu oluşturulurken ölçüt örnekleme adı verilen yine amaçlı örnekleme yönteminin bir alt türü kullanılmıştır. Ölçüt örnekleme yönteminde önce ölçütler belirlenir ardından da

söz konusu ölçütlere dair tüm olasılıklar çalışılır. Bu ölçütler araştırmacı tarafından özel olarak oluşturulmuş da olabilir, başka araştırmacılar tarafından daha önce hazırlanmış olan bir ölçüt listesi de kullanılabilir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Dolayısıyla araştırmanın nitel boyutunda yer alacak katılımcılar için araştırmacı tarafından aşağıdaki ölçütler belirlenmiş ve bu sayede daha derinlemesine bilgiler elde edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmacı tarafından belirlenen ölçütler aşağıdaki gibidir:

(1) Etkinlikler sürecinde aktif olarak bulunup grup arkadaşlarıyla iş birliği içinde çalışabilen,

(2) Yaşadığı deneyimlerle ilgili duygu ve düşüncelerini doğru, samimi ve anlaşılır biçimde ifade edebilen

(3) Özgün fikirlere sahip olan ve bu fikirleri rasyonel temelde savunabilen

Bu ölçütler doğrultusunda 11 öğrenci belirlenerek araştırmanın nitel boyutunda yer alacak çalışma grubu oluşturulmuştur. Bununla birlikte etik ilkeler dolayısıyla öğrencilerin gerçek kimlikleri gizlenmiş ve öğrencilere kod adlar verilmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırma kapsamında matematiksel modelleme etkinliklerinin dördüncü sınıftaki öğrencilerin fen başarısına ve fen öğrenme motivasyonlarına etkisini belirleyebilmek amacıyla veri toplama aracı olarak "Maddenin Özellikleri Akademik Başarı Testi" ile "Fen Motivasyon Ölçeği" kullanılırken aynı kapsamda öğrencilerin sürece dair görüşlerini belirleyebilmek amacıyla da "Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu" kullanılmıştır.

3.3.1. Maddenin Özellikleri Akademik Başarı Testi (MÖABT)

Gürler ve Akgün (2023) tarafından fen bilimleri dersinin güncel programındaki kazanımları doğrultusunda 4. sınıf düzeyinde "Maddenin Özellikleri" ünitesine dair geçerli ve güvenilir bir akademik başarı testi geliştirilmiştir. Çalışma sürecinde nicel yöntemin tarama modeli kullanılmıştır. Araştırma için oluşturulan çalışma grubunda 2022-2023 eğitim – öğretim yılında Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bir ildeki 280 beşinci sınıf öğrencisi yer almıştır. Bu öğrenciler maksimum çeşitlilik örneklemesiyle belirlenmiş ve bir önceki eğitim – öğretim yılında "Madde ve Özellikleri" ünitesini işlemiş olan öğrencilerdir. Söz konusu ünite kapsamında 10 kazanım bulunmaktadır ve her kazanıma dair 3 soru oluşturularak başarı testi için toplamda 30 soru hazırlanmıştır. Başarı testinin görünüş ve kapsam geçerliği için belirtke tablosu

oluşturulmuş ve uzman görüşü alınmıştır. Yapılan madde analizi sonucunda 3 adet soru testten çıkarılmıştır. Bununla birlikte 6 adet soru da yeniden düzenlenip geliştirilerek yeniden teste eklenmiştir. Son durumda test 27 maddeden oluşmuş, testin ortalama madde güçlüğü .59 olurken ortalama madde ayırt edicilik indeksi ise .45 olarak hesaplanmıştır. Testin KR-20 tekniğiyle hesaplanan güvenirlik katsayısı da .81 olarak bulunmuştur. Bir testin güvenilir olarak anılması için KR-20 değerinin .70 ve bu değerin üzerinde olması gerekmektedir Heale ve Twycross (2015) Bu açıdan bakıldığında MÖABT'nin güvenilir bir başarı testi olduğu görülmektedir.

3.3.2. Fen Motivasyonu Ölçeği

Araştırma kapsamında matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul dördüncü sınıftaki öğrencilerin fen öğrenimine dair motivasyonlarına etkisini tespit etmek amacıyla Tuan, Chin ve Shieh (2005) tarafından geliştirilip Türkçe'ye Yılmaz ve Çavaş'ın (2007) uyarladığı Fen Öğrenimine Yönelik Motivasyon Ölçeği kullanılmıştır. Söz konusu ölçekte 1 (hiç katılmıyorum) ile 5 (tamamen katılıyorum) seçenekleri arasında değerlendirilen, beşli likert tipi olmak üzere toplam 33 madde bulunmaktadır. Fen Öğrenimine Yönelik Motivasyon Ölçeğinin güvenirliği Eşdeğer Yarılama (test yarılama) ve Cronbach Alfa İç Tutarlık olmak üzere iki yöntemle hesaplanmış ve eşdeğer yarılama yöntemiyle elde edilen güvenirlik katsayısı .89 olarak bulunurken Cronbach Alfa Katsayısı ise .87 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler doğrultusunda ölçeğin güvenilir olduğu ifade edilebilir.

3.3.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Araştırmanın nitel boyutunda yarı yapılandırılmış görüşme formu veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Katılımcılarla gerçekleştirilen görüşme sürecinde temel amaç, katılımcıların araştırma konusuna dair duygu, düşünce ve inançlarını ortaya çıkarmaktır (Çepni, 2009; Merriam, 2009). Bu araştırma kapsamında kullanılan yarı yapılandırılmış görüşme formu araştırmacı tarafından alan yazın taramasıyla oluşturulmuş ve alanında uzman üç akademisyene sunulmuştur. Akademisyenlerden alınan dönütler doğrultusunda düzeltmeler yapılarak son halini almıştır. Söz konusu yarı yapılandırılmış görüşme formu "Matematiksel Modelleme Sürecinin Aşamaları", "Duyuşsal Etki" ve "Sosyal İlişki" olmak üzere üç alt başlıktan oluşmuştur. Matematiksel modelleme sürecinin aşamalarına dair katılımcı görüşlerinin belirlenmeye çalışıldığı dört sorudan oluşan ilk bölümde; "Araştırma sürecinde size

verilen matematiksel modelleme problemlerinin içeriği ile diğer süreçlerde verilen problemleri karşılaştırdığınızda ne söyleyebilirsiniz?", "Modelleme süreci boyunca sizi zorlayan ve size kolay gelen kısımlar oldu ise bunlar nelerdir?" gibi sorular yer almıştır.

Araştırma sürecinin katılımcılar üzerindeki duyuşsal etkilerini belirlemek için hazırlanmış beş sorudan oluşan "Duyuşsal Etki" bölümünde; "Bu süreç Fen Bilimleri dersi ile ilgili duygu ve düşüncelerinize herhangi bir etkide bulundu mu?", "Fen Bilimleri dersinde bu yönde bir grup çalışması gerçekleştirmek kendinizi nasıl hissettirdi?" gibi sorular bulunmaktadır.

Araştırma sürecinin katılımcıların sosyal ilişkileri üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için hazırlanmış ve beş sorudan oluşan "Sosyal İlişki" bölümünde ise; "Süreç boyunca grup içinde düşüncelerinizi ifade ederken bunu ne düzeyde gerçekleştirebildiniz?", "Bu süreç grup içindeki arkadaşlarınızla ilişkilerinizde herhangi bir farklılaşmaya sebep oldu mu?" şeklinde sorular yer almıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formunda üç bölüme ait toplam on dört soru yer almıştır.

3.4. Veri Toplama Süreci

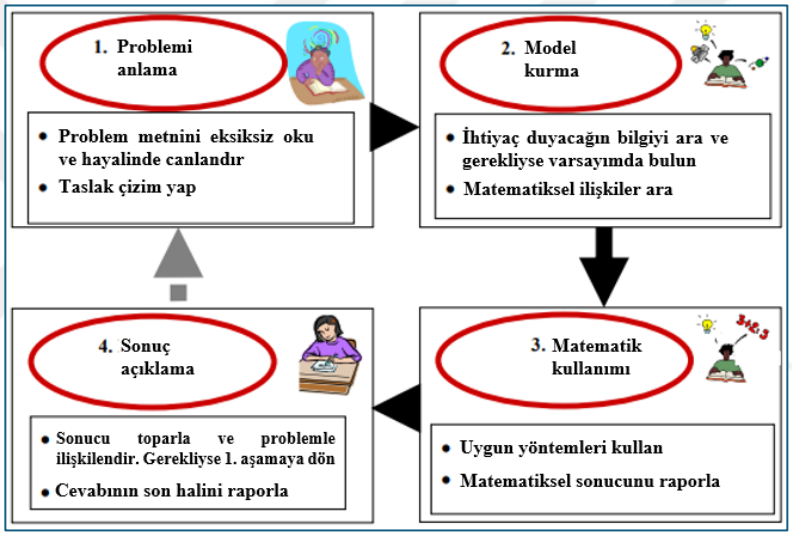
3.4.1. Nicel Verileri Toplama Süreci

3.4.1.1. Deney Grubuna Ait Veri Toplama Süreci

Bu araştırma 2023 -2024 eğitim – öğretim yılının ilk dönemi sonunda ve ikinci dönemi başında olmak üzere toplamda 5 haftada gerçekleştirilmiştir. Söz konusu zaman dilimi "Maddenin Özellikleri" ünitesinin MEB fen öğretim programının yıllık planında yer aldığı tarih aralığına göre belirlenmiştir. Öncelikle öğrencilere matematiksel modelleme etkinlikleri hakkında bilgiler verilmiş, bu etkinliklere dair örnekler sunulmuş ve öğrencilerin deneyim sahibi olabilmeleri için bir matematiksel modelleme etkinliği uygulanmıştır. Bu süreçte Blum ve Ferri (2009) tarafından geliştirilen dört aşamalı problem çözüm döngüsü öğrencilere tanıtılmıştır. Bu döngüde dört aşama bulunmaktadır ve her aşama numaralandırılmıştır fakat model oluşturma sürecinde doğrusal bir sıra izleme zorunluluğu yoktur. Dolayısıyla öğrenciler bu aşamalar arasında gidiş dönüşler yaşamaktadır. Bu aşamaların ilki "problemi anlama" aşamasıdır. Bu aşamada modelleyiciler problemi iyice okuyup anlamaya çalışır ve bu amaç doğrultusunda problem durumunu zihinde canlandırma ve eğer gerekliyse çizimler yaparlar. Döngünün ikinci aşamasında "model kurma" işlemi gerçekleştirilir.

Bu aşamada modelleyiciler problem durumuna ait verileri inceler, bu veriler arasındaki ilişkiyi belirleyip buradan hareketle bir model geliştirmeye çalışırlar. Modelleme döngüsünün üçüncü aşaması olan "matematik kullanımı" aşamasında ise modelleyiciler kurdukları modele göre matematiksel işlemler yapıp probleme dair matematiksel bir sonuca ulaşmaya çalışırlar. Döngünün son aşamasında ise "sonuç açıklama" bulunur. Bu aşamada modelleyiciler tarafından elde edilen sonuç rapor haline getirilerek sunulur ve başkaları tarafından farklı bakış açılarıyla değerlendirilir. Blum ve Ferri'nin (2009) geliştirdiği model oluşturma etkinlikleri için dört aşamalı çözüm planı Şekil 5'te sunulmuştur.

Şekil 5. Modelleme Problemleri için Dört Aşamalı Çözüm Planı



Kaynak: Blum & Ferri, 2009

Bunun ardından 4 hafta boyunca Madde ve Özellikleri ünitesinin kazanımlarına uygun olarak araştırmacı tarafından özgün biçimde geliştirilen ve uzman görüşüyle düzenlemeler ve geliştirmeler yapılan matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanmıştır. Her hafta MEB öğretim programına göre işlenen fen bilimleri dersine ek olarak bir matematiksel modelleme etkinliği gerçekleştirilmiştir. Model oluşturma etkinlikleri bireysel olarak gerçekleştirileceği gibi grupla iş birliği içinde uygulanmasının daha verimli olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Bukova, 2021). Dolayısıyla bu araştırmada da 25 kişilik deney grubu sınıfın fiziksel imkanları da dikkate alınarak üçerli ve dörderli gruplara ayrılmıştır. Literatürde de matematiksel modelleme etkinlikleri için oluşturulacak grupların üç ya da dört üyeden oluşabileceği bununla birlikte üçerli grupların daha verimli olduğu ifade edilmiştir (Zawojewski vd., 2003). Gruplar oluşturulurken grup içinde heterojen yapı; gruplar arasında ise

homojenlik gözetilmiştir. Böylece grupların birbirine denk olması sağlanmaya çalışılmıştır. Araştırmada kullanılan matematiksel modelleme etkinliklerin "Maddenin Özellikleri" ünitesinin kazanımlarıyla ilişkisi aşağıda yer alan Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Matematiksel Modelleme Etkinlikleri ile MEB 4. Sınıf Fen Bilimleri Kazanımları Arasındaki İlişki

Etkinlik	İlgili Kavram ve Konu	Gerçek Hayata Dair Bağlam	İlgili Kazanım
Hangi Temizlik Malzemesini Alalım	*Suyu Emen ve Emmeyen Maddeler	Günlük hayatta suyu emen ve emmeyen maddeleri ayırt ederek bunların kullanım alanlarını fark eder.	"F.4.4.1.1. Beş duyu organını kullanarak maddeyi niteleyen temel özellikleri açıklar."
Asansör Problemi	*Kütle *Hacim	Maddelerin sahip olduğu kütle ve hacmin gündelik yaşamdaki yerini fark eder.	"F.4.4.2.1. Farklı maddelerin kütle ve hacimlerini ölçerek karşılaştırır." "F.4.4.2.2. Ölçülebilir özelliklerini kullanarak maddeyi tanımlar."
Yiyecek Saklama Kumaşı Tarifi	*Katı, Sıvı, Gaz *Isınma ve Soğuma *Hal Değişimi	Günlük hayatta maddelerin bulundukları hali fark eder. Bazı maddelerin farklı halleri olduğunu ve bu hallerin ısı etkisiyle gerçekleştiğini fark eder.	"F.4.4.3.1. Maddelerin hâllerine ait temel özellikleri karşılaştırır." "F.4.4.3.2. Aynı maddenin farklı hâllerine örnekler verir." "F.4.4.4.1. Maddelerin ısınıp soğumasına yönelik deneyler tasarlar." "F.4.4.4.2. Maddelerin ısı etkisiyle hâl değiştirebileceğine yönelik deney tasarlar."
Pet Şişe Problemi	*Karışımların Ayrılması *Karışımların Ayrılmasının Ülke Ekonomisine Katkısı	Günlük hayatta kullanılmış maddelerin çöplerde karıştırıldığını, bunların ayrıştırılıp bir kısmının geri dönüşüme gönderilmesiyle ülke ekonomisine ve doğanın korumasına katkıda bulunabileceğini fark eder	"F.4.4.5.3. Karışımların ayrılmasını, ülke ekonomisine katkısı ve kaynakların etkili kullanımı bakımından tartışır." "F.4.4.5.2. Günlük yaşamda karşılaştığı karışımların ayrılmasında kullanılabilecek yöntemlerden uygun olanı seçer."

Uygulama sürecinde yaşananları ve öğrencilerin model oluşturma etkinlikleriyle ilgili ortaya koydukları çözümlere aşağıda yer verilmiştir. Birden fazla grup olduğu için gruplara alfabetik sıraya göre isimler verilmiştir.

1. Matematiksel Modelleme Etkinliği: Hangi Temizlik Malzemesini Alalım?

Bu matematiksel modelleme etkinliğinde gündelik yaşamda kullanılan malzemelerden suyu emenlerle suyu emmeyenler arasındaki farkın görülmesi amaçlanmıştır. Modelleyiciler bu günlük yaşam probleminde temizlik yaparken hangi malzemenin daha uygun olabileceğine karar verip bu durumu matematikselleştirmişlerdir. Söz konusu problem aşağıdaki gibidir.

Problem: Hangi Temizlik Malzemesini Alalım?

Emine Hanım salonunda bulunan sehpaya çarpmış ve sehpanın üzerinde içinde yaklaşık 2 litre su bulunan sürahi devrilmiştir. Sürahide bulunan suyun tamamı evin zeminine yayılmıştır. Bunun üzerine Emine Hanım markete giderek temizlik ürünlerinden almaya karar vermiştir. Emine hanıma bu alışverişinde yardımcı olur musun?

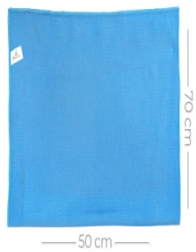
Öğrencilere problem sunulmadan önce sınıfın fiziksel düzeni klasik oturma düzeninden grup çalışmasına uygun olacak hale getirilmiştir. Ardından gruplar oluşturulmuş ve öğrenciler birbirlerinin yüzlerine bakabilecek şekilde oturtulmuştur. Problem durumu öğrencilere sunulduktan sonra hazırlık soruları sorularak problem çözmeye dair motivasyonları arttırılmaya ve hazır bulunuşluk seviyeleri yükseltilmeye çalışılmıştır.

Hazırlık Soruları:

1) 2 litre su ne kadardır? Örneklerle açıklayabilir misin?
2) 2 litre su odanın zemininin ne kadarına yayılmış olabilir?
3) Zemine yayılan suyu temizlemek için hangi yöntemler kullanılabilir?
4) Bu yöntemlerden sence hangisi daha hızlı ve ekonomiktir?

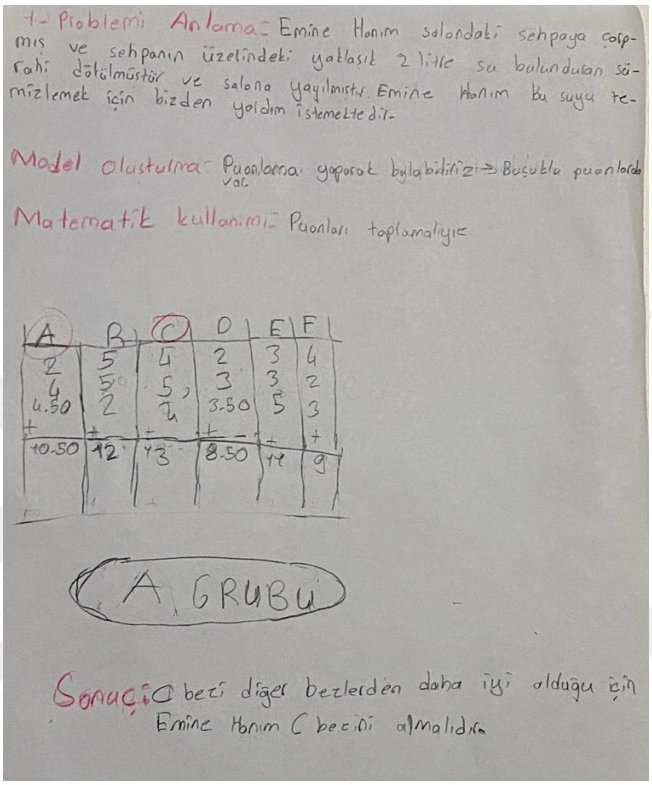
Bunun ardından öğrenciler problemle ilgili kendilerine sunulan tablodan verileri okuyup anlamaya çalışmışlar, ardından model oluşturma sürecine girmiş veriler arasındaki ilişkileri belirleyip matematiği kullanarak bir sonuç elde etmişlerdir.

Tablo 6. Temizlik Malzemelerine Ait Özellikler

A 	Boyut: 50cm x 70 cm	Fiyat: 89 TL Kampanya: 1 alana 1 bedava	Malzemenin yapısı: % 85 pamuklu %15 naylon
B 	Boyut: 40cm x 40cm	Fiyatı: 4'lü paket 150 TL	Malzemenin yapısı: % 70 pamuklu % 30 naylon
C 	Boyut: 40cm x 40cm	Fiyatı: 3'lü paket 140 TL	Malzemenin yapısı: % 80 pamuklu % 20 naylon
D 	Boyut: 50cm x 70cm	Fiyatı: 77 TL Kampanya: 2 tane alana 1 tane bedava	Malzemenin yapısı: % 75 pamuklu % 25 naylon
E 	12 rulo	Fiyatı: 150 TL	Malzemenin yapısı: 3 katlı kağıt
F 	24 rulo	Fiyatı: 280 TL	Malzemenin yapısı: 2 katlı kağıt

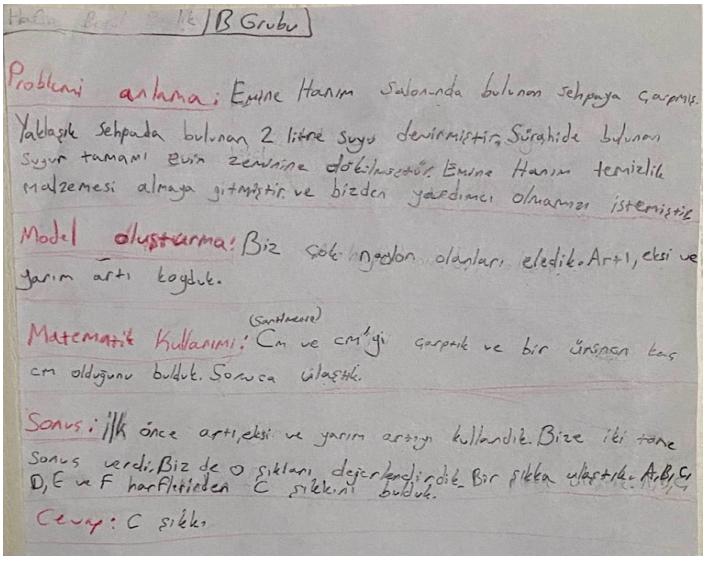
Matematiksel modelleme etkinliklerinde öğrencilere sunulan gerçek yaşama dair problemlerin tek bir doğru cevabı ve tek bir çözüm yolu olmadığı için grupların buldukları çözümler de birbirinden farklı olmuştur. 1. Etkinliğe dair grupların çözüm dokümanları aşağıda sunulmuştur.

Şekil 6. A Grubunun Temizlik Bezi Problemine Dair Çözüm Dokümanı



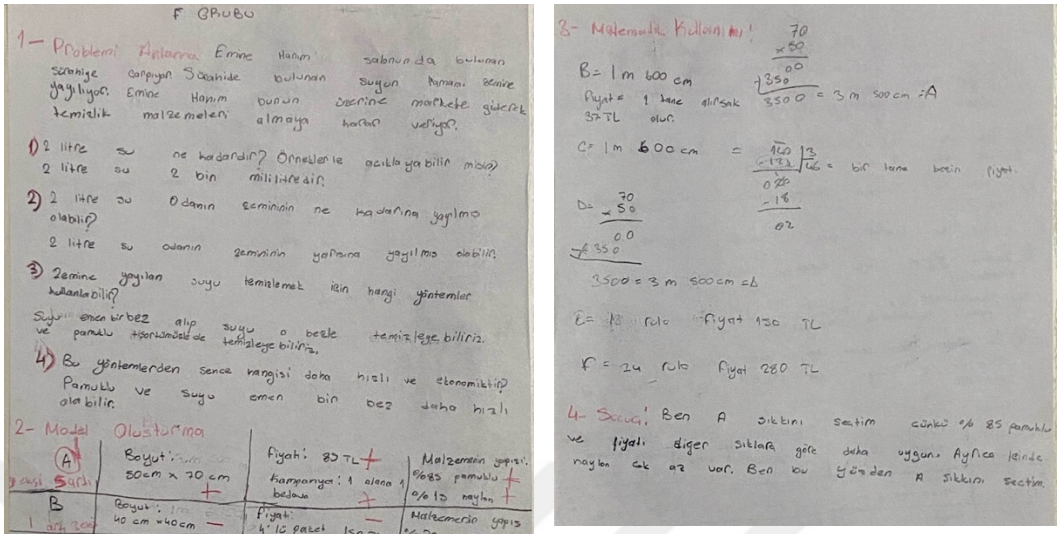
Temizlik bezi probleminin çözümüne yönelik B grubunun dokümanı da Şekil 7'de sunulmuştur.

Şekil 7. B Grubunun Temizlik Bezi Problemine Dair Çözüm Dokümanı



Temizlik bezi probleminin çözümüne yönelik F grubunun çözüm dokümanı da Şekil 8'de sunulmuştur.

Şekil 8. F Grubunun Temizlik Bezi Problemine Dair Çözüm Dokümanı



2. Matematiksel Modelleme Etkinliği: Asansör Problemi

Bu matematiksel modelleme etkinliği kapsamında günlük yaşamda öğrencilerin kütle ve hacim ölçülerinin yeri ve önemini fark edebilmelerini sağlamak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda öğrencilerden gündelik yaşamda karşılaştıkları veya karşılaşma olasılığının yüksek olduğu asansör problemine dair çözüm üretmeleri istenmiştir. Söz konusu problem aşağıdaki gibidir:

Problem: Asansör Problemi

4 / A sınıfı öğrencileri hasta olan arkadaşları Elif'e geçmiş olsun ziyaretine gidiyorlar. Eliflerin evi 15. Katta olduğu için öğrenciler asansör kullanmaya karar veriyorlar. Sence 4/A sınıfından 30 öğrenci ve sınıf öğretmeni 15. Katta bulunan Eliflerin evine varabilmek için asansörü kaç defa kullanmalıdır?

Asansör Bilgileri:

1) Taşıma kapasitesi: 400 kg
2) Asansör ölçüleri: 1 metre x 1 metre 10 cm x 2 metre 50 cm
3) Asansörü 14 yaşından küçükler tek başlarına kullanamazlar!

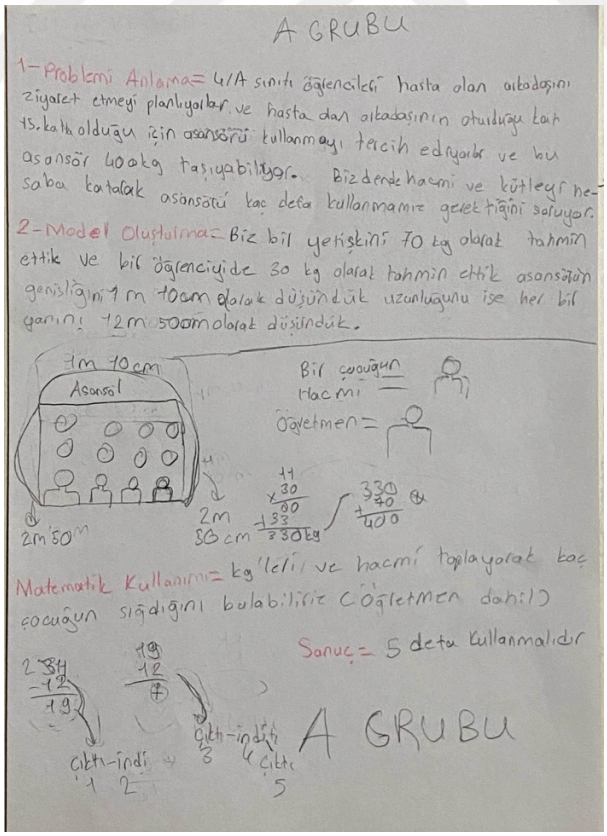
Bu etkinlik fen bilimleri dersinde kütle ve hacim konusu işlendikten sonra uygulanmıştır. Önceki etkinlikte olduğu gibi gruplar oluşturulmuş ve sınıfın fiziksel hali grup çalışmasına uygun hale getirilmiştir. Öğrencilere problem durumu verildikten sonra hazırlık soruları sorulmuş böylece problemin çözümü için motive olmaları sağlanmaya çalışılmıştır.

Hazırlık Soruları:

1) Günlük hayatta asansör kullanıyor musunuz?
2) Asansöre fazla yük konulursa neler yaşanabilir?
3) Sizce her asansörün taşıma kapasitesi aynı mıdır?

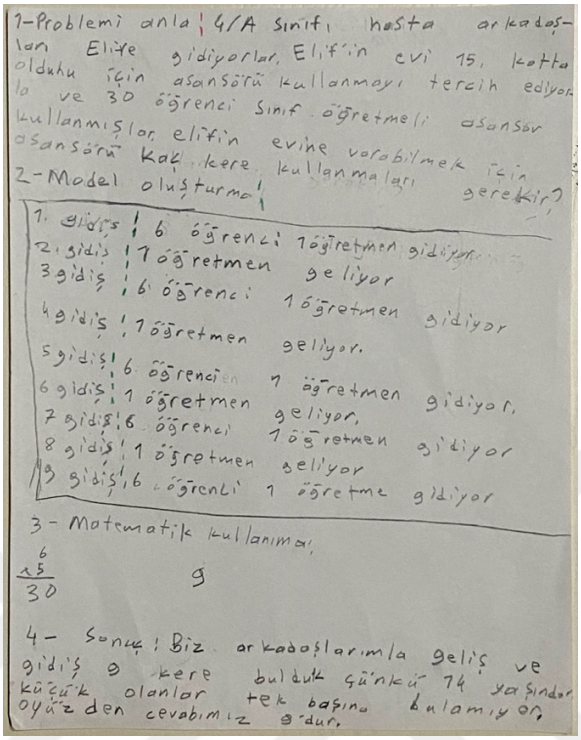
Daha sonra öğrenciler problemin çözümü için grup içi tartışmalara başlamışlardır. Dört aşamalı çözüm planına uygun biçimde süreci geçirerek ortaya bir sonuç koyup bunu diğer gruplara sunmuşlardır. Diğer gruplar da söz konusu sonuçla ilgili değerlendirmeler yapmışlardır. Süreç boyunca araştırmacı, grupların çözümlerine müdahalede bulunmamış, öğrencilerle iletişimi minimum seviyede tutmuştur. Asansör problemine dair grupların çözüm dokümanlarından bazıları aşağıda sunulmuştur.

Şekil 9. A Grubunun Asansör Problemine Dair Çözüm Dokümanı



Asansör problemine yönelik E grubunun çözüm dokümanı da Şekil 10'da sunulmuştur.

Şekil 10. E Grubunun Asansör Problemine Dair Çözüm Dokümanı



3.Matematiksel Modelleme Etkinliği: Balmumu Eritme Problemi

Bu matematiksel modelleme etkinliğinde öğrencilerin günlük yaşamda maddelerin ısı etkisiyle hal değiştirebildiklerini ve bu durumun günlük yaşamda birçok olayda karşılaşılan bir gerçeklik olduğunu fark edebilmeleri amaçlanmıştır. Yine bu problemde sürdürülebilir yaşamı desteklemeyi, plastik tüketimini ve atık üretimini azaltmanın önemini kavramaları amaçlanmıştır. Söz konusu matematiksel modelleme problemi şu şekildedir: ''Plastik kullanımını azaltan muhteşem bir doğal alternatif: Evde yapılabilen ve tekrar tekrar kullanılabilen balmumu yiyecek saklama kumaşı tarifi''

Şekil 11. Balmumu Kullanılarak Yapılmış Saklama Kumaşları



Kaynak: Narfikir, 2023

Günümüzün en büyük problemlerinden biri olan plastik kullanımını azaltmak için yapılabilecek, aynı zamanda sürdürülebilir yaşamı destekleyen ve atık üretimini de azaltan, alternatif bir yiyecek saklama aracı olan tekrar kullanılabilen balmumu yiyecek saklama kumaşları. Yalnızca birkaç aşamayı takip ederek evinizde kendi balmumu yiyecek saklama kumaşınızı yapabilirsiniz. Merak edenler için tarifi aşağıda aşamalı olarak anlatılmıştır (Narfikir, 2023).

Şekil 12. Balmumu Saklama Kumaşı Tarifi

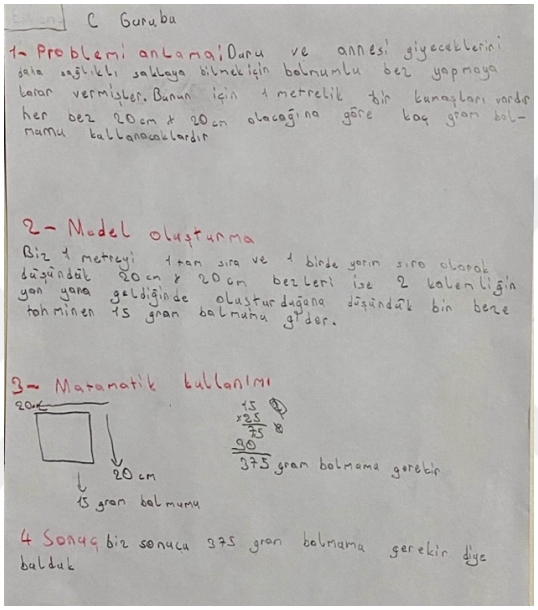
Aşamalar	Görseli
Balmumu yiyecek saklama kumaşı olarak kullanmak istediğiniz ince, pamuklu bir kumaşı alın ve istediğiniz boyutta ve şekilde kesin. Hazırladığınız kumaşı bir pişirme kâğıdının üzerine yerleştirin.	
Yeterli miktarda balmumunu benmari usulü eritiniz. Benmari usulü erittiğiniz balmumunu bir fırça yardımı ile bezin üzerine boşluk kalmayacak şekilde sürün.	 
Kumaşın üzerini başka bir pişirme kâğıdı ile örtün. Ardından pişirme kâğıdının altındaki kalan erimiş balmumu tabakası, kumaşın üzerine dengeli bir şekilde yayılana ve kumaş tarafından emilene kadar ütüleyin.	 
Pişirme kâğıtlarını kumaştan ayırın ve kurumaya bırakın. Yiyeceklerinizi doğa dostu bir şekilde muhafaza etmenin, yiyecek saklama kumaşınızı tekrar tekrar yıkayıp kullanmanın keyfini çıkarın!	 

Problem: Duru ve annesi, buzdolabına koyacakları yiyecekleri daha sağlıklı bir şekilde muhafaza edebilmek için bal mumlu bez yapmaya karar verirler. Bunun için 1 m2'lik bir kumaşları bulunmaktadır. Bu kumaşı 20cm x 20 cm boyutlarında eşit parçalara bölerek 25 adet bal mumlu bez yapmayı planlarlar. Bu bezleri yapabilmek için ihtiyaç duyacakları balmumu miktarı nedir?

Bu etkinlik "Maddenin ısı etkisiyle hal değiştirmesine yönelik deneyler tasarlar." Kazanımı öğrencilere verildikten sonra gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere etkinlik öncesi söz konusu problemle ilgili video izletilmiş, problemdeki aşamaları hem görsel

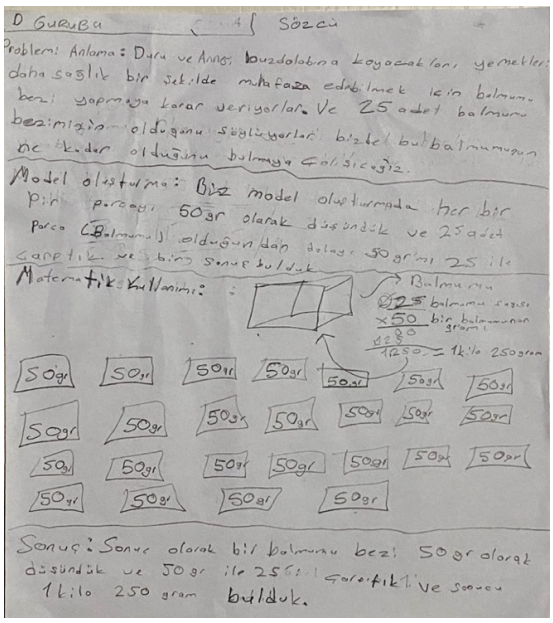
hem de işitsel olarak kavramaları sağlanmıştır. Ardından öğrencilere problem durumu verilmiş ve öğrenciler grup çalışmasıyla dört aşamalı çözüm planını uygulayarak model oluşturmuş ve özgün çözümler üretmeye çalışmışlardır. Ardından gruplar sonuç raporlarını sunmuş ve diğer gruplar tarafından bu sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu etkinlikte de matematiksel modelleme etkinliklerinin özelliklerinden dolayı grupların elde ettikleri sonuçlar farklılık göstermiştir. Problemin çözümüne dair grupların çözüm dokümanlarından bazıları aşağıda sunulmuştur.

Şekil 13. C Grubunun Balmumu Eritme Problemine Dair Çözüm Dokümanı



Balmumu eritme problemine yönelik D grubunun çözüm dokümanı şekil 14'te sunulmuştur.

Şekil 14. D Grubunun Balmumu Eritme problemine Dair Çözüm Dokümanı



4.Matematiksel Modelleme Etkinliği: Pet Şişe Problemi

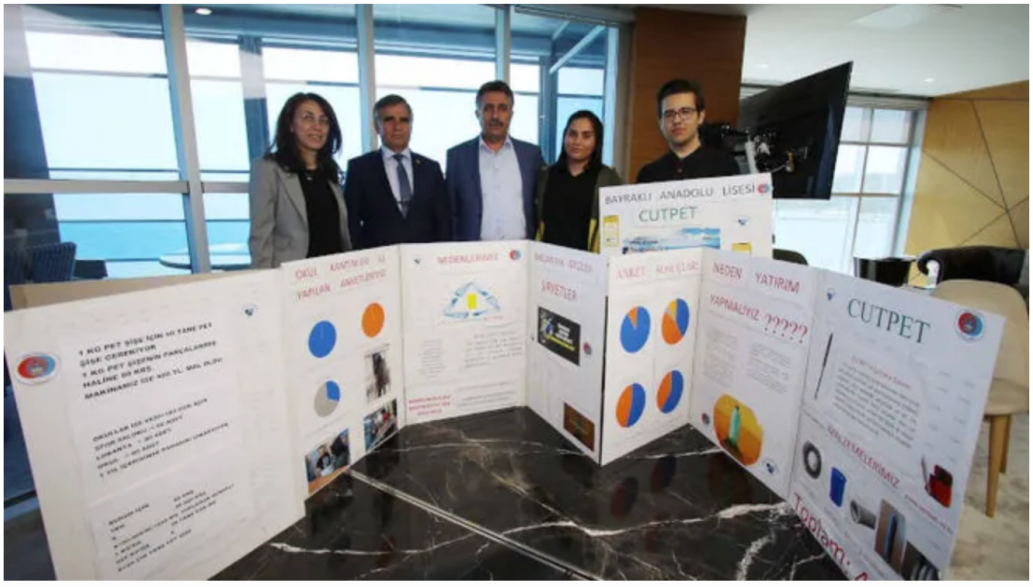
Bu matematiksel modelleme etkinliğinde öğrencilerin geri dönüşümün ülke ekonomisine katkısını kavraması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öğrencilerin günlük hayatta sıklıkla kullandıkları pet şişelerin toplanarak geri dönüşüme gönderilmesi ve bu ürünlerin işlenerek yeni bir ürüne dönüşüm aşamalarının gösterildiği filmler izletilmiştir. Ardından öğrencilere Türkiye'de bir lisede öğrenciler tarafından uygulanan ve medyaya yansıyan bir proje örnek gösterilerek bu projenin kendi okullarında uygulanması halinde ülke ekonomisine ne kadarlık bir katkıda bulunabilecekleriyle ilgili bir model geliştirmeleri istenmiştir. Söz konusu örnek proje ve problem durumu şöyledir:

Şekil 15. Geri Dönüşümle İlgili Gazete Haberi

Geri dönüşüm için kendi makinelerini yaptılar

İzmir Bayraklı'da pet şişeleri geri dönüştürmek için kendi makinelerini yapan gençlere Belediye Başkanı Serdar Sandal da destek verdi.

04 Mayıs Cumartesi 2019 Saat: 12:33 Güncellenme: 27 Eylül Pazar 2020 Saat: 06:16



Kaynak: Gazete Duvar, 2019

İzmir'in Bayraklı ilçesinde okuldaki pet şişe atıklarını geri dönüştürmek için yola çıkan iki genç kendi makinelerini yaptı. Öğrenciler ilçe halkından da destek buldu. Bayraklı Anadolu Lisesi 11'inci sınıf öğrencileri Buket Atak ve Umutcan Rasim Menemen, geliştirdikleri geri dönüşüm projesiyle tüm öğrencilere örnek oluyor. Plastiklerin fazla yer kaplamasından yola çıkan iki genç, 'cut pet' (pet kes) adını verdikleri makine yaparak, plastik atıkların öğütülmesini sağlıyor. Okul bahçesindeki çöplerin temizlenmesi amacıyla bir şeyler yapmak isteyen Bayraklılı iki öğrenci Buket Atak ve Umutcan Rasim Menemen, başlattıkları geri dönüşüm kampanyasıyla atık pet şişeleri toplamaya başladı. Bunların fazla yer kaplamaması için de proje geliştirip, geri dönüşümden elde edilen gelirle makine yaptı ve atık pet şişeleri öğütmeye başladı. Bayraklı Belediye Başkanı Serdar Sandal'ı ziyaretleri sırasında projelerini tanıtan başarılı öğrencilere Başkan Sandal'dan da tam destek geldi. Sandal, "Yeni bir şeyler üretme hevesinde olan her öğrencimiz bizi mutlu ediyor. Sizlerle gurur duydum" dedi. Ziyarete öğrencilerin yanı sıra Okul Müdürü Şükrü Celepli ve öğretmenleri Gülay Artan'da katıldı. Projeye başladıktan sonra her atığın çöp olmadığını fark ettiklerini söyleyen öğrencilerden Umutcan Rasim Menemen, "Pet şişeyi ısı yoluyla küçültmeyi denedik ancak bu elektrik masrafı çıkaracağı için vazgeçtik. Güneş paneli düşüncesi aklımıza geldi. Büyük güneş paneli 360 volttu. Bize makineyi çalıştırması için 2000-2500 volt gerekiyordu." dedikten sonra maliyete değindi. "Maliyet yaklaşık 3 bin TL'yi buluyordu. Sonra parçalayarak, küçültme seçeneğini düşündük. Elektriksiz pistonu yay ile birleştirerek, bir mekanizma yaptık. Klasik bıçak kullanarak rulman ile parçalanmasını sağladık. Makineyi 490 TL'ye mal ettik" diye konuştu. Buket Atak ise, "Okulda depolama alanı sıkıntısı yaşadık. Pet şişeleri büzüştürerek saklasak da çuvallar 3 günde doldu. Sonra şişelerin içindeki havayı alıp, depolama yaptık ama çözüm olmadı. Yer sıkıntısı yaşadığımız için bir çözüm bulmamız gerekiyordu." dedikten sonra okulda günlük olarak topladıkları pet şişe miktarına değindi. "500 kişilik bir okulda günde 80-90 tane pet şişe çıkıyor. 90 pet şişe yaklaşık 1 kg ediyor. 625 kg pet şişe makinenin masrafını karşılıyor. Bir okul bir ayda 20 gün açık. Bir okul bunu yaklaşık 3 yılda biriktirebiliyor. Bu yüzden bir okula bağlı kalmayarak Bayraklı Sevgi Yolu'ndaki spor salonu ve restoranlarla anlaştık. Böylelikle makineye harcadığımız parayı amorti etmek için gerekli süreyi 3 aya düşürdük" dedi (Gazete Duvar, 2019)

Hazırlık Soruları:

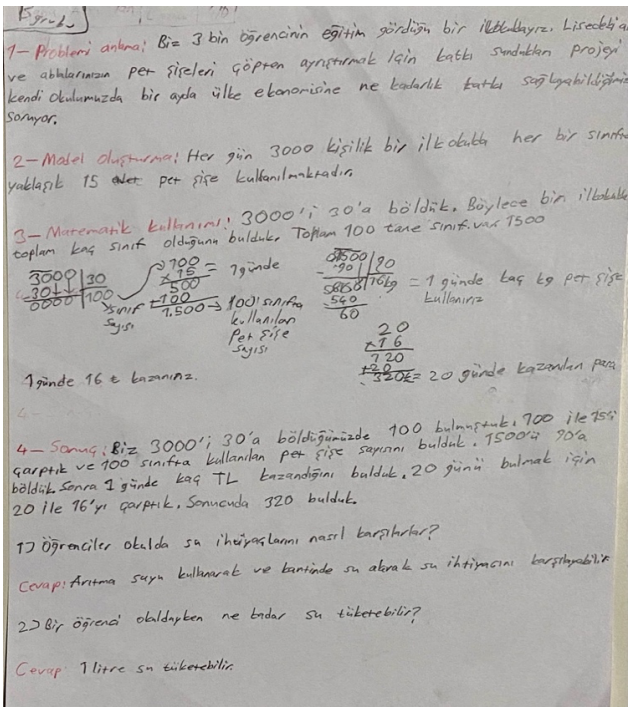
1) Öğrenciler okulda su ihtiyaçlarını nasıl karşılarlar?
2) Bir öğrenci okuldayken ne kadar su tüketebilir?

Problem: Çocuklar siz 3 bin öğrencinin eğitim gördüğü bir ilkokuldasınız. Lisedeki abi ve ablalarınızın pet şişeleri çöplerden ayrıştırarak ülke ekonomisine katkı sundukları projeyi kendi okulunuzda uygulayıp bir ayda (20 iş günü) ülke ekonomisine ne kadarlık katkı sağlayabilirsiniz?

Not: 1kg atık (hurda) pet şişe 1 TL'ye satılabilmektedir!

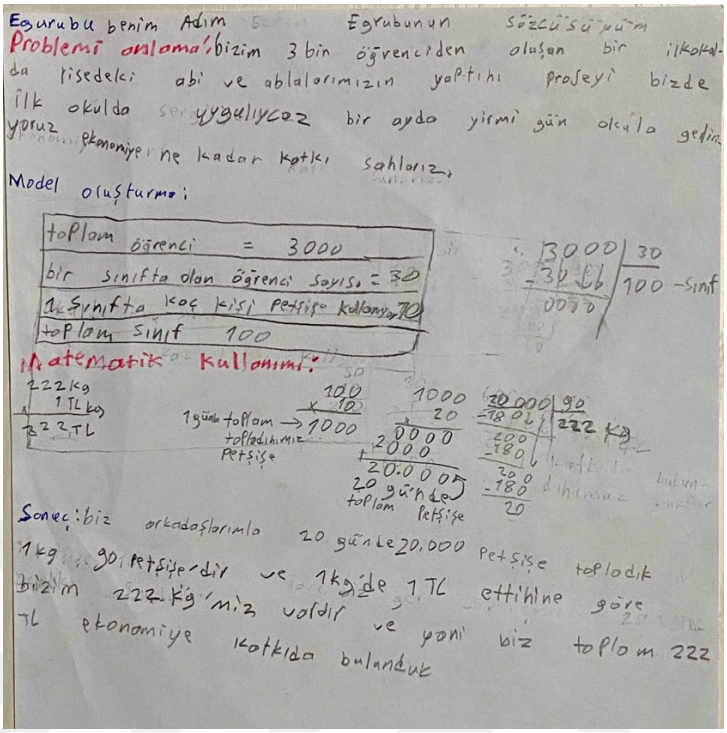
Öğrenciler bu problemi çözerken kendilerine verilen örneğin bir liseye ait olduğunu, kendilerinin ise bir ilkokulda olduklarını; ayrıca örnek verilen liseyle kendi okullarının mevcutlarının farklı olduğunu göz önünde bulundurarak model geliştirme sürecini gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca bu süreçte sınıfta kaç kişinin pet şişe kullandığını, kaç kişinin ise suluk kullandığını da arkadaşlarına sorarak öğrenmeye çalışmış ve ardından bu bilgiyi okulun mevcuduna göre oranlama yoluna gitmişlerdir. Yine grup içi etkileşimle hipotezler ortaya atmışlar ve bu hipotezleri rasyonel temelde tartışmışlardır. Ardından model oluşturup matematik kullanımıyla birlikte sonuca ulaşmışlardır. Gruplar tüm sınıfa sunumlarını yapıp eleştirileri dinlemişlerdir. Öğrencilerin pet şişe problemine dair çözüm dokümanlarından bazıları aşağıda sunuluşturdur.

Şekil 16. B Grubunun Pet Şişe Problemine Dair Çözüm Dokümanı



Pet şişe problemine yönelik E grubunun çözüm dokümanı ise Şekil 17'de sunulmuştur.

Şekil 17. E Grubunun Pet Şişe Problemine Dair Çözüm Dokümanı



3.4.1.2. Kontrol Grubuna Ait Veri Toplama Süreci

Araştırma sürecinde kontrol grubunda dersleri sınıf öğretmeni yürütmüştür. Süreç boyunca kontrol grubunda yalnızca MEB tarafından öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılan ve fen öğretimi programına uygun olarak hazırlanmış ders kitabı kullanılmıştır. Maddenin Özellikleri ünitesi bu ders kitabından işlenerek kazanımlar öğrencilere verilmeye çalışılmıştır. Araştırmacı, kontrol grubunda farklı uygulamaların olmadığını ve farklı ders materyallerinin kullanılmadığını farklı zamanlarda kontrol grubunu ziyaret ederek kontrol etmiştir. Ayrıca Maddenin Özellikleri ünitesinin hem kontrol hem de deney gruplarında aynı tarih aralığında işlendiği araştırmacı tarafından sürekli olarak denetlenmiştir.

3.4.2. Nitel Verileri Toplama Süreci

Nicel verilerin toplanma süreci tamamlandıktan sonra nitel verilerin toplanma sürecine geçilmiştir. Bu aşamada amaçlı örneklem yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılarak oluşturulmuş çalışma grubundaki her bir katılımcıyla yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmeler okulun diğer bölümlerine göre nispeten daha sessiz ve rahat bir bölümünde gerçekleştirilmiş ve böylece katılımcıların odaklanarak daha rahat cevap vermeleri sağlanmaya çalışılmıştır. Yarı yapılandırılmış

görüşme formunda yer alan 14 soru katılımcılara yöneltilmiş ve hem katılımcılardan hem de katılımcı velilerinden alınan izinle verilen yanıtlar kayıt cihazıyla kaydedilmiştir. Çalışma grubundaki her bir katılımcıyla yaklaşık 20 dakikalık görüşmeler yapılmış ve görüşme sonunda katılımcının verdiği cevaplar kendisine dinletilerek teyit alınıp kontrolü sağlanmıştır.

Nitel verilerin toplanma sürecinde hem geçerlik hem de güvenirlik kavramları önemli bir yer tutmaktadır ve bu kavramlar yerine güvenduyabilirlik kavramı kullanılmalıdır (Lincoln & Guba, 1985). Güvenduyabilirlik kavramı nitel bir çalışmanın kalitesini yükseltecek olan ölçüt veya tekniklerin betimlenmesinde kullanılmaktadır (Arastaman vd., 2018). Nitel bir araştırmada güvenduyabilirlik düzeyinin arttırılması amacıyla dört ölçüt belirlenmiştir. Bu ölçütler; inandırıcılık, aktarılabilirlik, onaylanabilirlik ve güvenebilirlik şeklinde sıralanmıştır (Lincoln & Guba, 1986, akt. Arastaman vd., 2018). Bu araştırma kapsamında da bu ölçütlere uygun olarak aşağıdaki işlemler gerçekleştirilmiştir:

a) İnandırıcılık: Araştırma sürecinde toplanan verilerin gerçeklerle örtüşme ve uyumlu olma düzeyi; bulguların gerçekleri yansıtma oranı, ölçülmek istenen şeylerin hangi düzeyde ölçülebildiği soruları inandırıcılık kavramının kapsamındadır (Merriam, 2009). Dolayısıyla bu araştırmada inandırıcılık düzeyini yükseltebilmek amacıyla aşağıdaki stratejiler uygulanmıştır.

    1) Uzun Süreli Etkileşim: Veri kaynağı olan katılımcılarla araştırmacı arasında uzun süreli bir etkileşimin kurulması araştırma sürecinde güven ortamının oluşturulmasını sağlar. Bu sayede katılımcılar araştırmanın konusuna dair sorulara daha samimi ve dürüst cevaplar verirler ve bunun sonucunda da araştırma sürecinde ulaşılan verilerin geçerlik düzeyi yükseltilmiş olur. Bu doğrultuda araştırmacı ile katılımcıların uzun süreli etkileşimi araştırmanın inandırıcılık düzeyinde yükselmeyi sağlayacaktır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu araştırma sürecinde araştırmacı ile nitel çalışma grubu arasında 5 hafta (15 ders saati) süren bir etkileşim olmuştur. Dolayısıyla katılımcılarla araştırmacı arasında tanışma, samimi olma, güven duyma davranışlarının gelişmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu sayede birebir görüşme yapılırken katılımcıların sorulara olabildiğince samimi ve dürüst cevaplar vermeleri sağlanmıştır.

2) Derinlik Odaklı Bilgi Toplama: Araştırmacı yaptığı nitel araştırma için topladığı verileri değerlendirirken eleştirel bakış açısını kullanmalı, topladığı verilerin araştırmanın sorusuna yönelik cevap verebilme yeterliğini sorgulamalı ve elde edilen sonuçların gerçeğe uygunluk düzeyini tespit etmelidir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu doğrultuda araştırma kapsamında ulaşılan veriler eleştirel bakış açısıyla değerlendirilmiş, sonuçlar sorgulanmış ve karşılaştırmalar yapılarak kavramsallaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir.
3) Çeşitleme: Nitel bir araştırmada yer alan olay ve olgularla ilgili farklı bakış açıları, anlamlar, göstergeler ve kaynaklar araştırmacı tarafından ortaya çıkarılmalıdır. Bunun için de farklı özelliklere sahip katılımcılar araştırmada yer almalı ve bu sayede çoklu gerçekliklere ulaşılmalıdır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu doğrultuda araştırmanın nitel boyutunda farklı akademik başarı düzeyine, farklı cinsiyetlere ve farklı kişilikteki katılımcılar bir araya getirilerek çeşitleme yapılmış ve böylece bakış açısı farklı olan katılımcılara ait deneyim ve algılar ortaya konulmuştur.
4) Katılımcı dürüstlüğünü destekleyen taktiklerin kullanımı: Araştırma sürecinde katılımcılara özgür oldukları ve reddetme haklarının olduğu özellikle vurgulanmalıdır. Ayrıca araştırmaya katılımın gönüllülük esasıyla yapılması ve katılımcıların veri kaynağı olması sebebiyle dürüst, açık sözlü ve içten olmalarını sağlamak için motive edilmeleri gerekmektedir (Shenton, 2004). Bu araştırma kapsamında da katılımcılar; araştırma konusunda bilgilendirilmiş, bu süreçte katılımcılardan elde edilen verilerin sadece bilimsel amaçlar için kullanılacağı ifade edilmiş, araştırmaya katılıp katılmama konusunda özgür oldukları vurgulanmış, bilime katkı sunacakları için süreç içerisinde olabildiğince içten, dürüst ve açık sözlü olmaları için motive edilmeye çalışılmıştır.
5) Uzman İncelemesi: Yapılan çalışmanın hem nitel araştırmayla ilgili hem de araştırma konusuyla ilgili uzman kişiler tarafından eleştirel bakış açısıyla farklı nitelikler bakımından değerlendirilmesi söz konusu araştırmanın inandırıcılık düzeyinin arttırılması konusunda olumlu katkılar sağlayacaktır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu araştırmanın nitel

boyutunu hem matematik eğitimi hem de nitel araştırma konusunda uzmanlık bilgisine sahip iki akademisyen eleştirel bakışla farklı nitelikleri dikkate alarak değerlendirmiştir. Uzmanlardan alınan dönütler ve önerilere göre araştırma süreci gerçekleştirilmiştir. Böylece araştırmanın inandırıcılık düzeyinin artmasına katkı sağlanmıştır.

6) Kodlayıcılar Arası Güvenirlik: Nitel bir araştırmaya ait veri setini farklı araştırmacılar kodlayıp bu süreçte yaşanılan zorluklarla ilgili tartışmalar yaptıklarında yapılan tanımların netliği artar. Bu tartışmalar esnasında yaşanılan uzlaşmazlıklar söz konusu tanımların değiştirilmesi ya da kapsamının genişletilmesi gibi gereklilikler olduğunu göstermektedir. Bu sayede kodlar anlamlandırılır, veri gruplarının uygun olduğu kodlarla ilgili ortak bir görüşe ulaşılır. Ayrıca bu yöntem güvenirliğin elde edilmesi için önemli bir kontrol imkânı sunar. Bu doğrultuda kodlarla birlikte kodlayıcıların da uzlaşma oranları kodlama şemasının büyüklüğüne ve bu şemanın aralığına bağlı olarak %70'ten başlayıp %90'lara kadar bir değer almalıdır (Miles & Huberman, 1994). Bu araştırma kapsamında Miles ve Huberman (1994) tarafından tavsiye edilen güvenirlik hesaplama formülü (Güvenirlik = (Görüş Birliği)/(Görüş Birliği+Görüş Ayrılığı)*100) kodlayıcılar arası güvenirliği tespit etmek amacıyla kullanılmıştır. Bu doğrultuda güvenirlik hesaplamaları yapılarak kodlayıcılar arası uzlaşma oranı .86 olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre değerlendirmeler yapılmış ve kodlayıcılar arası görüş birliğinin sağlanması sonrası analiz süreci bitirilmiştir.

b) Aktarılabilirlik: Aktarılabilirlik kavramı nitel bir araştırma sürecinde ulaşılan bulguların benzer durumlara uyarlanabilme düzeyini ortaya koymaktadır (Shenton, 2004). Bu araştırmanın nitel boyutunda aktarılabilirlik düzeyini yükseltmek için aşağıdaki uygulamalar gerçekleştirilmiştir:

1) Ayrıntılı Betimleme: Nitel araştırma sürecinde ulaşılan sonuçların benzer durumlara aktarılabilirlik düzeyi, söz konusu sonuçların kaynağı olan verilerin betimlenme düzeyinin yeterli olmasıyla orantılıdır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu araştırma kapsamında ulaşılan sonuçların dayanağı olan veriler, kavram ve temalara uygun biçimde düzenlenmiş bununla birlikte söz konusu veriler

katılımcılardan doğrudan alıntı yapılarak ve araştırmacının kişisel fikirlerinden bağımsız olarak ayrıntılı biçimde betimleme işlemi uygulanarak sunulmuştur.

2) Amaçlı Örnekleme: Nitel bir araştırmanın aktarılabilirlik düzeyini yükseltmek için karakteristik olay ve olgularla bu olay ve olguların değişken niteliklerini amaçlı örneklem yöntemi kullanarak tespit etmek amaçlanmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu doğrultuda araştırmanın nitel boyutunda oluşturulan çalışma grubu gönüllülük esasına dayalı amaçlı kasti örnekleme yöntemi aracılığıyla oluşturulmuştur.

c) Güvenilebilirlik: Uyum içerisinde gerçekleştirilmiş bir araştırma sürecinde ulaşılan bulguların ve bu bulgular hakkındaki yorumların, bulgulara ulaşmak için yaşanan sürecin şeffaf, açık ve tekrarlanabilir niteliklerde olması güvenilebilirlik kavramıyla ifade edilmektedir (Guba, 1981, akt. Arastaman vd. 2018). Bu araştırmanın güvenilebilirlik düzeyini yükseltmek amacıyla araştırma sürecinin tüm aşamaları net olarak ayrıntılı biçimde belirtilmiştir. Katılımcılarla yapılan görüşmelerde yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmış ve süreç kayıt altına alınmıştır. Katılımcıların cevaplarıyla elde edilen veriler düzenlenmiş, anlamlı bölümlere ayrılmış ve bunlara dair kavramsal karşılıklar kodlanmıştır. Ardından kavramsal ve kuramsal çerçeve göz önünde bulundurularak kategoriler oluşturulmuş, elde edilen veriler bu kod ve temalara bağlı şekilde düzenlenmiştir. Araştırma süreci sonunda ulaşılan sonuçlar bulgularla bağlantılı biçimde değerlendirilmiştir.

d) Onaylanabilirlik: Araştırmada yer alan katılımcıların deneyim ve düşüncelerinin saf olarak sürece yansıdığını ve burada elde edilen bulguların araştırmacıya ait kasti tercihlerden kaynaklanmadığını ortaya koymak onaylanabilirlik açısından çok önemlidir (Arastaman vd., 2018). Araştırmanın onaylanabilirlik düzeyini yükseltmek amacıyla katılımcılara ait cevaplar araştırmanın bulgular bölümünde doğrudan aktarılarak gösterilmiştir.

3.5. Veri Analizi

3.5.1. Nicel Veri Analizi

Nicel verilerin analiz işlemi bir olguyu tanımlayıp onu açıklayabilmek amacıyla gözlemlenen verilerin sayısal olarak temsiline dayanmaktadır. Elde edilen verilere analizlerden hangisinin yapılacağına karar verilmeden önce bu verilerin parametrik olup olmama durumu incelenir. Bu durumda verilerle ilgili üç özellik kontrol edilmektedir. Bu özelliklerden biri söz konusu verilerin oranlı ya da aralıklı ölçekler kullanılarak toplanmış olması, diğer bir özellik bu verilerin normal dağılımı hakkında bir inceleme yapılması, üçüncü özellik ise örneklemin yani veri sayısının büyüklüğüdür (Özmen & Karamustafaoğlu, 2019). Farklı bir kaynakta üçüncü özellik; grup sayısının birden fazla olması halinde grup varyansları, yani grup değişkenlerinin eşit olması gerektiği ifade edilmiştir (Can, 2020). Verilerin parametrik analizine karar verebilmek için ilk iki özellik yeterli gelmektedir ve örneklemin 25 kişiden oluşması uygun kabul edilmektedir. Ardından veri türü seçilerek o veriye dair normallik analizi yapılmaktadır (Özmen & Karamustafaoğlu, 2019). Verilerin normal dağılım göstermesi yukarıda ifade edilen üç özellikten en önemlisidir (Can, 2020). Verilerin normallik analizlerini yapabilmek için SPSS programı kullanılmış ve örneklem sayısının 30'dan az olması sebebiyle Shapiro - Wilk testi uygulanmıştır. Bu test sonunda anlamlılık değeri $p > .05$ olarak ortaya çıktığında söz konusu verilerin normal dağılım gösterdiği ifade edilir (Ersöz & Ersöz, 2019). Shapiro – Wilk testi kullanılarak yapılan analizdeki verilerin dağılımı ile normal dağılıma sahip evrenlerin dağılımları arasında fark bulunmamaktadır biçiminde bir hipotez de söz konusudur (Can, 2020). Normallik analizleri gerçekleştirildikten sonra gruplar arasındaki ve grup içindeki elde edilen puan ortalamalarının analizleri yapılmıştır.

Uygulama süreci sonunda matematiksel modelleme etkinliklerinin deney ve kontrol gruplarının fen başarısına ve fen öğrenme motivasyonlarına etkisini incelemek amacıyla nicel veri analizi yapılmıştır. Araştırma kapsamında kullanılan MÖABT ve FÖM ölçeği kullanılarak toplanan verilerin analizi istatistik paket programı ile yapılmıştır. Hem grup özelinde hem de gruplar arasında ön test son test analizleri yapılmıştır. Deney grubu ile kontrol grubu arasında eğer varsa farklılığın manidar düzeyde olup olmama durumu bağımsız örneklem t testi kullanılarak belirlenir (Büyüköztürk, 2020). Bu yüzden grupların verileri analiz edilirken bağımsız örneklem t testi kullanılmıştır.

Bağımsız örneklem t testi için iki varsayım gereklidir. Bunlardan ilki aralık ya da oran ölçeğine dair mevcut puanlardır ve karşılaştırılması yapılacak olan 2 grubun ortalama puanları aynı değişkenle ilgilidir, grupların her ikisi de normal dağılım göstermektedir, karşılaştırılması yapılacak örneklemler ilişkisizdir (Büyüköztürk, 2020). Bu varsayımların sağlandığı tespit edilmiş ve ardından bağımsız örneklem t testi yapılarak elde edilen analiz sonuçları bulgular bölümünde aktarılmıştır. Birbiriyle ilişkili olan iki örnekleme ait puan ortalamalarının farkının anlamlı olup olmama düzeylerini belirlemek amacıyla bağımlı örneklem t testi kullanılmaktadır (Büyüköztürk, 2020). Bu doğrultuda deney ve kontrol gruplarının grup içindeki puan ortalamalarının farklılığını analiz edebilmek amacıyla bağımlı örneklem t testi kullanılmıştır. Bu analizin yapılabilmesi için iki özellik sağlanmalıdır. Bunlardan ilki veriler normal dağılım göstermelidir, ikincisi de gruplara ait fark puanları birbirlerinden bağımsız olma özelliği göstermelidir (Can, 2020). Bu özelliklerin kontrolü sağlandıktan sonra bağımlı örneklem t testi uygulanarak analiz sonuçları bulgular bölümünde aktarılmıştır.

3.5.2. Nitel Verilerin Analizi

Yarı yapılandırılmış görüşme formu araştırmanın nitel boyutunda veri toplama aracı olarak kullanılmış, bununla birlikte nitel veri toplamak amacıyla amaçlı örneklem yöntemiyle oluşturulmuş çalışma grubundaki katılımcılarla birebir görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerde ulaşılan verilerin analizi içerik analizi yöntemiyle yapılmıştır. İçerik analizi, araştırma sürecinde ulaşılan verilerin derinlemesine detaylı biçimde incelenmesini ve elde edilen bu söz konusu verileri açıklayabilecek kavram, kategori ve temalara erişmeyi gerekli kılan süreçtir (Merriam & Grenier, 2019). Araştırma kapsamındaki yazılı veya görsel dokümanlar, gözlemler ya da katılımcılarla gerçekleştirilen görüşmeler neticesinde elde edilen veriler dört aşamadan geçerek analiz edilmektedir (Miles & Huberman, 1994).

Bu aşamalar aşağıdaki gibidir;

1) Araştırma kapsamında toplanan verilerin kodlayıcılar tarafından kodlanması
2) Verilerin kodlanmasının ardından kod listesinin, kategorilerin ve bunlarla ilişkili temaların belirlenmesi
3) Ulaşılan temaların, kategorilerin ve kodların kontrol edilip düzenlenmesi

4) Ulaşılan bulguların tanımlanarak yorumlanması

Bu aşamalar izlenerek araştırmacı tarafından katılımcılarla gerçekleştirilen mülakatlar sonucu toplanan veriler kodlanmış ve bunun sonucunda kod listesine uygun biçimde kategoriler ve yine bu kategorilere uygun temalar oluşturulmuştur. Ardından yapılan bu işlemler alanında uzman bir akademisyen tarafından incelenmiş ve gerekli olan düzenlemeler yapılmıştır.

4. BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasında "Maddenin Özellikleri" ünitesine dair akademik başarı performanslarına ve fen öğrenme motivasyonlarına ilişkin bulgular sunulmuştur.

4.1. Nicel Bulgular

4.1.1. MÖABT'ye İlişkin Bulgular

4.1.1.1. MÖABT'ye İlişkin Bulguların Normallik Analizi

İlkokul 4. sınıf öğrencilerinden oluşan deney ve kontrol gruplarına uygulamaya başlamadan önce ve uygulama bittikten sonra ön test-son test olarak uygulanan MÖABT aracılığıyla toplanan verilerin normallik dağılımını tespit etmek amacıyla Shapiro – Wilk analizi uygulanmıştır. Bu analiz sonuçları aşağıdaki Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. Deney ve Kontrol Gruplarına Uygulanan MÖABT Sonucunda Elde Edilen Verilerin Normallik Analiz Sonuçları

Veri Setleri	İstatistik	sd	p
Deney Grubu Ön Test	.967	25	.582
Deney Grubu Son Test	.760	25	.000
Kontrol Grubu Ön Test	.952	25	.279
Kontrol Grubu Son Test	.904	25	.023

Tablo 7'de yer alan analiz sonuçları değerlendirildiğinde deney grubu ön test ve kontrol grubunun ön test verilerinin p anlamlılık değerinin .05'ten büyük olduğu görülmüştür ($p > .05$). Ortaya çıkan sonuçlara göre bu veri setlerinin normal dağılım gösterdiği ifade edilebilir. Buna karşın deney grubuna ait son test verileri ile kontrol grubunun elde ettiği son test verilerinin p anlamlılık değerinin ise .05'ten daha küçük bir değere sahip olduğu görülmektedir ($p < .05$). Dolayısıyla söz konusu veri setlerinin

normal dağılım göstermediği ifade edilebilir. Bu sebeple bu verilere ait basıklık ve çarpıklık analizinden elde edilen değerlere de bakılmıştır. Basıklık ve çarpıklık değerleri Tablo 8'de görülmektedir.

Tablo 8. MÖABT Aracılığıyla Elde Edilen Verilerin Basıklık ve Çarpıklık Değerleri

Veri Setleri	Çarpıklık	Basıklık
Deney Grubu Ön Test	-.004	-.665
Deney Grubu Son Test	-1.716	2.383
Kontrol Grubu Ön Test	.472	-.434
Kontrol Grubu Son Test	-.150	-1.529

Tabachnick ve Fidell'e (2013) göre araştırmadan elde edilen verilerin normal dağılım göstermesi için basıklık ve çarpıklığın +1,5 ile -1,5 arasında bir değere sahip olması gerekmektedir. Tablodaki deney grubunun son test verileri ve kontrol grubunun son test verileri değerlendirildiğinde +1,5 ile -1,5 arasında bir değere sahip olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla deney ve kontrol gruplarına ait son test verilerinin normal dağılım göstermediği ifade edilebilir.

Araştırma sürecinde deney grubunda MEB öğretim programına ek olarak gerçekleştirilen Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin ve kontrol grubunda MEB öğretim programına uygun biçimde devam ettirilen öğretimin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin fen başarısına hangi düzeyde etki ettiğini belirlemek amacıyla gruplara ait puan ortalamalarının karşılaştırılması yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak deney ve kontrol gruplarının MÖABT'den elde ettikleri ön test puanları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmayı yapabilmek için bağımsız örneklem t-testi (independent sample t-test) kullanılmıştır. Bu testten elde edilen analiz sonuçları Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9. Deney – Kontrol Gruplarının MÖABT Ön Test Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması

Test	Gruplar	N	$\bar{x}$	S	t	sd	p
MÖABT	Deney Grubu	25	12.52	4.54	.215	48	.831

Kontrol Grubu	25	12.24	4.65

Tablo 9'daki verilere göre deney grubuna ait ön test puan ortalamalarının kontrol grubuna ait ön test puan ortalamalarından daha yüksek bir değere sahip olduğu görülmektedir. Bu ortalamalar arasındaki farkın anlamlılık düzeyini belirleyebilmek için ise t ve p değerleri incelenmiştir. Burada hem t değeri hem de p değerinin [$t_{(50)}$= .215; p> .05] şeklinde ortaya çıktığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre grupların MÖABT ön test sonuçlarına açısından denk gruplar olduğu görülmüş ve araştırmaya bu gruplarla devam edilmiştir.

4.1.1.2. Kontrol Grubuna Ait MÖABT Ön Test ve Son Test Veri Analizleri

Bu bölümde kontrol grubunun MÖABT'ye dair ön testten elde ettikleri puan ortalamaları ile son testten elde ettikleri puan ortalamaları aynı tabloda sunularak karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmayı yapabilmek amacıyla bağımlı örneklem t-testinden (Paired Samples Statistics t-test) yararlanmak gerekmektedir. Fakat daha önceki tablolarda gösterilen analiz sonuçlarına göre kontrol grubuna ait MÖABT'nin ön test ortalamaları normal dağılım gösterirken son testte dair ortalamaları normal dağılım göstermemiştir. Bundan dolayı kontrol grubuna ait ön test ile son testin ortalamaları arasında ortaya çıkan farkın anlamlılık düzeyini tespit etmek amacıyla ''Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi'' kullanılmış ve bu testten elde edilen analiz sonuçları Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. Kontrol Grubu MÖABT Ön Test-Son Test Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması

Ölçek	Test	$\bar{x}$	N	S	t	p
MÖABT	Ön Test	12.24	25	4.65	-1,469	.142
	Son Test	14.88	25	6.11		

Tablo 10'da yer alan analiz sonuçları incelendiğinde p > .05 olduğu görülmektedir. Bu sonuçtan hareketle kontrol grubunun MÖABT'ye dair ön testten elde ettiği puan ortalamaları ile son testten elde ettiği puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın ortaya çıkmadığı söylenebilir.

4.1.1.3. Deney Grubuna Ait MÖABT Ön Test ve Son Test Veri Analizleri

Bu bölümde deney grubunun MÖABT'nden elde ettiği ön teste ait puan ortalamaları ile son testin puan ortalamaları bağımlı örneklem t-testinden yararlanılarak analiz edilmelidir. Bu sayede deney grubunun MÖABT'den elde ettiği ön test puan ortalamaları ile son test puan ortalamaları arasındaki anlamlılık düzeyi tespit edilmeye çalışılmalıdır. Bununla birlikte önceki analizlerden tablolara yansıyan sonuçlara göre deney grubunun MÖABT ön test puan ortalamaları normal dağılım gösterirken son test puan ortalamaları ise normal dağılım göstermemektedir. Bu sebeple deney grubuna ait ön test ile son test puan ortalamaları arasında ortaya çıkan farkın anlamlılık düzeyini tespit etmek amacıyla ''Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi'' kullanılmıştır. Bu testin uygulanması sonucunda elde edilen analiz sonuçları Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11. Deney Grubu MÖABT Ön Test-Son Test Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması

Ölçek	Test	$\bar{x}$	N	S	t	p
MÖABT	Ön Test	12.5200	25	4.54	-4.382	.000
	Son Test	24.1200	25	3.39		

Tablo 11'de yer alan analiz sonuçlarına bakıldığında $p < .05$ olduğu görülmektedir. Buradan hareketle deney grubu ön testi ile son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark oluştuğu, bu farkın da son test lehine olduğu belirlenmiştir.

4.1.1.4. Deney ve Kontrol Grupları MÖABT Son Test Veri Analizleri

Araştırma sonunda süreç boyunca gerçekleştirilen uygulamaların etkililiğini tespit etmek amacıyla deney ve kontrol gruplarına ait son test puan ortalamaları karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Bu karşılaştırmayı yapabilmek için de bağımsız örneklem t-testinden yararlanmak gerekmektedir fakat daha önceki analizlerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda deney grubuna ait son test puan ortalamaları ile kontrol grubuna ait son test puan ortalamalarının normal dağılım göstermediği tespit edilmiştir. Bu sebeple Mann- Witney U testi kullanılarak grupların son test puan ortalamaları arasındaki anlamlılık düzeyi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu testin uygulanması sonucu elde edilen analiz sonuçları Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12. Deney-Kontrol Grubu MÖABT Son Test Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması

	Grup	N	S. Ort.	S. Toplam	U	P
MÖABT Son Test	Deney Grubu	25	36.00	900.00	50.00	.000
	Kontrol Grubu	25	15.00	375.00		

Tablo 12'de yer alan analiz sonuçları incelendiğinde $p < .05$ olduğu görülmektedir. Dolayısıyla deney grubu son test puan ortalamaları ile kontrol grubu son test puan ortalamaları arasında anlamlı farkın ortaya çıktığı, bu farkın da deney grubunun lehine gerçekleştiği tespit edilmiştir.

4.1.2. FMÖ'ye İlişkin Bulgular

4.1.2.1. FMÖ'ye İlişkin Bulguların Normallik Analizi

Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin fen öğrenme motivasyonlarına etkisini belirleyebilmek amacıyla deney ve kontrol gruplarına araştırma sürecinin başında ve sonunda uygulanan FMÖ (Fen Motivasyon Ölçeği) aracılığıyla elde edilen bulgular bu bölümde sunulmuştur. Öncelikle FMÖ aracılığıyla ulaşılan verilerin normallik dağılımını belirleyebilmek için Shapiro – Wilk analizinden yararlanılmıştır. Bu analize dair ulaşılan sonuçlara Tablo 13'de yer verilmiştir.

Tablo 13. Deney ve Kontrol Gruplarının FMÖ Ön Test-Son Test Puan Ortalamalarının Normallik Analizi

Veri Setleri	İstatistik	sd	p
Deney Grubu Ön Test	.960	25	.417
Deney Grubu Son Test	.965	25	.521
Kontrol Grubu Ön Test	.975	25	.780
Kontrol Grubu Son Test	.921	25	.055

Tablo 13'deki veriler incelendiğinde gruplara ait ön test ile son test puan ortalamalarının p değerinin .05'ten büyük olduğu ($p > .05$) görülmektedir. Bu sonuçlara göre gruplara ait ön test verileri ile son test verilerinin dağılımının normal olduğu söylenebilir.

Araştırma sürecinde deney grubuna MEB öğretim programına ek olarak fen dersine yönelik hazırlanan matematiksel modelleme etkinliklerinin ve kontrol grubunda MEB öğretim programına uygun biçimde devam ettirilen öğretimin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin fen motivasyonlarına etkisini belirlemek amacıyla gruplara ait puan ortalamalarının karşılaştırılması yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak deney ve kontrol gruplarının fen motivasyon ölçeğinden (FMÖ) aldıkları ön test puanları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmayı yapabilmek için bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Bu testin uygulanması sonucunda ulaşılan sonuçlara Tablo 14'te yer verilmiştir.

Tablo 14. Deney ve Kontrol Gruplarının FMÖ Ön Test Puanlarının Karşılaştırılması

Test	Gruplar	N	$\bar{x}$	S	t	sd	p
FMÖ	Deney Grubu	25	117.04	9.33	-.548	48	.586
	Kontrol Grubu	25	118.64	11.22			

Tablo 14'teki veriler incelendiğinde deney grubu ile kontrol grubunun FMÖ'den elde ettikleri ön test puanlarının ortalamalarında bir farklılık görülmektedir. Söz konusu bu farklılığın anlamlılık düzeyine bakıldığında ise $p > .05$ değerine ulaşılmıştır. Buradan hareketle deney ve kontrol gruplarının FMÖ ön test puan ortalamaları arasında ortaya çıkan farkın anlamlı düzeyde olmadığı ifade edilebilir. Dolayısıyla uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarının birbirlerine denk gruplar olduğu görülmüş ve araştırmaya bu gruplarla devam edilmiştir.

4.1.2.2. Kontrol Grubuna Ait FMÖ Ön Test ve Son Test Veri Analizleri

Bu bölümde kontrol grubunun FMÖ'den aldığı ön test - son test puan ortalamaları tabloda sunularak karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmayı yapabilmek amacıyla bağımlı örneklem t-testinden yararlanılmıştır. Uygulanan testin sonucunda ulaşılan bulgular Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15. Kontrol Grubu FMÖ Ön Test-Son Test Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması

Ölçek	Test	$\bar{x}$	N	S	t	p
FMÖ	Ön Test	118.64	25	11.22	.268	.791
	Son Test	117.84	25	12.52		

Tablo 15'te yer alan analiz sonuçları incelendiğinde kontrol grubunun FMÖ'den aldığı ön test ve son test puan ortalamaları arasında ortaya çıkan farkın anlamlılık düzeyinin $p > .05$ olduğu görülmüştür. Dolayısıyla kontrol grubunun FMÖ'den aldığı ön test puan ortalaması ile son test puan ortalaması arasında anlamlı bir farkın oluşmadığı görülmektedir.

4.1.2.3. Deney Grubuna Ait FMÖ Ön Test ve Son Test Veri Analizleri

Bu bölümde deney grubunun FMÖ'den elde ettiği ön test puan ortalamaları ile son test puan ortalamaları bağımlı örneklem t-testi uygulanarak analiz edilmiştir. Böylelikle deney grubunun ön test-son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Deney grubunun FMÖ'de aldıkları ön test- son test puan ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16. Deney Grubu FMÖ Ön Test-Son Test Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması

Ölçek	Test	$\bar{x}$	N	S	t	p
FMÖ	Ön Test	117.04	25	9.33	-1.500	.147
	Son Test	121.40	25	7.52		

Deney grubuna ait Tablo 16'da yer alan FMÖ'den elde edilen ön test ve son test puan ortalamaları ile ilgili ortaya çıkan analiz sonuçlarına göre $p > .05$ olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu sonuçlara bakarak deney grubunun FMÖ'den elde ettiği ön test-son test puan ortalamalarının anlamlı bir fark oluşturamayacak düzeyde olduğu görülmektedir.

4.1.2.4. Deney ve Kontrol Grupları FMÖ Son Test Veri Analizleri

Araştırma süreci boyunca gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin fen öğrenme motivasyonları üzerindeki etkililiğini belirlemek amacıyla deney ve kontrol gruplarının FMÖ'ye ait son test puan ortalamaları karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Bu karşılaştırma işlemini gerçekleştirmek amacıyla bağımsız örneklem t-testinden yararlanılmıştır. Test sonucu elde edilen analiz sonuçları tablo 17'de sunulmuştur.

Tablo 17. Deney-Kontrol Grubu FMÖ Son Test Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması

Test	Gruplar	N	$\bar{x}$	S	t	sd	p
FMÖ	Deney Grubu	25	121.40	7.52	1.218	48	.229
	Kontrol Grubu	25	117.84	12.52			

Tablo 17'de deney ve kontrol gruplarının FMÖ'den elde ettikleri son test puan ortalamalarına dair analiz sonuçları incelendiğinde $p > .05$ olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre deney ve kontrol gruplarının FMÖ'den elde ettikleri son test puan ortalamaları arasında farkın anlamlı düzeyde oluşmadığı görülmektedir.

4.2. Nitel Bulgular

Araştırmanın nitel boyutunda araştırma sürecine dair katılımcı görüşlerinin incelenmesi amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak ve katılımcılarla birebir görüşmeler yapılarak toplanan verilerin analiziyle birlikte ulaşılan bulgular yer almaktadır.

İlk olarak yarı yapılandırılmış görüşme formunun "Öğrencilerin Matematiksel Modelleme Sürecinin Aşamalarına Dair Görüşleri" adlı ilk bölümün sorularına verdikleri yanıtlar ses kayıt cihazından yazıya aktarılmış ve katılımcı cevapları kategori, kod ve frekans olarak tablolaştırılmıştır. Öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinin aşamalarına dair düşünce, görüş ve algıları Tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 18. Öğrencilerin Matematiksel Modelleme Sürecinin Aşamalarına Dair Frekans, Kod ve Kategoriler

KATEGORİLER	KODLAR		f
Geleneksel problemlerle Matematiksel modelleme problemlerini karşılaştırma	Fark var		11
	Fark yok		0
Süreç içinde ilk kez karşılaştığınızı düşündüğünüz durum	Karşılaştım		4
	Karşılaşmadım		7
Bu sürecin Fen dersine yönelik etkisi	Zorlaştırdı		1
	Kolaylaştırdı		10
Sürecin zorlayan ve kolay gelen aşamaları	Zorlayan Aşamalar	Problemi Anlama	6
		Matematik Kullanımı	2
		Etkinliğin Tamamı	2
	Kolay gelen Aşamaları	Problemi Anlama	2
		Matematik Kullanımı	4
		Etkinliğin Tamamı	1

Araştırmanın nitel boyutuna dair bulgular sunulurken hem katılımcıların görüşleri kategori, kod ve frekans tablosuyla gösterilmiş hem de katılımcıların görüşleri doğrudan alıntı yapılarak sunulmuştur. Böylelikle daha ayrıntılı ve derinlemesine veri sunumu amaçlanmıştır. Bu sayede de araştırmanın geçerlik ve güvenirliği arttırılmaya çalışılmıştır. Öğrencilere öncelikle matematiksel modelleme sürecinin aşamalarına dair görüşlerini tespit etmek amacıyla *"Araştırma sürecinde size sunulan matematiksel modelleme problemleri ile diğer zamanlarda size sunulan geleneksel matematik problemlerini karşılaştırdığınızda neler söylersiniz?"* sorusu sorulmuştur.

Katılımcıların tamamı bu soruya matematiksel modelleme problemlerinin diğer zamanlarda çözdükleri geleneksel matematik problemlerinden farklı olduğunu ifade ederek yanıt vermiştir. Öğrencilerin bu soruya verdikleri yanıtlardan birkaçı aşağıda doğrudan alıntılanarak sunulmuştur.

Sınıfta çözülen soruların daha kolay olduğunu ifade eden Ö1 kodlu öğrenci görüşlerini şöyle belirtmiştir:

> *"Şimdi bizim burda sınıfta çözdüğümüz sorular daha kolaydı. Bunları böyle okuduktan sonra hemen çözebilirdik. Ama matematiksel modellemede öyle değildi. Biraz düşünmemiz kafa yormamız gerekiyordu öyle sürekli kafa yorup çözümleri yazmamız gerekirdi. Ondan sonra sürekli kafa yorduktan sonra arkadaşlarınla sürekli fikir alışverişi yapıp böyle doğru sonuca ulaşmam gerekiyordu."*
>
> Benzer olarak matematiksel modelleme problemlerinin daha zor olduğunu dile getiren Ö2 kodlu öğrencinin ifadesi ise: "*Matematiksel modellemede problemler zordu. Yani böyle çok düşünmen lazımdı ama burada sınıfta normalde çözdüğümüzde kolaydı. Yani matematiksel modelleme daha zordu."* şeklinde olmuştur.
>
> Matematiksel modelleme problemlerinin zor, çözmesinin zaman aldığı ve uğraştırıcı olduğunu vurgulayan Ö4'ün ifadesi de "Fark *vardı normal yaptıklarımız daha kolaydı hemen çözebiliyorduk bu daha zor o yüzden uzun süre çözemiyoruz, biraz uğraşıyoruz."* biçiminde olmuştur.
>
> Matematiksel modelleme problemleri ile araştırma süreci dışında sınıfta çözülen geleneksel matematik problemleri arasında fark olduğunu, matematiksel modelleme problemlerinin daha zor olduğunu fakat süreç ilerledikçe ve etkinlik sayısı arttıkça matematiksel modelleme problemlerinin de kolay gelmeye başladığını ifade eden Ö7, görüşlerini "*Fark vardı ilk başlarda zor geliyordu ama çözdükçe kolaylaştı matematiksel modellemede daha zordu."* diyerek vurgulamıştır.
>
> Matematiksel modelleme problemleri ile geleneksel matematik problemleri arasında tespit ettiği farkları sıralayan Ö10 kodlu öğrencinin görüşleri ise *"Hiç benzerlik yoktu bana göre! Derste gördüklerimiz direkt çözülebilirdi ama buradakilerde sürekli kafa yormak gerek, iş birliği yapman gerek, sürekli*

arkadaşlarınla bilgi alışverişi yapman gerek, beynin tüm fonksiyonlarını kullanman gerek! O yüzden arada baya bir fark vardı." şeklinde olmuştur.

Matematiksel modelleme problemlerinin daha zor olmasına rağmen yine de çözülebilir sorular olduğunu savunan Ö11 kodlu öğrenci de görüşlerini *"Şöyle karşılaştırabilirim bence biraz zordu evet ama çözülmeyecek sorular değildi! Uğraşınca tabii ki çözülebilir sorulardı, diğer yaptığımız sorulardan tabi ki daha zordu."* diyerek ifade etmiştir.

Katılımcıların birinci soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde araştırma süreci içerisinde kendilerine sunulan matematiksel modelleme problemlerinin diğer zamanlarda kendilerine sunulan geleneksel matematik problemlerinden farklı olduğunu; "daha zor, çok düşünmek gerek, kafa yormak gerek, çözümü daha uzun zaman alıyor, fikir alışverişi yapmak gerek v.b" gibi değerlendirmelerle ifade ettikleri görülmüştür.

Katılımcılara bu bölümde ikinci sırada sorulan *"Matematiksel modelleme problemlerini çözme sürecinde daha önce hiç karşılaşmadığınızı düşündüren durumlar olup olmadığı konusunda görüşleriniz nelerdir?"* sorusuna öğrencilerin çoğunluğu yeni bir durumla karşılaşmadığını ifade ederek yanıt vermiştir. Bu soruya dair öğrenci yanıtlarından birkaçına aşağıda yer verilmiştir.

Böyle zor problemlerle daha önce karşılaşmadığını dile getiren Ö1 görüşlerini "*Evet ilk başlarda yani ilk sorularda olmuştu. Ama sonraya gelince alışmıştım, ilk başlarda kendimi nasıl çözücem gibi hislere kapılmıştım. Yani zor gelmişti okurken ve çözmeye başlarken de ilk sorularda zaten takılıyordum, fazla böyle çok net cevap bulamıyordum."* şeklinde ifade etmiştir.

Benzer olarak matematiksel modelleme sorularını ilk gördüğünde ne yapacağını bilemediğini dile getiren Ö2 de "*Yani ilk matematiksel modelleme sorusunda oldu. Dedim ki ben böyle bir soruyu hiç görmedim nasıl yapacağım dedim ondan sonrasında böyle aklımı yorunca arkadaşlarımın fikrini alınca kolay geldi."* şeklinde görüşlerini ifade etmiştir.

Bunların aksine matematiksel modelleme problemlerini çözme sürecinde yeni bir şeyle karşılaşmadığını, söz konusu problemlerdeki durumların gerçek hayatta karşılaştığı durumlar olduğunu vurgulayan Ö9 ise görüşlerini *"Olmadı ben bunların hepsini gerçek hayatta yaşadım."* diyerek ifade etmiştir.

Yine Ö9'un görüşlerine benzer olarak Ö10 da görüşlerini *"Hepsi günlük hayatta karşılaştığım şeyler."* şeklinde ifade etmiştir.

Katılımcıların ikinci soruya verdikleri yanıtlar incelendiğinde çoğunluğun bu süreçte matematiksel modelleme problemlerini çözerken yeni bir durumla karşılaşmadığını, problemlerdeki durumların gerçek hayatta karşılarına çıkan olaylardan olduğunu dile getirirken diğer katılımcılar ise matematiksel modelleme problemlerin zorluğuna vurgu yaparak bu tarz problem türüyle karşılaşmadıklarını ifade etmişlerdir.

Katılımcılara bu bölümde üçüncü sırada sorulan *"Size göre bu süreç Fen Bilimleri dersini kolaylaştırdı mı yoksa zorlaştırdı mı, açıklayınız."* sorusuna katılımcılar büyük bir çoğunluğu kolaylaştırdığını vurgulayarak yanıt verirken yalnızca bir katılımcı zorlaştırdığını ifade etmiştir. Bu soruya dair katılımcı yanıtlarından birkaçı şöyledir:

> Matematiksel modelleme etkinlikleri yaptıkça feni daha iyi anlamaya başladığını vurgulayan Ö2'nin görüşleri *"Kolaylaştırdı benim için çünkü ben fen dersine de biraz kötüydüm. Ama matematiksel modelleme yapınca fen dersinde daha iyi oldum daha çok anlamaya başladım."* şeklindedir.
>
> Benzer olarak Ö6'ya göre de *"Daha kolay hale getirdi çünkü fen bilimlerinde matematiksel modelleme daha zordu onu yaptıkça dersteki problemler daha kolay oldu."*
>
> Bu görüşlere karşın sürecin fen dersini daha da zorlaştırdığını vurgulayan Ö4, sürecin ilerleyen kısımlarında ise görüşlerinin değiştiğini *"Zorlaştırdı çünkü fen dersi bu kadar zor bir ders değil böyle daha zorlaştı. Sonra çöze çöze biraz daha kolaylaştı."* diyerek ifade etmiştir.

Bu soruya yönelik katılımcı yanıtları incelendiğinde sürecin fen dersini kolaylaştırdığına dair genel bir görüş birliği olduğu görülmektedir. Ö4 kodlu katılımcı ise başlangıçta her ne kadar bu sürecin fen dersini zorlaştırdığını ifade etse de süreç ilerledikçe durumun tersine döndüğünü dile getirmiştir.

Bu bölümde katılımcılara dördüncü sırada sorulan *"Matematiksel modelleme süreci boyunca sizi zorlayan ve size kolay gelen kısımlar oldu ise bunlar nelerdir?"* sorusuna katılımcılar birden fazla ve farklı yanıtlar vermişlerdir. Bu soruya yönelik katılımcı yanıtlarından bazıları şöyledir:

> Matematiksel modelleme problemlerinde anlama aşamasında zorlandığını fakat matematik kullanımı aşamasını daha kolay biçimde geçtiğini ifade eden Ö1, görüşlerini "*Mesela ilk olarak okurken ilk önce zorlanırım yani anlamaya çalışırım ama anladıktan sonra çözümde yani matematik kullanımında çözüm*

yaparken zorlanmam çünkü sonuç olarak anlamışım, yapıyorum, çözüyorum yani." şeklinde ifade etmiştir.

Benzer olarak Ö3 kodlu katılımcının da görüşleri "Matematiksel *modellemede anlama kısmı birazcık zordu açıkçası çünkü orada bazı anlamadığım yerler vardı eğer o kısmı yapamazsak problemi de yapamazdık ama matematik kullanımını baya kolayca yapabildim."* şeklindedir.

Bu soruya etkinlik bazında cevap veren Ö5'in görüşleri ise *"Bazen çok zor olanları vardı bazen de çok kolay olanları vardı bana göre birinci modelleme çok kolaydı ama üçüncü modelleme çok zordu."*

Bu soruya matematik kullanımında zorlandığını vurgulayarak yanıt veren Ö8'in görüşleri de *"Matematik kullanımında çok fazla zorlandım çünkü çok fazla kafa yormam gerekiyordu, problemi anlama birazcık daha kolaydı çünkü problemi okuyorsun onu anlamaya çalışıyorsun."* şeklinde olmuştur.

Problemi anlama kısmının zor olduğunu çünkü problemlerin karmaşık yapıda olduğunu ifade etmeye çalışan Ö10 kodlu öğrencinin görüşleri ise *"Bana göre zor olan kısımlar ilk kısım çünkü orada sıfırdan başlıyorsun ve hiçbir şey bilmiyorsun karmaşık geliyor."* şeklindedir.

Bu soruya yönelik katılımcı yanıtları incelendiğinde bazı katılımcılara göre problemi anlama aşaması zor gelirken bazı katılımcılara ise matematik kullanımı zor gelmiştir. Ayrıca bazı katılımcılar da bütüncül bir değerlendirme yaparak etkinlik bazlı karşılaştırma yapmıştır. Bununla birlikte Tablo 17 incelendiğinde problemi anlama aşamasının katılımcılar tarafından daha zor bulunduğu görülmektedir. Bu bölümün diğer sorularına verilen yanıtlar da göz önüne alındığında katılımcıların matematiksel modelleme problemlerini; "zor, kafa yorucu, çok düşünmeyi gerektiren, çözümü uzun zaman alan, karmaşık" şeklinde nitelemeleri söz konusu problemleri anlamada zorlandıklarını da göstermektedir. Ayrıca matematiksel modelleme problemlerinin gerçek hayata dair karmaşık problem durumlarını içermesi, bu problemlerde çok sayıda değişkenin bir arada bulunması, bu problemlerin önceden belirlenmiş bir çözüm yolunun ve sonucunun bulunmaması da katılımcıların problemi anlama aşamasında zorlanmasının gerekçesi olabilir.

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun ikinci bölümünde araştırma sürecinin katılımcılar üzerindeki duyuşsal etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda katılımcılara sorulan sorulara alınan yanıtlardan hareketle oluşturulmuş kategori, kod ve frekans bulguları Tablo 19'da sunulmuştur.

Tablo 19. Araştırma Sürecinin Katılımcılar Üzerindeki Duyuşsal Etkilerine Dair Frekans, Kod ve Kategoriler

KATEGORİLER	KODLAR		f
Fen Dersine Yönelik Duygu ve Düşünceler	Dersi daha çok sevdim		8
	Olumsuz etkiledi		1
	İlgi artışı oldu		1
	Etkisi olmadı		1
Matematik-Fen-Günlük Hayat İlişkisi	Önceden az fark ediyordum		6
	Önceden de fark ediyordum		3
	Hiç fark edemiyordum		2
Fen Bilimlerinde Grup Çalışmasına Dair Duyuşsal Etki	İyi hissettirdi		7
	Eğlendim		1
	Mutlu		2
	Karışık		1
Diğer Derslerde de Modelleme Yapma	İsterim	Türkçe	2
		Sosyal	3
		Türkçe ve Sosyal	6
Fen Dersinde Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Sürdürülmesi	İsterim		11
	İstemem		0

Araştırma sürecinde gerçekleştirilen etkinliklerin katılımcılar üzerindeki duyuşsal etkilerini tespit etmek amacıyla ilk olarak sorulan *"Bu süreç Fen Bilimleri dersi ile ilgili duygu ve düşüncelerinize herhangi bir etkide bulundu mu?"* sorusuna katılımcıların çoğunluğu bu sürecin fen dersini daha çok sevmesini sağladığını vurgulayarak yanıt vermiştir. Buna karşın bu sürecin fen karşı duygu ve düşüncelerini olumsuz etkilediğini belirten bir katılımcı, bu sürecin fene karşı ilgisinin artmasını sağladığını belirten bir katılımcı ve bu sürecin fene karşı duygu ve düşüncelerinde

hiçbir etkisi olmadığını ifade eden bir katılımcı bulunmaktadır. Bu soruya verilen yanıtlardan bazıları şöyledir:

> Bu sürecin fen dersini daha çok sevmesini sağladığını ve özellikle matematiksel modelleme etkinliklerinin yapılacağı zamanları sabırsızlıkla beklediğini ifade eden Ö1'in görüşleri "Evet *etkiledi, ben zaten fen bilimleri dersini seviyordum ama şu an biraz daha seviyorum. Mesela yani daha çok sevdiriyor kendini, fen bilimleri dersine daha çok bağımlı oluyorum. O matematiksel modelleme yapacağımız günler çok mutlu oluyorum. Keşke hemen, yarın mı diyelim hemen yarın olsa da çözsek diyorum."* şeklindedir.
>
> İlk etapta fen dersini sevmediğini fakat bu süreçte gerçekleştirilen etkinlikler sayesinde eğlendiğini ve fene karşı olumlu duygularının geliştiğini ifade eden Ö2 ise düşüncelerini "*Çok olmadı ama oldu sayılır. Olumlu anlamda değişti. İlk başta fen dersini çok fazla sevmiyordum ama matematiksel modelleme eğlenceli geldi problemler de güzel olunca çok hoşuma gitti."* Diyerek dile getirmiştir.
>
> Bu sürecin zorluğu sebebiyle fene karşı duygu ve düşüncelerinin olumsuz biçimde değiştiğini belirten Ö4, düşüncelerini *"Etkiledi. Değişti zorluk açısından olumsuz olarak değişti."* şeklinde aktarmıştır.
>
> Ö5 kodlu katılımcı ise bu sürecin sadece fene karşı değil; matematiğe karşı da duygu ve düşüncelerinde olumlu bir etki yarattığını ve bu derslere yönelik ilgisinin arttığını *"Duygularımda bir değişiklik oldu matematiğe de ilgim arttı fen bilimlerine de ilgim arttı fen bilimlerine ilgim vardı biraz daha yükseldi."* diyerek vurgulamıştır.
>
> Bu sürecin fene yönelik duygu ve düşüncelerine bir etkisinin olmadığını fakat zihinsel olarak gelişimine katkısının olduğunu ifade eden Ö10, görüşlerini *"Duygu ve düşünceme bir etkisi olmadı zihinsel olarak gelişmemizi sağladı."* diyerek ifade etmiştir.

Katılımcıların yarı yapılandırılmış görüşme formundaki beşinci soruya verdikleri yanıtlar incelenip değerlendirildiğinde bu sürecin katılımcıların fen dersine yönelik duygu ve düşüncelerini olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Katılımcı ifadelerine göre bu süreç fen dersine ilgiyi arttırmış, fen dersinin daha çok sevilmesini sağlamış, dersi daha eğlenceli hale getirmiş ve zihinsel gelişime katkıda bulunmuştur.

Katılımcılara bu bölümde ikinci sırada sorulan ve günlük hayat – fen – matematik ilişkisinin fark edilmesine yönelik olan *"Günlük hayatta karşılaştığımız fen dersinin*

konularıyla matematik dersinin ilişkisine dair süreç öncesi ve sonrası düşüncelerinizi karşılaştırınız. Bu konuyla ilgili ne söylersiniz?" sorusuna katılımcıların çoğunluğu daha önceden günlük hayat içindeki matematik ile fen ilişkisini az fark edebildiğini ya da hiç fark edemediğini vurgulayarak yanıt vermiştir. Katılımcılardan üç tanesi ise bu süreçten önce de günlük hayat- fen- matematik ilişkisini fark edebildiğine yönelik yanıtlar vermiştir. Bu soruya dair katılımcı yanıtlarından bazıları şöyledir:

> Süreç öncesinde günlük hayat – fen – matematik ilişkisini çok fazla fark edemediğini fakat süreç sonrasında bakış açısının değiştiğini vurgulayan Ö3, görüşlerini "*Ben fazla fark etmiyordum yani ne bileyim her şeyin matematiğin üzerine olduğunu fazla bilmiyordum ama bunları yapa yapa dedim ki aaa gerçekten her şey matematiğin üzerine."* diyerek dile getirmiştir.
>
> Süreç öncesinde günlük hayat – fen – matematik ilişkisini fark edebildiğini ifade eden Ö7 ise görüşlerini *"Önceden fark edebiliyordum yani matematik ve fen kullanımı günlük hayatta çok var."* şeklinde dile getirmiştir.
>
> Feni anlayınca içindeki matematiği de keşfedebildiğini vurgulayan Ö8, bu sayede aradaki ilişkiyi de kavradığını *"Yani feni anlayınca içinde matematik olduğunu da yavaş yavaş anlayabiliyorsun. Süreçten sonra daha çok fark etmeye başladım."* diyerek aktarmıştır.
>
> Araştırma sürecinden önce günlük hayat -fen- matematik ilişkisini hiç fark edemediğini fakat süreç sonrasında düşüncelerinin değiştiğini vurgulayan Ö9'un görüşleri de *"Önce hiç fark edemiyordum sonradan daha çok fark etmeye başladım."* şeklinde olmuştur.
>
> Bu süreçten önce zaten bazı şeyleri fark edebildiğini ancak süreç sonrasında günlük hayat -fen-matematik ilişkisini daha çok fark edebildiğini ifade eden Ö10, görüşlerini *"Ben zaten bunu gerçek hayatta ara sıra görüyordum ama şimdi olayı kavrayınca daha çok görmeye başladım."* diyerek aktarmıştır.

Bu soruya yönelik katılımcı yanıtları ayrıntılı biçimde incelenip değerlendiğinde katılımcıların süreç öncesinde günlük hayat -fen- matematik ilişkisine dair farkındalıklarının düşük seviyede olmasına karşın süreç sonrası görüşlerinde değişiklikler olduğu görülmektedir. Katılımcılar bu süreç sonrasında günlük hayat-fen-matematik arasındaki bağı daha iyi fark etmiş diyebiliriz.

Katılımcılara Fen Bilimleri dersinde grup çalışması yapılmasının üzerlerinde yarattığı duyuşsal etkiyi belirlemek amacıyla 7. sırada sorulan *"Fen Bilimleri dersinde bu yönde bir grup çalışması gerçekleştirmek kendinizi nasıl hissettirdi?"* sorusuna

katılımcıların neredeyse tamamı "iyi hissettirdiği, mutlu ettiği, eğlenceli olduğu" yönünde yanıtlar verirken yalnızca bir katılımcı karışık duygular hissettiğini vurgulamıştır. Bu soruya yönelik katılımcı yanıtlarından bazıları şöyledir:

> Grup çalışmasının ve bu çalışmada yaşadığı süreçlerin güzel hissettirdiğini ifade eden Ö1, görüşlerini "*Güzel hissettirdi yani arkadaşlarımla fikir alışverişi yapıp beraber soru çözmek benim hoşuma gitti. Doğrusu bişeye kafa yorup hep beraber onu çözmek ondan sonra da bunu açıklamak bence hoş bişeydi."* şeklinde dile getirmiştir.
>
> Bu uygulamanın eğlenceli olduğunu dile getiren Ö3'ün görüşleri de "*Yani eğlendim güzeldi grup çalışması çok güzeldi beraber karar verdik iyiydi."* şeklinde olmuştur.
>
> Grup çalışması sürecinde çok mutlu olduğunu dile getiren Ö5, görüşlerini *"Beni çok mutlu hissettirdi arkadaşlarımla beraber olmak ve onlarla beraber grup çalışması yapmak çok güzel hissettirdi."* diyerek vurgulamıştır.
>
> Grup çalışması uygulamasının hem iyi hissettirdiğini hem de fene karşı ilgisinin artmasına katkı sağladığını vurgulayan Ö6 ise görüşlerini *"İyi hissettirdi böylelikle fene ilgim daha çok arttı."* diyerek ifade etmiştir.
>
> Bu yanıtlara karşın grup çalışması sürecinde karışık duygular yaşadığını ifade eden Ö7, görüşlerini *"Beni çok mutlu etti bazen sinirleniyordum ama çoğunlukla mutlu."* şeklinde belirtmiştir.
>
> Buna benzer olarak süreç içerisinde bazı durumların sinirlenmesine sebep olduğunu ifade eden Ö10 da görüşlerini *"Bazen mutlu bazen sinirli mesela bir tane takım arkadaşın her şeyi yanlış yapar ona sinirlenirsin."* diyerek aktarmıştır.

Bu soruya yönelik katılımcı yanıtları ayrıntılı biçimde incelenip değerlendirildiğinde Fen Bilimleri dersinde grup çalışması yapılmasının katılımcıları genel olarak iyi hissettirdiği, mutlu ettiği, eğlendirdiği ve derse karşı ilgi artmasına katkı sağladığı görülmektedir. Bununla beraber grup çalışması sürecinde bazı grup üyelerinin problemin çözümüne yönelik yanlış iş ve işlemler yapmasının sinir bozucu olduğu az sayıda katılımcı tarafından ifade edilmiştir.

Katılımcılara bu sürecin onlar üzerinde yarattığı duyuşsal etkiyi tespit etmek amacıyla 8.sırada sorulan *"Modelleme etkinliklerini diğer derslerde de gerçekleştirmek ister misin? Evet ise hangi derslerde bu etkinlikleri yapmak istersin?"* sorusuna katılımcıların tamamı diğer derslerde de modelleme etkinliği yapmak istediklerin

belirterek yanıt vermiştir. Tablo 18'deki veriler incelendiğinde ise katılımcıların ders tercihlerinin farklılık gösterdiği görülmektedir. Bu soruya yönelik katılımcı yanıtlarından bazıları şöyledir:

> Bu soruya iki ders tercih ettiğini belirterek yanıt veren Ö2'nin görüşleri "*İsterim. Türkçe dersinde olmasını isterim olmuyorsa da sosyal bilgilerde olmasını isterim."* şeklinde olmuştur.
>
> Ö2'nin yanıtına benzer olarak Ö4 de görüşlerini *"İsterim, Türkçe veya sosyal bilgilerde olabilir."* diyerek dile getirmiştir.
>
> Ö6 kodlu öğrenci ise tercihinin Türkçe dersinden yana olduğunu gerekçelendirerek *"Mesela Türkçe'de gerçekleştirmek isterim çünkü Türkçe'de de yaptığımız zaman Türkçeyi daha çok sever öğrenciler."* şeklinde aktarmıştır.
>
> Buna benzer olarak tercihini Türkçe ve Sosyal Bilgiler dersinden yana kullanan ve buna gerekçe olarak Sosyal Bilgiler dersinde işlenecek çok fazla problem durumu olduğunu ifade etmeye çalışan Ö10, görüşlerini *"Türkçede ve sosyalde isterim çünkü sosyalde çok konu var mesela çevre kirliliği deniz kirliliği."* diyerek aktarmıştır.

Bu soruya yönelik katılımcı yanıtları incelendiğinde sürecin katılımcılar üzerinde duyuşsal olarak olumlu etkileri olduğu ve bu etki dolayısıyla katılımcıların diğer derslerde de matematiksel modelleme etkinlikleri gerçekleştirmek istedikleri görülmektedir. Ders tercihlerinin ise kişisel özelliklere bağlı olarak değiştiği ifade edilebilir. Ayrıca katılımcı yanıtlarından bu sürecin ilgili dersi sevdirdiğine yönelik ifadeler de tespit edilmiştir(Ö6).

Yine bu bölümde sürecin katılımcılar üzerindeki duyuşsal etkilerini tespit etmek amacıyla 9.sırada sorulan *"Fen Bilimleri dersinde modelleme etkinliklerinin düzenli olarak devam etmesini ister misin? Neden?"* sorusuna katılımcıların tamamı fen derslerinde modelleme etkinliklerinin düzenli şekilde devam etmesini istediğini ifade ederek yanıt vermiştir. Bu soruya yönelik katılımcı yanıtları şöyledir:

> Bu sürecin birçok açıdan kendisi için faydalı olduğunu ifade etmeye çalışan Ö1, görüşlerini "*Evet isterdim çünkü matematiksel modellemede kendimizi anlatarak fikir alışverişi yaparız daha çok bilgi ediniriz. Yani bu da bize katkıda bulunur. O yüzden hem eğlenceli olacak hem de sosyalleşmemizi geliştireceği için ben bunun devam etmesini isterdim."* şeklinde dile getirmiştir.

Benzer olarak bu sürecin faydalarını sıralayan Ö3'ün görüşleri ise "*Evet yapılmaya devam etsin çünkü grup çalışması yapıyoruz bir şeyleri daha iyi öğreniyoruz konunun üzerinde tekrar yapıyoruz güzel."* şeklinde olmuştur.

Fen dersinde modelleme etkinliklerinin devam etmesini istediğini, bu sayede fene karşı sevgisinin artacağını ve bunu yanında akademik başarısının da yükselebileceğini vurgulayan Ö6'nın görüşleri de *"İsterim çünkü böyle yaparak Feni daha çok sevmiş olurum ve fende başarılı olabilirim."* şeklindedir.

Bu sürecin daha çok bilgi edinmesini sağladığını ve arkadaşlarıyla daha çok zaman geçirmesine aracı olduğunu vurgulayan Ö8 de görüşlerini *"Bence edelim çünkü daha çok bilgi ediniyorsun arkadaşlarınla daha çok birlikte zaman geçiriyorsun fikir alışverişi yapıyorsun."* diyerek aktarmıştır.

Benzer olarak modelleme etkinlerine devam edilmesini istediğini gerekçelendiren Ö10, görüşlerini *"Evet takım çalışması benim algımı geliştiriyor zekamızı geliştiriyor örneğin çalışıyoruz bir şey yapıyoruz hem mutlu oluyorum hem gülüyorum."* şeklinde ifade etmiştir.

Bu soruya dair katılımcı yanıtları incelendiğinde katılımcıların tamamı modelleme etkinliklerinin fen dersinde devam etmesini istediklerini çeşitli şekillerde gerekçelendirerek ifade etmeye çalışmışlardır. Yanıtlara göre bu sürecin katılımcılar üzerindeki duyuşsal etkilerinin olumlu olduğu ifade edilebilir. Bu yüzden katılımcılar sürecin kendilerini geliştirdiği, bilgilerini arttırdığı, arkadaşlarıyla daha çok zaman geçirmelerine vesile olduğu, dersi sevmelerini sağladığı, akademik başarılarını arttıracağını tahmin ettikleri, daha çok eğlendikleri gibi gerekçelerle fen dersinde modelleme etkinliklerine devam etmek istediklerini belirtmişlerdir.

Katılımcılara yarı yapılandırılmış görüşme formunun üçüncü bölümünde, fen dersinde gerçekleştirilen matematiksel modelleme etkinliklerinin katılımcıların sosyal ilişkileri üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için beş adet soru sorulmuştur. Bu sorulara katılımcıların verdikleri yanıtlara göre oluşturulan frekans, kod ve kategori bulguları Tablo 20'de yer almıştır.

Tablo 20. Fen Dersinde Gerçekleştirilen Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Sosyal İlişkiler Üzerindeki Etkilerine Dair Frekans, Kod ve Kategoriler

KATEGORİ	KOD	f
Düşüncelerini Grup İçinde İfade Düzeyi	Rahattım	9
	Zorlandım	1
	Tam ifade edemedim	1
Fikir Birliği Durumu	İyi ve mutlu hissettim	9
	Gurur verici	1
	Doğru yaptığımı düşündüm	1
Fikir Ayrılığı Durumu	Karşılaştırma ve kontrol yaparım	6
	Saygı Duyarım	2
	Mutsuzluk	2
	Çaresizlik	1
Arkadaşının Düşünme Yolu Yanlış Olduğunda	Uyarırım	6
	Anlatıp açıklarım	3
	Karşılaştırma yaparım	2
Arkadaşlık İlişkilerine Etki	Daha samimi olduk	8
	Etkisi olmadı	3

Fen dersinde matematiksel modelleme etkinliklerinin katılımcıların sosyal ilişkileri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla katılımcılara 10.sırada sorulan *"Süreç boyunca grup içinde düşüncelerinizi ifade ederken bunu ne düzeyde gerçekleştirebildiniz?"* sorusuna katılımcıların büyük çoğunluğu düşüncelerini rahat biçimde ifade etme fırsatı bulduğunu vurgularken bir katılımcı bu soruya tam olarak ifade edemedim yanıtını vermiş ve bir katılımcı da düşüncelerini ifade etme konusunda zorluk yaşadığını dile getirmiştir. Bu soruya yönelik katılımcı yanıtlarından bazıları şöyledir:

> Düşünceleri nasıl olursa olsun arkadaşları tarafından dinlendiğini ve dolayısıyla düşüncelerini süreç içerisinde grup arkadaşlarına rahatça ifade

edebildiğini vurgulayan Ö2'nin görüşleri "*Evet edebildim. Yanlışsa da doğruysa da arkadaşlarım kabul ettiler."* şeklindedir.

Benzer olarak Ö3 görüşlerini "*Düşüncelerimi güzelce ifade edebildim ne arkadaşlarım üzerinde bir sorun yaşamadım ben onları dinledim onlar da beni dinledi."* diyerek dile getirmiştir.

Süreç içerisinde grup arkadaşlarıyla konuşurken düşüncelerini tam olarak ifade edemediğini belirten Ö5'in görüşleri ise *"Bazen düşüncelerimi ifade edemediğim de oluyor. Bunu bir oran verelim %60 edebildim. Çünkü bazen bir şey düşünürken arkadaşlarım bir şey söylüyor kafam ona takılıyor Sonra aklımdaki şey gidiyor o yüzden çözemiyorum."* şeklinde olmuştur. Burada Ö5 konuşmasının arasına başka bir arkadaşının girmesiyle kafasında kurguladığı çözümü yapamadığını, kafa karışıklığı yaşadığını ve problem çözme sürecinin aksadığını ifade etmeye çalışmıştır.

Arkadaşları kendisini dikkatlice dinlediği için düşüncelerini de rahatça ifade edebildiğini belirten Ö6, görüşlerini *"Rahatlıkla ifade edebildim çünkü grubundaki arkadaşlarım beni dikkatlice dinlediler."* şeklinde ortaya koymuştur.

Bu süreçte düşüncelerini ifade etme konusunda zorluk yaşadığını belirten Ö10, görüşlerini ve gerekçesini *"Çok zorlandım, içinde hata bulurlarsa diye söylemeye çekindim hatta bazı etkinliklerde neredeyse hiç konuşamadım çekindim."* diyerek ifade etmeye çalışmıştır.

Bu soruya yönelik katılımcı yanıtları ayrıntılı biçimde incelenip değerlendirildiğinde araştırma sürecinde fen dersine yönelik matematiksel modelleme etkinlikleri gerçekleştirilirken uygulanan grup çalışmalarında katılımcıların genellikle rahat biçimde düşüncelerini dile getirdikleri görülmektedir. Bazı katılımcıların ise sözünün kesildiği ve bu yüzden kafa karışıklığı yaşadığı ve yanlış yapma korkusuyla konuşmaya çekinen, düşüncelerini tam olarak istediği gibi ifade edemeyen katılımcılar olduğu da ortaya çıkmıştır.

Fen dersinde matematiksel modelleme etkinliklerinin katılımcıların sosyal ilişkileri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla katılımcılara 11.sırada sorulan *"Grup içindeki diğer arkadaşlarınızın sizinle aynı fikirde olduğu durumlarda ne hissettiniz?"* sorusuna katılımcıların büyük çoğunluğu arkadaşlarıyla fikir birliği yaşamanın iyi ve mutlu hissettirdiğini vurgulayarak yanıt vermiştir. Katılımcılardan biri bu durumun gurur verici olduğunu ifade ederken başka bir katılımcı da bu durumun doğru yaptığı

hissini yaşamasını sağladığı yönünde yanıt vermiştir. Bu soruya yönelik katılımcı yanıtlarından bazıları şöyledir:

> Fikir birliğinin kendisini iyi hissettirdiğini ve fikir birliği olsa da grupça tekrar bir değerlendirme yapılması gerektiğini vurgulayan Ö1, görüşlerini "*Kendimi iyi hissederdim. Tüm çalışmamız bittikten sonra onu bir kez daha gözden geçirirdik. Eğer mantıklı gelirse de onu sonraya bırakıp en sonda açıklardık."* diyerek dile getirmiştir.
>
> Benzer olarak Ö2, bu durumun kendisini akıllı hissetmesine vesile olduğunu "*Böyle kendimi mutlu hissettim kendimi akıllı hissettim."* diyerek açıklamıştır.
>
> Bu durumun problemin çözümü için doğru yolda olduğu hissiyatını sağladığını ifade etmeye çalışan Ö3, görüşlerini "*Şunu hissettim: Dedim ki mademki onlar da bu fikre katılıyor o zaman büyük ihtimalle doğrudur. Yani doğru olmasa bana katılmazlar, aynı fikri söylemezler."* şeklinde dile getirmiştir.
>
> Fikirlerinin kabul görmesinin mutluluk verdiğini belirten Ö7 de görüşlerini *"Çok mutlu hissettim benim düşündüğüm şeyleri onlar da kabul ettiği için mutlu olurdum."* diyerek aktarmıştır.
>
> Bu durumun guru verici bir durum olduğunu vurgulayan Ö10 da görüşlerini *"Tarihin en büyük gururunu!"* diyerek ortaya koymuştur.
>
> Fikir birliği yaşamanın kendisine ve düşüncelerine hak verildiği anlamına geldiğini ve bunun da mutluluk verdiğini belirten Ö11 ise görüşlerini *"O durumlarda iyi hissettim çünkü doğru bir şey bulmuş oldum onlar da bana hak verdiği için sevinmiş mutlu olmuş oldum."* şeklinde ifade etmiştir.

Bu soruya yönelik katılımcı yanıtları ayrıntılı biçimde incelenip değerlendirildiğinde katılımcıların grup içi tartışmalarda fikir birliği yaşanması durumunda onaylandığını, kabul gördüğünü, doğru yaptığını hissettiği görülmektedir. Böylece katılımcılar açısından mutluluk, gurur ve iyi hissetme duygularının hâkim olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bu soruyla tamamen zıt olan ve katılımcıların grup içindeki tartışmalarda fikir ayrılığı yaşanması durumunun sosyal ilişkilerine nasıl bir etkide bulunduğunu tespit etmek amacıyla sorulan *"Grup içindeki diğer arkadaşlarınızın sizinle farklı fikirde olduğu durumlarda ne hissettiniz? Nasıl davranmayı tercih ettiniz?"* sorusuna katılımcıların çoğunluğu fikirlerin ve işlemlerin karşılaştırmasını yapıp değerlendirdikten sonra hangi fikrin daha doğru olduğuna karar verebileceği yönünde yanıtlar vermiştir. Yine böyle bir durumda bazı katılımcılar mutsuzluk hissedeceğini, bazı katılımcılar

arkadaşlarının farklı fikirlerine saygı duyacaklarını ve bir katılımcı da çaresizlik hissedeceğini ifade etmiştir. Bu soruya yönelik katılımcı yanıtlarından bazıları şöyledir:

> Grup arkadaşının fikrine saygı duymakla birlikte onu uyaracağını ve birlikte bir karar verme sürecine girebileceğini vurgulayan Ö1'in görüşleri "*İlk önce onun yaptığı çalışmaya saygı duyarım ama onun çalışmasının yanlış olduğunu, yanlış düşündüğünü söylerdim. Yani gerçekten yanlış olduğunu kendisine anlatmaya çalışırdım. Yani bu sonuç gerçekten anlattığın şekilde yanlış derdim."* şeklinde olmuştur.
>
> Grup arkadaşlarının farklı fikirde olmasının sebebini öncelikle kendisinin yanlış yapmasından kaynaklanabileceğini düşünen Ö3'ün görüşleri ise "*İlk önce onların sorusuna baktım daha sonra kendi soruma baktım acaba yanlış mı yaptım dedim, o yüzden farklı fikirdeler diye."* şeklindedir.
>
> Grup arkadaşlarının fikirlerinin sağlamasını yaparak değerlendireceğini ve bu sayede hangi fikrin daha doğru olduğu konusunda bir sonuca ulaşıp ona göre çözüme devam edeceğini dile getiren Ö8, görüşlerini *"O zaman o şeyi bir düşünürüm kâğıt üzerinde denerim eğer doğruysa haklısın derim eğer doğru değilse anlatırım."* diyerek aktarmıştır.
>
> Grup arkadaşlarının farklı fikirde olmasını kendi fikirleri desteklenmediği için çaresizlik olarak gören Ö10, görüşlerini *"Tarihin en büyük çaresizliğini hiç kimse seni desteklemiyor o zaman çok çaresiz kalıyorsun."* şeklinde ortaya koymuştur.
>
> Grup arkadaşlarıyla fikir ayrılığı yaşamanın öncelikle kendisini mutsuz hissettirdiğini fakat süreç sonunda problemi çözüme kavuşturunca bu durumun tersine döndüğünü vurgulayan Ö11 de görüşlerini *"Biraz mutsuz oldum ama doğru sonucu daha sonra arkadaşlarımızla birlikte bulduğumuzda tabii ki mutlu oldum."* diyerek aktarmıştır.

Bu soruya yönelik katılımcı yanıtları ayrıntılı biçimde incelenip değerlendirildiğinde grup içinde yaşanan fikir ayrılıkları katılımcıların kendi fikirlerini gözden geçirip kontrol etmelerini, sahip oldukları fikirleri rasyonel temelde savunmaya çalışmalarını sağlamıştır. Ayrıca bu durum katılımcıların farklı fikirler karşısında hoşgörülü davrandıklarını, mutsuz olsalar bile sürecin sonucuna odaklandıklarını göstermektedir.

Araştırma sürecinin katılımcıların sosyal ilişkilerine etkisini belirleyebilmek amacıyla 13.sırada sorulan *"Araştırma sürecinde etkinlikleri gerçekleştirirken grup arkadaşınızın düşünme yolunun yanlış olduğunu hissettiğinizde nasıl davranmayı tercih ettiniz?"* sorusuna katılımcıların çoğunluğu arkadaşını uyardığını, bir kısmı arkadaşına açıklamalar yaparak kendi düşünme yolunu anlattığını ve bir kısmı da arkadaşının düşünme yoluyla kendi düşünme yolunu karşılaştırdığını ifade etmiştir. Bu soruya yönelik katılımcı yanıtlarından bazıları şöyledir:

> Süreç içerisinde arkadaşının düşünme yolunun yanlış olduğunu hissettiğinde öncelikle arkadaşına saygı duyacağını fakat bununla birlikte arkadaşını yanlış yaptığı yönünde uyaracağını vurgulayan Ö1, görüşlerini *"İlk önce onun yaptığı çalışmaya saygı duyarım ama onun çalışmasının yanlış olduğunu, yanlış düşündüğünü söylerdim. Yani gerçekten yanlış olduğunu kendisine anlatmaya çalışırdım. Yani bu sonuç gerçekten anlattığın şekilde yanlış derdim."* şeklinde ifade etmiştir.
>
> Böyle bir durumda öncelikle arkadaşını uyaracağını ve istemesi halinde arkadaşına yardım edebileceğini ifade etmeye çalışan Ö2 de görüşlerini "*O zaman ilk önce fikrimi ona söylerim yanlış yapmışsın derim o zaman eğer kabul ederse bana yardım eder misin derse o soruyu onunla birlikte düzeltirim."* diyerek dile getirmiştir.
>
> Arkadaşının düşünme yolunun yanlış olduğunu hissettiğinde ona kendi düşünme yolunu anlattığını ve arkadaşının yanıldığı konusunda uyarıda bulunduğunu belirten Ö9 ise görüşlerini *"Kendi düşünme yolumu ona anlattım sonra yanlış yaptığını ona söyledim onun yaptığını yaparsak yanlış olacağını söyledim."* şeklinde aktarmıştır.
>
> Böyle bir durumu çok az yaşadığını ve bu durumda karşılaştırma yaparak arkadaşını uyardığını dile getiren Ö10 da görüşlerini *"Ben buna çok az rastladım ve uyardım dedim ki bak şu yanlış bunu böyle yaparsam bu sonuca varamazsın bunların ikisi farklı şeyler bu ve bunlara benzer şekilde uyardım."* diyerek belirtmiştir.
>
> Buna benzer olarak düşünme yolarının karşılaştırmasını yaparak arkadaşına uyarıda bulunduğunu vurgulayan Ö11, görüşlerini *"O zaman neden bunun yanlış olduğunu gösterdim benim yaptığım sonuçla onun yaptığı sonucu karşılaştıralım onun yaptığının yanlış olduğunu gösteririm."* şeklinde dile getirmiştir.

Katılımcıların bu soruya verdikleri yanıtlar ayrıntılı biçimde incelenip değerlendirildiğinde katılımcıların süreç içerisinde arkadaşlarının düşünme yolunun yanlış olduğunu hissettiklerinde karşılaştırma yaparak kendi düşünme yollarının doğruluğunu kanıtlama yoluna gittikleri, arkadaşlarını saygı çerçevesinde uyardıkları, arkadaşlarıyla yardımlaşma ve dayanışma içinde süreci tekrar ele almaya hazır oldukları görülmektedir.

Fen dersine yönelik matematiksel modelleme etkinliklerinin katılımcıların sosyal ilişkileri üzerindeki etkilerini tespit etmek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formunun son sorusu olarak sorulan *"Bu süreç grup içindeki arkadaşlarınızla ilişkilerinizde herhangi bir farklılaşmaya sebep oldu mu?"* sorusuna katılımcıların büyük çoğunluğu bu sürecin arkadaşlarıyla daha samimi ilişkiler kurmasına katkı sağladığını ifade ederek yanıt vermiştir. Bazı katılımcılar ise bu süreçte arkadaşlık ilişkilerinde herhangi bir değişimin olmadığını ifade etmiştir. Bu soruya yönelik katılımcı yanıtlarından bazıları şöyledir:

> Bu süreçte arkadaşlık ilişkilerinde bir değişiklik olmadığını dile getiren Ö2 kodlu katılımcının görüşleri "*Zaten onlarla konuşuyordum yani arkadaşım. O yüzden arkadaşlığım halen devam ediyor yani ilişkilerimiz o zaman da iyiydi şimdi de iyi."* diyerek aktarmıştır.
>
> Daha önce gruptaki bir arkadaşıyla ilişkilerinin zayıf olduğunu fakat bu süreç sayesinde arkadaşıyla daha samimi olduğunu vurgulayan Ö3, görüşlerini "*Kendi grubundaki arkadaşlarımla evet oldu mesela kendi grubumda B… var ben onunla çok konuşmazdım ama o benim grubuma geldi kaynaştı konuştuk şimdi daha fazla görüşüyorum daha fazla konuşuyorum."*
>
> Buna benzer olarak Ö6 kodlu katılımcı da süreçte yaşadıklarını *"Oldu mesela Y. M. ile çok az konuşuyordum ama matematiksel modellemeden sonra daha çok konuşmaya başladık."* diyerek aktarmıştır.
>
> Bu sürecin arkadaşlık ilişkilerini güçlendirdiğini ifade eden Ö9 kodlu katılımcı, görüşlerini *"Bu süreç arkadaşlarımla ilişkimi daha çok güçlendirdi daha iyi anlaşmaya başladık."* diyerek belirtmiştir.

Bu soruya yönelik katılımcı yanıtları detaylı biçimde incelenip değerlendirildiğinde araştırma sürecinde gerçekleştirilen grup çalışmalarının katılımcılar arasında kaynaşmayı sağlayıp samimiyeti arttırdığı, arkadaşlık bağını güçlendirdiği, aynı sınıfta olmalarına rağmen birbirleriyle çok fazla iletişim kurmayan öğrencilerin bu süreç sayesinde iletişim kurma oranlarının arttığı görülmektedir.

5. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma kapsamında ulaşılan bulgular ile araştırmanın alt problemleri ilişkilendirilerek değerlendirmeler yapılmıştır. Araştırma sürecinde elde edilen bulguların deney grubuna uygulanan fen derslerine yönelik matematiksel modelleme etkinlikleri açısından sonuçları tartışılmıştır. Son olarak benzer araştırma yapacak araştırmacılar, eğitimciler ve öğretmenler için çeşitli öneriler sunulmuştur.

5.1. Sonuç

MÖABT'nin deney ve kontrol grupları için normallik analizleri ve bağımsız örneklem t-testi ön test sonuçları incelendiğinde grupların birbirlerine denk oldukları sonucuna ulaşılmış ve araştırmaya bu gruplarla devam etme kararı alınmıştır. Kontrol grubunun ön test-son test ortalamalarına bakıldığında ise son test lehine bir artış görünse de bu artışın anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Yani Maddenin Özellikleri ünitesini MEB programına göre işleyen kontrol grubunun fen dersi akademik başarısı üzerinde anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Deney grubunun MÖABT ön test-son test puan ortalamaları karşılaştırıldığında ise son test lehine bir artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Deney grubunun normal dağılım gösteren ön test puanlarının aksine son test puanları normal dağılım göstermemiştir. Bunun üzerine ‘‘Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi’’ kullanılarak söz konusu artışın anlamlı olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu test sonucunda ortaya çıkan bulgular incelendiğinde ise bu artışın anlamlı düzeyde olduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla deney grubunda MEB öğretim programına ek olarak fen dersine yönelik hazırlanmış matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin fen başarısını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının MÖABT son test puan ortalamaları karşılaştırıldığında deney grubu lehine bir farklılık tespit edilmiştir. Bu farklılığın anlamlılık düzeyi ise $p < .05$ olarak görülmüştür. Bu bulguya göre de fen dersine yönelik hazırlanmış

matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin fen başarısı üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

FMÖ'den elde edilen puanların deney ve kontrol grupları için normallik analizi sonuçları değerlendirildiğinde $p > .05$ değerine ulaşılmıştır. Bu bulguya göre deney ve kontrol gruplarının FMÖ ön test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı düzeyde olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarının denk gruplar olduğu anlaşılmış ve araştırma sürecine bu gruplarla devam edilmiştir.

Kontrol grubunun FMÖ'den aldığı puan ortalamaları karşılaştırıldığında ise $p > .05$ değerine ulaşılmıştır. Dolayısıyla kontrol grubunun FMÖ'den aldığı ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Bu bulgulara göre MEB fen öğretim programına göre ders işlenen kontrol grubunda fen öğrenme motivasyonunda herhangi bir değişimin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Deney grubunun FMÖ'den aldığı ön test ve son test puan ortalamalarının karşılaştırılması sonucu ulaşılan bulguların analizinde her ne kadar son test lehine bir artış tespit edilse de $p > .05$ değeri elde edildiği için söz konusu farkın anlamlı düzeyde olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla bu sonuçlardan hareketle MEB fen öğretim programının yanı sıra fen dersine yönelik hazırlanmış matematiksel modelleme etkinliklerinin kullanılmasının deney grubunun fen öğrenme motivasyonu üzerinde anlamlı bir fark oluşturacak kadar etkili olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının FMÖ'den elde ettikleri son test puan ortalamalarının karşılaştırılması ile yapılan analiz sonucunda da $p > .05$ değeri elde edilmiştir. Her ne kadar son test puan ortalamalarında deney grubu lehine bir durum söz konusu olsa da bu sonuca göre deney ve kontrol gruplarının FMÖ'den elde ettikleri son test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı düzeyde olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak araştırma sürecinde hem kontrol grubu hem de deney grubu adına fen öğrenme motivasyonu açısından bir değişim yaşanmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın nitel sonuçları ise yarı yapılandırılmış görüşme formunda belirtilen üç tema şeklinde aktarılacaktır. Öncelikle öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinin aşamalarına dair görüşlerinden elde edilen sonuçlar aktarılmıştır. Katılımcıların bu temadaki sorulara verdikleri yanıtlardan şu sonuçlara ulaşılmıştır:

Matematiksel modelleme problemleri; rutin problemlerden farklı, zor, kafa yorucu, karmaşık, çok düşünmeyi gerektiren, çözümün zaman aldığı, fikir alışverişinin yapılması gerektiği, gerçek hayatta karşılaşılabilen problemlerdir. Bu süreçte fen

dersine yönelik matematiksel modelleme etkinleri gerçekleştirmek fen dersini daha kolay hale getirmiştir. Katılımcılar için problemi anlama aşamasının diğer aşamalardan daha zor olarak algılandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun ikinci temasında araştırma sürecinin katılımcılar üzerindeki duyuşsal etkilerini tespit etmek amacıyla sorulan sorular yer almıştır. Katılımcıların bu temadaki sorulara verdikleri yanıtlardan şu sonuçlara ulaşılmıştır:

Katılımcı ifadelerine göre bu süreç fen dersine ilgiyi arttırmış, fen dersinin daha çok sevilmesini sağlamış, dersi daha eğlenceli hale getirmiş ve zihinsel gelişime katkıda bulunmuştur. Yine bu süreç sonunda katılımcıların günlük hayat-fen-matematik arasındaki ilişkiyi süreç öncesine göre daha iyi fark ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca fen dersinde bu yönde bir grup çalışmasının yapılmasının katılımcıları iyi ve mutlu hissettirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte katılımcıların sosyal bilgiler ve Türkçe gibi derslerde matematiksel modelleme yapılmasını istedikleri sonucuna ulaşılmıştır. Yine katılımcıların sürecin kendilerini geliştirdiği, bilgilerini arttırdığı, arkadaşlarıyla daha çok zaman geçirmelerine vesile olduğu, dersi sevmelerini sağladığı, akademik başarılarını arttıracağını tahmin ettikleri ve daha çok eğlendikleri gibi gerekçelerle fen dersinde modelleme etkinliklerine devam etmek istedikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun üçüncü temasında ise fen dersinde uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin katılımcıların sosyal ilişkileri üzerindeki etkilerini tespit etmeye yönelik sorular yer almıştır. Katılımcıların bu temadaki sorulara verdikleri yanıtlardan ulaşılan sonuçlar şöyledir:

Katılımcılar araştırma sürecinde gerçekleştirilen grup çalışmalarında kendilerini rahatça ifade etme fırsatı bulmuşlardır. Katılımcıların süreç içerisinde grup arkadaşlarıyla aynı fikirde olmaları mutlu olmalarını, iyi hissetmelerini, doğru yaptıklarını ve akıllı olduklarını düşünmelerinin yanı sıra kendileriyle gurur duymalarını sağlamıştır. Katılımcıların süreç içerisinde grup arkadaşlarıyla farklı fikirde olup görüş ayrılığı yaşamaları; çözümlerini kontrol etmelerini, görüşlerini rasyonel temelde savunmalarını, süreci yeniden ele almalarını, saygı ve hoşgörüyle süreci devam ettirmeleri sonucunu ortaya çıkarmıştır. Katılımcılar süreç içerisinde düşünme yolunun yanlış olduğunu hissettikleri grup arkadaşlarına da yine saygı ve hoşgörüyle yaklaşıp onu kibarca uyarma ve karşılaştırmalar yapıp, süreci gözden geçirip hatayı gösterme davranışı sergilemişlerdir. Bununla birlikte süreç içerisinde

gerçekleştirilen grup çalışmaları sayesinde katılımcıların birbirleriyle daha çok kaynaştığı, samimiyeti arttırdığı, arkadaşlık bağlarının daha da güçlendiği, önceden çok sık iletişim kurmayan bireylerin daha çok iletişim kurmalarına katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

5.2.Tartışma

Araştırmanın birinci alt problemi olan "Fen derslerinde kullanılan matematiksel modelleme etkinliklerinin 4. sınıf öğrencilerinin fen akademik başarılarına etkisi var mıdır?" sorusuna yanıt aranmış ve süreç sonunda deney grubunun fen başarısının anlamlı düzeyde arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasında model oluşturma etkinliklerinin sahip olduğu özelliklerin etkili olduğu söylenebilir. Çünkü Model Oluşturma Etkinliklerinde öğrencilere gerçek yaşam içindeki karmaşık problem durumları sunulur, öğrenciler bu problemin çözümü için model kurmaya zorlanır, kurdukları modelin doğruluğunu test etmeye yöneltilir. Bu problemler açık uçludur ve problemlerin kuramsal yapısı matematiksel modelleme perspektifine dayanmaktadır. (Lesh, vd., 2000, p. 597). Dolayısıyla model oluşturma etkinliklerinde öğrenciler geçirdikleri düşünce süreçlerini belgelere aktarır, sınırlılıkları dikkate alır, ayrıca problem çözerken süreç boyunca matematiğe dair bilgilerinin yanı sıra fene dair bilgilerini de kullanırlar (Chamberlin & Moon, 2006; English, 2009; Lesh & Caylor, 2007; Lesh, vd., 2000; Shahbari & Peled, 2017; Zieffler & Garfield, 2009). Bunlara ek olarak Blum ve Niss (1991) matematiksel modellemenin anlama, kavram oluşumu, motivasyon ve kalıcılık konusunda önemli katkıları olduğunu ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda süreç boyunca uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin fene dair kavramları daha iyi anlamalarına ve kalıcı öğrenmeyi sağladığına bunun sonucunda da öğrencilerin fen dersi akademik başarılarında artışın yaşandığına imkân sağladığı ortaya çıkmıştır.

İlköğretim Matematik Öğretim Programına (2018) göre farklı disiplinlerle matematiğin bir araya getirilmesi gerektiği önemle vurgulanmaktadır (MEB, 2018). Yine alan yazında disiplinlerin ilişkilendirilmesinin çok önemli olduğu ifade edilmiş, fen bilimleri ile matematiğin ilişkili ve aynı zamanda bütünleşik bir yapıda bulunduğu, bu yüzden de bu iki disiplin arasındaki ilişkilendirmenin diğer disiplinlere oranla daha çok yapıldığı görülmüştür (Doğan, vd., 2018; Karakuş vd., 2017; Keşan & Kaya, 2008; Matthews vd., 2009). Bu araştırma kapsamında da fen dersi ile matematik dersi

disiplinler arası ilişki perspektifiyle ele alınmış ve iki disiplin matematiksel modelleme etkinlikleri aracılığıyla bir araya getirilmiştir. Maddenin Özellikleri ünitesinin kazanımlarına uygun olarak hazırlanmış özgün model oluşturma etkinlikleri süreç içerisinde kullanılmıştır ve süreç sonunda deney grubu lehine bir sonuç ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde farklı disiplinlerin gündelik hayatla ilişkilendirilmesinin öğrencilerin söz konusu disiplinlere karşı ilgisini ve bu disiplinlerde sahip oldukları akademik başarı düzeyini arttırdığı birçok çalışmada ortaya konmuştur (Delice & Sevimli, 2009; Gürbüz, 2008; Özgen, 2013; Remijan, 2017; Toluk-Uçar, 2011). Buna benzer şekilde araştırmanın nitel boyutunda katılımcıların görüşleri incelendiğinde bu sürecin fen dersini daha çok sevdirdiği, fene dair ilgiyi arttırdığı, yeni öğrenmeler sağladığı, fende daha başarılı olunacağı duygusunu oluşturduğu görülmektedir (Tablo 18).

Bu araştırma sürecinde cevap aranan ikinci alt problemde öğrencilerin fen öğrenme motivasyonları ile ilgili yapılan ölçümler sonucunda gurup içi ön test son test puan ortalamalarında kontrol grubu son test aleyhine bir sonuç ortaya koyarken deney grubu ise son test lehine bir sonuç ortaya koymuştur. Gruplar arası son test puan ortalamalarında da deney grubu lehine bir miktar puan farkı olduğu tespit edilmiştir. Fakat söz konusu puan farkı düzeyinin anlamlı bir farkı ortaya koyacak düzeyde olmadığı ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla 4. sınıf fen dersinin Maddenin Özellikleri ünitesinin kazanımları doğrultusunda özgün olarak hazırlanmış matematiksel modelleme etkinliklerinin 5 hafta süren uygulamaları, öğrencilerin fen öğrenme motivasyonları üzerinde anlamlı bir fark oluşturacak etkiyi yaratmamıştır. Fakat bunun tersini savunan Zbiek ve Conner'a (2006) göre öğrenciler matematiksel modelleme etkinliklerinde gündelik yaşam ile matematik ilişkisini fark edip bundan zevk alırlar ve bu sayede motivasyonları artar. Yine Blum ve Niss'e (1991) göre de matematiksel modelleme çalışmalarının motivasyon arttırıcı bir etkisi vardır. Çalışmanın nitel boyutunda her ne kadar öğrencilerden birkaçı derse karşı ilgilerinin arttığı, söz konusu dersi daha çok sevdikleri yönünde görüş bildirseler de bu durumun deney grubunun motivasyon düzeylerini anlamlı bir fark oluşturacak düzeyde etkilemediği sonucu ortaya çıkmıştır. Yine deney grubunun FMÖ puan ortalamaları ve yarı yapılandırılmış görüşme formunda araştırma sürecinin katılımcılar üzerindeki duyuşsal etkilerini belirlemek amacıyla sorulan sorulara verilen yanıtlar dikkate alındığında fen öğrenmeye yönelik öğrencilerin sahip oldukları motivasyonlarının zaten çok düşük bir seviyede olmadığı görülmektedir. Çünkü öğrencilerin

motivasyonları çok düşük seviyede olsaydı bu durum birinci alt probleme de yansıyacak ve deney grubunun fen başarısında anlamlı bir fark ortaya çıkmayabilecektir. Bu durumla ilgili Şenler (2004), motivasyonun öğrenme sürecine doğrudan etki ettiğini ve bunun da öğrencilerin akademik başarı düzeylerini de etkilediğini ifade etmiştir. Yine buna ek olarak Özbaşı ve diğerlerine (2018) göre de öğrencilerin sahip oldukları akademik başarı düzeyi onların sahip oldukları motivasyon düzeyinin de göstergesi durumundadır. Bunun sebebi de motivasyon kavramının öğrencilerin sahip oldukları akademik başarı düzeyini arttırmada oldukça önemli bir değişken olmasıdır. Buradan hareketle hem kontrol grubunun hem de deney grubunun FMÖ'den aldıkları puanların yakın olması ve aralarında anlamlı bir farkın olmaması fakat MÖABT'den elde edilen puanlar arasında anlamlı bir farkın ortaya çıkması süreç boyunca kullanılan matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin sahip oldukları akademik başarı düzeyleri üzerindeki etkisini göstermesi bakımından önemlidir.

Araştırmanın nitel boyutu ise yarı yapılandırılmış görüşme formu üç temaya ayrılarak gerçekleştirilmiştir. Söz konusu formun ilk temasında katılımcıların matematiksel modelleme sürecine dair görüşleri incelenmiş ve söz konusu düşünce, görüş ve tepkilerin analizi yapılmıştır. Bu temada katılımcılar matematiksel modelleme etkinliklerini; rutin problemlerden farklı, kafa yormayı gerektiren, çözümü zaman alan, karmaşık, çok düşünmeyi gerektiren problemler olarak değerlendirmişlerdir. Yine bu süreçte ilk kez karşılaştıkları bir durumun olmadığını, gerçek yaşamda benzer problem durumlarıyla karşılaştıklarını ifade etmiş ve bu sürecin fen dersini daha kolay hale getirdiğini vurgulamışlardır. Bunlara ek olarak da modelleme sürecinde en çok problemi anlama kısmında zorlanırken matematik kullanımında ise zorlanmadıklarını belirtmişlerdir. Katılımcıların bu görüşlerinin matematiksel modelleme etkinliklerinin özellikleriyle uyumlu olduğu görülmektedir. Çünkü Mousoulides'e (2007; akt., Eraslan, 2011b) göre rutin problemlerin önceden belirlenmiş bir sonucu ve çözüm yolu varken matematiksel model oluşturma etkinliklerinde önceden belirlenmiş bir çözüm yolu ve yalnızca bir cevap yoktur. Buna ek olarak Lesh ve Zawojewski'ye (2007) göre de model oluşturma problemleri öğrencilerin okulda edindikleri deneyimlerden farklı biçimde birtakım amaçlara ulaşabilmek için matematiksel düşünme becerilerini işe koşarak kavramsal bazı araçları ya da karmaşık ürünleri ortaya koymaları gereken hem zorlu hem de gerçek yaşam durumlarını kapsar. Matematiksel modelleme etkinliklerinin bu özellikleri katılımcıların görüşlerinde belirttikleri karmaşık, zor, çok

düşünmeyi gerektiren, çözümü zaman alan ve problemi anlamada zorluk yaşanması gibi yanıtlarını açıklar niteliktedir. Sürecin fen dersini kolaylaştırmasıyla ilgi olarak da Lesh ve Doerr (2003b) model oluşturma sürecinde katılımcıların matematiksel tanım ve açıklamalar yapma ve bununla birlikte problem durumunu matematiksel gerekçelendirmelerle tartışabilme becerilerinde gelişme olduğunu ifade etmiştir. Dolayısıyla bu süreçte model oluşturma etkinliklerinde katılımcılar matematik ve fen bilgilerini birlikte kullanarak disiplinler arası bakış açısı geliştirmişlerdir. Bu sayede fene dair kavramları matematiği kullanarak açıklama, tanımlama ve tartışma fırsatı yakalamışlardır. Bu durumun fen dersini kolaylaştırmada etkili olduğu görülmektedir. Yarı yapılandırılmış görüşme formunun ikinci temasında ise bu sürecin katılımcılar üzerindeki duyuşsal etkileri incelenmiş ve derinlemesine analiz edilmiştir. Bu temada katılımcılar bu süreç sayesinde fen dersini daha çok sevdiklerini, matematik-fen-günlük hayat ilişkisini süreç öncesine göre daha çok fark edebildiklerini, fen bilimleri dersinde bu yönde bir grup çalışması yapmanın iyi hissettirdiğini, diğer derslerde de matematiksel modelleme etkinlikleri yapmak istediklerini ve fen dersinde matematiksel model oluşturma etkinliklerinin devam etmesini istediklerini ifade etmişlerdir. Katılımcıların görüşleri matematiksel modelleme problemlerinin özellikleri ile doğrudan ilişkilidir. Bu durumu ifade eden Niss ve diğerlerine (2007) göre öğrenciler okulda öğrendikleri matematiği matematiksel modelleme etkinlikleri sayesinde gerçek yaşam içinde kullanmayı deneyimlerler ve bu durum onların matematiğe yönelik inançlarını ve tutumlarını şekillendirip matematiğin doğası ve dünyadaki rolüyle ilgili fikir sahibi olmalarını sağlar. Bu sayede sürecin öğrencilerin matematiğe karşı ilgilerini arttırma konusunda etkili olduğu ve matematiği farklı alanlarda kullanabilme becerisinin gelişmesine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Bu araştırma sonuçları da göstermiştir ki disiplinler arası bir yaklaşımla hazırlanan matematiksel modelleme etkinlikleri sadece matematiğin günlük hayattaki yerinin değil matematikle ilişkilendirilen diğer disiplinin de günlük hayattaki yerinin fark edilmesinde etkili olmuştur. Yine bu süreçteki grup çalışmaları ile ilgili katılımcıların yanıtlarını destekler nitelikte Eraslan'a (2011a) göre katılımcıların bireysel olarak gerçekleştirmeye çalıştıkları çözüm sürecinde akla gelmeyen bilgiler, fark edilmeyen ayrıntılar grup çalışması gerçekleştirildiğinde grubun diğer üyeleri tarafından ortaya konulmaktadır. Bu durum katılımcıların hem kendilerini iyi hissetmelerini hem grup içinde dayanışmayı arttırmayı hem de grup üyelerinin süreç içinde birlikte ilerleme kaydetmelerini sağlamıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun üçüncü temasında ise araştırma sürecinin katılımcıların sosyal ilişkileri üzerindeki etkilerini tespit etmeye yönelik sorulara verilen yanıtlar ayrıntılı biçimde incelenip analiz edilmiştir. Bu temada katılımcılar süreç boyunca grup çalışmalarında görüşlerini rahatça ifade ettiklerini, grup arkadaşlarıyla fikir birliği yaşadıkları durumlarda mutlu olduklarını, grup arkadaşlarıyla fikir ayrılığı yaşadıkları durumlarda ise süreci kontrol edip karşılaştırmalar yapacaklarını, arkadaşlarının düşünme yolunun yanlış olduğunu hissettiklerinde arkadaşlarını uyaracaklarını ve bu süreç sayesinde arkadaşlarıyla samimiyet düzeylerinin arttığını ifade etmişlerdir. Bu sonuçların ortaya çıkmasında matematiksel modelleme etkinliklerinin sahip olduğu özelliklerin etkili olduğu açıktır. Çünkü Zawojewski ve diğerlerine (2003) göre rutin problemlerde önceden belirlenmiş tek bir sonuca yine belirlenmiş çözüm yolundan ulaşma hedefi vardır ve bu durum süreci başkalarıyla paylaşmaya gerek duymayacak hale getirir. Dolayısıyla rutin problemlerin sosyal yanı zayıftır. Bunun aksine matematiksel modelleme etkinliklerinde problemin çözümü için bir model ortaya koyma ve bu modeli genelleme prensipleri, söz konusu modelin başka bireylerle de paylaşılması ve bu modelin tekrar kullanılabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu durum matematiksel modelleme etkinliklerinin gerçekleştirilmesi sürecinde grup çalışması uygulamasının gerekliliği sonucunu ortaya koymuştur. Modelleme etkinliklerinde bireyler etkileşim içinde iş birliği yaparak çalışırlar. Çünkü öğrenciler modelleme yaparken gözden geçirip kontroller yapma ve uygun düzeltmeleri gerçekleştirebilmek amacıyla gruptaki diğer üyelerle etkileşime gereksinim duymaktadırlar. Gruptaki üyelerin problemin çözümüne yönelik fikirleri tartışılır, üyeler ortaya attıkları fikirlerini gerekçelendirerek savunmaya çalışır ve grup üyelerince yapılan değerlendirmelerle uygun model için karar verilir.

5.3. Öneriler

1. Bu çalışmada yer alan motivasyon kavramıyla ilgili yapılan araştırmalara göre öğrencilerin motivasyonları birçok değişkenden etkilenmektedir. Bu araştırma da göstermiştir ki öğrenciler matematiksel modelleme uygulamasından keyif alıp motive olmuşlardır. Bu sayede derse ilgileri var olan düzeyden de daha ileri bir seviyeye taşınmıştır. Bununla birlikte matematik ve matematikle bir araya getirilen fen dersinin günlük hayattaki yerini daha iyi fark etmişlerdir. Böylelikle fen dersine yönelik

akademik başarılarında da anlamlı bir artış sağlanmıştır. Bundan dolayı öğretmenlerin derslerde matematiğin diğer disiplinlerle bir araya getirildiği matematiksel modelleme çalışmalarına yer vermeleri önerilmektedir.

2. Yapılan birçok araştırma eğitimcilerin ve öğretmen adaylarının matematiksel modelleme konusunda yeterli bilgi ve tecrübeye sahip olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla bu eksikliği giderebilmek adına öğretmenlere yönelik projeler ve hizmet içi eğitimlerle matematiksel modelleme konusunda öğretmenlerin bilgi ve tecrübe sahibi olmaları sağlanmalıdır. Öğretmen adayları için de uygun alanlara lisans düzeyinde matematiksel modelleme dersi konularak öğretmen adaylarının bilgi ve tecrübelerinin arttırılması sağlanmalıdır.

3. Bundan sonraki araştırmalarda farklı sınıf düzeylerinde matematiksel modelleme etkinliklerinin farklı etkileriyle ilgili çalışmalar gerçekleştirilebilir ve böylelikle alan yazına katkı sağlanabilir. Yine araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda özgün matematiksel modelleme etkinlikleri oluşturarak bu alanı daha zenginleştirebilir.

4. İlkokuldan başlanarak her sınıf düzeyinde matematiksel modelleme etkinlikleri hazırlanıp bunların müfredat içinde yer alması sağlanabilir. Böylelikle PISA ve TİMMS gibi uluslararası mecralarda Türkiye'nin elde ettiği ortalamaların matematiksel modelleme etkinlikleri aracılığıyla hangi oranda değiştiği ve matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik okur yazarlığına etkileri ulusal çapta görülmüş olacaktır.

KAYNAKÇA

Abell, S. K., & Lederman, N. G. (2007). *Handbook of research on science education.*USA: Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah.

Albayrak, E., & Çiltaş, A. (2017) Türkiye'de matematik eğitimi alanında yayınlanan matematiksel model ve modelleme araştırmalarının betimsel içerik analizi, *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, *2017*(9), 258-283.

Anhalt, C.O., Cortez, R., Aguirre, J.M. (2021). Mathematical modeling thinking: A construct for developing mathematical modeling proficiency. In: Suh, J.M., Wickstrom, M.H., English, L.D. (eds) *Exploring mathematical modeling with young learners. Early mathematics learning and development*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63900-6_3

Antonius, S., Haines, C. R., Jensen, H. T., & Niss, M. (2006). Classroom activities and the teacher. In W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn, M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education*: The 14. ICMI Study (295–306). Springer.

Arastaman, G., Fidan, I. O. & Fidan, T. (2018). Nitel araştırmada geçerlik ve güvenirlik: Kuramsal bir inceleme. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 15*(1), 37-75.

Arıkıl, G., & Yorgancı, B. (2012, 27-30 Haziran). *Öğretmenlerin, öğretmen adaylarının ve öğrencilerin motivasyonu algılama farklılıkları*. [Kongre Sunumu] Niğde Üniversitesi, Niğde

Assessment and Teaching of 21st Century Skills (ATC21S) (2012). About the project. http://www.atc21s.org/ adresinden 3 Eylül 2022 tarihinde alınmıştır.

Aydın, F. (2009). *İşbirlikli öğrenme yönteminin 10. sınıf coğrafya dersinde başarıya, tutuma ve motivasyona etkileri.* (Yayın no. 228418) [Yayınlanmış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi

Aydın Ceran, S. (2021). 21. yüzyıl becerileri bağlamında fen eğitiminin bugünü ve geleceği: Türkiye perspektifinde bir analiz. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 10* (4), 3191-3218.Retrieved from http://www.itobiad.com/tr/pub/issue/66167/908645

Aydın-Güç, F. (2015). *Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi*. (Yayın no. 381105) [Yayınlanmış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Azizoğlu, N., & Çetin, G. (2009). 6 ve 7. Sınıf öğrencilerinin öğrenme stilleri, fen dersine yönelik tutumları ve motivasyonları arasındaki ilişki. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 17*(1), 171-182.

Aztekin, S., & Taşpınar Şener, Z. (2015) Türkiye'de matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının içerik analizi: Bir meta-sentez çalışması, *Eğitim ve Bilim, 40*(178), 139-161.

Banks, F., & Barlex, D. (2014). *Teaching STEM in the secondary* school: *How teachers and schools can meet the challenge*. Routledge.

Baki, A. (2015). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Harf Eğitim Yayıncılığı.

Baltacı, A. (2018). Nitel araştırmalarda örnekleme yöntemleri ve örnek hacmi sorunsalı üzerine kavramsal bir inceleme. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler EnstitüsüDergisi, 7(1),* 231-274.

Barak, M., & Dori, Y. J. (2011). Science education in primary schools: Is an animation worth a thousand pictures? *Journal of Science Education and Technology, 20*(5), 608-620. https://doi.org/10.1007/s10956-011-9315-2

Barlia, L. (1999). *High school students' motivation to engage in conceptual change learning in science.* [Unpublished doctoral dissertation] The Ohio State University

Başkan, Z. (2011) *Doğrusal ve düzlemde hareket ünitelerinin matematiksel modelleme kullanılarak öğretiminin öğretmen adaylarının öğrenmelerine etkileri* (Yayın no. 300381) [Yayımlanmış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi

Berg, B. L., & Lune, H. (2015). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri.* (Çev., H. Aydın). Eğitim Yayınevi.

Berry, J., & Houston, K. (1995). *Mathematical Modelling*. Bristol: J. W. Arrowsmith Ltd.

Biber, T., & Özdemir, Y., *(2015).* Matematik öğretiminde matematiksel modelleme yaklaşımı*. Cito Eğitim: Kuram ve Uygulama, 27,* 39-50*.*

Blomhøj, M., & Kjeldsen, T.H. (2006).Teaching mathematical modelling through project work- Experiences from an in-service course for upper secondary teachers. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38*(2), 163-177.

Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics. *Education- Discussion Document. 34* (5), 229-239.s

Blum, W., & Ferri, B. R. (2009). Mathematical modeling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modeling and Aplications*, *1*(1), 45–58.

Blum, W., & Niss, M. (1989). Mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects – state, trends and issues in mathematics instruction. M. Niss, W. Blum & I. Huntley (Ed.). *Modelling applications and applied problem solving.* Halsted Pres., 1-19.

Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, application and links to other subjects-state, trends, and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, *22*(1), 37–68.

Blum, W. & Pollak, H. (2018). Foreword. In R. B. Ferri (Eds.), *Learning how to teach mathematical modeling in school and teacher education.* (Pp. Vi-Vii). Springer.

Bransford, J. D., Brown, S. J.,& Cocking, R. (1999). *How people learn.* National Academy Press.

Bukova Güzel, E. (Ed.) (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: araştırmacılar, eğitimciler ve öğrenciler için*. Pegem Akademi.

Bukova-Güzel, E. (Ed.). (2018). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme.* Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş. (2008). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı.* Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E. Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri.* Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş. (2020). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı.* Pegem Akademi Yayıncılık e Kitapları. https://doi.org/10.14527/9789756802748

Can, A. (2020). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Pegem Akademi Yayıncılık e Kitapları. https://doi.org/10.14527/9786053644484

Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2006). Model-eliciting activities: An introduction to gifted education. *Journal of Secondary Gifted Education*, *17*, 37-47.

Chamberlin, Scott A., & Sidney M. (2005). ―Model-eliciting activities as a tool to develop and identify creatively gifted mathematicians. *The Journal of Secondary Gifted Education. 17* (1), 37-47.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education.* Routledge.

Creswell, J.W. (2006). *Understanding mixed methods research* (Chapter 1). Retrieved from http://www.sagepub.com/upm-data/10981_Chapter_1.pdf

Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (3. Baskı).* Thousand Oaks, CA: Sage.

Çavuş-Erdem, Z. (2018). *Matematiksel modelleme etkinliklerine dayalı öğrenme sürecinin alan ölçme konusu bağlamında incelenmesi.* (Yayın no. 527110) [Yayınlanmış doktora tezi, Adıyaman Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi

Çepni, S. (2009). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Celepler Matbaacılık.

Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi* (Yayın no.301126) [Yayınlanmış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Çiltaş, A., & Işık, A. (2013). Matematiksel modelleme yoluyla öğretimin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme becerileri üzerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 13*(2), 1177-1194.

Çelikkol, O. (2016). *7.sınıf öğrencilerine cebirsel sözel problemlerde matematiksel modelleme uygulaması: bir eylem araştırması* (Yayın no.431416) [Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi

Davies, P. (2000). Contributions from qualitative research. H. T. Davies, M. N. Sandra, & P. Smith (Ed.). *What works? Evidence-based policy and practice in public services* (ss. 291-316). Policy Press.

Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. In J. Bellance, & R.Brandt (Eds.), "*21st century skills: Rethinking how students learn"*(pp. 51-76). Bloomington, IN: Solution Tree Press.

Dellal, A.N., & Bora Günak, D. (2009). İkinci yabancı dil olarak Almanca öğrenen öğrencilerin birinci yabancı dil İngilizceye bağlı öğrenme stratejileri. *Dil Dergisi, 145,* 64-85. https://doi.org/10.1501/Dilder_0000000116

Delice, A., Sevimli, E., & Aydin, E. (2009). Reflections in peer evaluation: Is the attended teacher training program the ımplemented training program?. *Research in Mathematical Education*, *13*(2), 141-150.

Dindyal, J. (2010). Word problems and modelling in primary school mathematics. In B. Kaur, & J. Dindyal (Eds.), *Mathematical Applications and Modelling* (94-111). World Scientific.

Doğan, M. F., Gürbüz, R., Çavuş Erdem, Z. & Şahin, S., (2018). STEM eğitimine geçişte bir araç olarak matematiksel modelleme. R. Gürbüz & M. F. Doğan (Ed.), *Matematiksel modellemeye disiplinler arası bakış: Bir STEM yaklaşımı*. (ss. 43-56). Pegem Akademi.

Doğan, M. F., Gürbüz, R., Çavuş-Erdem, Z., & Şahin, S. (2019). Using mathematical modeling for integrating STEM disciplines: A theoretical framework. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, *10*(3), 628-653. https://doi.org/10.16949/turkbilmat.502007.

Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi* (Yayın no. 265182) [Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi

Doruk, B. K., & Umay, A. (2011). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 41*(41), 124-135.

Dunne, T., & Galbraith, P. (2003). Mathematical modelling as pedagogy–impact of an immersion program. In Q. X. Ye, W. Blum, K. Houston, & Q.Y. Jiang (Eds.), *Mathematical modelling in education and culture* (pp-16-30). Horwood Publishing Chichester.

English, Lyn D. (2008, May 29-31). *Mathematical modeling: linking mathematics, science and artsin the primary curriculum.* In: 2nd International Symposium on Mathematics and its Connections to the Arts and Sciences (MACAS2*)*, Odense, Denmark.

Englısh L. D. (2009). Promoting interdisciplinarity through mathematical modelling. *ZDM*, *41*, 161-181. https://doi.org/10.1007/s11858-008-0106-z.

English, L. D. (2015). STEM: *Challenges and opportunities for mathematics education.* In Proceedings of the 39th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (Vol. 1, pp. 4-18). PME.

English, L. D. (2021). *Mathematical and ınterdisciplinary modeling in optimizing young children's learning. Early mathematics learning and development*. Switzerland AG.

English, Lyn D., & Halford, G. S. (1995). *Mathematics education: Models and processes.* Lawrence Erlbaum Associates: Mahwah

English, Lyn D., & Watters, James J. (2005a). *Mathematical modelling with 9-year-olds.* In Chick, Helen L. and Vincent, Jill L.*,* Eds. Proceedings of the 29th Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics

Education 2*(*1), 297-304, Melbourne, Australia. Accessed from: http://eprints.qut.edu.au/archive/00003515

English, Lyn D., & Watters, J. J. (2005b). Mathematical modeling in the early school years. *Mathematics Education Research Journal*, *16*(3), 59-80.

Eraslan, A. (2011a). Bir matematiksel modelleme etkinliği: Büyük ayak problemi. *Eğitimci- Öğretmen Dergisi, 6*(1), 25–27.

Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 14*(4), 1-21.

Ersöz, F., & Ersöz, T. (2019). *SPSS ile istatistiksel veri analizi istatistik – uygulama – parametrik ve parametrik olmayan testler*. Seçkin Akademik ve Mesleki Yayınlar

Eshach H (2006). *Science literacy in primary schools and pre-schools.* Springer, Netherlands

Eshach, H., & Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology, 14*(3), 315–336. https://doi.org/10.1007/s10956-005-7198-9

Eurydice, Avrupa Eğitim Bilgi Ağı (2011). Avrupa'da matematik eğitimi: Temel zorluklar ve ulusal politikalar. Eurydice Türkiye Birimi. https://doi.org/:10.2797/18385

Frejd, P., & Bergsten, C. (2016). Mathematical modelling as a professional task. *Educational Studies in Mathematics, 91*, 11-35. https://doi.org/10.1007/s10649-015-9654-7

Galbraith, P. (2012). Models of modelling: Genres, purposes or perspectives. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, *1*(5), 3-16.

Gazete Duvar (2019, 4 Mayıs). *Geri dönüşüm için kendi makinelerini yaptılar.* Haber Merkezi https://www.gazeteduvar.com.tr/gundem/2019/05/04/geri-donusum-icin-kendi-makinelerini-yaptilar

Gilbert, J. K., Boulter, C. J. & Elmer, R. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. Gilbert J. K. ve Boulter C. J. (Eds.), *Developing models in science education*. Kluwer Academic Publishers.

Gök, M., & Erdoğan, A. (2017). Sınıf ortamında rutin olmayan matematik problemi çözme: Didaktik durumlar teorisine dayalı bir uygulama örneği. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi, 14*(1), 140-181.

Gravemeijer, K. & Stephan, M. (2002). Emergent models as an instructional design heuristic. In Gravemeijer, K., Lehrer, R., Oers, B. & Verschaffel, L. (Eds.). *Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education,* 145 - 169. Kluwer Academic Publishers.

Greene, J. C. (2005). The generative potential of mixed methods inquiry, *International Journal of Research & Method İn Education, 28*(2), 207-211. doi:10.1080/01406720500256293.

Greer, B. (1997). Modeling reality in mathematics classrooms: The case of word problems. *Learning and Instruction, 7* (4), 293–307.

Guerrero-Ortiz, C., & Mena-Lorca, J. (2017). Modelling task design: science teachers' view. In: *Mathematical modelling and applications,* (pp. 389-398). Springer, Cham.

Güder, Y. (2019) *Matematiksel modelleme yoluyla disiplinler arası geçiş* (Yayın no. 586541) [Yayımlanmış Doktora Tezi, Adıyaman Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi

Güneş, B., Bağcı, N. & Gülçiçek, Ç. (2004). Fen bilimlerinde kullanılan modellerle ilgili öğretmen görüşlerinin tespit edilmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 4*(7), 1-14.

Gürbüz, R. (2008). *Matematik öğretiminde çoklu zekâ kuramına göre tasarlanan öğrenme ortamlarından yansımalar* (Yayın no. 179209) [Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi

Gürbüz, R., Çavuş Erdem, Z., Şahin, S., Temurtaş, A., Doğan, C., Doğan, M., Çalık, M., & Çelik, D (2018) Bir disiplinler arası matematiksel modelleme etkinliğinden yansımalar, *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, *8*, 1-22.

Gürbüz, R., Çalık, M., Çelik, D., Doğan, M. F., & Erdem, Z. Ç. (2019) Matematiksel modelleme yoluyla bir öğrenme ortamının tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi: Disiplinler arası geçiş. TÜBİTAK 117K169

Gürbüz, R., & Doğan, M.F. (2019). Giriş: Matematiksel modellemeye disiplinler arası bakış: Bir STEM yaklaşımı. R. Gürbüz ve M. F. Doğan (Eds) (2.baskı). *Matematiksel modellemeye disiplinler arası bakış: Bir STEM yaklaşımı*, (pp.1-5). Pegem Akademi.

Gürler, S. A., & Akgün, H. (2023). 4. sınıf fen bilimleri dersi "maddenin özellikleri" ünitesine ilişkin akademik başarı testi geliştirme: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, *22*(88), 1849-1870.

Güvercin, Ö., Tekkaya, C., & Sungur, S. (2010). Öğrencilerin fen öğrenimine yönelik motivasyonlarının incelenmesi: Karşılaştırmalı bir çalışma. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 39,* 233-243.

Güvendik, F. (2010). *Kimya motivasyon ölçeğinin uyarlanması ve yapı geçerliğinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi

Haines, C. R., & Crouch, R. M. (2010). Remarks on a modelling cycle and ınterpretting behaviours. In R. A. Lesh et al. (Eds.), *modelling students mathematical modelling competencies: The ICMI–13 study* (145–154). Springer

Harle, W. (2001). Research in primary science education. *Journal of Biological Education, 35*(2), 61-65. https://doi.org/10.1080/00219266.2000.9655743

Harlen, W., & Qualter, A. (2018). *The teaching of science in primary schools*. David Fulton Publishers.

Harrison, A.G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students. *Research in Science Education, 31*, 401-435.

Heale, R., & Twycross, A. (2015). Validity and reliability in quantitative studies. *Evid Based Nurs*, *18*(3), 66-67. https://doi.org/10.1136/eb-2015-102129

Heilio, M. (2011). Modelling and the educational challenge in industrial mathematics. In *Trends in Teachingand Learning of Mathematical Modelling,* (pp. 479-488). Springer, Dordrecht.

Hıdıroğlu, Ç. N. & Can, B. (2020) HTTM (History/Theory/Technology/Modeling) öğrenme ortamının fen bilgisi öğretmeni adaylarının matematiksel düşünmelerine ilişkin algılarına ve matematiksel modelleme becerilerine etkisi, *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi, 11*(2), 239-272.

Hıdıroğlu, Ç.N., Tekin Dede, A., Kula, S., & Bukova Güzel, E. (2014). Öğrencilerin kuyruklu yıldız problemi'ne ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematiksel modelleme süreci çerçevesinde incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 31*, 1- 17.

Işık Öner, A. & Akçay, H. (2021). İlkokulda fen bilimleri öğretimi. Kâmil Arif Kırkıç & Hatice Vatansever Bayraktar (Eds), *Kuramdan Uygulamaya İlkokul Eğitiminde Yenilikçi Öğrenme ve Öğretim* (s.181-216). Efe Akademi.

Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher, 33*(7), 14-26.

Kaçar, P. (2019). *İlkokulda Matematik Öğretimi.* Pegem Akademi Yayıncılık.

Karcı, C., & Gündoğdu, K. (2018). Validity and reliability study of the motivation scale towards learning english. *International Journal of Languages' Education and Teaching, 6*(1), 103-116. https://doi.org/10.18298/ijlet.2090

Karakuş, M., Türkkan, B. T., & Karakuş, F. (2017). Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmenlerinin disiplinler arası yaklaşıma yönelik görüşlerinin belirlenmesi. *İlköğretim Online*, *16*(2), 509-524

Kaput, J. (1987). Representation systems and mathematics. In C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics* (19-26), Hillsdale, NJ: Learence Erlbaum Associates.

Kertil, M. (2008) *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi* (Yayın no. 221516) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi

Kesik, C. (2016*). İlkokul üçüncü sınıf öğrencilerinin fen okuryazarlığını belirlemeye yönelik envanter geliştirme ve uygulama: Şanlıurfa ili örneği* (Yayın no. 421594) [Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi

Keşan, C., & Kaya, D. (2008). Fen öğretiminde hibritleşmiş bir öğrenme ortamı nasıl olmalı. *Bilim, Eğitim ve Düşünce Dergisi*, *8*(4).

Koç, D. (2020) *An investigation on thesis and dissertations on mathematical modeling in Turkey in the last two decades,*(publish no. 627081) [Master's Thesis] Middle East Technical University

Lesh, R. & Caylor, B. (2007). Özel sayıya giriş: Uygulama olarak modelleme ve matematik oluşturmanın bir yolu olarak modelleme. *Int J Comput Math Learning 12*, 173–194 (2007). https://doi.org/10.1007/s10758-007-9121-3

Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In A. Kelly & R. Lesh (Eds.), *Hand book of reseacrh design in mathematics and science education.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates*,* 591-646.

Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). *Beyond constructivism: Models and model (English)ing perspectives on mathematics problem solving.* Learning, and Teaching Lawrence Erlbaum Associates, 2003. A source book for teachers and teacher education, 12-597

Lesh, R. A., & Doerr, H. M. (2003b). In what ways does a models and perspective move beyond constructivism: In R. Lesh & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: A models and modeling perspective on mathematics problem solving,* Learning and Teaching (519–582). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Lesh, R., Post, T., & Behr, M. (1987). Representations and translations among representations in mathematics learning and problem solving. In C. Janvier, (Ed.), *Problems of representations in the teaching and learning of mathematics* (33-40). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Lesh, R. A., & Zawojewski, J. S. (2007). Problem solving and modeling. In F. Lester (Eds.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A* 181 *project of the national council of teachers of mathematics* (763–804). Charlotte, NC: Information Age Publishing.

Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry.* Thousand oaks, CA: Sage.

Matthews, K. E., Adams, P., & Goos, M. (2009). Putting it into perspective: mathematics in the undergraduate science curriculum. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *40*(7), 891-902.

Maaß, K. (2006) ‘‘What are modelling competencies?’’, *The International Journal on Mathematics Education, 38*(2), 113-142.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı.* Devlet Kitapları Müdürlüğü Basım Evi.

MEB, (2013). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı.* 21 Mayıs 2017 tarihinde http://ttkb.meb.gov.tr/www/guncellenen-ogretim programlari/icerik/151 adresinden alınmıştır.

MEB, (2017). *Fen bilimleri dersi öğretim programı.* 20 Ağustos 2017 tarihinde http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=143 adresinden alınmıştır.

MEB. (2017). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar).* MEB.

MEB (Millî Eğitim Bakanlığı). (2018). *Matematik dersi öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

MEB (2018b). *Millî eğitim bakanlığı fen bilimleri dersi öğretim programı.* http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325

MEB (2019a). *Akademik becerilerin izlenmesi ve değerlendirilmesi* (ABİDE) 2018: 4. Sınıflar Raporu.

Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research* (Second edition). Jossey-Bass.

Merriam, S. B. & Grenier, R. S. (Eds.). (2019*). Qualitative research in practice: Examples for discussion and analysis.* John Wiley & Sons.

Meyer, W. J. (1984). *Concepts of mathematical modeling*. New York: McGraw-Hill.

Michelsen, C. (2005). *Expanding the domain: Variables and functions in an interdisciplinary context between mathematics and physics.* In Beckmann,

A.,Michelsen, C., and Sriraman, B (Eds.), Proceedings of the 1st International Symposium of Mathematics and its Connections to the Arts and Sciences (pp. 201-214).

Michelsen, C. (2006). Functions: a modelling tool in mathematics and science. *ZDM*, *38*(3), 269-280.

Michelsen, C. (2015). Mathematical modeling is also physics—interdisciplinary teaching between mathematics and physics in Danish upper secondary education. *Physics Education, 50*(4), 489. https://doi.org/10.1088/0031-9120/50/4/489.

Millar, R. & Osborne, J. (1998). Beyond 2000: Science education for the future. london: king's college london, school of education. https://en.unesco.org/news/facing-future-early-science-education key investment-meet-global-challenges.

Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994) *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook,* Sage.

Mousoulides, N., Christou, C., & Sriraman, B. (2006a). *From problem solving to modelling-a meta analysis.* Retrieved November 2017.

Mousoulides, N., Sriraman, B. & Christou, C. (2007). From problem solving to modeling – the emergence of models and modelling perspectives. *Nordic Studies in Mathematics Education, 12* (1), 23–47.

NCTM (National Council of Teachers of Mathematics, (2000). *Principle and Standards for School Mathematics*, Reston, VA: NCTM.

NARFİKİR (2023, 14 Nisan). *Streç filme alternatif bal mumu kumaş nasıl yapılır? Wax wrap storage cloth.* https://www.youtube.com/watch?v=ee_etZ4lzcw

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2014*). Principles to actions: Ensuring mathematical success for all.* Author, NCTM.

Ng, K.T., Soon, S.T., & Fong, S.F. (2010). Development of a questionnaire to evaluate students' perceived motivation towards science learning incorporating ICT tool. *Malaysian Journal of Educational Technology, 10*(1), 39-55.

Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. (2007). Introduction. In W. Blum, P. L. Galbriath, H-W. Henn, M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education* (3–22). New York: Springer.

Özalp, N. (2006). *Fen, mühendislik ve sosyal bilimlerde modelleme.* Gazi Kitabevi.

Özbaşı, D., Cevahir, H., & Özdemir, M. (2018). Çevrimiçi öğrenme motivasyon ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 8*(2), 352-368. Doi Number:10.24315/trkefd.331973

Özmen, H. & Karamustafaoğlu, O. (Ed.) (2019). *Eğitimde araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.

Palmer, D. (2005). A motivational view of constructivist-informed teaching. *International Journal of Science Education*. *27* (15), 1853-1881.

Patrick, H. & Mantzicopoulos, P. (2015). Young children's motivation for learning science. Trundle, K. C. and Saçkes, M. (Ed.), *Research in Early Childhood Science Education* (s. 7-34). New York: Springer.

Pintrich, P.R., Marx, R.W., & Boyle, R.A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research, 63*, 167–199. https://doi.org/10.3102/00346543063002167

Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (1996). *Motivation in education: Theory, research, and application.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Pollak, H. (2007). Mathematical modeling-A conversation with Henry Pollak. In W. Blum, P. L. Galbraith, H-W, Henn, M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education.* The 14th ICMI Study (pp. 109-120). Springer.

Remijan, K. W. (2017). Project-based learning and design-focused projects to motivate secondary mathematics students. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, *11*(1), 1.

Selçuk, Z. (2000). *Gelişim ve öğrenme.* Nobel Yayıncılık.

Seyis, S. (2011). *Ortaöğretim öğrencilerinin motivasyonları ve duygusal zekâları ile akademik başarıları arasındaki ilişki* (Yayın no. 298682) [Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi

Schunk, D. H., Meece, J. L., & Pintrich, P. R. (2013). *Motivation in education* (4thEdition). Pearson.

Shahbari, J. A., & Peled, I. (2017). Modelling in primary school: constructing conceptual models and making sense of fractions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *15*(2), 371-391.

Shenton, A. K. (2004). Strategies for ensuring trustworthiness in qualitative research projects. *Education for Information, 22*(2), 63-75.

Sriraman, B. (2005). *Conceptualizing the notion of model eliciting.* Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education. Sant Feliu de Guíxols, Spain.

Suh JM, Matson K, Seshaiyer P. (2017) Engaging elementary students in the creative process of mathematizing their world through mathematical modeling. *Education Sciences*. *7*(2):62. https://doi.org/10.3390/educsci7020062

Şenler, B. (2014, 11-14 Eylül). *Fen dersine yönelik uyumsal öğrenme durumları ölçeği'nin Türkçe uyarlaması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması.* [Kongre Sunumu], Çukurova Üniversitesi.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate Statistics*. Pearson.

TDK, (2024). *Büyük Türkçe Sözlük.* 14 Nisan 2024 tarihinde http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.5b6c397e9e5a86.30343747 adresinden alınmıştır.

Tekin Dede, A. (2015) *Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: bir eylem araştırması* (Yayın no. 395238) [Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi

TIMSS (2020). 2019 International Results in Mathematics and Science. https://www.iea.nl/publications/study-reports/international-reports-iea-studies/timss-2019-international-report

Toluk Uçar, Z. (2011). Öğretmen adaylarının pedagojik içerik bilgisi: Öğretimsel açıklamalar. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, *2*(2), 87-102

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times.* John Wiley & Sons.

Tuan, Chin & Sheh (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, *Vol 27*(6), 634-659.

Ubuz, B. & Haser, Ç. (2002, 16-18 Eylül). *Matematik öğretiminde rol yapılarının değişim*. [Kongre Sunumu], Ortadoğu Teknik Üniversitesi

UNESCO (2015). Facing the future: early science education as a key investment to meet global challenges. https://en.unesco.org/news/facing-future-early-science-education-key-investment-meet-global-challenges

Uzun, N., & Keleş, Ö. (2012). İlköğretim öğrencilerinin fen öğrenmeye yönelik motivasyon düzeylerinin değerlendirilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9*(20), 313-327.

Valladares, L. (2021). Scientific literacy and social transformation. *Science & Education, 30*(3), 557-587.https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2

Vatansever Bayraktar, H. (2015). Sınıf yönetiminde öğrenci motivasyonu ve motivasyonu etkileyen etmenler. *Electronic Turkish Studies*, *10*(3), 1079-1100.

Von Glasersfeld, E. (1998). Cognition, construction of knowledge and teaching. In M.R. Matthews (Ed.) *Constructivism in Science Education* (11–30). Dordrecht: Kluwer Academic.

Wess, R., Klock, H., Siller, H. S., & Greefrath, G. (2021). Mathematical modelling. In: *Measuring professional competence for the teaching of mathematical modelling*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78071-5_1

Williams, J., Roth, W. M., Swanson, D., Doig, B., Groves, S., Omuvwie, M., Borromeo Ferri, R., & Mousoulides, N. (2016). *Interdisciplinary mathematics education*. Springer Nature.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri.* Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). Pre-service primary school teachers' views about STEM education: anapplied study. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 8*(2), 195-213.

Yıldız, M. (2010). *İlköğretim 5. Sınıf öğrencilerinin okuduğunu anlama, okuma motivasyonu ve okuma alışkanlıkları arasındaki ilişki* (Yayın no. 279666) [Doktora Tez, Gazi Üniversitesi] YÖK Ulusal Tez Merkezi

Yıldız, Ş., & Yenilmez, K. (2019) Matematiksel modelleme ile ilgili lisansüstü tezlerin tematik içerik analizi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 20,* 1-22.

Yılmaz, H., & Huyugüzel Çavaş, P. (2007). Reliability and validity study of the students' motivation toward science learning (smtsl) questionnaire. *İlköğretim Online, 6*(3), 430-440.

Yoshida, H., Verschaffel, L., & De Corte, E. (1997). Realistic considerations in solving problematic word problems: Do Japanese and Belgian children have the same difficulties?. *Learning and Instruction, 7* (4), 329–338.

Zawojewski, J. S., & Lesh, R. (2003). A models and modelling perspective on problem solving. In R. A. Lesh & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: A models and modeling perspective on mathematics problem solving, learning and teaching* (317–336). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Zawojevski, S. J., Lesh, R. A., & English, L. D. (2003). A models and modeling perspective on the role of small group learning activities. In R. A. Lesh & H. M. Doerr (Ed.), *Beyond constructivism: A models and modeling perspective on mathematics problem solving, learning and teaching* (337–358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates

Zbiek, R. M., & Conner, A. (2006). Beyond motivation: Exploring mathematical modeling as a context for deepening students' understandings of curricular mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 63*(1), 89-112.

Zieffler, A. S., & Garfield, J. B. (2009). Modelıng the growth of students' covarıatıonal reasonıng durıng an ıntroductory statıstıcs course. *Statistics Education Research Journal*, *8*(1), 7-31

EKLER

Ek 1: Araştırma İzni

T.C.
İSTANBUL VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-59090411-20-99750646 28/03/2024
Konu : Anket ve Araştırma İzni (Mustafa AÇIKGÖZ)

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : a) Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 21.01.2020 tarihli ve 2020/2 sayılı genelgesi.
b) Yıldız Teknik Üniversitesi Rektörlüğünün 29.02.2024 tarihli ve 2402290081 sayılı yazısı.
c) Müdürlüğümüz Araştırma ve Anket Komisyonunun 25.03.2024 tarihli tutanağı.

Araştırma Konusu	: Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin İlkokul Öğrencilerinin Fen Başarısına Fen Motivasyonuna Etkisi ve Sürece Dair Öğrenci Görüşleri
Araştırma Türü	: Anket
Araştırma Yeri	: Bağcılar Yıldıztepe İlkokulu
Araştırma Yapılacak Kişiler	: Öğrenci
Araştırmanın Süresi	: 2023 - 2024 Eğitim ve Öğretim Yılı

Yukarıda bilgileri verilen araştırmanın; 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanununa aykırı olarak kişisel veri istenmemesi, öğrenci velilerinden açık rıza onayı alınması, bir örneği Müdürlüğümüzde muhafaza edilen mühürlü ve imzalı veri toplama araçlarının kurumlarımıza araştırmacı tarafından ulaştırılarak uygulanması, katılımcıların gönüllülük esasına göre seçilmesi, araştırma sonuç raporunun kamuoyuyla paylaşılmaması ve araştırma bittikten sonra 2 (iki) hafta içerisinde Müdürlüğümüze gönderilmesi, okul idarelerinin denetim, gözetim ve sorumluluğunda, eğitim ve öğretimi aksatmayacak şekilde, ilgi (a) genelge esasları dâhilinde uygulanması kaydıyla Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.
Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Murat Mücahit YENTÜR
İl Millî Eğitim Müdürü

OLUR

Mustafa KAYA
Vali a.
Vali Yardımcısı

Ek:
1- İlgi (b) Yazı ve Ekleri (10 Sayfa)
2- İlgi (c) Tutanak (1 Sayfa)
3- Araştırma Geri Bildirim Formu (1 Sayfa)

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres	: Binbirdirek Mah. İmran Öktem Cad. No: 1 Sultanahmet Fatih İstanbul	Belge Doğrulama	: https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys
Telefon	: 0212 384 36 28	Bilgi İçin	: Aydın BALTA
E-posta	: stratejigelistirme34@meb.gov.tr	Unvanı	: VHKİ
Kep Adresi	: meb@hs01.kep.tr	İnternet Adresi	: http://istanbul.meb.gov. tr/

Ek 2: Etik Kurul Onayı

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu

Toplantı Tarihi: 04.03.2024 **Toplantı No: 2024.03**

SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU TOPLANTI KARARI

Yürütücülüğünü Üniversitemiz Sosyal Bilimler Enstitüsü öğretim üyelerinden Doç.Dr. Zeynep Yıldız danışmanlığında lisansüstü öğrencisi MUSTAFA AÇIKGÖZ tarafından yapılacak olan "Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin İlkokul Öğrencilerinin Fen Başarısı Fen Motivasyonuna Etkisi Ve Sürece Dair Öğrenci Görüşleri" adlı çalışma ve bu çalışmada kullanılacak veri toplama araçları ve yöntemlerine ilişkin bilgilerde etiğe aykırı herhangi bir bulguya rastlanmamıştır.

Etik Kurul Üyeleri

Prof. Dr. Murat DONDURAN
Başkan

Prof. Dr. Ali ERYILMAZ
Üye

Prof. Dr. Gülhayat GÖLBAŞI ŞİMŞEK
Üye

Prof. Dr. Senay OĞUZTİMUR
Üye

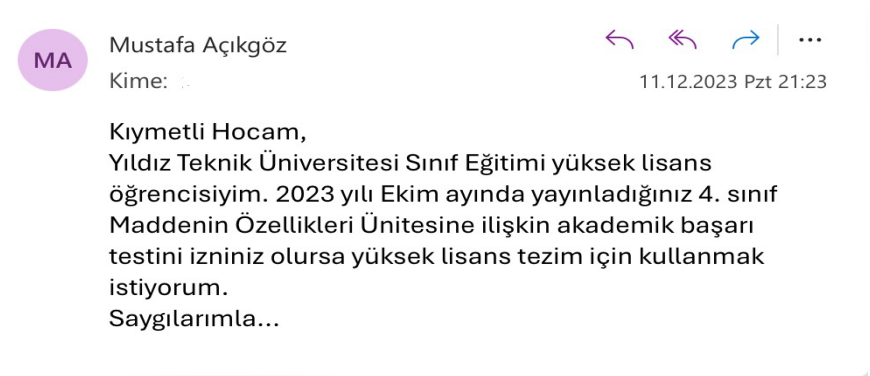
Prof. Dr. Yasin ŞEHİTOĞLU
Üye

Doç. Dr. Mehmet Emin KAHRAMAN
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Güzin AKYILDIZ
Üye

Taş Bina A-2013 Oda Davutpaşa Kampüsü Esenler/İstanbul Tel: (0212) 383 31 18
E-posta: sbemdr@yildiz.edu.tr - Web: sbe.yildiz.edu.tr
Rapor Doğrulama Adresi: "etik.yildiz.edu.tr/dogrula" Rapor No: 20240302746 Doğrulama Kodu: 8bcfb

Ek 3: Maddenin Özellikleri Akademik Başarı Testi ve FMÖ İzin İsteği



MA

Mustafa Açıkgöz

Kime:

11.12.2023 Pzt 21:23

Kıymetli Hocam,
Yıldız Teknik Üniversitesi Sınıf Eğitimi yüksek lisans öğrencisiyim. 2023 yılı Ekim ayında yayınladığınız 4. sınıf Maddenin Özellikleri Ünitesine ilişkin akademik başarı testini izniniz olursa yüksek lisans tezim için kullanmak istiyorum.
Saygılarımla...



SG

sümeyye aydın gürler<

Kime: Siz

12.12.2023 Sal 22:42

Merhaba Mustafa bey,

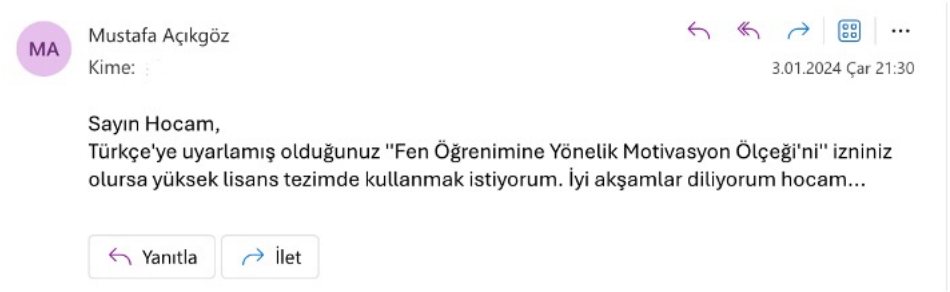
Akademik başarı testini etik kurallar çerçevesinde kullanmanızda bir sakınca yoktur. Tezinizde kolaylıklar ve başarılar dilerim.

Mustafa Açıkgöz >, 12 Ara 2023 Sal, 22:32 tarihinde şunu yazdı:

...

Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye AYDIN GÜRLER
Gaziantep Üniversitesi
Nizip Eğitim Fakültesi
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü
Nizip/GAZİANTEP
E-Posta:

Asst. Prof. Dr. Sümeyye AYDIN GÜRLER
Gaziantep University, Nizip Faculty of Education
Department of Mathematics and Science Education
E-Mail:



MA

Mustafa Açıkgöz

Kime:

3.01.2024 Çar 21:30

Sayın Hocam,
Türkçe'ye uyarlamış olduğunuz "Fen Öğrenimine Yönelik Motivasyon Ölçeği'ni" izniniz olursa yüksek lisans tezimde kullanmak istiyorum. İyi akşamlar diliyorum hocam...

Yanıtla İlet

Ek 4: Maddenin Özellikleri Akademik Başarı Testi

1) Madde ve maddeyi niteleyen özellikler ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi **yanlıştır?**

A)Pamuklu kumaş, tişört ve kâğıt suyu emer.

B)Taş, demir ve anahtar suda batar.

C)Tahta kaşık, şemsiye ve mantar tıpa suyu emer.

D)Cam bardak, gazete ve tahta kalem mıknatısla çekilmez.

2)



Yukarıda verilen nesneler terazi ile ölçülmüştür. Muz ve karpuzun kütlesi sırasıyla hangi şıkta doğru verilmiştir?

A) 4 kg-4 kg B) 4 kg-5 kg

C) 4 kg-4 kg 500 g D) 5 kg-5 kg

3) Bir sürahinin kütlesi 250 g'dır. Sürahinin içerisine limonata eklendikten sonra sürahinin kütlesi 1 kg 450 g gelmektedir. Limonatanın kütlesi ne kadardır?

A) 1 kg 700 g B) 1 kg 450 g

C) 1 kg 250 g D) 1kg 200 g

4)Beyza, bakkaldan brüt kütlesi 1625 g olan bir kavanoz çilek reçeli almıştır. Etiketi okuduğunda çilek kavanozundaki reçelin net kütlesinin 1475 g olduğunu görmüştür. Bu bilgilere dayanarak aşağıda verilen bilgilerden hangisi doğrudur?

A) Kavanozun ağırlığı 150 g'dır.

B) Kavanozun kütlesi 3100 g'dır.

C) Kavanozun darası 150 g'dır.

D) Kavanozun darası 1775 g'dır.

5) -Telefon -Şimşek -Kitap -Ayakkabı -Elma -Işık -Bardak -Gölge

Yukarıdakilerden kaç tanesi maddedir?

A) 4 B) 5 C) 6 D) 7

6) ■ Katı ve sıvı maddelerin kütlesi terazi ile doğrudan ölçülebilir.

▲ Elektrik, şimşek ve gölge madde olduğu için kütle ve hacimlerini ölçebiliriz.

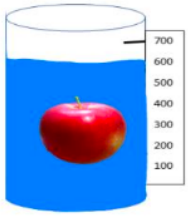
★ Sıvıların hacmini elektronik terazi ile ölçeriz.

♥ Şekli düzgün olmayan katının ve sıvının hacmini ölçtükten sonra birimini litre olarak ifade etmeliyiz.

Yukarıda verilen ifadelerin başına doğruysa "D" yanlışsa "Y" yazılacaktır. Buna göre sıralama nasıl olmalıdır?

	■	▲	★	♥
A)	D	Y	Y	D
B)	Y	D	D	Y
C)	D	Y	Y	Y
D)	Y	Y	Y	D

7)



Dereceli kapta başlangıçta 400 ml su vardır. Kabın içine elma atılıyor ve suyun yüksekliği şekildeki gibi değişiyor. Buna göre kabın içindeki elma suyun hacminde ne kadarlık artışa neden olmuştur?

A) 200 ml B) 300 ml C)400 ml D) 600 ml

8) I) Belli bir şekli yoktur.

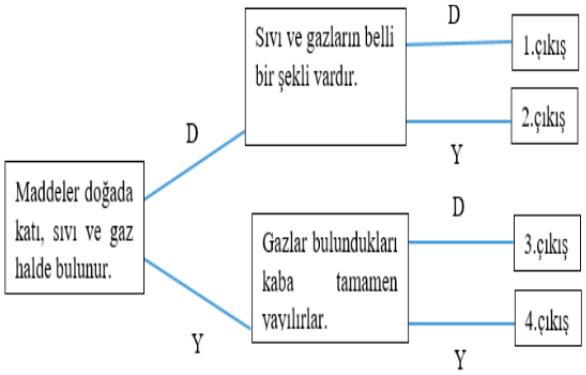
II) Bulundukları ortama yayılırlar.

III)Deodorant, egzoz dumanı ve su buharı gaz halindeki maddelere örnektir.

Gazlar için yukarıdaki maddelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız III C) II ve III

B) I ve III D) I, II ve III



9)Yukarıda verilen tanılayıcı dallanmış ağaç tekniği ile hazırlanmış soruda ilk kutudaki cümleden başlayıp ifadenin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduğuna karar vererek ilerleyiniz. Vereceğiniz cevaplarla hangi çıkışa ulaşırsınız?

A)1. çıkış B) 2. çıkış C)3. çıkış D)4. çıkış

10)

Sıkıştırılabilirler 1	Akışkandır. 2	Belirli hacimleri yoktur. 3
Kuvvet uygulandığında şekli değişir. 4	Konuldukları kabın şeklini alırlar. 5	Sıvılar renksiz olduğu için gözle görünmezler 6
Belli bir şekli yoktur. 7	Bulundukları ortama yayılırlar. 8	Zeytinyağı, mürekkep ve şampuan örnektir. 9

Yukarıdaki tabloda maddenin halleriyle ilgili bilgiler verilmiştir.

Bu bilgilerden hangileri maddenin sıvı haliyle ilgilidir?

A) 2,3, 9 B) 1, 2, 9

C) 1, 6, 7, 9 D) 2, 5, 7, 9

11) 9 yaşındaki Esma, bayramda gelen misafirlerine kolonya ve şeker ikram etmiştir. Ancak misafirlerin ellerine döktüğü kolonyanın kısa bir süre içinde yok olduğunu gözlemlemiştir. Esma'nın karşılaştığı bu durumla ilgili aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

A)Elimiz kolonyadan daha soğuk olduğu için kolonya bir süre sonra yok olmuştur.

B)Kolonya döktüğümüzde elimiz kolonyadan ısı alarak ısınmıştır.

C)Kolonya bir süre sonra ısı etkisiyle hâl değiştirmiştir.

D)Bu olayın gerçekleşmesi için kolonyanın ortama ısı vermesi gerekmektedir.

12)Aşağıdaki maddelerden hangisi sıvı hâldeyken katı hâle geçmiştir?

A) Çay yapmak için suyun kaynatılması

B) Dondurmanın sıcakta beklemesi

C) Kışın birikmiş suların donması

D) Çikolatanın sıcakta erimesi

13) I) Altı açık ocağın üzerindeki tencerenin sapı …… .

II) Bir gömleği ütülediğimizde gömlek …… .

III) Buzdolabına koyduğumuz limonata …… .

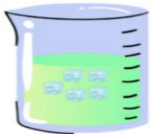
IV) Kışın dışarı çıkan bir kişi kaban giyerse ..... .

Yukarıdaki cümlelerde noktalı yere "ısınır, soğur" sözcüklerinden uygun olanı yazılacaktır. Buna göre hangi cümledeki boşluklara "ısınır" sözcüğü gelmelidir?

A)I ve II B)I ve IV

C)II, III ve IV D) I, II ve IV

14)



Yandaki görselde suyun başlangıçtaki sıcaklığı 23°C'dir. Ayaz, su dolu kabın içerisine beş küp buz parçası atmıştır. Buna göre aşağıda verilen bilgilerden hangisi **yanlıştır**?

A) Su ile buz arasında ısı alışverişi olmuştur.

B) Buzlardan suya ısı akışı olur.

C) Buz erimeye başlar.

D) Su, buza ısı verir.

15) Aşağıdaki örneklerden hangisi ısı alışverişine örnek **değildir**?

A)Ateşlenen çocuğun alnına ıslak bez konulması

B)30°C olan suya, sıcaklığı 30°C olan kaşığın konulması

C)Sıcaklığı 25°C olan tabağa, sıcaklığı 10°C olan tereyağının konulması

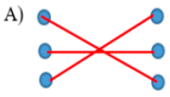
D)Kışın kardan adam yaparken ellerimizin üşümesi

16)

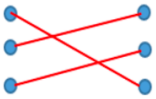
- Sıvı maddelerin ısı alarak gaz hâline geçmesi olayı. — Erime
- Katı hâldeki bir maddenin ısı alarak sıvı hâle geçmesi olayı. — Buharlaşma
- Sıvı maddelerin ısı vererek katı hâle geçmesi olayı — Donma

Yukarıdaki cümleler karşısındaki kelimelerle eşleştirilecektir. Buna göre doğru eşleştirme hangi şıkta verilmiştir?

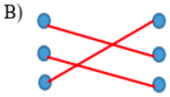
A)



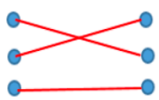
C)



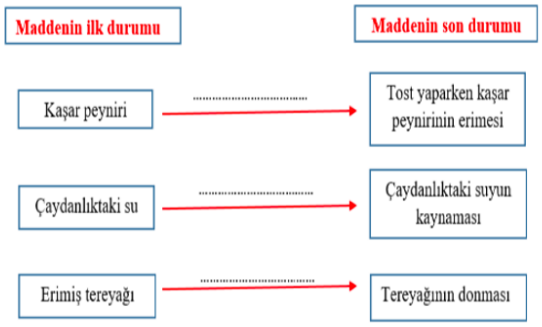
B)



D)



17)



Yukarıda maddelerin ilk ve son durumları verilmiştir. Noktalı yerlere "ısı alır" ya da "ısı verir" ifadeleri yazılacaktır.
Buna göre noktalı yerlere sırasıyla aşağıdakilerden hangisi yazılmalıdır?
A)ısı alır–ısı alır–ısı verir
B) ısı alır – ısı verir – ısı verir
C) ısı verir – ısı alır – ısı verir
D) ısı verir – ısı alır – ısı alır

18)



Yukarıda hâl değişimi ile ilgili şema verilmiştir. Bu şemada oklarla gösterilen yerlere sırasıyla hangi hâl değişimi gelmelidir?
A) Donma – Buharlaşma – Erime
B) Erime – Donma – Buharlaşma
C) Erime – Buharlaşma - Donma
D) Donma – Erime – Buharlaşma

19)



1.Salata
2.Şeker
3.Altın
4.Cacık
5.Kurabiye
6.Su
7.Reçel

Yukarıda verilen kelimeler uygun kutucuklara yerleştirilecektir. Uygun sınıflandırma hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?

	Saf Madde	Karışım
A)	1, 2, 5, 6	3, 4, 7
B)	2, 5, 7	1, 3, 4, 6
C)	2, 3, 6	1, 4, 5, 7
D)	3, 5, 6, 7	1, 2, 4

20) Aşağıda verilen bilgilerden hangisi karışımın özelliklerinden biri **değildir**?

A)Karışımları istediğimiz maddelerle elde edebiliriz.

B)Karışımları ayırma teknikleri ile ayırabiliriz.

C)Karışımı oluşturan maddeler özelliklerini kaybeder.

D)Karışımı oluşturan maddelerden istediğimiz oranda kullanabiliriz.

21) Aşağıdaki şıklardan hangisinde saf maddeler bir arada verilmiştir?

A) Dondurma, tuz, toprak

B) Limonata, oksijen, tahta

C) Şeker, çorba, ayran

D) Demir, su, tuz

KARIŞIM	Eleme	Süzme	Mıknatısla Ayırma
Demir tozu-talaş			
Çakıl taşı-kum			
Su- mercimek			
Un-kepek			

22) Yukarıdaki tabloda bazı karışımlar ve karışımları ayırma teknikleri verilmiştir. Karışımları ayırmak için uygun ayırma tekniklerini bularak "X" işaretini koyunuz. Buna göre işaretlemelerden sonra tablonun görünümü hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?

A)

		X
X		
	X	
X		

B)

		X
	X	
X		
X		

C)

	X	
		X
	X	
X		

D)

	X	
X		
	X	
X		

23)Aşağıdaki örneklerden hangisini ayırmak için farklı bir yöntem kullanılır?

A) Un - nohut

B) Makarna - su

C) Toprak – kömür tozu

D) Çakıl taşı - talaş

24) Annem yemek yaparken un dolu kabın içine bardaktaki mercimek tanelerini düşürdü.

Kağan demir ataşlarını bozuk paralarının içine düşürdü.

Babam fındık toplarken fındıkları toprağa düşürdü.

Yukarıda verilen sorunları çözmek için sırasıyla hangi ayırma teknikleri kullanılmalıdır?

A) Süzme - mıknatısla ayırma – süzme
B) Eleme – süzme - eleme
C) Eleme – mıknatısla ayırma - süzme

25)



Öğretmen sınıftaki öğrencilere maddelerin ayrıştırılması ve geri dönüşümü hakkında neler düşündüklerini sormuştur. Buna göre hangi öğrenciler doğru bilgi vermiştir?

A)Ayça, Furkan ve Neslihan
B)Ayça ve Furkan
C)Furkan ve Neslihan
D)Ayça ve Neslihan

26) Kaynakları korumak sadece çocukların görevidir.
Geri dönüşüm sayesinde çöpe atılan atık maddeler azalır.
Ayrıştırma ve geri dönüşüm, hammaddelerin çıkarılması için enerji ve zaman tasarrufu sağlar.
Geri dönüşüm canlıların yaşamını zorlaştırır.

Yukarıdaki cümlelerin başına doğruysa "D" , yanlışsa "Y" yazıldığında aşağıdaki tablolardan hangisi oluşur?

A) Y D D Y
B) D Y D Y
C) Y D Y D
D) D D Y D

27)Aşağıdaki ifadelerden hangisi karışımların ayrıştırılmasının sağladığı faydalardan biri **değildir**?

A) Ürünlerin yeniden üretilmesini sağlar.
B) Üretim yapılırken harcanacak enerjiden tasarruf edilmesini sağlar.
C) Sınırlı olan kaynakların tükenmesine neden olur.
D) Ülke ekonomisine katkıda bulunur

Ek 5: Fen Öğrenimine Yönelik Motivasyon Ölçeği

	Hiç katılmıyorum	KATILMIYORUM	KARARSIZIM	KATILIYORUM	Tamamen katılıyorum
1. Fen konularını ister zor, ister kolay olsun, bu konuları anlayabileceğimden eminim.	1	2	3	4	5
2. Zor olan fen kavramlarını anlayabileceğimden çok emin değilim	1	2	3	4	5
3. Fen sınavlarında başarılı olacağımdan eminim.	1	2	3	4	5
4. Ne kadar çabalarsam çabalayayım, fen konularını öğrenemiyorum.	1	2	3	4	5
5. Fenle ilgili etkinlikler çok zor olduğunda, bunları yapmaktan vazgeçerim veya sadece kolay kısımlarını yaparım.	1	2	3	4	5
6. Fenle ilgili etkinlikleri yaparken cevapları kendim bulmaya çalışmaktansa başkalarına sormayı tercih ederim.	1	2	3	4	5
7. Fen dersinin konuları bana zor geldiğinde, bu konuları öğrenmek için uğraşmam.	1	2	3	4	5
8. Yeni fen kavramlarını öğrenirken, bunları anlamak için çaba gösteririm.	1	2	3	4	5
9. Yeni fen kavramlarını öğrenirken, bunlarla daha önceki deneyimlerim arasında bağlantı kurarım.	1	2	3	4	5
10. Bir fen kavramını anlamadığımda bana yardımcı olacak uygun kaynaklar bulurum.	1	2	3	4	5
11. Bir fen kavramını anlamadığımda, bu kavramı anlayabilmek için öğretmenimle ya da diğer öğrencilerle tartışırım.	1	2	3	4	5
12. Öğrenme süreci boyunca, öğrendiğim kavramlar arasında bağlantılar kurmaya çalışırım.	1	2	3	4	5
13. Bir hata yaptığımda, niçin hata yaptığımı bulmaya çalışırım.	1	2	3	4	5
14. Anlamadığım fen kavramlarıyla karşılaştığımda, yine de bunları anlamak için çaba gösteririm.	1	2	3	4	5
15. Günlük hayatımda kullanabileceğim için fen öğrenmenin önemli olduğunu düşünüyorum	1	2	3	4	5
16. Fen beni düşünmeye yönelttiği için, Fen' in önemli olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
17. Fende problem çözmeyi öğrenmenin önemli olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
18. Fende araştırmaya yönelik etkinliklere katılmanın önemli olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
19. Fen konularını öğrenirken merakımı giderecek fırsatların olması önemlidir.	1	2	3	4	5
20. Fen derslerine diğer öğrencilerden daha iyi olmak için katılım gösteririm.	1	2	3	4	5

	Hiç katılmıyorum	KATILMIYORUM	KARARSIZIM	KATILIYORUM	Tamamen katılıyorum
21. Fen derslerinde derse katkıda bulunmamın amacı, diğer öğrencilerin zeki olduğumu düşünmelerini sağlamaktır.	1	2	3	4	5
22. Fen derslerine öğretmenimin dikkatini çekebilmek için katılım gösteririm.	1	2	3	4	5
23. Fen dersinde sınavdan iyi bir not aldığımda kendimi başarılı hissederim.	1	2	3	4	5
24. Fen dersinin konularında kendime güvendiğimde kendimi iyi hissederim.	1	2	3	4	5
25. Fen dersinde zor bir problemi çözebildiğimde kendimi başarılı hissederim.	1	2	3	4	5
26. Fen dersinde, öğretmen fikirlerimi kabul ettiğinde kendimi iyi hissederim.	1	2	3	4	5
27. Fen dersinde diğer öğrenciler fikirlerimi kabul ettiğinde kendimi iyi hissederim.	1	2	3	4	5
28. Fen dersinin konuları heyecan verici ve çeşitli konulardan oluştuğu için fen dersine katılmaya istekliyimdir.	1	2	3	4	5
29. Öğretmenim farklı öğretim yöntemleri kullandığı için fen dersine katılmaya istekliyimdir.	1	2	3	4	5
30. Öğretmenim üzerimde çok fazla baskı oluşturmadığı için fen dersine katılmaya istekliyimdir.	1	2	3	4	5
31. Öğretmen bana ilgi gösterdiği için fen dersine katılmaya istekliyimdir	1	2	3	4	5
32. Fen dersi beni düşünmeye zorladığı için fen dersine katılmaya istekliyimdir.	1	2	3	4	5
33. Öğrenciler konuları tartışabildikleri için fen dersine katılmaya istekliyimdir.	1	2	3	4	5