TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

STEM YAKLAŞIMINA DAYALI MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİNİN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME BECERİLERİNE VE MATEMATİK OKURYAZARLIĞINA ETKİSİ

YAPRAK ARMUTCU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADANA / 2021

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

STEM YAKLAŞIMINA DAYALI MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİNİN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME BECERİLERİNE VE MATEMATİK OKURYAZARLIĞINA ETKİSİ

YAPRAK ARMUTCU

Danışman: **Doç. Dr. Ayten Pınar BAL**
Jüri Üyesi: **Doç. Dr. Gülfem SARPKAYA AKTAŞ**
Jüri Üyesi: **Dr. Öğretim Üyesi Orkun COŞKUN TUNCEL**

YÜKSEK LİSANS

ADANA / 2021

Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma, jürimiz tarafından Matematik Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Ayten Pınar BAL
(Danışman)

Üye: Doç. Dr. Gülfem SARPKAYA AKTAŞ

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Orkun COŞKUN TUNCEL

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim elemanlarına ait olduklarını onaylarım.
…/…/2021

Prof. Dr. Serap ÇABUK
Enstitü Müdürü

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

ETİK BEYANI

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

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

bildirir aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. …. / …. / 2021

Yaprak ARMUTCU

ÖZET

STEM YAKLAŞIMINA DAYALI MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİNİN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME BECERİLERİNE VE MATEMATİK OKURYAZARLIĞINA ETKİSİ

Yaprak ARMUTCU

Yüksek Lisans Tezi, Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Ayten Pınar BAL
Eylül 2021, 213 sayfa

21. yüzyıl becerilerini geliştiren STEM eğitimi yaklaşımının amacı yeni çağın ihtiyaçlarını karşılayabilen, araştıran, düşünen, sorgulayan, farklı disiplinlerinden edindiği bilgileri uygulamaya, yeni buluşlara ve ürüne dönüştürmesini hedefleyen bireyler yetiştirmektir. STEM eğitimi, tüm bu disiplinlerden edinilen bilgileri bütünün tamamlayıcıları olarak görmesini hedeflemektedir. Ayrıca uluslararası sınavlarda öğrenci başarısını artırmak için de önemli bir eğitim yaklaşımıdır. Matematiksel modelleme de matematik okuryazarlığı kavramının önemli bir parçası olduğu kabul edilmektedir. Dolayısıyla matematik okuryazarlığı da 21. Yüzyıl becerileri arasında yer aldığı göz önünde bulundurulursa, STEM etkinliklerinin ve matematiksel modelleme problemlerinin kazandırdığı yeterlikler aynı zamanda matematik okuryazarlığı başarısı yüksek olan öğrencilerden beklenen yeterliklerdir. Bu sebeple STEM bağlamında matematiksel modelleme yeterliklerin geliştirilmesi matematik okuryazarlığını da geliştirmektedir. Bu çalışmanın amacı STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin STEM bağlamında matematiksel modelleme becerilerine ve matematik okuryazarlığına etkisi ile stem eğitimine yönelik ilgilerini ve STEM bağlamında matematiksel modelleme problemlerine yönelik görüşlerinin incelenmektir.

Araştırmada karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri ile yarı deneysel süreç gerçekleştirilerek ve süreç içerisinde öğrencilerin görüşleri alınarak elde edilen nitel bulgular, nicel bulguları desteklemektedir. Araştırmanın çalışma grubunu, 2020/2021 eğitim öğretim yılında

Hatay ilinin İskenderun ilçesine bağlı devlet okulunda öğrenim gören 66 sekizinci sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklem grubu ölçüt örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırmada nicel veri olarak; STEM İlgi Ölçeği, Matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeği, 'Matematik Okuryazarlık Başarı Testi', STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinlikleri, öğretim uygulama sürecinde kullanılmak üzere 'STEM Eğitimi yaklaşımına dayalı Matematiksel Modelleme Etkinliği', öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinin yeterliği düzeylerini belirlemek amacıyla 'Değerlendirme Rubriği' kullanılmıştır. Nitel veri olarak 'Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu' kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre uygulama eğitiminden sonra matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeği puanları, matematik okuryazarlık başarı düzeyleri, STEM bağlamında matematiksel modelleme becerilerinin olumlu geliştiği fakat STEM ilgi ölçeği puanları arasında bir farklılık olmadığı görülmüştür. STEM bağlamında matematiksel modelleme becerileri ile matematik okuryazarlık başarı düzeyleri arasında pozitif yönde yüksek ilişki tespit edilmiştir. Öğrenci görüşleri incelendiğinde genel olarak problemlerin anlaşılması zor olduğu, birden fazla disiplin alanına hâkim olunması gerektiği, eğlenceli, faydalı, farklı bakış açıları kazandırdığı, mühendislik ve teknoloji alanına olan ilgilerinin arttığını belirtmişlerdir.

Anahtar kelimeler: STEM eğitimi, matematiksel modelleme, matematik okuryazarlığı, STEM bağlamında matematiksel modelleme, sekizinci sınıf öğrencileri, STEM ilgi ölçeği, STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri

ABSTRACT

THE EFFECT OF STEM APPROACH-BASED MATHEMATICAL MODELING ACTIVITIES ON MATHEMATICAL MODELING SKILLS AND MATH LITERACY OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Yaprak ARMUTCU

Master Thesis, Department of Maths Education
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ayten Pınar BAL
September 2021, 213 pages

The aim of the STEM education approach, which develops 21st century skills, is to raise individuals who can meet the needs of the new age, who research, think, question, and aim to transform the knowledge they have gained from different disciplines into practice, new inventions and products. STEM education aims to see the knowledge gained from all these disciplines as complementary to the whole. It is also an important educational approach to increase student success in international exams. Mathematical modeling is also considered to be an important part of the concept of mathematical literacy. Therefore, considering that mathematical literacy is among the skills of the 21st century, the competencies gained by STEM activities and mathematical modeling problems are also the competencies expected from students with high mathematical literacy success. For this reason, the development of mathematical modeling competencies in the context of STEM also improves mathematical literacy. The aim of this study is to examine the effects of mathematical modeling activities based on STEM approach on mathematical modeling skills and mathematical literacy of secondary school students in the context of STEM, their interest in stem education and their views on mathematical modeling problems in the context of STEM.

Mixed research method was used in the study. The qualitative findings obtained by performing the quasi-experimental process with mathematical modeling activities based on the STEM approach and taking the opinions of the students in the process support the quantitative findings. The study group of the research consists of 66 eighth grade students studying at a public school in the Iskenderun district of Hatay province in the 2020/2021 academic year. The sample group of the study was determined by the

criterion sampling method. As quantitative data in the research; STEM Interest Scale, Mathematics literacy self-efficacy scale, 'Mathematics Literacy Achievement Test', Mathematical Modeling Activities in the Context of STEM, 'Mathematical Modeling Activity based on STEM Education approach' to be used in the teaching practice process, 'Evaluation Rubric' to determine the proficiency levels of students' mathematical modeling activities ' used. "Semi-structured Interview Form" was used as qualitative data. According to the findings obtained from the study, it was seen that after the practical training, the scores of the mathematical literacy self-efficacy scale, the levels of mathematical literacy achievement, and the mathematical modeling skills in the STEM context improved positively, but there was no difference between the STEM interest scale scores. In the context of STEM, a high positive correlation was found between mathematical modeling skills and mathematical literacy achievement levels. When the students' opinions were examined, they stated that the problems were difficult to understand in general, that more than one discipline area should be mastered, that it was fun, useful and gave different perspectives, and that their interest in engineering and technology increased.

Keywords: STEM Education, Mathematical Modeling, Mathematical Literacy, Mathematical Modeling in the Context of STEM, Eighth Grade Students, STEM Interest Scale, Mathematical Modeling Activities Based on STEM Approach

ÖN SÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak bana zaman ayıran, ihtiyaç duyduğum her zaman desteğini esirgemeyen, hem akademik hem de kişisel olarak gelişmemi sağlayan, bütün değerli birikimleri ile her zaman yanımda olan saygıdeğer danışmanım Sayın Doç. Dr. Ayten Pınar BAL'a tez çalışmamın her aşamasındaki katkı ve desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım. Akademik bilgilerinden ve deneyimlerinden yararlandığım değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Perihan DİNÇ ARTUT'a, Sayın Prof. Dr. Filiz YURTAL'a ve Sayın Prof. Dr. Kamuran TARIM'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca jüri üyesi olarak değerli bilgilerini benimle paylaşan Sayın Doç. Dr. Gülfem SARPKAYA AKTAŞ'a ve Dr. Öğretim Üyesi Orkun COŞKUNTUNCEL'e çok teşekkürlerimi sunarım. Araştırmanın veri toplama sürecinde desteklerini esirgemeyen tüm öğretmen arkadaşlarıma, okul müdürüm Sayın Alattin KILIÇ, müdür yardımcımız Sayın Zülfikar AY ve Kılıç Ali Paşa Ortaokulundaki 8A, 8B ve 8C sınıfındaki değerli öğrencilerime teşekkür ederim. Veri toplama araçlarımdan Matematik Okuryazarlığı Özyeterlik Ölçeğini kullanmama izin veren Sayın Arş. Gör. Ebru KÜKEY'e, STEM İlgi Ölçeğini kullanmama izin veren Dr. Öğr. Üyesi Zeynep KOYUNLU ÜNLÜ'ye teşekkür ederim. Ayrıca her konuda bana destek olan sevgili arkadaşlarım; Özlem BAYKARA, Rabia Betül KÖSE, Mustafa KÖSE ve Raziye KIYDAL'a çok teşekkür ederim. Son olarak her türlü desteğini esirgemeyen canım anneme ve aileme çok teşekkür ederim.

Yaprak ARMUTCU

Adana / 2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET ..... **v**
ABSTRACT ..... **vii**
ÖN SÖZ ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xiv**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **xv**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xvii**
EKLER LİSTESİ ..... **xviii**

BÖLÜM I
GİRİŞ

1.1. Problem 1
1.2. Araştırmanın Amacı 9
1.2.1. Alt Problemler 10
1.3. Araştırmanın Önemi 11
1.4. Varsayımlar 13
1.5. Sınırlılıklar 13
1.6. Tanımlar 13

BÖLÜM II
KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. STEM Eğitimi Yaklaşımı 15
2.1.1. STEM Eğitiminin Tarihçesi 15
2.1.2. STEM' in Tanımı 16
2.1.3. STEM' in Eğitimdeki Önemi 18
2.1.4. STEM Eğitimi ve Matematik 23
2.1.5. STEM Eğitiminde En Yaygın Öğretme ve Öğrenme modelleri 24
2.1.5.1. Probleme Dayalı Öğrenme ve STEM 24
2.1.5.2. Proje Tabanlı Öğrenme ve STEM 25
2.1.5.3. 5E Öğrenme Modeli ile STEM 25
2.1.5.4. İşbirlikli Öğrenme Modeli ile STEM 25

2.2. Matematiksel Modelleme 26
2.2.1. Matematiksel Modelleme Tarihi 26
2.2.2. Model Nedir? 27
2.2.3. Matematiksel Modelleme Nedir? 28
2.2.4. Matematik Öğretim Programında Matematiksel Modelleme 31
2.2.5. Modelleme Perspektifleri 32
2.2.6. Amaç Olarak Matematiksel Modelleme 33
2.2.6.1. Araç Olarak Matematiksel Modelleme 35
2.2.7. STEM Eğitimine Geçişte Bir Araç Olarak Matematiksel Modelleme 35
2.3. PISA ve Matematiksel Okuryazarlık 40
2.3.1. Matematiksel Süreçler ve Bu Süreçlerde İşe Koşulan Matematiksel Yeterlik 42
2.3.2. Matematik Okuryazarlığı Yeterlik Düzeyleri ve PISA Değerlendirme Çerçevesi 44
2.4. İlgili çalışmalar 45
2.4.1. STEM ile ilgili çalışmalar 45
2.4.2. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar 45
2.4.2.1. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar 50
2.4.3. Matematiksel Modelleme ile İlgili Çalışmalar 55
2.4.4. Matematik Okuryazarlığı ile İlgili Çalışmalar 65
2.4.5. STEM ve Matematiksel Modelleme ile İlgili Çalışmalar 72
2.4.6. Matematiksel Modelleme ve Matematik Okuryazarlığı ile İlgili Çalışmalar 77

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli 80
3.2. Çalışma Grubu 80
3.2.1. STEM İlgi Ölçeği ön test puanları 81
3.2.2. Matematik Okuryazarlık Ölçeği Ön Test Puanları 82
3.2.3. Matematik Okuryazarlık Başarı Testi ön test puanları 82
3.2.4. STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme 83
3.3. Veri Toplama Araçları 83
3.3.1. STEM Eğitimi İlgi Ölçeği 84

3.3.2. Matematik Okuryazarlığı Öz-Yeterlik Ölçeği 84
3.3.3. Pilot çalışmaları 85
3.3.4. Matematik Okuryazarlığı Başarı Testi 85
3.3.5. STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Problemleri 86
3.3.6. Uygulama Sürecinde Yapılan STEM Yaklaşımına Dayalı Matematiksel Modelleme Etkinlikleri 86
3.3.7. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu 90
3.3.8. Matematiksel Modelleme Aşamaları Değerlendirme Rubriği 91
3.4. Verilerin Analizi 106

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 112
4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 113
4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular 115
4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular 116
4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 116
4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular 117
4.6.1. Etkinliklerdeki Problemleri Çözerken Karşılaştıkları Güçlüklerle İlgili Görüşler 118
4.6.2. Etkinlikleri Yaparken Matematik Dışında Farklı Disiplinlerle İlgili Bilgilerin Bilinmesi Gerekliliğine Yönelik Görüşler 119
4.6.3. Etkinlik Süreci ve Kazanımları ile İlgili Görüşler 120
4.6.4. STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Problemlerinin Uygulanabilirliğine Yönelik Görüşler 122
4.6.5. STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Problemlerinin Gerçek Hayatla Bağlantısına Yönelik Görüşleri 123

BÖLÜM V

TARTIŞMA VE YORUM

5.1. Öğrencilerin STEM Eğitimi ve Uygulamalarına Yönelik İlgi Düzeylerine İlişkin Yorum ve Tartışma 124

5.2. Öğrencilerin Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçek Düzeylerine İlişkin Yorum ve Tartışma 125
5.3. Öğrencilerin Matematik Okuryazarlık Başarı Testi Değerlendirme Puanlarına İlişkin Yorum ve Tartışma 126
5.4. Öğrencilerin STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Başarı Düzeylerine İlişkin Yorum ve Tartışma 128
5.5. Öğrencilerin STEM İlgi, Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik Düzeyleri ve Matematik Okuryazarlık Başarı Testi Puanları ile STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi Düzeyleri Değerlendirme Puanlarına İlişkin Yorum ve Tartışma 129
5.6. Öğrencilerin STEM Yaklaşımına Dayalı Matematiksel Modelleme Etkinlikleri ile İlgili Uygulama Sonrası Görüşlerine Yönelik Yorum ve Tartışma 132

BÖLÜM VI
SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar 135
6.2. Öneriler 137

KAYNAKÇA 139
EKLER 167
ÖZGEÇMİŞ 211

KISALTMALAR

ÇU: Çukurova Üniversitesi

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

NRC: National Research Council (Ulusal Araştırma Kurumu)

OECD: The Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)

STEAM: Science, Technology, Enginering, Art, Mathematics (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Sanat, Matematik)

STEM: Science, Technology, Enginering, Mathematics (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik)

STREAM: Science, Technology, Reading and Writing, Art, Mathematics (Fen, Teknoloji, Okuma ve Yazma, Sanat, Matematik)

TÜSİAD: Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ve Alt Yeterlikler 34
Tablo 2. STEM İlgi Ölçeği Ön Test puanlarının karşılaştırılmasına yönelik Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları**.** 81
Tablo 3. Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği Ön Test puanlarının karşılaştırılmasına yönelik Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları..... 82
Tablo 4. Matematik Okuryazarlık Başarı Testi Ön Test puanlarının karşılaştırılmasına yönelik Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları 82
Tablo 5. STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi Ön Test puanlarının karşılaştırılmasına yönelik Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları..... 83
Tablo 6. Matematiksel Modelleme Aşamaları Değerlendirme Rubriği 91
Tablo 7. Problem Sürecinin Değerlendirilmesindeki Aşamalar ve Açıklamaları 92
Tablo 8. Matematiksel modelleme Aşamaları Değerlendirme Formatı 93
Tablo 9. 19 Numaralı Öğretmen Adayının Rubrik Değerlendirmesi..... 95
Tablo 10. 18 Numaralı Öğretmen Adayının Rubrik Değerlendirmesi..... 98
Tablo 11. Çalışmanın uygulama süreci 103
Tablo 12. Normal Dağılım Analiz Sonuçları 107
Tablo 13. Matematik Okuryazarlığı Yeterlilik Düzeyleri Puanları 110
Tablo 14. STEM Eğitimi Yaklaşımına Yönelik İlgilerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları..... 112
Tablo 15. STEM İlgi Ölçeği Son Test Puanlarının Karşılaştırılmasına Yönelik Bağımsız Grup t-Testi Sonuçları 113
Tablo 16. Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçek Düzeylerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları 114
Tablo 17. Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği Ön test puanlarına göre Düzeltilmiş Son Test Puanlarının Karşılaştırılmasına Yönelik ANCOVA Sonuçları..... 114
Tablo 18. Matematik Okuryazarlık Başarı Testi Son Test Puanlarının Karşılaştırılmasına Yönelik Bağımsız Grup t-Testi Sonuçları 115
Tablo 19. Kontrol Grubu STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi Ön Test ve Son Test Bağımlı Grup t-Testi Sonuçları 116
Tablo 20. STEM İlgi ve Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik Düzeyleri ile STEM

Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi Düzeyleri Son Test Puanları Arasındaki İlişkiye Yönelik Pearson Korelasyon Sonuçları 117
Tablo 21. Birinci Sorunun Analizi 118
Tablo 22. İkinci Sorunun Analizi 119
Tablo 23. Üçüncü Sorunun Analizi 120
Tablo 24. Dördüncü Sorunun Analizi 122

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. STEM'in tarihsel gelişim süreci (Blackley ve Howell'dan uyarlanmıştır 2015) **16**
Şekil 2. Okullarda STEM Eğitim Modelleri 17
Şekil 3. Disiplinler Arası STEM Eğitim Çerçevesi 19
Şekil 4. Modelleme Döngüsü 31
Şekil 5. STEM öğrenmesi için kavramsal çerçeve grafiği 38
Şekil 6. Matematik Okuryazarlığı Modelleme Döngüsü 41
Şekil 7. 19 numaralı öğrencinin verdiği cevap 94
Şekil 8. 3 numaralı öğrenciye ait cevap kağıdı 98
Şekil 9. 39 Numaralı Öğrencinin Bisiklet Güvenliği Sorusuna Verdiği Cevap Kağıdı 100
Şekil 10. 16 numaralı öğrencinin cevap kağıdı 103
Şekil 11. Kablolu Televizyon Sorusuna 42 Numaralı Öğrencinin Verdiği Tam Doğru Yanıt 111
Şekil 12. Fuji Dağı Tırmanışı 2. Ve 3. Sorularına 19 numaralı öğrencinin verdiği tam doğru yanıt 111

EKLER LİSTESİ

Sayfa

Ek 1. Stem İlgi Ölçeği 167
Ek 2. Matematik Okuryazarlık Ölçeği 173
Ek 3. Matematik Okuryazarlığı Başarı Testi 175
Ek 4. Stem Bağlamında Matematiksel Modelleme Problemleri 182
Ek 5. Stem Yaklaşımına Dayalı Matematiksel Modelleme Etkinlikleri 188
Ek 6. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu 203
Ek 7. Matematiksel Modelleme Değerlendirme Aşamaları 205
Ek 8. Stem İlgi Ölçeği İzin 207
Ek 9. Matematik Okuryazarlık Öz Yeterlik Ölçeği İzin 208
Ek 10. Stem Eğitimi Sertifikası 209
Ek 11. Araştırma Uygulama İzni 210

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde probleme, araştırmanın amacına, sorularına, önemine, sayıltılarına ve sınırlılıklarına değinilmiştir.

1.1. Problem

Tarih boyunca birçok alanda rekabette olan uluslar özellikle ekonomilerine ve geleceklerine yön vermeye çalışmışlardır. Buda, ülkelerin hedeflerine ulaşmak için eğitimin bir zorunluluk olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bir ulusun geleceğine gösterdiği önem, eğitim için yaptığı yatırımlar, yeni çağın gereksinimlerini ve yeniliklerini karşılaması gerekmektedir. Bu yüzden güçlü ekonomilerin temelini 21. yüzyıl yeterliklerine sahip bireyler oluşturur. Sürekli ilerleyen ve değişime uğrayan yaşam koşullarına, yeniliklere cevap verebilecek bireylerin eğitimi, edindikleri bilgileri günlük hayatta karşılaştıkları gerçek yaşam problemlerinin çözümünde etkili bir şekilde kullanılması hedeflenmektedir. Bu durumda da öğrencilerin farklı bakış açılarına sahip olmaları, yaratıcı, eleştirel ve analitik düşünebilmeleri ve farklı disiplinlerden elde ettiği bilgileri problem çözme sürecinde kullanmaları beklenmektedir.

21. yüzyıl becerilerine sahip, sosyal ve ekonomik gelişmelere katkı sağlayan, üreten bireyler yetiştirmeyi birçok ülke eğitimsel amaç olarak belirlemiştir (Altunel, 2018; Murat, 2018). Teknolojideki ilerlemelere bağlı olarak araştıran, düşünen, sorgulayan yeni buluşlar yapabilen bireylere olan gereksinim sürekli artmaktadır. Öğrencinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinden edindiği bilgileri uygulamaya, yeni buluşlara ve ürüne dönüştürmesini hedefleyen STEM eğitimi, tüm bu disiplinlerden edinilen bilgileri bütünün tamamlayıcıları olarak görmesini hedefler. Bu yüzden birçok ülke STEM yaklaşımını eğitim programlarına entegre etmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2016). Bireylere bilgi ve beceriyi disiplinler arası bakış açısıyla kazandırmayı hedefleyen STEM Eğitimi, ekonomik kalkınma ve bilimsel alanda önemli bir araç olarak görülmektedir (Lacey ve Wright, 2009). Amerika Birleşik Devletleri'nde Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation) eğitim direktörü Judith Ramaley tarafından ilk kez kullanılan STEM Kavramı içerdiği alanların İngilizce karşılığı olan sözcüklerin baş harflerinden oluşması STEM (Science-Fen, Technology-Teknoloji, Engineering-Mühendislik, Mathematics-Matematik) olarak ifade edilmiştir (Bybee,

2010; Çorlu, 2012; Carter, 2013; Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Voutour, 2014; Chute, 2009; Moomaw, 2013; Yıldırım, 2018).

Türkiye'de ise STEM fen, teknoloji, matematik ve mühendislik eğitimi olarak (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015) bunun yanı sıra BTMM eğitimi (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) olarak da (Adıgüzel, Ayar, Çorlu ve Özel, 2012) ifade edilmektedir. STEM eğitim yaklaşımında yer alan mühendislik, insan hayatını kolaylaştıran istek ve ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik yeni ürünler ve bu ürünleri üretebilecek süreci tasarlamak için planlı uygulamaları içermektedir. STEM eğitimi uygulamaları da öğrencilerin temelde mühendislik ile bilim arasında bağ kurma yoluyla disiplinler arası ilişkilendirmeyi, işbirliği yöntemi ile öğrenmeyi ve elde ettiği bilgileri gerçek yaşam durumları şeklinde ifade etmeleri dünya görüşlerinin gelişmesini sağlamaktadır (MEB, 2017). Roberts (2012)'a göre STEM eğitimi, öğrencilerin çok yönlü ve farklı düşünmelerini sağlayan ve öğrencilerin bir çok alanda bilgi sahibi olmalarına ve gelişmelerine imkân veren, farklı disiplinleri birleştirmesini sağlayan bir eğitim sistemidir.

STEM yaklaşımı hem farklı disiplinlerden elde edilen teorik bilgileri birleştirmesi hem de bu alanlarda beceri gelişimi açısından önemlidir. Ayrıca disiplinler arası işbirliğinin yanı sıra farklı disiplinlerden yararlanmayı sağlayarak bütünleştirme özelliğine sahiptir. Farklı aletlerin, materyallerin nasıl kullanılacağını ve teknolojik mekanizmalarının nasıl çalıştığını kavramaya yarayan bir eğitim yaklaşımıdır. STEM, alanlarında uzmanlaşmış bilgi ve beceriye sahip bir toplum oluşturmak ve bu deneyimleri kullanmak, teknolojide ilerlemek, yeni çağın gereksinimlerini karşılamak, üretmek ve ekonomi alanında gelişmek isteyen çoğu ülkenin eğitim sisteminin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Bu bağlamda da STEM eğitimi yaklaşımını benimsemiş, farklı disiplin alanlarını bir bütün şeklinde değerlendirerek öğrenmiş bireylere ihtiyaç duyulacağı görülmektedir (TUSÎAD, 2014a; Bybee, 2010; Karataş, 2017). Ayrıca Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) uluslararası alanda yenilikçiliği ve gelişimi destekleyen en önemli disiplinler olarak kabul edilmiştir (Atkinson ve Mayo, 2010 ; OECD, 2016; Wienk, 2017).

21. yüzyıl yeterliklerine sahip bir bireyin gerek eğitim yaşamında gerekse iş yaşamında başarılı olabilmesi için yaratıcı ve eleştirel düşünebilen, problem çözücü, başkaları ile işbirliği yapabilen, esnek ve uyumlu, yüksek iletişim becerilerine sahip, sorumluluklarını bilen, bilgiye ulaşırken teknoloji kullanabilen, yeni fikirlere açık, sosyal ve kültürel becerileri gelişmiş, üretken ve liderlik becerilerine sahip bir birey olması

gerekmektedir (Uluyol & Eryılmaz, 2015). Ayrıca takım çalışması STEM eğitiminde önemli bir yere sahiptir ve STEM eğitimi, geleneksel ve öğretmen tarafından yönlendirilen eğitime oranla işbirlikçi çalışma ortamıyla daha yakından ilişkilidir (Jolly, 2014; Vega, 2012). STEM eğitiminde, öğrencilerin bu yeterlilikleri geliştirmeleri için en iyi ortamı sağladığı öne sürülmüştür. Örneğin, STEM bilgisine sahip öğrenciler, teknolojik sorunları olan bir dünyada karmaşık problemleri çözmek ve yenilikçi çözümler üretmek için temel kavramları ve düşünme becerilerini tanımlama, uygulama ve entegre etme yeteneğine sahiptirler (Meng, Idris, Kwan, 2014). Matematiksel modelleme yönteminde de matematiği günlük yaşamla ilişkilendirdiği ve öğrencilerin düşünme süreçlerine önemli katkılarda bulunduğu bilinmektedir.

STEM, en etkili eğitsel yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir. Bazı eğitimciler için STEM; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki eğitimin yeniden yapılandırılmasını temsil etmekte, öğretme ve öğrenme için 21. yüzyılın teknolojik ürünlerini vurgulamakta olduğunu öne sürerken, bazı eğitimciler, tüm okul derslerinin STEM odaklı olmasını önermekte, bazıları da STEM'in tüm derslerde öğretim sürecinin yeniden yapılandırılmasından başka bir şey olmadığını öne sürmektedir (Arleback and Albarracín, 2019). İkinci grup, çözüm sürecinde öğrencileri gerekli bilgileri gerçek yaşam problemlerini işbirlikçi yöntemi ile anlamlar oluşturmaya odaklanmaktadır. STEM eğitimcileri için, disiplinlerin nasıl etkili bir şekilde entegre edilebileceği aynı zamanda her bir disiplinin bütünlüğünün nasıl sağlanacağı hala cevaplanmamış bir sorudur. Bu entegrasyonun nasıl başarılabileceği hakkında çok az şey bilinmesine rağmen, STEM eğitimine yönelik disiplinlerarası entegre yaklaşımlar yine de yaygın bir şekilde vurgulanmaktadır (English 2017; Honey Pearson ve Schweingruber (2014); STEM Task Force Report 2014; Arleback and Albarracín, 2019). STEM eğitimi öğrenci odaklı bir eğitimi benimseyen bilimsel araştırma yöntemleri kullanarak günlük yaşam problemlerine dayalı sorunların çözümüne odaklanan öğretimi hedeflemektedir. (Bender, 2015; Myers & Berkowiczi, Slavin' den akt. Bender, 2015). Özellikle son yıllarda önemli ilerlemeler yaşanmış ve bu ilerlemeler en çok fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanında ön plana çıkmaktadır, bu değişim ve yenileşme ise hayatla ilgili şimdi ve gelecekteki sorunların çözümünde önemli bir rolü olmuştur. Öğrencilerin gerçek hayatla ilgili disiplinler arası bilgi ve yeteneklerini desteklemenin yanında, bireyleri bilgiyi merkeze alan ekonomik modele hazırlamak K-12'deki STEM eğitiminin hedeflerindendir (NRC, 2011; National Research Council [NRC], 2012; Next Generations Science Standards [NGGS], 2013). Son dönemlerde yine bilim ve teknoloji

alanındaki gelişmeler eğitimi etkilerken, aynı zamanda eğitimdeki birtakım dönüşümlerde teknoloji ve bilimi etkilemektedir (Selvi ve Yıldırım, 2017).

Gelişmiş birçok ülke STEM eğitimi yaklaşımının öneminin farkına varmış ve yükseköğretimdeki kaliteyi artırmak için önemli adımlar atmıştır. Araştırmacılar STEM eğitimine duyulan ihtiyacın ne derece gerekli olduğunu belirtmek için OECD aracılığıyla finanse edilen Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA, Programme for International Student Assessment) ve Uluslararası Matematik ve Fen Bilimleri Araştırması (TIMMS, Trends in International Mathematics and Science Study) gibi sınav sonuçlarından yararlanmaktadır (Wang, Guo, ve Jou, 2015; Çorlu, 2014). STEM eğitimini kendi eğitim politikalarına entegre eden İngiltere, Japonya ve ABD gibi ülkelerin ekonomi alanında öne geçtiği, matematik ve fen alanlarında öğrencilerin yeterliliklerini ölçen PISA ve TIMMS sınav sonuçlarında da öğrencilerinin lehine önemli artışların olduğu tespit edilmiştir (Sakarya, 2015). Bu bağlamda STEM Eğitiminin öğrencilerin matematik okuryazarlıklarını olumlu yönde geliştirdiği söylenilebilir.

Türkiye'deki eğitim sistemi de diğer ülkelerde olduğu gibi, etkili iletişim becerilerine sahip, üreten, bilgiyi günlük hayatta kullanabilen, girişimci, analitik ve eleştirel düşünebilen bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Fakat PISA ve TIMMS'ten alınan sonuçlara göre eğitimdeki başarı istenilen düzeyde değildir. Ayrıca son uygulanan PISA sonuçları (2015), Türkiye ortalaması ve başarı sırasının daha gerilediğini göstermektedir. Ortaokul öğrencilerinin liselere yerleşmek amacıyla girdikleri Liselere Geçiş Sınavında (LGS) da matematik dersinin düşük olan ortalamalarına baktığımızda bu sıkıntının yıllar içinde sürekli düşüşte olduğu ve özellikle matematik dersinde daha çok yaşandığı söylenebilir (MEB, 2018; MEB, 2021). Bu açıdan bakıldığında öğrencilerin matematik başarılarının düşük olması, matematik eğitiminin yetersiz olduğu kanaatine varılmaktadır. Liselere geçiş sınavında (LGS) matematikteki soru tarzlarında da değişiklik yapılarak, öğrencinin direk işlem becerisini ölçen sorular değil de okuduğunu anlama, akıl yürütme, tahmin etme, ilişkilendirme gibi üst düzey becerileri ölçen sorulara ağırlık verilmiştir. Fakat matematik sorularındaki tüm bu değişiklikler bilginin sözel bir şekilde sunulduğu, bilgiyi doğrudan öğrenciye sunan materyallerin kullanıldığı, formül ve tanımların direk verildiği, öğrenilenle gerçek hayat arasında bağ kurulmadığı, bilgi ve formülleri içeren örnek soruların çözüldüğü ve verilenlerin aynen istendiği bir anlayış hakimdir bu yüzden de eski alışkanlıkların aynı şekilde devam ettiği tespit edilmiştir (Çepni, 2016). Matematik eğitiminde başarıyı yakalayabilmek için eğitim-öğretim yaklaşımında önemli

değişikliklere gidilmesi gerekmektedir. Bu sürece öğrenciler açısından bakıldığında; 21. yüzyıl becerilerine sahip, STEM eğitimi yaklaşımını benimseyen ve STEM ilgisi olan bireyler olması hedeflenmektedir. Öğretmen açısından bakıldığında ise; STEM içerik bilgisini ve pedagojik alan bilgisini arttırmayı amaçlamaktadır. Bu sürecin etkili bir şekilde işleyebilmesi için STEM in öğretim programlarına entegre edilmesi ve öğrencilerin süreç için gerekli yeterliliklere sahip olmaları beklenmektedir (Çepni, 2017). Matematik öğretim programının amaçları düşünüldüğünde problem çözebilen, modelleme yapabilen, elde ettiği bilgiyi gerçek yaşam problemlerinde kullanabilen, disiplinler arası ilişkiler kurabilen ve matematiksel bilgiyi materyallerle destekleyebilen öğrenciler yetiştirilmesi amaçlanmaktadır (MEB, 2017).

STEM eğitimi ile matematik eğitiminin ilişkisi bu bağlamda ele alınabilir. STEM eğitiminin nasıl uygulanacağı, mevcut eğitim sistemlerine nasıl uyarlanacağı önemli bir meseledir. Bu meselenin çözümüne yönelik alanyazındaki çalışmalara bakıldığında, temelde bütünleştirmenin; (1) içerik (content) ve (2) bağlam (context) olmak üzere iki farklı biçimde yapılabildiği karşımıza çıkmaktadır (Roehrig, Moore, Wang ve Palrk, 2012).

İçerik bütünleştirmesinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının tek bir disiplin şeklinde organize edilerek tek bir müfredata indirgenmesi öngörülmektedir (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, (2012); Roehrig vd., 2012). Bu yaklaşım, alan eğitimi alanlarının varlığını tehdit etmekte ve onların yerini almaya aday bir STEM eğitimi alanı tanımlamaktadır. Bağlam bütünleştirmesine bakıldığında ise, alanlardan herhangi biri merkeze alınır ve diğerlerinden en az biri; merkeze alınan disiplinin daha iyi öğretilebilmesi için yardımcı olarak kullanılır (Roehrig vd., 2012; Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Ülkemizdeki eğitim sisteminin merkezi yapısı, müfredatları, ilgili alanlarda çalışan personel sayısı; üniversite yapısı, üniversitelerdeki ilgili bölümler ve özellikle STEM eğitimi alanında yapılan çalışmaların yetersizliği gibi değişkenler göz önüne alındığında birinci seçeneğin ülkemizdeki eğitim sistemine pek uygun olmadığı görülmektedir. Bu yüzden de ikinci seçeneğin daha uygulanabilir olduğu kabul edilebilir. Bu açıdan bu araştırmada da STEM eğitimi ile matematik eğitimi bağlam bütünleştirmesine göre ele alınmıştır.

Niss ve ark. (2007), matematiksel modellemeyi döngüsel bir süreç kullanarak gerçek dünyadan bir problemin çözümü olarak tanımlamaktadır. Blum ve Leiss'e (2007) göre, modelleme süreci, gerçek dünyadaki durumu (durum modeli) anlamak, varsayımlar yapmak ve durum modelini basitleştirmek (gerçek model), gerçek modelin

matematikselleştirilmesi (matematiksel bir modelin oluşturulması), matematiksel model içinde çalışmak (matematiksel çözüm) ve çözümü yorumlamaktır. Matematiksel modellemenin yaklaşımında gerçek dünya problemleri genellikle disiplinlerarası problemlerden oluşmaktadır (Mascil 2013; Pusula 2010) Ayrıca modelleme sürecini gerçekleştirmek için gereken yeterlilikler, yirmi birinci yüzyıl becerileriyle büyük ölçüde örtüşmektedir. Bu bağlamda modelleme problemleri, yirmi birinci yüzyıl yeterliklerini matematik eğitimine getirmek için güçlü bir araç olarak kabul edilebilir (English, 2016). Bu nedenle, gerçek yaşam uygulamalarını deneyimlemek ve gerçek dünya durumlarını matematiksel olarak modellemek etkili STEM eğitiminin merkezinde yer alır (Avrupa Komisyonu 2013).

Matematiğin, birçok alanda bir araç olarak kullanılması ve matematiğe olan ihtiyacının giderek artması ile matematiği farklı disiplinlerle ilişkilendirme fırsatı sunan ve matematiğin gerçek hayatta daha fazla kullanılmasını sağlayan matematiksel modelleme yaklaşımını ön plana çıkarmaktadır. Matematiksel modelleme, gerçek yaşam problemlerini anlamak ve çözmek için matematiği kullanabilme yeteneği ve yeterliği kazandırmaktadır (Gürbüz ve Doğan, 2018; English, 2016; Derin, 2017; Kaiser, 2005).

STEM eğitimi de öğrencilerin etkili ve kalıcı öğrenmesini ve disiplinler arası etkileşimi sağlayarak ve 21. yy. yaşam becerilerinin gelişmesine katkı sunar, bireylerde eleştirel düşünme becerileri, yaratıcılık ve üretkenlik gelişmektedir. Bu öğretim aracılığıyla öğrencilerin araştırma-sorgulama, üretme ve bilimsel araştırma yöntemlerini kullanmaları sağlanmaktadır (Yıldırım ve Altun, 2015; Bakırcı ve Kutlu, 2018). STEM Eğitimi ve Matematiksel modelleme aktiviteleri öğrencilerin matematiği günlük yaşamlarında kullanabilme becerilerini geliştirirken aynı zamanda öğrendikleri matematiksel kavramları gerçek yaşam durumlarında keşfetme yorumlama ve özgün bir ürün ortaya çıkarma imkânı sağlar.

Matematiksel okuryazarlık; ulaşılan bilgiyi matematiksel ifadeye dönüştürebilme, matematiksel dili kullanabilme, problemi yorumlayarak ve matematiksel olarak anlamlandırarak probleme uygun çözüm aşamaları üretebilme, matematiksel düşünebilme gibi bilgi ve becerileri içermektedir (MEB, 2013). Özgen ve Bindak (2008)'a göre matematik okuryazarlığı; kişiye, matematiğin üstlendiği rolün farkında olmasını, anlamasını ve günlük yaşamına uygulayabilme becerisini geliştirmesini sağlamıştır. Matematik okuryazarlığı ölçen problemlerde de öğrencilerin gerçek yaşam problemlerinin üstesinden gelmek için matematik bilgilerini ne kadar kullanabildiklerini ölçmektedir. Bu yüzden öğrencilerin analitik düşünmesini sağlamak, problem çözme,

teknolojik bilgi ve becerilerini geliştirmek için disiplinler arası bir geçiş aracı olarak matematiksel modelleme önemlidir. Matematiksel modellemenin STEM eğitimine geçişte bir araç olarak kullanabileceğini gösteren araştırmalar (English, 2015; Kertil ve Gürel, 2016; Doğan, Gürbüz, Çavuş Erdem ve Şahin, 2018) mevcuttur.

STEM eğitimi entegrasyonunda da bu bağlamları güçlendirmek için amacına uygun etkinliklerin hazırlanması ve uygulanması gerekmektedir. Bu etkinlikler analiz etme, üretme, tasarım yapma, matematiksel olarak ifade etme iletişim kurma gibi becerileri geliştirmelidir. Bu bağlamda öğrenciler STEM etkinliklerin de aslında matematiksel modelleme problemlerini çözme sürecini de yaşamaktadırlar (MEB STEM Raporu, 2016; Yıldırım, Yıldırım, Yetişir ve Ceylan, 2013; Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012; Doğan, Gürbüz, Çavuş Erdem ve Şahin, 2018). STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğrenciler oldukça soyut olan matematiksel kavramları gerçek yaşam ile ilişkilendirebilirler. Matematik Dersi Öğretim Programında, matematiksel iletişim, tartışma, problem kurma ve çözme, matematiksel muhakeme, modelleme, akıl yürütme ve ilişkilendirme gibi bireylerin matematiksel okuryazarlar olmalarına yönelik beceriler açıklanmıştır.

Uluslararası öğrenci değerlendirme sonuçları için en son program, ekonomik olarak gelişmiş ülkelerde bile, öğrencilerin yaklaşık % 20' sinin matematik veya fen alanında yeterli becerilere sahip olmadığını göstermektedir (Maass , Geiger ,R. Ariza ve Goos 2019). Ayrıca PISA-2006 sonuçlarına göre tüm dünyadaki (OECD, 2007) öğrencilerin modelleme becerilerinde sorun yaşadıkları görülmüştür. Türkiye'de de öğrencilerin uluslararası sınavlarda başarılarının düşük olduğu da görülmektedir (MEB, 2016; 2013). Bu durum da öğrencilerin öğrendikleri bilgileri gerçek yaşam problemlerinin çözümüne transfer edemediklerini göstermektedir (Demirci, 2018; Baran, 2019). PISA sınavlarındaki soruların matematiksel modelleme sorularına benzer ve uyumlu olması modellemenin de önemini ortaya çıkarmakta ve öğrencilerin matematik okuryazarlığını ve matematiksel modelleme becerilerini ölçen ve matematiğin gerçek yaşamdaki yerini sorgulatan sorular yer almaktadır. Bu yüzden matematiksel modellemenin önemi artmaktadır. Bir diğer problem Matematiğin diğer tüm STEM disiplinlerini desteklediği ve önemli bir alan olduğu bilinse de STEM eğitimi ile ilgili çalışmalarda matematiğe, matematiksel modelleme ve matematik okuryazarlığı çalışmalarına çok az rastlanmaktadır.

21. Yüzyıl becerilerine sahip, matematik okuryazar bireylerin yetiştirilmesi için yeni yaklaşımları ve becerileri kapsayan çalışmalar, etkinlikler, uygulamalar veya

eğitimler yapmak ve aynı zamanda öğretim programına entegre etmek gerekmektedir. Ayrıca yapılan çalışmaları incelediğimizde genellikle STEM eğitiminin fen ve sınıf öğretmenleri veya öğretmen adayları üzerinde yapıldığı görülmektedir. İlkokul ve ortaokul öğrencileriyle yapılan çalışmalar da (örneğin Cho ve Lee 2013; Gümüş, 2019; Miller, 2019) mevcut fakat matematiksel modelleme ile birlikte yapılan çalışmalara çok az rastlanmaktadır. STEM yaklaşımı ve matematik okuryazarlığının birlikte yapıldığı çalışmalara rastlanmamaktadır.

STEM yaklaşımına ilişkin literatür incelendiğinde; yapılan ulusal ve uluslararası çalışmaların çoğunlukla öğretmen adayları (Bergsten ve Frejd (2019); Kennedy ve Odell (2014); Yıldırım ve Altun, 2015; Yıldırım ve Türk, 2018) ve öğretmenlerle (Ersoy, 2018; Öztürk 2018; Bozan, 2018; Özdemir, 2019; Weber, 2015; Du Plessis, 2018; Geiger, 2019; Gül Biçer, 2018; Özcan ve Koştur, 2018) ilgili olduğu görülmektedir. Öğretmenler ile yapılan çalışmaların birçoğunun öğretmenlerin STEM yaklaşımına yönelik görüş (Du Plessis, 2018; Geiger, 2019; Gül Biçer, 2018: Özcan ve Koştur, 2018; Weber, 2015), yeterlik ve tutum (Ersoy, 2018; Öztürk 2018; Yıldırım ve Türk, 2018) üzerine olduğu görülmektedir. Öğrenciler ile yapılan çalışmalarda ise deneysel çalışmalar (Cho ve Lee, 2013; Miller, 2019), akademik başarıya, (Kennedy ve Odell, 2014; Bergsten ve Frejd 2019; Yıldırım ve Altun, 2015; Yıldırım ve Türk 2018; Murat, 2018) yönelik çalışmalardır. STEM yaklaşımına yönelik diğer çalışma alanları ise ölçek geliştirme ve analiz çalışmalarıdır (Buyruk ve Korkmaz, 2016; Yılmaz, Koyunkaya, Güler ve Guzey, 2017).

STEM ve matematiksel modellemenin birlikte yapıldığı çalışmalar çok az bulunmaktadır. Bu çalışmalar genellikle Matematiğin STEM eğitimindeki rolü ile ilgili çalışmalardır (Mass, Geiger, Arisa ve Goss, 2019; Aydın ve Derin, 2018; Derin, 2017). STEM ve matematiksel modelleme becerileri ile ilgili çalışmalarda mevcuttur (Arleback and Albarracin, 2019; Derin ve Aydın, 2020). STEM eğitiminde matematiksel modellemenin bir araç olarak kullanılması ile ilgili öğretmen ve öğrenci görüşleri çalışmalarda mevcuttur (Güder ve Gürbüz, 2018; Derin, 2017; English, 2016)

Yapılan çalışmalar matematiğin STEM eğitimindeki rolü, matematiksel modellemenin STEM eğitiminde araç olarak kullanılıp kullanılamayacağına yönelik öğretmen öğrenci görüşleri ve STEM temelli matematiksel modelleme etkinlik ders planı hazırlama ile ilgili olduğu görülmektedir. Fakat STEM bağlamında matematiksel modelleme becerilerinin öğrencilerin matematik okuryazarlığına etkisini inceleyen yarı deneysel bir çalışmaya rastlanmamıştır. Sonuç olarak ilgili çok fazla çalışma

olmadığından ve ortaokul öğrencilerinin STEM ve matematiksel modelleme ile tanışmaları ve STEM ve modelleme becerileri kazanmaları, matematik okuryazar olmaları ve uluslararası sınavlarda başarıyı arttırmak için STEM bağlamında matematiksel modelleme problemleri öğretim programlarına entegre edilmelidir. STEM eğitim yaklaşımının eğitim sitemine nasıl entegre edilebileceği ile ilgili çalışmalar Milli Eğitim Bakanlığı'nın eğitim planları ile devam etmektedir.

STEM eğitimini teorik ve uygulamalı olarak tanıtmak, öğrencilerin matematiksel durumları farklı şekillerde yorumlamalarını ve anladıklarını ifade etmelerini ve bu birikimleri aktarmalarını sağlamaktır. STEM eğitimi uygulamaları ile matematiksel modelleme etkinliklerinin disiplinler arası bir geçiş aracı olarak kullanılarak etkinliklerin uygulanması ve öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerine ve matematik okuryazarlığına etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca matematiksel modellemeleri gerçek yaşamda kullanabilmenin önemi vurgulanmaktadır. Matematik okuryazarlığı da aynı amaca hizmet etmektedir. Sonuç olarak matematiksel modelleme etkinliklerin matematik öğrenen bireylerin problem çözme yeteneklerini, matematik kullanma becerilerini, akıl yürütme kabiliyetlerini arttırdığı birçok çalışmada tespit edilmiştir (Arleback ve Albaraccin, 2019; Derin, 2017; Ceylan ve Karahan, 2021; Güder ve Gürbüz, 2018; Derin ve Aydın, 2020; Maass, Geiger, Ariza ve Goos, 2019; Mass ve Engeln, 2019; Wiedemann, 2020; English, 2016; İncikabı, 2020). Dolayısıyla bu çalışmaların sonuçlarına bakarak matematiksel modelleme etkinliklerinin bireylerin matematiksel okuryazarlıklarını olumlu yönde geliştirdikleri söylenebilir.

Bu çalışmanın amacı, öğretim programımızın, yukarıda ifade edilen amaçlarına ulaşmasına katkı sağlamayan STEM eğitimi yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme becerilerinin kazandırılması gerekmektedir. Ayrıca matematik okuryazarlığını geliştirmek için bu becerileri kazandıran problemlerin eğitim sistemimize entegre edilebilmesine katkı sağlamak ve öğretim programımızda ifadesini bulmuş olan modellemeden yararlanılmalıdır. Bu bağlamda bu çalışmada STEM eğitimi yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri uygulama sürecinin ortaokul öğrencilerinin STEM bağlamında matematiksel modelleme becerilerine ve matematik okuryazarlığına etkisinin ve STEM eğitimine yönelik ilgi ve görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleriyle

yapılan öğretim sürecinin ortaokul öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerine ve matematiksel okuryazarlık düzeylerine etkisinin ve STEM eğitimine ve yönelik ilgilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın problemi "STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinlikleriyle yapılan öğretimin öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerine, matematiksel okuryazarlık düzeylerine ve STEM'e yönelik ilgi düzeyleri nasıldır?" biçimindedir. Bu genel amaç doğrultusunda aşağıdaki problemlere çözüm aranacaktır:

1.2.1. Alt Problemler

Bu soruya cevap aramak için aşağıdaki alt problemler belirlenmiştir:

1. STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile mevcut öğretimin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin STEM ilgi düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile mevcut öğretimin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin matematiksel okuryazarlık öz-yeterlik düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile mevcut öğretimin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin Matematik Okuryazarlık başarı düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
4. STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile mevcut öğretimin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme beceri düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
5. Öğrencilerin STEM ilgileri, Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik düzeyleri, Matematik Okuryazarlık başarı düzeyleri ile STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme yeterlilik düzeyleri arasında bir ilişki var mıdır?
6. STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubunun öğretim sürecine yönelik görüşleri nelerdir?

1.3. Araştırmanın Önemi

STEM yaklaşımının kazandırdığı yeterliklere benzer ifadeler, yeni matematik müfredatında da yer almaktadır. Yeni müfredat öğrencilerin muhakeme etme, analitik düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmenin ve gerçek hayat problemlerine aktarmanın önemini vurgular. Bu becerileri kazandırmak için öğrencilere, çok soyut bulduğu matematiği daha kalıcı şekilde öğrenebilmeleri, günlük yaşamda kullanabilmeleri ve öğrendiklerine anlam yüklemeleri, yeni yaklaşımların ve farklı disiplin alanlarına ait kavramları içeren uygulamalar ve etkinlikler öğretim ders programına eklenmesi gerekmektedir. Ayrıca öğretim ortamlarının öğrenci merkezli olması ve öğrencilerin sosyal gelişimi için önemli olan işbirlikçi öğrenme ortamında matematik öğretme yeni müfredatın da amaçlarındandır.

Yapılan birçok çalışmada, matematiksel modellemeyi tüm sınıf seviyelerinde uygulanabilir önemli hale getirmekte ve öğrencilerin modelleme becerilerinin kazanılmasının önemi vurgulanmaktadır. Ancak, matematiksel modellemenin öğretim programlarına nasıl entegre edileceğine dair ciddi sıkıntılar bulunmakta ve öğrencilere modelleme becerileri kazandırma da yetersiz kalınmaktadır (Gürbüz ve Doğan, 2018). Örneğin, Brezilya'da sokaklarda satış yapan çocukların satış yaparken gereken matematiksel hesaplamaları hızlı ve doğru bir şekilde yaptıkları halde, aynı öğrencilerin aynı tür problemleri sınıf ortamında çözemedikleri gözlemlenmiştir (Carraher, 1986; Carraher, Carraher ve Schlieman, 1985'den akt. Bakırcı, 2016). Bu açıdan STEM eğitiminde bağlam bütünleştirmesi kapsamında matematiksel modelleme becerileri kazandırılmak istenmektedir.

STEM eğitimi, disiplinler arası etkileşimler yoluyla öğrencilere tüm alanlar ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırılmasını amaçlamaktadır. Bu bağlamda matematiksel modelleme etkinlikleri de öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirerek, bilimsel, eleştirel ve analitik düşünebilme, muhakeme yapabilme, iletişim kurabilme becerilerini arttırabilmesi sebebiyle STEM eğitiminde önemli bir yeri vardır. Modellemeler, matematik okuryazarlığı ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesinde, bilişsel, sosyal ve davranışsal seviyede, mantıksal düşünme gibi farklı amaçlarla kullanılabilir. Bu yüzden, gerçek yaşam problemlerini çözmeyi ve diğer alanlarla ilişkili olarak öğrenilmesini hedefleyen matematiksel modelleme eğitimciler ve öğrenciler açısından, önemli bir süreç olarak görülmektedir (Karahan ve Bozkurt, 2017; Çepni, 2017; Korkmaz, 2010).

Matematik okuryazarlığının gelişiminin, öğrencilerin matematiğin günlük yaşamlarında nasıl kullanıldığına dair gerçek yaşam problemlerini anlamaya yönelik, bağlam temelli öğrenmeyle ilgili olduğu görülmektedir. Bu yaklaşım günlük hayatta matematiği nerede kullanacağını, neden öğrendiğini sorgulayan öğrencilerin, sorularının cevabı olarak, akıl yürütme ve karar verme amaçlı matematiğin kullanılmasında gerekli becerileri kazanmalarını sağlayacaktır (OECD, 2013; Earged, 2010) Bu anlamda STEM eğitimi, öğrencilerin matematik okuryazarlığını geliştirmek için kritik bir öneme sahiptir. (Karahan ve Bozkurt 2017; Çepni, 2017).

Literatür tarandığında özellikle Fen bilimleri dersine yönelik STEM örneklerine sıkça rastlandığı, fakat özellikle matematik derslerinde öğretim programına entegre edilerek uygulanabilecek etkinlik örneklerinin yeteri kadar olmadığı görülmüştür. Fen bilimleri kavramlarının yaygın olduğu etkinliklerde matematik kavramları da kullanılmakta, fakat çoğu zaman matematiksel düşünme süreçleri açısından sınırlı kaldığı görülmektedir. Matematik kavramlarını ön plana çıkaran STEM yaklaşımı ile matematik öğretimi için kullanılabilecek etkinlik türlerine matematiksel modelleme çalışmaları örnek verilmektedir (Doğan, Gürbüz, Çavuş Erdem ve Şahin, 2019b; Kertil ve Gürel, 2016; Sriraman ve Lesh, 2006). Yine ilgili alan yazın incelendiğinde STEM veya matematiksel modelleme çalışmaları daha çok öğretmenler ve öğretmen adayları üzerinde uygulanmıştır. İkisinin birlikte kullanıldığı çalışmalar çok az sayıda ve olanlarda genelde öğretmen ve öğrenci görüşleri veya ders planı örneği tasarlama şeklinde karşımıza çıkıyor.

STEM eğitiminin bireye nasıl etki ettiğini ortaya çıkaran daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu ve öğrencileri yaratıcılığı körelmemiş yaşlardan itibaren STEM uygulamaları yapabilecekleri öğrenme ortamlarının oluşturulması gerekliliği (Ekici, Bardak ve Zadeh, 2018) belirtilmiştir. Araştırmanın bu açıdan da önemli olacağı düşünülmektedir. Bu araştırmanın temel amaçlarından biri, öğrencilere modelleme ve matematik okuryazarlığı becerilerini kazandırmaya katkı sağlamaktır. Ayrıca buradaki amacımız matematiksel modellemeyi sadece matematik disiplini açısından ele almak değil, STEM eğitimi uygulamaları için bir araç olarak kullanmak ve böylece disiplinler arası bir yaklaşım ortaya koymaktır.

Bu çalışmanın, öğretim programlarının amaçları doğrultusunda yeni bir eğitim yaklaşımı olan STEM yaklaşımının matematiksel modelleme uygulamaları ve matematik okuryazarlığı becerileri ile bütünleştirilmesine katkı sağlaması açısından da önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca matematiksel modellemenin öğretim programına nasıl

ilişkilendirileceği ayrıntılı bir şekilde açıklanmamasından dolayı matematiksel modellemenin etkisinin düzenli bir şekilde değerlendirilmemektedir (Aztekin & Taşpınar Şener, 2015).

STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme ile gerçekleştirilen öğretim sürecinin öğrencilerin matematik okuryazarlık becerilerine etkisinin incelendiği bir çalışmaya da rastlanmamaktadır. Bu bakımdan bu çalışma, öğrencilerin matematik okuryazarlık becerisinin geliştirilmesi sürecinde STEM bağlamında matematiksel modellemenin etkisinin görülebilmesi açısından ve 8. Sınıf öğrencilerin PISA benzeri problemleri daha bilinçli çözebilmesi ve LGS başarısı içinde büyük bir önem arz etmektedir.

1.4. Varsayımlar

Bu araştırmanın sayıltıları şunlardır:

- -Öğrencilerin, sınıfta yapılan etkinliklerde ve ölçme araçlarındaki sorulara yanıt verirlerken gerçek duygu ve düşüncelerini belirttikleri ve gerçek performanslarını ortaya koydukları varsayılmıştır.
- -Öğrencilerin görüşmelerde yer alan soruları açık yüreklilikle ve içten yanıtladıkları varsayılmıştır.
- -Araştırma için belirlenen araştırma deseninin uygun olduğu, ayrılan sürenin ve veri toplama araçlarının yeterli olduğu varsayılmıştır.

1.5. Sınırlılıklar

Planlanan araştırma, nitel ve nicel bir araştırma için yeterli denek sayısına sahip olduğu düşünülen ve süre olarak da uzun bir araştırmadır. Yapılacak olan araştırma;

- 2020-2021 Eğitim-Öğretim yılı görev yaptığım devlet okulunda 8.sınıf öğrencileri ile
- 12 hafta süren uygulama süresiyle,
- Uygulamada gerçekleştirilen etkinliklerle sınırlandırılmıştır.

1.6. Tanımlar

21. Yüzyıl Becerileri: 21.yüzyıl becerilerinin birçok tanımı literatürde mevcuttur.

En geniş tanımlardan birini Partnership for 21st Century Skills" (P21) yapmıştır. P21 (2009)'da bireylerin hayatta başarılı olmaları için sahip olmaları gereken yeterlik, bilgi ve uzmanlıklar olarak tanımlanmıştır. Bu beceriler günümüzde çok önemli bir yer kaplamaktadır (Silva, 2009).

STEM Eğitimi: STEM eğitimi öğrenci merkezli bir eğitimi benimseyen bilimsel araştırma yöntemleri kullanarak günlük yaşam problemlerine dayalı sorunların çözümüne odaklanan, disiplinler arası etkileşimi sağlayan öğretimdir (Bender, 2015).

Matematiksel Modelleme: Matematiksel modelleme günlük hayat problemlerinin üstesinden gelme sürecidir. Bu süreçte öğrenciler verilenleri kullanarak bir sonuca ulaşırken, bu çözümü gerçek hayat durumuyla karşılaştırıp, çözümün yetersizliğine göre çözümü geliştirir veya farklı bir çözüm geliştirirler (Keskin, 2008; Bukova-Güzel ve Uğurel, 2010).

STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme: Matematik kazanımı odaklı birden fazla ilgili alan dışında disiplin içeren disiplinler arası etkileşim sağlayan matematiksel modelleme problemleridir.

Matematik okuryazarlığı: Matematik okuryazarlığı "*bireyin düşünen, üreten ve eleştiren bir vatandaş olarak bugün karşılaştığı ve gelecekte karşılaşacağı sorunların çözümünde matematiksel düşünme ve karar verme süreçlerini kullanarak çevresindeki dünyada matematiğin oynadığı rolü anlama ve tanıma kapasitesidir.*" olarak tanımlanmaktadır **(**OECD, 2003**)**.

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. STEM Eğitimi Yaklaşımı

2.1.1. STEM Eğitiminin Tarihçesi

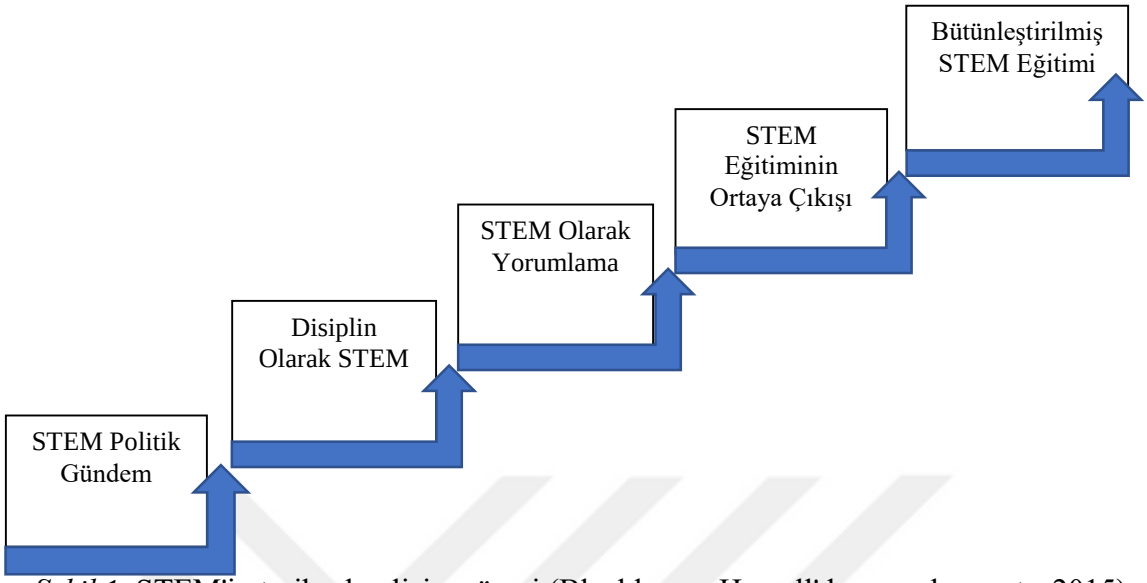
Endüstri 4.0 dönemi çağında ülkeler arasındaki rekabetten dolayı bireylerin daha donanımlı, üretken, yaratıcı olmaları gibi bazı becerilerin olması zorunluluk haline gelmiştir. STEM bu şekilde ortaya çıkmıştır. İlk rekabet Sovyet Rusya'nın Sputnik uzay aracını 1957' de uzaya göndermesiyle, ABD buna karşılık uzay ve teknoloji alanında çalışmaya ve yeni buluşların üretimi için çalışmaya başlamıştır (Akay, 2018). ABD'de STEM eğitimine yönelik uygulamalar 1950'lerde başlamış ve günümüze kadar da bu yaklaşıma ilgi sürekli artarak farklı disiplinlerin etkileşimi olarak devam etmiştir. STEM kısaltması ilk olarak 1990'larda Amerikan Ulusal Fen Bilimleri Vakfı (NSF) tarafından "SMET" olarak kullanılmaya başlanmış ve daha sonra "STEM" olarak değişmiştir (Sanders, 2009).

İngilizcede 4C olarak vurgulanan (Collaboration, Comunication, Creativity, Critical Thinking) işbirliği yapma, yaratıcılık ve eleştirel düşünme, iletişim kurma, karmaşık problem çözme gibi beceriler bireylerin sahip olması gereken yeterlikler olarak kabul edilmiştir (WEF, 2016). Bu becerilerin eğitim yaklaşımlarında kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir ve bu yaklaşımların süreç odaklı ve disiplinler arası olması; kişileri yeni buluşlara sevk etmesi gerekmektedir. Endüstri 4.0 sonuçlarına, 21. Yüzyıl Becerileri, PISA Sınavı sonuçlarına bakıldığında eğitim yaklaşımların en başında STEM eğitimi gelmektedir (Akgündüz, 2016).

Tarihsel gelişiminde de sürekli değişimler uğrayan STEM eğitimi, popülerliğinin artması ve ülkeler tarafından büyük bütçeli fonlarla desteklenmesinden dolayı hala gelişme aşamasındadır. Henüz oturmuş bir düzeni olmayan bu eğitim, aynı zamanda farklı düşüncelerin ortada buluşamadığı bir platformdur. STEM eğitimine yönelik uygulamalar ABD'nin 1996 National Science Education Standarts (Ulusal Fen Eğitimi Standartları) ve özellikle 2012 yılında Next Generation Science Standarts (NGSS-Yeni Nesil Fen Standartları) denilen öğretim programlarında uygulanmaya başlanmıştır.

ABD'de de yapılan STEM ile ilgili gelişmelerden Türkiye de esinlenmiş ve STEM eğitiminin mühendislik bileşenine yönelik adımlar 2017 yılı içerisinde MEB tarafından

atılmıştır (Akgündüz, 2018).



Şekil 1. STEM'in tarihsel gelişim süreci (Blackley ve Howell'dan uyarlanmıştır 2015) Kaynak: Çepni, 2017

2.1.2. STEM' in Tanımı

STEM eğitiminin ortaya çıkmasının sebeplerinden biri politikacıların ve eğitimcilerin ekonomik sorunlara çözüm arayışı getirmek için bir yenilik olarak görülmüştür. Ekonomik başarının artması için önemli bir yaklaşım olarak görülen STEM eğitiminin geleceğin mühendisleri, bilim insanları, matematikçilerinin gelişmesinde önemli rol oynayacağını belirtmişlerdir (Şahin, 2019).

STEM kavramı 2001' de ilk defa Judith Rahmaley tarafından ortaya atılmış ancak temeli 19. yüzyılın başlarına rastlamaktadır. Ülkelerin gelişmişlik düzeyi ve farklı ihtiyaçlarına bağlı olarak tek bir tanımı olmayan STEM kavramının okul eğitiminde ne anlama geldiğine dair çok sayıda karışıklık ve yorum çeşitliliği vardır (Bybee, 2010; Thomas, 2014). Türkiye'de FeTeMM eğitimi olarak (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015) ve Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (BTMM) eğitimi olarak (Adıgüzel, Ayar, Çorlu ve Özel, 2012) bilinmektedir. Yıldırım ve Altun (2015) STEM ifadesindeki "Science" kelimesinin "Fen" yerine "Bilim" olarak alınmasının daha uygun olacağı öngörmüşlerdir.

STEM eğitiminin amacı öğrencilerin üniversitede STEM alanlarına daha fazla yönelmelerini sağlamak ve öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları problemlere STEM alan bilgilerini kullanarak çözüm üretmelerini sağlamaktır (Thomasian, 2011).

STEM dört bireysel disiplini (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) birbirleriyle ilişkilendirilerek öğretilmesi, ayrı ayrı olarak ya da sadece bilim ve matematiğe ya da daha fazla disiplinden ikisinin entegrasyonuna atıfta bulunmak için kullanılır (Beswick ve Fraser, 2019; Meng vd., 2014; Çorlu, Capparo ve Capparo, 2014). Problem ya da proje tabanlı öğrenme gibi özel pedagojik yaklaşımlar genellikle bunların mühendislik ve matematik alanlarının bir arada olması ile ilişkilidir, benzer şekilde öğrenci merkezli sorgulama ya da problem çözme yaklaşımları, fen ve matematik öğretiminin entegrasyonu ile ilişkili olabiliyor. Avustralya'da Hobbs, Clark ve Plant (2018) okullarda kullanılan beş STEM öğretimi modelini belirlemiştir. Bu Şekil 2'de gösterilmiştir.



1. Her disiplini ayrı ayrı öğretin

Fen derslerinde, kavram geliştirmeyi geliştirmek için yeni temsilleri kullanmaya odaklanılabilir. Matematikte öğretmenler öğrencilerine meydan okumak için karmaşık problem çözmeyi kullanabilirler.

2. Dördünü de öğretin ama bir veya iki tanesine daha fazla vurgu yapın

Öğrenciler bir araç tasarladığı zaman, öğretmen meydan okumaya dayalı bir çalışma birimi aracılığıyla matematik ve bilimi bütünleştirir.

3. Ayrı ayrı öğretilen diğer 3 tanesine entegre edin

Ekip çalışması, bir problemi tanımlama ve araştırma, bir çözüm tasarlama ve test etme ve değerlendirmenin mühendislik süreçleri bazı fen ve matematik ünitelerine eklenir, ancak fen ve matematik konuları arasında sınırlı bağlantılar vardır.

4. Öğretmenin hepsinin entegrasyonunu yapması

Fen öğretmeni T. E ve M' yi bilime entegre edebilir.

Bir okul, gerçek dünya sorunlarına dijital çözümler tasarlamaya odaklanan yeni bir STEM seçmeli dersi sunabilir.

5. Bir STEM müfredatını ayrı konulara ayırın

Teknoloji, fen ve matematik öğretmenleri birleşik bir ünite tasarlar ve her öğretmen, ortak bir problemin çözümünde fen, matematik ve teknoloji konularının açık katkılarıyla kendi ayrı konularında ünitenin farklı bileşenlerini öğretir.

Şekil 2. Okullarda STEM Eğitim Modelleri

Kaynak: Hobbs ve diğerleri, 2018

Şekil 1'deki modeller öğretmenlerin uzmanlığını gerektirmektedir. Örneğin, Model 1 ve 5 herhangi bir öğretmenin STEM disiplinlerinden sadece birinde içerik ve pedagojik uzmanlığa sahip olmasını gerektirir. Model 3'ün uygulanması, birlikte çalışan farklı disiplin uzmanlığına sahip birkaç öğretmeni içerebilir, ancak yine de herhangi bir

öğretmenin tek bir disiplinde uzman olmasını da gerektirebilir. Model 2 ve 4, hem fen bilimleri hem de matematik alanında uzman olan tek bir öğretmenin ve dört STEM disiplininin tamamında uzmanlık gerektiren Model 4'e dayanarak Model 2 ile ek zorluklar ortaya koymaktadır. Ek olarak, STEM öğretimine yönelik entegre yaklaşımlar, iki veya daha fazla disiplini entegre bir şekilde etkili bir şekilde öğretmek için daha fazla kapasite ve donanım gerektirir. İşbirliği öğrenme ortamı ve öğrencinin yaratıcı ve yenilikçi düşünme kapasitesi gerekliliktir.

Entegre STEM öğretimi ABD'de diğer ülkelere göre daha yaygın görünmektedir ve bu ülkede şiddetle savunulmaktadır (Atkinson ve Mayo, 2010). Bununla birlikte, ABD'de ve entegre STEM öğretiminin de desteklendiği Avustralya'da çeşitli yaklaşımlar görülmektedir (Honey, Pearson ve Schweinngruber, 2014; Timms, Moyle ve Weldon, 2018). Dünyanın diğer bölgelerinde STEM disiplinlerinin önemi konusundaki farkındalığın artması, özellikle bilim ve matematik gibi ayrı konuların öğretiminin geliştirilmesine odaklanmaya sebep olmuştur (Caprile, Palmén, Sanz ve Dente, 2015).

STEM Eğitimi Türkiye Raporu'na göre ülkenin ihtiyaçları ve eğitim programları göz önüne alınarak farklı ve yeni disiplinler eklenmeye çalışılmıştır. Örneğin sanat/ tasarım STEAM (STEM+ART), programlama STEM+C (STEM+ Computing), okuma/din STREAM (Science, Technology, Reading/ Religion, Engineering, Arts, Math), girişimcilik STEM+E (STEM+Entrepreneurship), STEAM GLASS (Science, Technology, Engineering, Arts, Math, Geography, Language Arts, Social Studies) uygulamalarının da yapılması gibi yeni yaklaşımlar önerilmektedir (Akgündüz vd., 2015; Kılıç ve Ertekin, 2017).

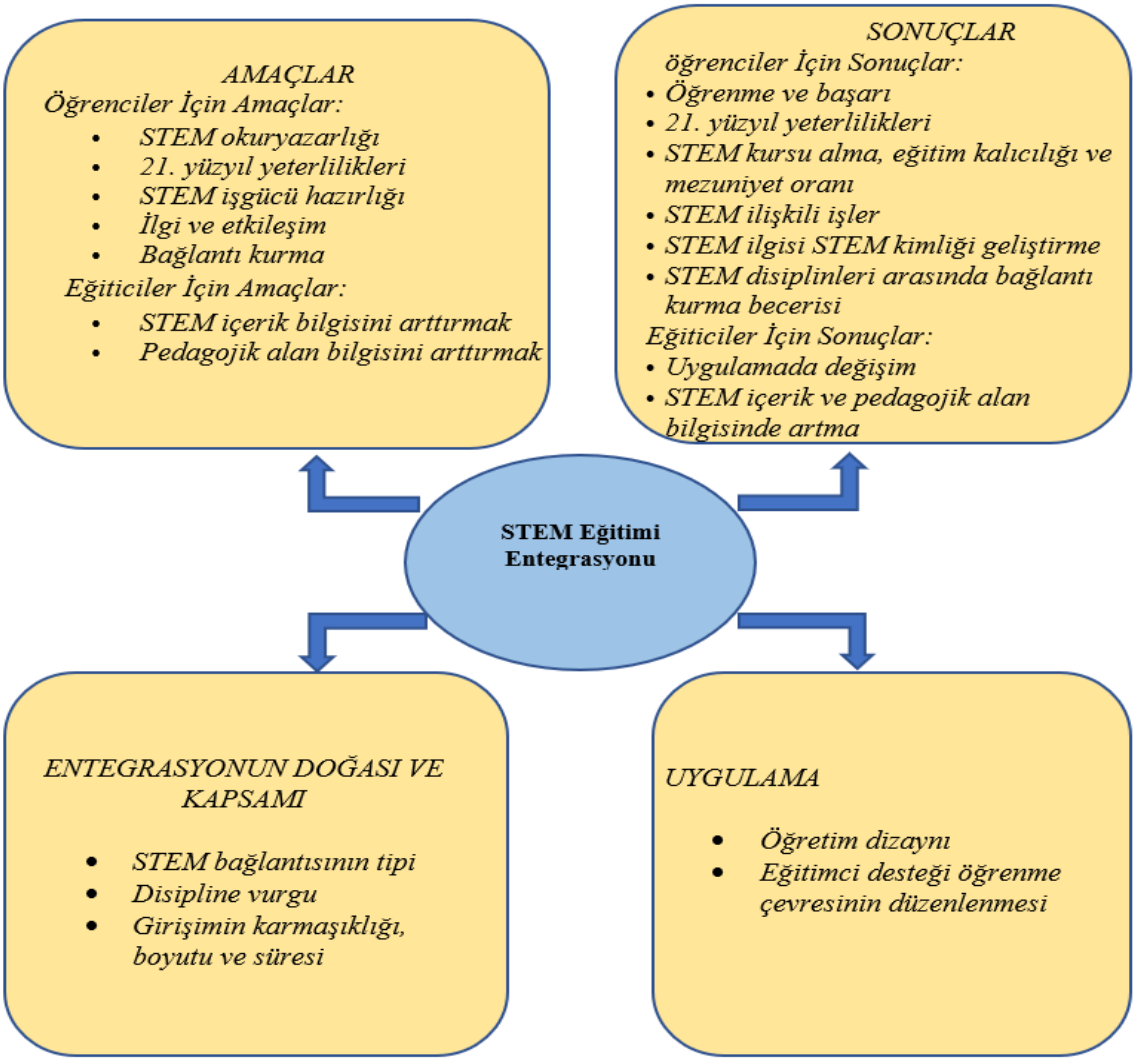
Yıldırım ve Altun' a göre (2015) STEM eğitimi; öğrencilerin problem çözme becerilerini ve yaratıcılıklarını geliştirir ve mühendislik alanında yeni tasarımlar yapmalarını, bilimsel ve eleştirel düşünmelerini, disiplinler arası bakış açısı geliştirmesini ve ilişkilendirmesine olanak sağlar. Öğrenciler kendilerine güvenirler, eğlenceli ve keyifli bir ortamda öğrenme gerçekleştirirler ayrıca teknolojinin doğasını anlar ve açıklarlar.

STEM eğitimi, öğrencilerin çok yönlü düşünmelerini sağlayan ve öğrencilerin birden fazla alanda gelişmelerine imkân veren bir eğitim sistemidir. Farklı disiplinleri birleştirmesi nedeniyle STEM eğitimi öğrenciler için önemli bir fırsattır (Roberts, 2012).

2.1.3. STEM' in Eğitimdeki Önemi

STEM teknolojide ilerlemek, 21. Yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirmek,

yeni buluşlara imza atmak ve gelişmiş ekonomiye sahip olmak isteyen ülkeler için önemli bir eğitim yaklaşımıdır. Ayrıca STEM eğitimi ile yetişmiş, farklı disiplinleri ilişkilendirerek, bütünleştirerek öğrenmiş bireylere ihtiyaç duyulacağı kabul görmektedir (TUSÎAD, 2014a). STEM farklı disiplinlerdeki temel kavramlara ve bu disiplinlerdeki becerilerin gelişimine önem vermesi açısından önemlidir. Bu yüzden STEM' in derslere entegrasyonu, büyük önem arz etmektedir. STEM eğitimi entegrasyonuna ilişkin diyagram Şekil 2.2'de verilmiştir (Çepni ve Ormancı, 2017).



Şekil 3. Disiplinler Arası STEM Eğitim Çerçevesi

Kaynak: National Academy of Engineering and National Research Council, 2014'ten aktaran, Şahin, 2015

STEM eğitiminin amacı ulusları gelecekteki çevresel ve sosyal etkiler, küresel güvenlik ve ekonomik istikrar için hazırlamak ve ulusların ekonomik rekabetçiliğinin ve

küresel istihdam edilebilirliğinin eğitim sistemleri için anlaşılır derecede yüksek öncelikler olduğu vurgulanmaktadır (Kelley ve Knowles, 2016). Bu nedenle STEM eğitiminin, öğrencileri geleceğe hazırlamaya hazırlamada hayati bir rol oynadığı görülebilir (Fisher ve Frey 2014; Wiseman ve ark. 2016). Ancak araştırmalar, öğrencilerin, enerji verimliliği ve iklim değişikliği gibi günümüz sorunları ile yüzleşmek için yeterliliklerini geliştirmede önemli zorluklarla karşılaştıkları ve bu alanlara olan ilgisinin hızla azaldığın görülmektedir (Bybee 2010; Nyman, 2017). Kaliteli STEM eğitimi ile ilgili bu endişeler literatüre de yansıtılmıştır. Wienk (2016) 12. Sınıf ileri matematik dersini seçen öğrencilerin 1995'ten 2015'e %32 azaldığını vurgulamaktadır. Bybee (2010) fen ve matematiğe verilen ilginin artmasına rağmen, okullarda teknoloji ve mühendislikte dikkat eksikliğinin öğrencilerin yirmi birinci yüzyıl becerileri ile ilgili artan endişesinin bir parçasını oluşturduğunu ileri sürmüştür. Gelecekteki yeniliklerle ilgilenen uluslar, öğrencilerin yirmi birinci yüzyıl becerilerini ele almak için STEM yaklaşımının öğretim programına entegre edilmesi için stratejiler üretmektedir.

Okullarda STEM eğitimi entegresi için akademik literatürde öne çıkan beş konu; STEM eğitimine bakış açıları, STEM entegrasyonuna yaklaşımlar, STEM disiplini temsili, STEM eğitimine erişimde eşitlik ve STEM'in STEAM'e genişletilmesi (sanatı dahil etme) yer almaktadır (English, 2017). Bunlar, politika ve müfredat kararlarını doğrudan etkilediklerinden ve sınıfta STEM eğitimini geliştirdikleri için kabul edilmektedir. Entegre STEM faaliyetlerinde bulunan birçok yöntem incelenir, modelleme ve mühendislik tasarımının entegrasyonu, bir örnek olarak verilebilir.

STEM entegrasyonuna ilişkin bakış açıları incelendiğinde Honey ve ark. (2014) bunu basitçe "Öğrencilerin birden fazla disiplinden bilgi ve becerileri kullanmasını gerektiren görevler üzerinde karmaşık fenomenler veya durumlar bağlamında çalışmak" olarak tanımlamaktadır. Entegrasyon teriminin kullanımı bile farklı tanımlanmıştır. Örneğin, Sanders (2012) ve Wells (2013) bütünleştirici STEM ve STEM entegrasyonunun birbirinden farklı olduğunu ve bütünleştiricinin entegreden farklı olarak "devam eden, dinamik, öğrenci merkezli bir öğretme ve öğrenme sürecini" ifade ettiğini savundu. Entegrenin ise daha statik, öğretmen tarafından yönlendirilen bir süreç olduğunu vurgulamışlardır.

Öğretim programlarında, beceri ve uygulama eksiklikleri gibi sebeplerle Türkiye'de 2017 yılında programlarda değişikliklere gidilmiş ve fen programlarında STEM anlayışında bir artış olduğu görülmektedir. Fakat diğer disiplin alanlarında çok fazla kullanılmaktadır.

Howard Gardner, yeni neslin, makinelerin yapamadığı işleri yapabilecek bilgi ve beceriye sahip olması gerektiği görüşündedir. Kendi enerjisini üretebilen, ihtiyaç olduğunda üretimini anında yapabildiği (3B-4B yazıcılar) cihazların, başka aygıtlarla veri paylaşabildiği (nesnelerin interneti) bir teknoloji çağı, insanlara kolaylık sağlayacaktır. Gardner burada 21. yüzyıl becerilerinin önemini de vurgulamaktadır.

STEM disiplinler arası bir yaklaşımla kaliteli ve etkili öğrenimi destekleyen, öğrenilen bilginin gerçek yaşam problemlerinde kullanılmasını ve farklı alanlarda üst düzey düşünmeyi amaçlayan bir eğitim yaklaşımıdır. STEM eğitimi aynı zamanda problem çözme becerilerinin gelişimini hedefler ve öğrencilerin öğrendikleri bilgileri günlük hayatta karşılaştıkları problemlerin çözümünde kullanmasına yardımcı olur. (Yıldırım ve Altun, 2015; Pekbay, 2017). Bu yüzden STEM eğitiminin doğru şekilde uygulanması eğitim öğretim sürecinde öğrencilerin aktif olmalarını sağladığı için üretkenlik, yaratıcılık ve özgünlüğü geliştireceği aynı zamanda öğrenmeye olan isteklerini de artıracağı ve teorik bilgilerin uygulamaya dönüştüreceği ifade edilebilir. (Altunel, 2018; Eroğlu ve Bektaş, 2016).

STEM eğitimi fen ve matematik disiplinlerinde elde edilen bilgilerin mühendislikle ürüne dönüştürülmesi ve 21. YY. becerilerinin kazanılması açısından önemlidir. STEM' in entegrasyonu için literatürde iki tamamlayıcı çerçeveden yararlanılmaktadır. Entegre STEM için ilk çerçeve Moore, Stohlmann, Wang, Tank, Galancy ve Roehring (2014), kaliteli bir entegre STEM müfredatının altı ilke içerdiğini iddia eder; motive edici ve ilgi çekici bir bağlam, bir mühendislik tasarımı zorluğu, yeniden tasarlama, matematik ve/veya fen içeriği, öğrenci merkezli pedagojiler ve ekip çalışması ve iletişim. Entegre STEM müfredatında bir mühendislik tasarım merkeziliği göz önüne alındığında, ikinci çerçeve *Kaliteli K-12 Mühendislik Eğitimi Çerçevesidir* (Moore, Glancy, Tank, Kersten ve Smith, 2014), Bu çerçeve tasarım süreci, SEM bilgisinin uygulanması, mühendislik düşüncesi, mühendis ve mühendislik kavramları, mühendislik araçları ve süreçleri, sorunlar, çözümler ve etkiler, etik, ekip çalışması ve mühendislikle ilgili iletişim diye dokuz aşamadan oluşmuştur (Roehrig, Dare, Whalen ve Wieselmann, 2021). STEM müfredat entegrasyonu ile ilgili yapılan yirmi çalışmanın analizinde fen ve matematik içeriğinin entegrasyonunun zayıf olduğunu bildirmiştir (Guzey, Harwell, Moreno, Peralta ve Moore, 2017).

ABD'nin STEM eğitim reformunun merkezinde okullarda verilen teorik bilgilerin uygulamaya dönüşmesi ve dönüşmüş modellerin incelenmesinde önemli olan bilim merkezleri, müzeleri ve STEM merkezleri kurulmuştur. Bu merkezlerde proje tabanlı

öğrenme, takım ve grup çalışmaları ve araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme, gibi STEM aktiviteleri bulunmaktadır (MEB, 2016). Özellikle ABD'de ve Avrupa'da STEM eğitimi ile ilgili önemli adımlar atılmakta okul eğitim programları revize edilmekte, yeni okul dışı ve okul sonrası öğretim programları oluşturulmaktadır (White House, 2015; Akgündüz ve diğerleri, 2015; Achieve, 2012).

Disiplinlerin kaynaştırılması üzerine kurulu STEM eğitimi için Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere, öğrenci ve öğretmenlerin sisteme daha kolay uyum sağlaması amacıyla öğretim programları ve yöntemlerinde değişikliğe gitmiştir. Eğitimin gerçek yaşam deneyimleri kazandırmasına yönelik değişiklikler yapılmıştır. Böylece, öğretmen ve öğrencilerin ilgileri, başarıları ve azimleri arttırılmıştır. ABD Başkanı Barack Obama, 2014 yılında STEM üzerine bir konuşmasında; "Öğretmenler, öğrencilerini yeni ekonomiye uygun becerilerle problem çözme, eleştirel düşünme, matematik, fen, teknoloji ve mühendislik hazırlarken çok büyük işler başarıyorlar. Bu değişikliği yapmak çok kolay değil. Fakat buna değer ve işe yarıyor." demiştir. Obama'ya göre ABD öğrencisini STEM alanlarında mükemmel olması için hazırlamalıdır. Bu sebepten Başkanlık 2015 yılı STEM eğitimi için ayırdığı yatırım bütçesini 2014 yılına göre %3,7 arttırarak 2,9 milyar Dolar ayırmıştır (White House Office of Science and Technology, 2014).

STEM eğitimi Türkiye'de de araştırılmaya ve uygulanmaya başlanmıştır. Diğer ülkelerin bu konuya eğilimleri bilimsel yayınlar ve haberler üzerinden takip edilmektedir. Dünya genelinde STEM eğitimiyle ilgili yapılanlar araştırıldığında, ülkemizin hangi durumda olduğu da araştırılması gereken bir konudur (Poyraz, 2018).

STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar sürekli katlanarak artmaktadır. Bu alanda yayınlanmış çeşitli raporlar bulunmaktadır. TÜSİAD, 2023'e Doğru Türkiye'de STEM Gereksinimi Raporu (TÜSİAD, 2017) ve STEM İş Gücü Raporu (TÜSİAD, 2014); İstanbul Aydın Üniversitesi, Türkiye STEM Eğitimi Üzerine Kapsamlı Bir Değerlendirme Raporunu ve STEM Eğitimi Türkiye Raporu yayınlamıştır (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Eğitim Sistemimiz ve 21. Yüzyıl Hayalimiz: 2045 Hedeflerine İlerlerken, Türkiye İçin STEM Odaklı Ekonomik Bir Yol Haritası isimli rapor yayınlanmıştır. Yayınlanan bu raporda, gelişmişlik düzeyleri farklı olan ülkelerin eğitim sistemlerini incelemiş ve eğitim sistemimize yön vermede yardımcı olmuştur (Akgündüz, 2018; Aydeniz, 2017).

Türkiye'de STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar yetersiz kalmaktadır. STEM eğitimi yaklaşımının öğretim programına entegre edilmesi ve uygulanması ile ilgili önemli

sorunlar bulunmaktadır. Okul öncesinden yükseköğretime kadar disiplinler arası ve mühendislikle uygulamaya dönüştürülmüş bir öğrenmenin sağlanması Türkiye'nin de gelecekte lider ülkelerden birisi olmasını sağlayacaktır.

2.1.4. STEM Eğitimi ve Matematik

Disiplinler arası bir yapı olarak STEM eğitiminin hızlı yükselişi ile birlikte, birçok araştırmacı ortaya çıkan adaletsiz disiplin dağılımı ile ilgili endişelerini dile getirdi (English, 2015; English & King, 2017; Honey et al., 2014; Moore, Stohlmann, Wang, Tank, Glancy ve Roehrig, 2014). STEM kısaltması sıklıkla bilimle ilgili olarak kullanılır (Bybee, 2013; Office of the Chief Scientist, 2014). Marginson ve ark. STEM tartışmalarında, matematik diğer disiplinlerin temelini oluştursa da "herkes için matematik" nadiren benimsenmektedir. Böylece "herkes için matematik aşamasının eğitim ölçeğinde daha da yukarı kaydırılması gerektiğini" savunmaktadırlar. Benzer bir şekilde, STEM uygulamalarında, yaklaşımların gerçekten disiplinleri entegre etmediği ve bu yüzden özellikle matematikte önemli öğrenmelerden eksik kalınmaktadır. Ayrıca temel bir disiplin olan matematik, odak noktasının bilim ve mühendislik olduğu Disiplin Tabanlı Eğitim Araştırma Raporunda yer almamıştır (Singer, Nielsen ve Schweingruber, 2012; Shaughnessy, 2013).

Son yıllarda, araştırmacılar tarafından mühendislik eğitiminin STEM öğreniminin ilerlemesine katkıları ile ilgili çalışmalar yayınlanmaktadır (Guzey, Moore, Harwell ve Moreno, 2016) Örneğin mühendislik, öğrencilerin fen, matematik ve teknoloji öğrenimini birbirine bağlamanın yanı sıra problem çözme, iletişim ve ekip çalışması becerilerini geliştirmek için gerçek dünya bağlamı sağlar (English & King, 2017). Sanders (2009, 2012) ise matematik ve fen öğretimini ve öğrenimini geliştirmede mühendislik ve teknolojinin dahil edilmesini benimsemiştir:

Bilgisayar programlamaya ve kodlamaya artan ilgi, matematik eğitiminin STEM alanındaki varlığını artırma fırsatlarına yol açmaktadır. Bu bağlam da problem çözme, modelleme, verileri analiz etme ve yorumlama ile istatistik ve olasılığın paylaşılan özellikler olarak tanımlandığı matematiksel ve hesaplamalı düşünme arasındaki ilişkiyi vurgulamaktadır (Schneider vd., 2014).

STEM eğitimine nasıl uygulanabileceğine bir örnek olarak, modelleme ve mühendislik tasarım süreçleri arasındaki bağlantılara önem verilmektedir. Terimler, modeller ve modelleme, literatürde matematiksel simülasyonlar yapmak, gerçek

dünyadaki problem durumlarının temsillerini oluşturmak ve gerçek dünya durumu ile matematik arasında çift yönlü bir çeviri sürecine girmek dahil olmak üzere çeşitli şekillerde uygulanmıştır (Blum ve Borromeo Ferri, 2009; English, Arleback ve Mousoulides, 2016; Lesh & Doerr, 2003).

STEM tabanlı modellemeyi, modelleme ve mühendislik süreçlerinin ortak özellikleri paylaştığı ve STEM içeriği, süreçleri ve bağlamlarını içeren özgün problemlerin çözümünü kolaylaştırdığı döngüsel, üretken bir öğrenme etkinliği olarak kullanılabilir (English, 2017). STEM tabanlı modelleme etkinlikleri çoklu giriş ve çıkış noktaları sağladığı ve üretken öğrenmeyi teşvik ettiği için istenen üst bilişsel özelliklerini gösterir. Ayrıca işbirliği ile geri bildirimlerin alınması, modeller ve modelleme süreçleri ile daha fazla öğrenmeyi kolaylaştırır.

Hem mühendislik tasarımının hem de modellemenin yinelemeli doğası, okul öğrencileri için mümkün olan en iyi sonucu elde etmek için olası bir çözümü test etmeye ve gözden geçirmeye teşvik ettiği için özellikle güçlü olabilir, böylece potansiyel olarak "tasarlarken öğrenmeyi" veya daha önce belirtildiği gibi üretken öğrenmeyi teşvik eder (Crismond ve Adams, 2012). Genç öğrencilerin yenilikçi ve yaratıcı problem çözmeye yönelik çoklu fikir ve yaklaşımları uygulama eğilimlerinin, erken tasarım tabanlı problem çözmeyi teşvik etmek ve böylece STEM disiplinlerini entegre etmek için zengin bir temel sağladığı kabul edilmektedir. Ancak, daha genç öğrencilerin bu süreçlere etkin bir şekilde katılabilecekleri konusunda artan farkındalık olmasına rağmen, ilk ve orta okullarda bu önemli tasarım ve modelleme süreçlerinin oluşturulmasından tam olarak yararlanılmıyor (Dorie, Cardella ve Svarovsky, 2014; English & King, 2015).

2.1.5. STEM Eğitimindeki En Yaygın Öğretme ve Öğrenme modelleri

2.1.5.1. Probleme Dayalı Öğrenme ve STEM

Probleme dayalı öğrenme bir problem durumu üzerine yapılandırılan öğrenme süreçlerinin STEM disiplinlerini entegre etmek için iyi bir öğrenme modeli olduğu birçok çalışmada vurgulanmaktadır. STEM eğitiminin entegrasyonu için araştırma veya tasarım olsun mutlaka problem durumuna dayalı olmalıdır (Bransford, Vye and Bateman, 2002; Chen, 2007; Lou Shih Diez And Tseng, 2011; Tsai, 2007 akt Çepni, 2018).

Probleme dayalı öğrenme de bir probleme yönelik çözümler için soru cevap yöntemi kullanılırken STEM etkinlikleri bu arada gerçekleştirilir. Öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini çözerek öğrenmeyi gerçekleştirdikleri görülmüştür (Kumar, 2017).

Öğrencilerin STEM kariyerlerine olumlu yönde etkileyen model olarak proje tabanlı öğrenmeyi örnek göstermişlerdir (LaForce, Noble &Blackwell, 2017).

2.1.5.2. Proje Tabanlı Öğrenme ve STEM

STEM eğitiminde kullanılan en yaygın yöntemlerden biri de proje tabanlı öğrenmedir. Proje tabanlı öğrenmemenin felsefesi John Dewey'in düşünceleri doğrultusunda uygulanmıştır. Dewey'e göre eğitim hayata hazırlama değil hayatın ta kendisi olmalı, öğrenciler kendi sorumluluklarını almalı ve kendi bilgilerini kendileri yapılandırmalıdır. Buna benzer olarak STEM eğitimi yaklaşımında da vardır. Çünkü STEM eğitimi de farklı disiplinlerin entegrasyonu sonucunda oluşmuştur. Bu bağlamda STEM eğitimi yaklaşımı ile proje tabanlı öğrenmenin felsefesi birbirine benzerdir. Prpje tabanlı öğrenme, süreç odaklı ve etkileşimli ortamları gerektiren öğrenme anlayışıdır. STEM eğitiminde olduğu gibi farklı disiplinleri gerçek dünya problemleri üzerinden bir araya getirmektedir. Bu problemler araştırılır, veriler toplanır, elde edilen veriler analiz edilir ve proje sunumu ile tamamlanır (McGraft, 2002' den akt Çepni, 2018).

2.1.5.3. 5E Öğrenme Modeli ile STEM

STEM eğitimini 5E öğrenme modeliyle birleştirmek için iyi bir entegrasyon bilgisine sahip olmak gerekir. 5E Öğrenme Modeline uygun bir STEM eğitimini hazırlamak özellikle mühendislik süreç bilgilerini kullanarak, öğrencinin yaparak ve yaşayarak öğrenmesini sağlayacak, öğrendikleri bilgileri günlük yaşama transfer edecek ve öğrenmeleri hem öğretim sürecinde hem de sonunda değerlendirerek öğrenme kolaylığı sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. 5E Öğrenme Modeli STEM eğitiminde kullanıldığında öğrenci konuya odaklanır, araştırır, bilgiyi keşfeder, organize edip derinlemesine öğrenir, öğrendiği bilgileri yeni durumlara transfer eder (Bybee, 1997). 5E Öğrenme Modeli; dikkat çekme, ön öğrenmeleri ortaya çıkarma, öğrenme etkinliğine girme (Engage), araştırma, keşfetme (Explore), açıklama (Explain), transfer etme, derinleştirme (Elobarote), değerlendirme (Evaluate) aşamalarından oluşmaktadır (Açışlı, Yalçın ve Turgut, 2011; Çepni, 2018).

2.1.5.4. İşbirlikli Öğrenme Modeli ile STEM

İşbirlikli öğrenme modeliyle gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini artırdığına yönelik raporlara göre, öğretmenlerin STEM

eğitimine yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği ve STEM' e yönelik görüşlerine pozitif anlamda katkı sağladığı gözlemlenmiştir (Mosley, Arditio &Scollins, 2016; Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezsezen, 2017).

2.2. Matematiksel Modelleme

2.2.1. Matematiksel Modelleme Tarihi

Matematiksel Modelleme terimini ilk kez kullanan ve matematiksel modellemenin sınırlarını belirleyerek matematik öğretimine entegrasyonu için ilk temelleri atan 1969 yılındaki 'How Can We Teach Applications of Mathematics' isimli çalışmasıyla Henry Pollak' tır. Matematiksel modellemeyi gerçekçi modelleme perspektifini temel alan bir yaklaşım ile eğitime kazandırmıştır (Gürbüz ve Doğan, 2018). Henry Pollak (2007) matematiksel modellemeyi şu şekilde tanımlamaktadır:

- Öncelikle gerçek dünyada anlamak istediğiniz bir şey belirlersiniz. Bu aşamanın sonunda bir gerçek dünya probleminiz olur. (Problemi anlama)
- Sonrasında bu soru için önemli olan değişkenleri ve bunlar arasındaki ilişkileri yani önemli kavramları belirlersiniz.
- Ardından neleri elinizde tutup neleri görmezden geleceğinize (Sadeleştirme) karar verirsiniz.
- Bu versiyonu matematik diline transfer edersiniz. (Matematikleştirme)
- Elde edilen matematiksel model çözülür. (Matematiksel olarak çalışma)
- Elde edilen sonuç ise orijinal sorunun idealize edilmiş bir versiyonudur. (Yorumlama)
- Son olarak çözüm sürecinin başındaki varsayımlar, bu varsayımlara dayalı olarak oluşturulan matematiksel modellerin çözümü doğrulanır (Doğrulama) (Gürbüz ve Doğan, 2018).

Blum ve Kaiser (1997), modelleme sürecinin her bir aşaması için gereken yeterlikleri belirlemişlerdir (akt. Korkmaz, 2010):

- Gerçek problemi anlama ve gerçeğe dayalı model oluşturma yeterlikleri (Basitleştirme Aşaması)

- Gerçek modelden matematiksel bir model oluşturma yeterlikleri (Matematikselleştirme Aşaması)
- Matematiksel model içerisindeki matematiksel soruları çözme yeterlikleri (Transformasyon Aşaması)
- Gerçek durumdaki matematiksel sonuçları yorumlama yeterlikleri (Yorumlama Aşaması)
- Çözümü geçerli kılma yeterlikleri (Geçerlilik Aşaması).

2.2.2. Model Nedir?

Lesh ve Doerr'un (2003) modelleme yaklaşımına göre model, dış temsil sistemleri kullanılarak ifade edilen ve diğer sistemleri inşa etmek, tanımlamak veya bunların davranışlarını açıklamak için kullanılan ve içinde ilişkiler, elemanlar, işlemler ve etkileşimleri yöneten kurallar bulunan kavramsal sistemlerdir (Akt., Kertil, 2008).

Model, gerçek hayat durumu ile ilgili zihinde var olan yapılar ve bu yapıların dış temsilleridir (Lesh & Doerr, 2003). Çiltaş (2011), "Model; matematiksel semboller, kavramlar ve ilişkiler kullanılarak günlük durumları ortaya koyma işidir. Yani gerçek objeleri veya gerçek durumları matematiksel objelere veya sembollere dönüştüren modellerdir" şeklinde tanımlamıştır.

Modellerin sınıflandırılmasına yönelik çalışmalarda modellerle ilgili olarak; işlevleri bakımından modeller (açıklayıcı- betimleyici- tanımlayıcı modeller), görünüş bakımından modeller (soyut-somut modeller), bilimsel olan/olmayan modeller biçiminde çeşitli sınıflandırmalarla karşılaşmak mümkündür (Güneş, Gülçiçek, Bağcı 2004).

Modellerin Sınıflandırılması aşağıda yer almıştır.

Ölçeklendirme Modelleri: Renkleri, yapısal özellikleri ve dış şekilleri tanımlamakta kullanılan ölçeklendirme modelleri genellikle oyuncaklar gibidir. Örneğin hayvanların, uçakların, bitkilerin, binaların ve arabaların ölçeklendirilmiş modelleridir.
Pedagojik Analojik Modeller: Modelin bilgiyi hedefle paylaşmasını ve atom ve molekülü öğrenciler için ulaşılabilir yapmayı sağlamaktadır.
Simgesel veya Sembolik Modeller: Kimyasal formüller veya eşitlikler sembolik modellerdir.
Matematiksel Modeller: Fiziksel özellikler, matematiksel eşitlikler ve grafiklerdir.
Teorik Modeller: Elektromanyetik alan çizgileri ve fotonlardır.

Haritalar, Diyagramlar ve Tablolar: Periyodik tablo, hava durumu haritaları, soy ağaçları, devre şemaları ve beslenme zinciri örnek olarak verilebilir.
Kavram-Süreç Modelleri: Birçok fen kavramı örneğin asit-baz reaksiyon modelleri.
Simülasyonlar: Simülasyonlar uçuşlar, trafik kazaları gibi durumlarda kullanılır.
Zihinsel Modeller: Zihinsel temsildir, bilişsel işlemler sonucunda üretilir.
Senteze Dayalı Modeller: öğrencilerin kendi sezgisel modelleridir.

Modeller bilim, mühendislik alanında, teknoloji alanında kısacası çalışma yaşamının her alanında kullanılır. Öğrenciler de gerek okul içindeki derslerinde gerekse günlük yaşamlarındaki deneyimlerinde sıkça somut, sembolik ya da zihinsel modeller geliştirirler (Doruk,2010). Van de Walle' nin (2012) 6 farklı kavram için önerdiği 6 farklı model vardır. Bu modeller; sayma ve uzunluk kavramı ile ilgili modeller, ondalık kavramı, şans kavramı, dikdörtgen kavramı ve negatif/pozitif kavramı olarak belirtmiştir.

Öğrenciler modeller sayesinde kavramlar arasında bağ kurar, olası yanılgıları giderir, bu kavramları içselleştirir ve modeller hakkında konuşarak fikir alışverişinde bulunabilirler (Van de Walle, Karp ve Williams 2012). Karmaşık görünen matematiksel modelleme uygulamaları gerçek hayat problemleri şeklinde verildiğinde, problemin karmaşıklığı azalmakta ve problemi anlama basitleşmektedir. Bu sayede öğrencilerin matematiksel beceri ve bilgileri gerçek hayat problemlerine transfer edebilme yeteneğini kazanmaları matematiksel modeller yardımıyla hızlanmaktadır (MEB, 2005).

2.2.3. Matematiksel Modelleme Nedir?

Matematiksel modelleme, matematiksel olmayan problemleri çözmek için matematiği kullanmak anlamına gelir ve matematiksel modelleme süreç tabanlıdır. Bu görüşe göre, matematiksel modelleme, gerçek dünya problemini çözülecek bir matematik problemine dönüştürmenin, matematiksel problemi çözmenin ve sonuçları ilk gerçek dünya problemini ele almak için kullanmanın yinelemeli sürecini ifade eder (Kaiser, 2017) Bilişsel perspektiften bakıldığında, matematiksel bir model, 'diğer bazı fenomenlerin veya deneyimli sistemin davranışını tanımlamak, düşünmek, yorumlamak, açıklamak veya bunlar hakkında tahminlerde bulunmak için kullanılan' tüm kavramsal sistemdir (Doerr ve Tripp, 1999). Matematiksel modelleme, gerçek dünyadaki bir durumu matematiksel bir temsile 'çevirmekten' daha fazlasıdır; matematiksel yapı ile temsil etmesi amaçlanan gerçek dünya sistemi arasındaki ilişkiyi sürdürmesi

gerekmektedir. (Czocher, 2018). Matematiksel ve bilişsel aktiviteye odaklanmak, modelleme sürecini oluşturan alt süreçlerin sorgulanmasına olanak tanır. Modelleme yetkinliği, eş zamanlı olarak, tüm dönüştürücü süreci yürütmek için bilişsel kaynakları işe alma becerisini (bütünsel yaklaşım) ve matematiksel modellerin inşası ve araştırılmasıyla ilgili süreçleri gerçekleştirme becerisini ifade eder (Niss ve diğerleri, 2007).

Matematiksel modelleme öğrencilerin kritik düşünme, genelleme ve soyutlama becerilerinin gelişmesini sağladığı için, sınıflarda çeşitli modelleme etkinlikleri yapmak gerekliliği vurgulamaktadır (NCTM, 2000; Boaler, 2001).

Modelleme yeterliliklerinin ve becerilerinin anlaşılması, modelleme sürecinin tanımı ile yakından ilişkilidir. Modelleme süreçlerine farklı bakış açıları bu nedenle modelleme yeterlilikleri ve becerileri hakkında farklı görüşler belirtilmektedir. Çeşitli çalışmalar, modelleme yeterliliklerinin bir parçası olan bir dizi alt yeterlilikle ilgilidir. Örneğin, Maass (2006) tarafından yapılan çalışmaya göre öğrenciler, modelleme sürecinin tek adımlarını gerçekleştirmek için yeterliliklere ihtiyaç duyarlar. Belirli bir modelleme adımına ait olmayan, ancak tüm modelleme süreci boyunca ihtiyaç duyulan başka alt yeterlilikler de vardır. Modelleme sürecinin tek adımlarını gerçekleştirmek için eleştirel düşünme, problem çözme, takım çalışması, iletişim ve tartışma becerileri, analitik beceriler ve yaratıcılık gibi tümü yirmi birinci yüzyıl becerileri olan yeterlilikler vazgeçilmezdir (İngilizce 2016). Buna ek olarak, araştırmalar stratejiler hakkında daha sofistike öz farkındalık ve açıklık düzeylerinin problem çözmede daha fazla başarı ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Schneider ve Artelt 2010). Sonuç olarak, modelleme yeterliklerini geliştirmek için metabilişselliği arttırmak için öğretim müdahaleleri geliştirilmiş ve uygulanmıştır (Goos ve ark. 2002; Maass 2004) ve sistematik bir çalışmanın nesnesi haline gelmiştir (Vorhölter 2018).

Yukarıda verilen modellemenin tanımı ve yirmi birinci yüzyıl yetkinlikleri ile bağlantı, gerçek dünyadan alınan sorunların rolünü vurgulamaktadır. Doğası gereği bu problemler genellikle disiplinlerarasıdır ve dolayısıyla matematik eğitiminin STEM alanında ilerlemesini destekler. Gerçek dünyadan gelen sorunlar genellikle etik, ahlaki, sosyal veya kültürel boyutlara sahip olan ve bu nedenle sorumlu vatandaşlığın gelişiminde merkezi bir tartışma türünü geliştirmek için uygun araçlardır.

Gerçek yaşam problem durumuyla ilgili kurulan varsayımlar doğrultusunda oluşturulan matematiksel modeller, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkinin açıklandığı matematiksel gösterimler fonksiyon, grafik, tablo, eşitsizlik, denklem

sistemi, geometrik şekiller olarak karşımıza çıkar. Matematiksel modelleme, öğrencilerin yirmi birinci yüzyıl becerilerini (Ärlebäck ve Doerr, 2018; İngilizce, 2016) ve işbirlikli eğitimi (Artigue ve Blomhoej, 2013) geliştirmektedir. Ayrıca bir gerçek yaşam durumunda matematiksel modelleme becerisi, soruları, varsayımları veya uygun değişkenleri saptama, verilen modelleri analiz etme, karşılaştırma, yeteneği anlamına da gelir (Güzel, 2016; Niss, Blum ve Galbraith, 2007).

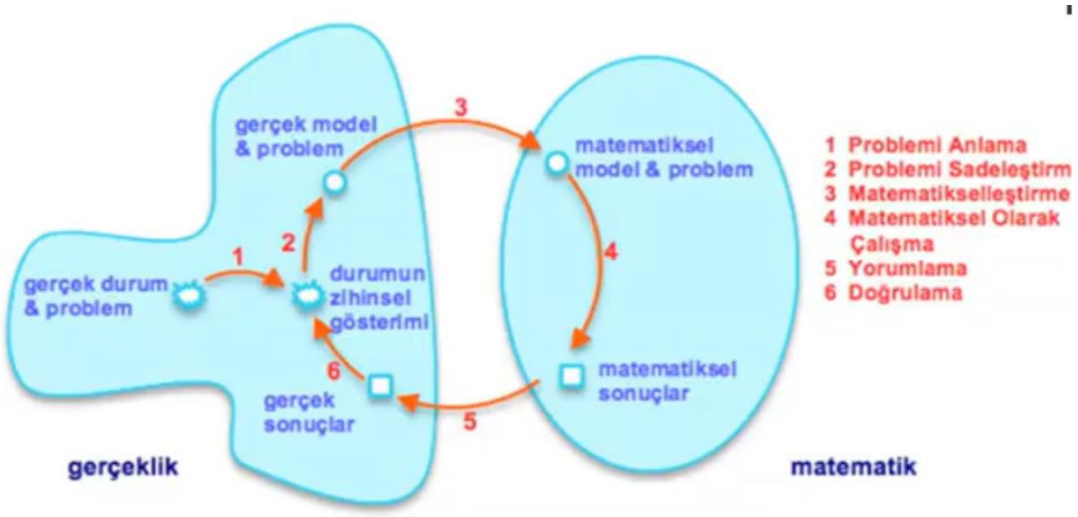
Matematiksel modellemenin amacı; öğrencilerin yaratıcı ve eleştirel yönlerinin ortaya çıkarmak, matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmelerine yardımcı olmak, matematiksel kavramları kolayca anlamalarını ve özgün problemleri çözmelerini ve formüle etmelerini öğretmektir.

Model ve modelleme yapısal olarak farklı ancak birbiriyle bağlantılı iki kavramdır. Modelleme, bir modelin oluşturulma sürecini ifade ederken; model, bu sürecin sonunda ortaya çıkan ürün olarak tanımlanabilir. Kısaca modelleme "olayları ve problemleri yorumlama sürecinde problem durumlarını koordine etme, zihinde düzenleme, organize edip bir örüntü bulma, sistemleştirme ve zihinde farklı şemalar ve modeller oluşturma sürecidir" (Kertil, 2008).

Haines ve Crouch'a (2007) göre matematiksel modelleme altı aşamadan oluşan döngüsel bir süreçten oluşur. Bu aşamalar,

- Gerçek hayat problemi ifadesi,
- Model oluşturma,
- Bu modeli matematiksel olarak çözme,
- Çözümü yorumlama,
- Çözümü değerlendirme,
- Gerçek hayat problemini tekrar gözden geçirmeden ve döngüyü tekrar etmeden önce modelin düzeltilmesidir.

Bazen bu sürece yedinci bir aşama olan rapor hazırlama eklenebilir. Bu aşamalar birçok araştırmacı tarafından benzer olarak tanımlanmaktadır (Güzel, 2016). Tüm bu tanımlar incelendiğinde modelleme sürecinin doğrusal olmayan, döngüsel bir yapıya sahip olduğu görülmektedir (Dost, 2019).



Şekil 4. Modelleme Döngüsü

Kaynak: Blum, 2011

Şekil 4' te verilen modelleme aşamaları gerçek hayatta karşılaşılan problemi basitleştirerek, yapılandırarak daha sade hale getirilir. Bu durumda problem gerçek modele dönüşür. Sonra gerçek model içindeki kavramlar, ilişkiler ve veriler matematiksel dile çevrilir. Buna matematikleştirme denilir ve sonuç olarak matematiksel model elde edilir. Daha sonra matematiksel model üzerinde birtakım işlemler ve matematiksel çalışmalar yapılır ve matematiksel sonuçlara ulaşılır. Bu sonuçlar gerçek yaşam problemine transfer edilir. Daha sonra öğrenci elde ettiği sonuçların amacına hizmet edip etmediğini yorumlar ve doğrular. Son aşamada elde edilen sonuçların sergilenmesi sunulmasıdır.

2.2.4. Matematik Öğretim Programında Matematiksel Modelleme

Matematik dersi (2018) öğretim programında 'Matematiksel yetkinlik, düşünme (mantıksal ve uzamsal düşünme) ve sunmanın (formüller, modeller, kurgular, grafikler ve tablolar) matematiksel modlarını farklı derecelerde kullanma beceri ve isteğini içermektedir.' şeklinde yer almaktadır.

Matematik eğitiminde yapılan araştırmaların çoğunun "matematiksel kavramların nasıl geliştiği ve öğrencilerin bu kavramları anlama düzeyleri" üzerine yoğunlaşması, bu kavramların farklı disiplinlerde ve gerçek hayatta nasıl kullanıldığı konusunda becerilerin geliştirilmesi ile ilgili çalışmaların yetersiz kalmasına neden olmuştur. Son yıllarda öğretim programlarında gerçekleşen reform hareketleri öncesindeki matematik eğitiminin ve temelindeki problem çözme yaklaşımlarının öğrencileri gerçek hayata hazırlamada

yetersiz kalması, matematiksel modelleme çalışmalarının önem kazanmasına neden olmuştur (Gürbüz ve Doğan, 2018). Analitik düşünebilen, gerçek hayattaki problemlere çözümler üretebilen ve teknoloji çağının gerektirdiği donanımlara sahip bireyler yetiştirmek için matematiksel modellemenin matematik öğretiminde kullanılmasının gerekliliği son yıllarda daha fazla vurgulanmaktadır (Dost, 2019).

Ortaöğretim matematik dersi öğretim programında da matematiksel modellemenin öğrencilerin geliştirilmesi gereken becerileri arasında yer aldığı ve matematik eğitimi açısından önemli olduğu belirtilmiştir. Matematiksel modelleme, gerçek yaşam problemlerin doğasındaki ilişkileri daha kolay görebilmeyi, matematik terimleriyle ifade edebilmeyi, sınıflandırabilmeyi, genelleyebilmeyi ve sonuca ulaşabilmeyi kolaylaştıran bir yöntemdir. Matematiksel modelleme yoluyla, öğrencilerin matematiği gerçek hayattan ayrı bir disiplin olarak görme eğilimleri giderilmiş, matematiğin bir boyutunun da gerçek yaşam problemlerine modelleme yoluyla çözüm üreten bir düşünme tarzı olduğunu fark etmeleri sağlanmıştır.

Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi [National Council of Teacher Mathematics (NCTM), 2000] raporunda, okul matematiğinde modelleme etkinliklerine daha fazla yer verilmesinin gerekliliği üzerinde durulmaktadır. Buna paralel olarak, son yıllarda matematiksel modelleme etkinlikleri üzerine yapılan çalışmalar artış göstermiştir. Matematiksel modellemenin öğretim sürecine entegre edilmesine yönelik yapılan çalışmalara rağmen, sınıf içi öğretim ortamlarında matematiksel modellemenin çok az yer bulduğu görülmektedir (Ferri ve Blum, 2013).

2.2.5. Modelleme Perspektifleri

Matematiksel modelleme ile ilgili yapılan birçok çalışmalarda araştırmacıların da farklı bakış açılarına sahip oldukları görülmektedir. Bu farklılıkları yorumlamak açısından araştırmacıların sahip olduğu farklı perspektifleri ortaya koymak ve sınıflandırmak önemlidir. Bu farklı bakış açıları matematiksel modellemeyi daha sağlam bir kuramsal temele oturtulmasında önemli bir role sahiptir (Çelik ve Temurtaş, 2018).

Gerçekçi/Uygulamalı Modelleme: Gerçekçi veya otantik problemleri anlama, yaratıcı çözümler kurma, modelleme ve modelleme becerilerini geliştirme olarak tanımlanmıştır (Bukova Güzel, 2016; Çelik, Temurtaş, 2018).

Bağlamsal modelleme: Yapaylıktan uzak ve gerçek yaşam problemlerini dikkate

almaktadır. Öğrencilerin matematiksel kavramları uygun bağlamlar içerisinde kullanarak daha anlamlı öğrenebilecekleri kabul edilmektedir. Sözel ve açık uçlu problemlerin çözülmesi anlayışıdır. Bu nedenle daha karmaşık ve üst düzey modelleme problemleri öğrenme sürecinde aktif olarak kullanılmalıdır (Bukova Güzel, 2016; Hıdıroğlu ve Ö. Hıdıroğlu, 2016).

Eğitimsel Modelleme: Gerçekçi modelleme yaklaşımı ile bağlamsal modelleme yaklaşımının bir çeşit karışımıdır. Eğitimsel modellemede amaç kavramsal öğrenmeyi gerçekleştirerek, uygun öğrenme ortamları ve süreçleri oluşturularak öğrencilere kavramların öğretilmesi amaçlanmaktadır. Öğrenme ortamlarında ve matematiksel modelleme problemlerinde kapalı uçlu yapıya sahip problemlere gidilebilmektedir (Hıdıroğlu ve Ö. Hıdıroğlu, 2016; Çelik, Temurtaş, 2018).

Sosyo-Kritik Modelleme: Matematiksel modelleme sürecinde öğrencilerin tartışmaları ile kendi yaşadıkları kültür ve toplumda kullanabilecekleri eleştirel düşünme becerileri geliştirilmeye çalışılmıştır. Öğrencilerin matematiği basitten karmaşığa doğru kullanarak tartışmalarının, onların eleştirel düşünme becerilerinin gelişmesine katkı sağlayacağı varsayılır. Ayrıca problem durumunun ve kavramlarının yorumlanmasını değerlendirilmesini ve var olan durumu iyileştirmek için nelerin yapılması gerektiğine problemin çözümünün nasıl daha etkili olacağına ilişkin düşünceler açığa çıkarılmaktadır (Hıdıroğlu ve Ö. Hıdıroğlu, 2016; Çelik, Temurtaş, 2018; Bukova Güzel, 2016).

Epistemolojik veya teorik modelleme: Bilimsel-hümanistik bir anlayışı sahip olan teorik modelleme, gerçek yaşamdaki bağlamı ikinci planda tutarak modelleme problemlerinin çözümlerindeki matematiksel kavramları, teorileri ve bunlar arasındaki ilişkileri ortaya çıkarmaya çalışmaktadır. Bu yaklaşıma göre, içerisinde matematiksel model olan her durum bir modelleme etkinliği olarak kabul edilmektedir. Eğitim temelli düşünceler yerine daha çok günlük ihtiyaçlar ve bilimsel düşüncelerle şekillenmektedir (Hıdıroğlu ve Ö. Hıdıroğlu, 2016; Çelik, Temurtaş, 2018).

Bilişsel Modelleme: Modelleme sürecinde gerçekleşen bilişsel süreçlerin analiz etme ve anlama anlayışını benimseyen bilişsel modelleme, modellerin zihinsel imgeler ya da modellemenin genelleme soyutlama gibi zihinsel süreçler olarak vurgulanması matematiksel düşünme süreçlerini destekler niteliktedir (Çelik, Temurtaş, 2018).

2.2.6. Amaç Olarak Matematiksel Modelleme

Bu yaklaşıma göre matematiksel modelleme, matematiksel kavram ve işlemleri

kullanarak gerçek yaşam problemlerini çözebilmektir. Bireyin gerçek yaşam problemlerini çözebilmek için önce problemi matematiksel forma dönüştürme, matematiksel yöntemlerle analiz etme, sonuçları elde edip, daha sonra yorumlama gibi süreçleri tamamlaması gerekmektedir. Ayrıca matematiksel modellemeye disiplinler arası bir bakış açısıyla ele alınmalıdır (Doğan, Şahin, Çavuş Erdem ve Gürbüz, 2018).

Tablo 1.

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri ve Alt Yeterlikler

Yeterlik	**Alt Yeterlikler**
Gerçek sorunu anlamak ve gerçekliğe dayalı bir model kurmak için yeterlikler	• Problem için varsayımlar yapmak ve durumu basitleştirmek, • Durumu etkileyen değişkenleri tanımak, bunlara isim vermek ve anahtar değişkenleri belirlemek, • Değişkenler arasındaki ilişkileri kurmak, • Mevcut bilgileri dikkate alarak alakalı-alakasız bilgiler arasında ayrım
Gerçek modelden bir matematik modeli oluşturmak için yeterlikler	• İlgili durumları ve ilişkilerini matematikselleştirmek, • Karmaşıklıkları azaltmak için gerekli degişkenleri ve gerekirse ilişkilerini basitleştirmek, • Uygun matematiksel notasyonları seçmek ve durumları grafiksel olarak
Matematiksel modeli matematiksel yollarla düzeltebilmek için yeter-	• Problemi daha küçük parçalara bölme, benzer problemlerle ilişki kurma, problemi başka şekilde ifade etme, uygun bilgileri çeşitlendirme gibi buluşsal stratejiler kullanmak,
Matematiksel sonuçları gerçek bir durumda yorumlamak için yeterlikler	• Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlamak, • Özel bir durum için geliştirilen (çözümleri genelleştirmek, • Oluşturulan çözümleri uygun matematik dilini kullanarak incelemek ve gözden geçirmek,
Çözümü doğrulamak için yeterlikler	• Elde edilen çözümleri eleştirel olarak kontrol etmek, • Modelin bazı bölümlerini gözden geçirmek veya çözümlerin duruma uymaması durumunda modelleme sürecini tekrar gözden geçirmek • Sorunu çözmenin diğer yollarını düşünmek ya da farklı şekilde geliştirilebilen çözüm yollarını denemek.

Kaynak: Blum ve Kaiser'den (1997)

Tablo 1’de verilen bu yeterlik çerçevesi bir matematiksel modelleme sürecini uygun bir şekilde yürütmek ve tamamlayabilmek için gerekli bilgi ve becerileri kapsamaktadır.

2.2.6.1. Araç Olarak Matematiksel Modelleme

Matematiksel modelleme öğrencilerin, matematiksel kavramları öğrenme aracı olarak ele almasıdır. Öğrenilen bilgilerin daha kalıcı ve etkili olacağı fikrine dayanmaktadır. Matematiksel modellemeyi araç olarak alan yaklaşımlardan en önemlisi Lesh ve Doerr (2003)' ün geliştirdiği Model ve Modelleme Perspektifi yaklaşımıdır. Bu yaklaşım gerçekliğin bilginin, kavram gelişiminin, problem çözmenin ve öğretim alanı hakkında ayrıntılı açıklamalar getiren, öğretmenin gelişiminin önemini de vurgulayan kapsamlı teorik bir yaklaşımdır. Matematiksel modeller gerçek yaşam problemlerini yorumlamak için zihinde bulunan kavramsal sistemler ve bunların dış temsillerinden oluşan iki bileşenli bir yapıdır (Kertil, Çetinkaya, Erbaş ve Çakıroğlu, 2016; Çelik ve Temurtaş, 2018).

2.2.7. STEM Eğitimine Geçişte Bir Araç Olarak Matematiksel Modelleme

STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında eleştirel bakış açısına sahip, bilgi birikimlerini yeni ve farklı problemlerin çözümünde kullanabilen yaratıcı bireyler elde edebilmek için okul öncesinden yükseköğretime kadar tüm eğitim sürecinde zihinsel süreç gelişimini ve model geliştirme becerisini destekleyen disiplinler arası bir yaklaşımdır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012; Yıldırım ve Altun, 2015; MEB STEM Raporu, 2016; Doğan, Gürbüz, Çavuş Erdem ve Şahin, 2018). MEB, TÜBİTAK gibi kurumlar STEM eğitiminin öğretim programına entegre edilmesi gerekliliğini sürekli vurgulamaktadır. Fakat disiplinler arası yaklaşımı, farklı konu alanları işbirlikli öğrenme ortamları olması bu durumu zorlaştırmaktadır. Bu yüzden entegre edebilmek için farklı yöntemler gerekmektedir (MEB STEM Raporu, 2016).

STEM eğitiminin neleri kapsadığına, matematiğin nasıl yükseltilebileceğine dair araştırmaya ihtiyaç duyulduğunda çeşitli bakış açıları bulunmaktadır. Bu konuyu ele alan çok sayıda makale olduğundan (Bryan, Moore, Johnson ve Roehrig, 2015; Charette, 2015; Vasquez, Sneider ve Comer 2017). Bununla birlikte, ABD'deki STEM Görev Gücü Raporunun (2014) perspektifi, özellikle diğer STEM disiplinlerinin her birinin ayrılmaz bir bileşeni olarak matematiğe odaklanması dikkate alınmaktadır. Rapor, STEM eğitiminin dört disiplinin "uygun bir entegrasyonundan" çok daha fazlası olduğunu ve disiplinlerin "tıpkı gerçek dünyada tek başlarına var olmadıkları gibi, tek başlarına öğretilemeyeceği ve öğretilmemesi gerektiğini" savunuyor. Bu perspektiften STEM eğitimi, disiplinleri "birleştirici ve aktif öğretme ve öğrenme yaklaşımları yoluyla"

bütünleştiren "gerçek dünya, probleme dayalı öğrenmeyi" kapsar. Rapor, disiplinlerin her birini entegre bir bakış açısıyla tanımlarken, "matematiksel okuryazar öğrencileri" sadece "nasıl analiz edeceğini, akıl yürüteceğini ve fikirleri etkili bir şekilde iletebileceğini" bilmekle kalmayıp, aynı zamanda "matematiksel olarak modelleme, formüle etme" becerisini de tanımlamaktadır.

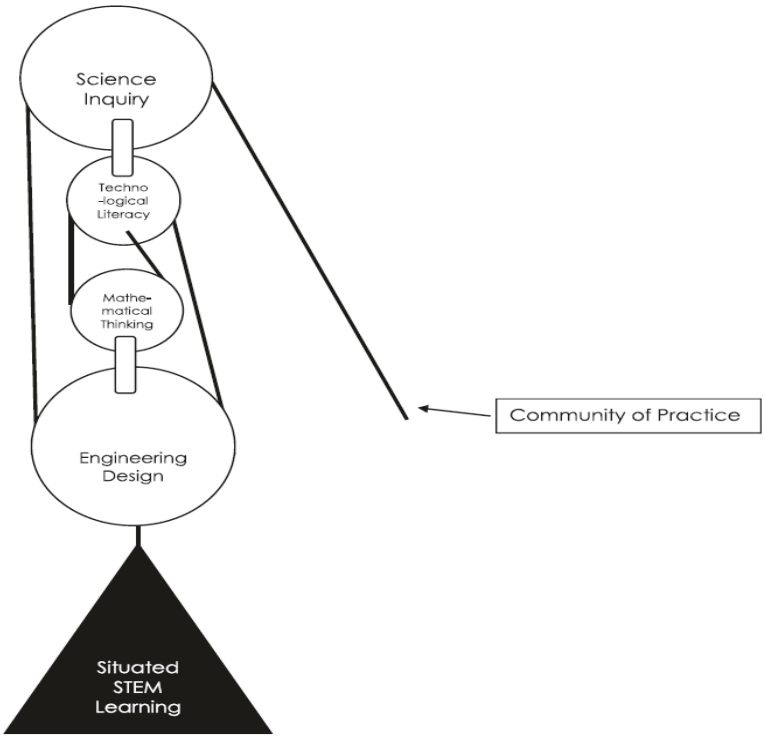
STEM yaklaşımında matematiğin hak ettiği ilgiyi görmesini sağlamakla kalmamalı, aynı zamanda öğrencilerimizin mevcut ve gelecekteki dünyalarına başarılı katılımları için matematik okuryazarlığını geliştirmeleri için eşit fırsatlar sağlamalıyız. Bu yüzden öğrencilerin matematiksel problem çözme, modelleme ve akıl yürütme süreçlerindeki yetkinliklerini artırmaya yönelik araştırmalar mevcuttur (English, 2016). MacDonald, Goff, Dockett ve Perry (2016), örneğin, öğrencilerin yenilikçi problem çözme yeteneklerini gösteren araştırmaları vurgularken Stillman, Brown, Galbraith ve Dawn Ng (2016) pedagojideki yeniliklerden teori ve metodolojik araçlardaki gelişmelere kadar modelleme ve uygulamalarda yapılan ilerlemeleri göstermektedir.

Hem matematikte hem de STEM alanlarında ilerlemek zor bir süreç olmaya devam etmektedir (English ve Gainsburg, 2016) 21. yüzyıl iş yaşamının gerektirdiği yeterliliklere ilişkin çalışmalardan yararlanarak problem çözmeyi ve modellemeyi teşvik etmek için bazı çıkarımlar bulunmaktadır (English, 2016). Bu tür problem çözme şunları gerektirmektedir.

- Temel matematiksel fikirlerin ve süreçlerin önemli ve esnek bir şekilde kavranması;
- Bilişsel olarak yüksek düzeyde olan genel beceriler;
- Süreçlerin veya sistemlerin altında yatan kavramsal modellerin anlaşılması ve bu da verilen bağlamlarda karmaşık temsilleri yorumlama becerisini gerektirir;
- Bilinmeyen, çoklu alanlarda nicel verileri farklı karmaşık formlarda yorumlama becerisi;
- Bir dizi yeni problemi çözme yeteneği.

Bu bağlamda içerik ve fikir üreten problemler sürecinde problem çözmeyi ilerletmek için derinlemesine içerik anlayışını teşvik etmek; genel beceri ve süreçlerin geliştirilmesi ve disiplinler arası modellemeyi teşvik etmek gerekmektedir.

Eğitim araştırmacıları, öğretmenlerin STEM disiplinleri arasında bağlantı kurmakta zorlandıklarını belirtmektedir. Sonuç olarak, öğrenciler, kesişen kavramlarla ve gerçek dünya uygulamalarıyla bağlantıları kaçırarak izole ve kopuk bir şekilde öğrendiklerinde genellikle fen ve matematiğe ilgi duymazlar. Kennedy ve Odell (2014) STEM eğitiminin, geleneksel engelleri ortadan kaldırarak bunun yerine inovasyona, mevcut araçları ve teknolojileri kullanarak karmaşık bağlamsal sorunlara çözüm tasarlama sürecine odaklanmaktadır. Öğrencileri yüksek kaliteli STEM eğitimine dahil etmek, öğretim ve değerlendirmeyi içeren titiz bir müfredat, teknoloji ve mühendisliği fen ve matematik müfredatına entegre eden programların yanı sıra bilimsel araştırma ve mühendislik tasarım sürecini de teşvik etmektedir. STEM eğitimi, problemleri çözmek için mühendislik tasarım sürecine girmeden önce öğrenciyi bilgilendirmek için araştırma yoluyla cevaplanan soruları formüle ederek bilimsel araştırmayı bağlayabilir (Kennedy ve ark. 2014). Moore ve diğ. (2014)) entegre STEM eğitimini "bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin dört disiplinin bir kısmını veya tamamını, dersler ve gerçek dünya problemleri arasındaki bağlantılara dayanan tek bir sınıf, ünite veya dersle birleştirme çabası" olarak tanımlamıştır. Entegre STEM müfredat modelleri, öncelikle bir konuya odaklanan STEM içerik öğrenme hedeflerini içerebilir, ancak bağlamlar diğer STEM konularından gelebilir (Moore ve ark. 2014). Bununla birlikte, entegre STEM eğitimini, bu konuların öğrencilerin öğrenmesini geliştirmek için birleştirmek amacıyla özgün bir bağlamda STEM uygulamalarına bağlı iki veya daha fazla STEM alanının STEM içeriğini öğretme yaklaşımı olarak tanımlanmıştır. Bazı araştırmacılar bu yaklaşımı, STEM uygulamalarına ve STEM bilgilerinin otantik uygulanmasına vurgu yaparak kariyer yollarına odaklanmış olarak görebilir. STEM' in önerilen yaklaşımdan öğretiminin her durumda mümkün olmadığını ve bu yaklaşımdan öğretilen içeriği sınırlayabileceğini kabul etmektedir. Matematik ve fen bilimlerinde teorik olarak odaklanmış bazı gerekli bilgiler, otantik mühendislik tasarım uygulamaları ve mevcut teknoloji ile sınırlı ortak STEM uygulamaları sağlayamayabilir (Kelley and Knowles, 2016). STEM konularının entegrasyonu için kavramsal bir çerçevenin yardımcı olabileceğini düşünülmüştür (NRC 2012).



Şekil 5. STEM öğrenmesi için kavramsal çerçeve grafiği

Şekil 5 entegre STEM eğitimi için önerilen kavramsal çerçeveyi göstermektedir. Yani bir yükü kaldırmak için dört kasnağın bir bloğunu ve takımını, bu durumda yerleşik STEM öğrenimini göstermektedir. Blok ve olta takımı, yükleri daha kolay kaldırmak için mekanik avantaj yaratmaya yardımcı olan bir kasnak sistemidir. Resim, entegre bir sistem olarak konumlandırılmış öğrenme, mühendislik tasarımı, bilimsel sorgulama, teknolojik okuryazarlık ve matematiksel düşünceyi birleştirir. Sistemdeki her kasnak, dört STEM disiplini içindeki ortak uygulamaları birbirine bağlar ve uygulama topluluğuna bağlıdır. Makara sisteminin karmaşık bir ilişkisi, tüm sistemin bütünlüğünü sağlamak için uyum içinde çalışmalıdır. Araştırmacılar, STEM alanlarının dördünün de her STEM öğrenme deneyimi boyunca entegre edilmesi gerekmediğini, ancak STEM eğitimcilerinin, alanlar arasında kurulabilecek ve bir uygulama topluluğuna katılarak ilişki hakkında güçlü bir anlayışa sahip olmaları gerektiğini öne sürmektedir (Kelley and Knowles, 2016; NRC 2012).

Yapılan araştırmalarda, öğretmenler entegre bir STEM eğitim yaklaşımı kullandıklarında öğrencilerin daha fazla motive olduklarını ve matematik içeriği değerlendirmesinde daha iyi performans gösterdiğini göstermiştir. Williams (2007), bağlamsal öğretimin matematiğe anlam verebileceğini belirtmektedir çünkü "öğrenciler sadece matematiksel bir görevi nasıl tamamlayacaklarını değil, aynı zamanda neden

matematiği ilk etapta öğrenmeleri gerektiğini de bilmek istiyorlar. Matematiğin hayatlarıyla ne kadar alakalı olduğunu bilmek istiyorlar" (Akt. Kelley and Knowles, 2016). Tasarım çözümlerini değerlendirmek için gerekli matematiksel analizleri içeren STEM uygulamalarını dahil etmek, öğrencilerin matematik öğrenmeleri ve okulda öğrenilenler ile STEM kariyer becerilerinde gerekenler arasındaki bağlantıları görmeleri için gerekli rasyonelliği sağlar (Burghardt ve Hacker 2004). Mühendislik tasarım yaklaşımında ve tasarım sürecinde matematiksel akıl yürütmeyi öğrenmek gereklidir. Mühendislik tasarım sürecinin analitik unsuru, öğrencilerin nihai bir prototip oluşturulmadan önce potansiyel tasarım çözümlerinin işlevi ve performansı hakkında öğrenciyi bilgilendirecek deneyler oluşturmak ve yürütmek için matematik ve fen sorgusunu kullanmalarına izin verir. Mühendislik tasarımına bu yaklaşım, öğrencilerin kendi deneyimlerini geliştirmelerine ve tasarım analizi ve bilimsel araştırma yoluyla yeni bilim ve matematik bilgilerini oluşturma fırsatları sunmalarına olanak tanımaktadır.

Matematiksel uygulamaları anlamak etkili bir entegre STEM eğitimi için kritik olabilir, çünkü matematiksel analiz diğer tüm STEM alanlarında bulunabilir. Öğrencilerin tasarım performansını tahmin etmek ve değerlendirmek için matematiksel modelleme kullanılması ve derslerin teknolojik okuryazarlık standartlarının yanı sıra matematik ve bilim standartlarına yönelik olarak hazırlanması gerekmektedir (Kelley ve Knowles 2016).

STEM eğitimi, mühendisliğin takım çalışması ve tasarım metodolojisini birleştirerek ve uygun teknolojiyi kullanarak matematik ve fen bilimlerinden kavram ve prosedürlerden yararlanan problemlerin çözülmesini ifade eder. Matematik öğretmenlerinin Ulusal Konseyi (NCTM) perspektifinden bakıldığında, STEM eğitimi öğrenciler için önemli matematik içermelidir. Örneğin bir robot inşa etmek, savaş gemisi benzeri bir oyun oynamak, bir merdiven tasarlamak, kristal yapı verilerini analiz etmek, kağıttan ağırlık taşıyan masalar oluşturmak ve bir kaykay parkı tasarlamak gibi etkinlikler, matematik, orta sınıf müfredatının ve STEM ile ilgili alanların merkezinde yer alan ölçüm, veri analizi, Kartezyen koordinatlar, orantısal akıl yürütme, doğrusal fonksiyonlar ve dönüşümsel geometri konularını kapsar. STEM eğitimi teşvik edilecekse matematik şeffaf ve açık hale getirilmelidir. Herkesin belirli bir problemle ilgili matematiği "göreceği" varsayılamaz. STEM' deki M, matematiğe açıkça ışık tutmadıkça sessiz kalacaktır. Herhangi bir STEM etkinliği için gerekli üç bileşen vardır:

1. Çözülmesi gereken bir problem olmalı.
2. Problemle ilgili önemli bir matematik olmalıdır.
3. Sorun, çeşitli disiplinlerden bilgi ve yaklaşımlardan yararlanan bir ekip çalışmasını gerektirmelidir (NCTM, 2013).

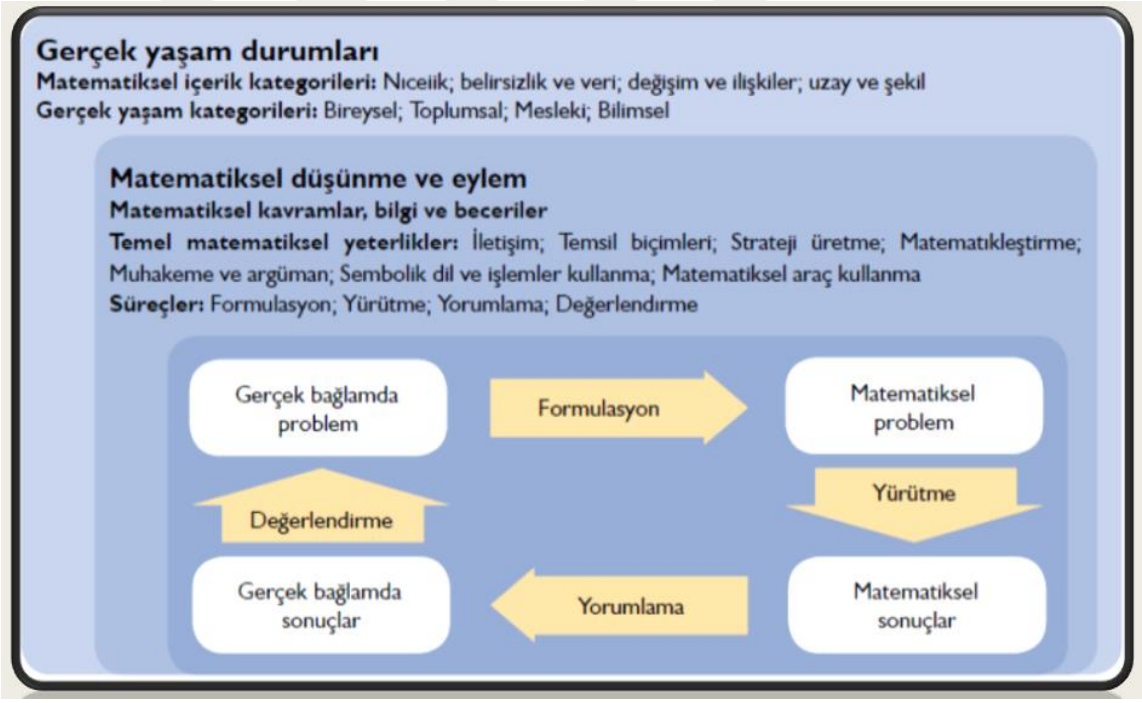
Daha öncede bahsedildiği gibi Türkiye'nin uluslararası değerlendirme sınavlarındaki başarısı istenilen seviyede değildir. PISA ve TIMSS gibi sınav sonuçlarının daha iyi olabilmesi için STEM eğitimi yaklaşımı öncelikli olarak benimsenmelidir. Uluslararası değerlendirme sınavı olan bu sınavlarda yer alan matematik okuryazarlığını ölçen problemlerde öğrencilerin gerçek yaşam problemlerinin üstesinden gelmek için matematik bilgilerini ne kadar kullanabildiklerini ölçmektedir. Öğrencilerin analitik düşünme, problem çözme, teknolojik bilgi ve becerilerini geliştirmek ve disiplinler arası bir geçiş aracı olarak matematiksel modelleme, uluslararası sınavlarda başarıyı arttırmak içinde önemlidir. Bu yüzden matematiksel modellemenin de öğretim programında yer alması gerekmektedir. STEM eğitimi entegrasyonunda da bu bağlamları güçlendirmek için amacına uygun etkinliklerin hazırlanması ve uygulanması gerekmektedir. Bu etkinlikler analiz etme, üretme, tasarım yapma, matematiksel olarak ifade etme iletişim kurma gibi becerileri geliştirmelidir. Bu bağlamda öğrenciler STEM etkinliklerin de aslında matematiksel modelleme problemlerini çözme sürecini de yaşamaktadırlar (MEB STEM Raporu, 2016; Yıldırım, Yıldırım, Yetişir ve Ceylan, 2013; Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012; Doğan, Gürbüz, Çavuş Erdem ve Şahin, 2018). Matematiksel modellemenin STEM eğitimine geçişte bir araç olarak kullanabileceğini gösteren araştırmalar (English, 2015; Kertil ve Gürel, 2016; Doğan, Gürbüz, Çavuş Erdem ve Şahin, 2018) mevcuttur.

2.3. PISA ve Matematiksel Okuryazarlık

Matematik okuryazarlığının PISA' da ki tanımı; matematiğin dünyada oynadığı rolü anlama, sağlam temellere dayanan matematiksel hükümler verme, üreten kişiler olarak bireysel yaşamların gereksinimlerini karşılarken matematiği kullanma ve matematikle meşgul olma şeklinde yapılır (OECD, 2003). Matematik okuryazarlığını geliştirmenin en iyi yolu öğrencilerin ilgilerini çeken farklı bağlamları barındıran etkinliklerle çalışmalarıdır. Modelleme problemleri, çok geniş bir alanda çeşitli bağlantılarla örnekler sağladığından öğrenciler matematiksel modellemeyle ilgilenirken

matematik ve içinde yaşadıkları dünya arasında sıkı ilişkileri olan dayanıklı bağlar kurarlar (Swan, Turner, Yoon, 2006). Matematik okuryazarı olan bir bireyin de; anlaşılması zor olan teoremlerin ispatlarını öğrenerek uygulaması, problem çözme yeteneğinin sadece eğitim sürecinde değil aksine tüm hayatı boyunca devam etmesi kaçınılmazdır ki bu durum ülkemizin gelişmişlik seviyesini arttıracaktır (Ersoy, 2003).

2015 PİSA uygulamasına kadar en son matematik alanına odaklanan 2012 uygulaması çerçevesinde matematik okuryazarlığı; çeşitli bağlamlarda bireyin 'formüle etme', 'kullanma' ve 'yorumlama' sözcükleri aktif bir problem çözücü öğrencilerin dahil olacağı üç zihinsel sürece işaret etmektedir. Öğrenci problemi çözmek için matematiği ve matematiksel araçları kullanırken zihinsel işlemleri bir dizi aşamadan geçmektedir. PISA matematik okuryazarlığı çerçevesinde gerçek yaşam problemleri dört bağlamdan biri ile ilgili olarak verilmektedir. Bu bağlamlar; Bireysel, Toplumsal, Mesleki, Bilimsel bağlamlardır (Kabael, 2019).



Şekil 6. Matematik Okuryazarlığı Modelleme Döngüsü
Kaynak: Kabael, 2019

Matematik okuryazarlığı çeşitli bağlamlarda problem durumlarını ilişkili matematiksel bilgi ile yorumlamayı gerektirir. PISA matematik okuryazarlığı çerçevesinde gerçek yaşam problemleri dört bağlamdan biri ile ilgili olarak verilmektedir. Bu bağlamlar bireysel, toplumsal, mesleki ve bilimsel bağlamlardır. Bu doğrultuda

OECD, PISA matematik okuryazarlığı çerçevesinde belirlenen bağlamlarda oluşturulabilecek gerçek yaşam problemlerine dayanak oluşturacak matematiksel olgular yardımı ile matematiksel içerik oluşturmuştur. Oluşturulan içerik aynı zamanda 11 ülkenin ulusal standartlarının analizine dayandırılmış ve PISA soruları hazırlayıcılarına 15 yaş öğrencilerinin matematik okuryazarlıklarını ölçmeye uygun içerik konuları ile rehberlik edecek biçimde hazırlanmıştır. Matematik alanına odaklanan PISA çalışmalarındaki gelişim sonunda 2012 çerçevesine göre matematik alanının içeriği dört kategoride ele alınmaktadır (Kabael, 2019).

- Değişim ve ilişkiler
- Uzay ve şekil
- Nicelik
- Belirsizlik ve veri

PISA sınavı her ne kadar öğretim programı tabanlı ölçüm yapmasa da 15 yaş öğrencilerine uygun düzeyde matematiği ölçmeyi amaçlar ve öğrencilerin matematiği gerçek yaşama yansıtabilmeleri için öğrenmeleri gereken olası içeriği belirlemek amacı ile 11 ülkenin standartları üzerinde analizler yapmış ve 2012 çerçevesinde matematiksel konu listesi hazırlanmıştır. Fonksiyonlar, cebirsel ifadeler, denklem ve eşitsizlikler, koordinat sistemleri, ölçüm, iki ve üç boyutlu geometrik nesneler arası ilişkiler, sayılar ve birimler, aritmetik işlemler, yüzde oran ve orantı, sayma prensipleri, tahmin, veri toplama temsil ve yorum, veri değişimi ve açıklamaları, örnekler ve örneklendirme, olasılık konularını kapsamaktadır.

2.3.1. Matematiksel Süreçler ve Bu Süreçlerde İşe Koşulan Matematiksel Yeterlik

Matematik okuryazarlığı bireyin matematiği formüle etme, yürütme ve yorumlama kapasitesi ile ilişkilendirir. Verilen problem durumunu öncelikle matematiksel olarak formüle etmeli, ardından matematiksel kavram, özellik ve gerçeklikleri kullanmalı ve son olarak elde ettiği sonuçları yorumlamalı ve değerlendirmelidir. Bunun yanı sıra matematik okuryazarlığı modelleme döngüsünde bu zihinsel süreçlerde işe koşulması gereken iletişim, temsil biçimleri, strateji üretme, matematikleştirme, muhakeme argüman, sembolik dil ve işlemler kullanma, matematiksel araç kullanma olmak üzere yedi matematiksel yeterlik vardır.

İletişim: Matematik okuryazarlığı döngüsünde matematiksel süreçlerde iletişim yeterliği, okuma, kodlama, açıklama gibi aktivitelerle farklı biçimlerde işe konuşulur. Birey öncelikle problem durumunu anlamak için uyaranları algılamalı ve problem durumunu anlamalıdır. Formüle etme sürecini başlatan ifadeleri, soru ya da görevleri okuma, kodlama ve yorumlama zihinsel aktiviteleri ile birey problem durumunun zihinsel bir modelini oluşturur. Ardından bu zihinsel modelin matematik dünyasına aktarılmasıyla, matematik dünyasında yapılan çözüm sürecinde sonuçların özetlenmesi ve sunulması gerekir. Bulunan sonucun sunulması, açıklanması ve bazı durumlarda karşı tarafı ikna için doğrulanması iletişim yeterliğinin işe koşulduğu yerlerdir.

Temsil Biçimleri: Bu yeterlik problem durumunu anlamak, matematiksel gerçekleri uygulamak ya da matematiksel sonuçları yorumlamak için çeşitli temsil biçimlerini kullanmak, birbirine dönüştürmek ya da verilen matematiksel temsili yorumlamayı içerir. Bu temsiller grafik, tablo, diyagram, resim, denklem, formül ya da somut materyal şeklinde olabilir.

Strateji Üretme: Matematik okuryazarlığı problemlerinin çözümü için strateji üretmeyi gerektirir. Birey gerçek yaşam bağlamında verilen bir problem için bir plan yada strateji üretmeli ve bunu uygulamalıdır.

Matematikleştirme: Matematikleştirme formüle etme ve yorumlama süreçlerinde işe koşulan bir yeterliktir. Gerçek yaşam bağlamında verilen problem durumunun matematik dünyasına aktarılmasını ve matematik dünyasında elde edilen sonuçların problemde verilen gerçek yaşam bağlamında yorumlanmasını içerir.

Sembolik Dili ve İşlevleri Kullanma: Bu yeterlik sembolik ifadeleri anlamlandırmayı, kullanmayı, manipüle etmeyi ve bu ifadelere matematiksel gerçekleri uygulamayı içerir. Ayrıca tanımları, kuralları, formal sistemleri, matematiksel nesneleri kullanmak ve yorumlamak da bu yeterlikle ilişkilidir.

Muhakeme ve Argüman: Muhakeme ve argüman en genel anlamda formüle etme sürecinde verilen gerçek yaşam problem durumunun anlaşılması ile uygulama sürecinde matematiksel çıkarımlar yapma, yorumlama ve doğrulama olarak modelleme döngüsünde yer alır.

Matematiksel Araçları Kullanma: Fiziksel araçlar olabileceği gibi ölçüm araçları hesap makineleri ya da teknolojik araçlarda olabilen matematiksel araçların kullanımı bu matematiksel yeterlikle ilişkilidir.

2.3.2. Matematik Okuryazarlığı Yeterlik Düzeyleri ve PISA Değerlendirme Çerçevesi

PISA 2015 matematik okuryazarlığı değerlendirme çerçevesinde matematik yeterlik ölçeği ile öğrencilerin yeterlik düzeyleri altı kategoride tanımlanmıştır. Her bir düzeyde öğrencilerden beklenen davranışlar ayrıntılı bir şekilde aşağıda sunulmuştur.

6. Düzey (669.30 ve üzeri): Bu düzeyde yer alan öğrenciler; araştırmalarına bağlı olarak elde ettikleri bilgileri kavramlaştırabilir, genelleyebilir ve kullanabilir, karmaşık problem durumlarını modelleyebilir. İleri düzeyde matematiksel düşünme ve akıl yürütme kapasitesine sahiptir. Farklı bilgi kaynaklarını ve gösterimlerini ilişkilendirebilir. Bunları esnek bir şekilde birbirine dönüştürebilir. Yeni durumlarla başa çıkmaya yönelik yeni yaklaşımlar ve stratejiler geliştirmede, sembolik ve formel matematik işlemleri ve ilişkilerinin yanı sıra, kendi bakış açılarını ve anlamlarını uygulayabilir. Kendi bulgularına, yorumlarına ve bunların orijinal durumlara uygunluğuna bağlı olarak eylemlerini ve tepkilerini formüle edebilir ve bunlar arasındaki iletişimi tam olarak sağlayabilir.

5. Düzey (606.99-669.30): Bu düzeyde yer alan öğrenciler; karmaşık durumlara yönelik modeller geliştirebilir ve bu modellerle çalışabilir. Sınırlılıkları ve belirli varsayımları tanımlayabilir. Bu modellerle ilişkili karmaşık problemlerle başa çıkmaya yönelik uygun problem çözme stratejilerini seçebilir, karşılaştırabilir ve değerlendirebilir. Geniş ve iyi yapılandırılmış düşünme ve akıl yürütme becerilerini, ilişkilendirilmiş uygun gösterimleri, sembolik ve formel tanımlamaları ve bu durumlara yönelik bakış açılarını kullanarak stratejik bir şekilde çalışabilir. Kendi eylemlerini ve formülleştirmelerini yansıtabilir. Kendi yorumları ve akıl yürütmelerine bağlı olarak elde ettiği çıkarımları arasında iletişim kurabilir.

4. Düzey (544.68-606.99): Bu düzeyde yer alan öğrenciler; varsayımların sağlanması ya da sınırlılıklar içerebilen karmaşık durumlara yönelik açık modellerle etkili bir şekilde çalışabilir. Sembolik gösterimler içeren farklı gösterimleri seçebilir ve entegre edebilir. Bunlarla gerçek problem durumları arasındaki bağlantıları doğrudan kurabilir. İyi yapılandırılmış becerileri ve esnek akıl yürütmeleri, bu içerikteki bazı bakış açılarıyla kullanabilir. Kendi yorumlarına, argümanlarına ve eylemlerine dayalı açıklamaları ve tartışmaları inşa edebilir ve ilişkilendirebilir.

3. Düzey (482.38-544.68): Bu düzeyde yer alan öğrenciler; bir dizi aşamalı kararların verilmesini içeren açıkça tanımlanmış işlemleri yürütebilir. Basit problem

çözme stratejilerini seçebilir ve uygulayabilir. Farklı bilgi kaynakları ve bunlardan doğrudan çıkarımlar yapılmasına dayalı gösterimleri yorumlayabilir ve kullanabilir. Yorumlarını, sonuçlarını ve akıl yürütmeleri ile elde ettiği çıkarımlarını raporlaştırırken bunlar arasındaki ilişkileri sınırlı ve kısa şekilde kurabilir.

2. Düzey (420.07-482.38): Bu düzeyde yer alan öğrenciler; doğrudan yani ilk bakışta görülenden fazlasını gerektirmeyen belli bir içerikteki durumları fark edebilir ve yorumlayabilir. Tek bir kaynakla ilişkili bilgileri ortaya çıkarabilir ve bu bilgileri tek bir gösterimde kullanabilir. Temel algoritma, formül, işlem ve alışıldık kuralları işe koşabilir. Doğrudan yani ilk bakışta görülen basit ilişkilere yönelik akıl yürütme kapasitesine sahiptir ve sonuçları sınırlı bir şekilde yorumlayabilir.

1. Düzey (357.77-420.07): Bu düzeyde yer alan öğrenciler; tüm ilişkili bilgilerin verildiği ve soruların açıkça tanımlandığı bilindik içerikteki soruları yanıtlayabilir. Açık durumlara yönelik doğrudan verilen yönergelere göre bilgiyi tanıyabilir ve rutin işlemleri ortaya çıkarabilir. Açık ve özendirici verilen eylemlerde performans gösterebilir

Düzey 1 altı: Çok açıkça belirtilen basit bir gösterimdeki sayıyı okuma, doğal sayılarla çok basit bazı işlemleri yapma gibi becerilere sahip olabilirler (MEB, 2016; Kabael, 2019)

2.4. İlgili çalışmalar

2.4.1. STEM ile ilgili çalışmalar

2.4.2. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

Tutak, Akaygün ve Tezesen (2017) çalışmalarında STEM Eğitimi yaklaşımı bağlamında hazırlanmış İşbirlikli STEM Eğitimi Modülünü tanıtarak, modülün öğretmen adaylarının STEM eğitimi algılarına olan etkisi incelemişlerdir. Çalışma, son sınıf 48 kimya ve matematik öğretmen adaylarına İşbirlikli STEM Eğitimi Modülü öncesinde ve sonrasında STEM eğitiminin tanımı, yöntemleri, öğretmen eğitimi gibi açık uçlu sorulardan oluşan Farkındalık anketi uygulanmıştır. Katılımcıların uygulama öncesi ve sonrasında yaptıkları STEM eğitimi tanımlarında anlamlı bir fark gözlemlenmiştir. İşbirlikli STEM Eğitimi uygulamasından sonra, STEM tanımları önemli ölçüde değişmiştir. STEM öğretmen eğitimine yönelik seminer ve eğitimlere katılım, proje örnekleri paylaşımı belirtilmiştir.

Murat (2018), araştırmasında beş farklı üniversitenin son sınıf öğrencilerinden oluşan Fen Bilgisi öğretmen adaylarının, 21. yüzyıl becerileri yeterlik algılarını, STEM'

e yönelik tutumlarını incelemiştir. Çalışmada ilişkisel tarama modeli kullanarak öğretmen adaylarına "Öğretmen Adaylarına Yönelik 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlik Algısı Ölçeği" ve "STEM Tutum Ölçeği" uygulamıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğretmen adaylarının STEM' e ilişkin tutumlarının olumlu olduğu belirlenmiş, cinsiyet değişkenine göre tutumları arasında farklılık görülmemiştir. Öğretmen adaylarının görüşleri kayıtlı oldukları üniversiteye göre fen ve 21. yüzyıl yetenekleri alt boyutları açısından Erciyes Üniversitesi lehine farklılık olduğu görülmüş. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri yeterlik algıları ile STEM' e yönelik tutum alt boyutları arasında düşük ve orta düzeyde pozitif ilişkiler olduğu tespit edilmiştir.

Şahin (2019) araştırmasında 2018-2019 eğitim öğretim yılında 34 fen bilgisi öğretmen adayının STEM ile ilgili farkındalıklarını, tutumlarını belirlemiş ve STEM hakkındaki görüşlerini incelemiştir. Araştırmacı karma araştırma yöntemi benimseyerek tek gruplu deneysel desen, nitel boyutunda ise durum çalışması ortaya koymuştur. Araştırma kapsamında STEM Tutum Ölçeği, STEM Farkındalık Ölçeği ve STEM Görüş Formu veri toplama aracı olarak kullanmıştır. 8 hafta süren uygulama süreci içerisinde öğretmen adayları STEM eğitimi almış ve 7 tane STEM etkinliği geliştirmişlerdir. Yapılan analizler sonunda ön test ve son test sonuçlarına göre öğretmen adaylarının STEM' e yönelik Tutum ve Farkındalıklarında son test lehine anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. Sonuç olarak öğretmen adaylarının STEM' e yönelik olumlu bir tutum sergilendiği ve farkındalıklarının arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca STEM' e ilişkin görüşlerinde olumlu bir değişimin meydana geldiği görülmüştür.

İmir (2019) çalışmasında, sınıf öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik yeterlilik ve tutumlarını belirlemektir. Araştırmaya 324 sınıf öğretmeni katılmış ve araştırmada karma araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırmada öğretmenlerin "STEM' e Yönelik Yeterlilik ve Tutum Ölçeği" uygulanarak STEM eğitimiyle ilgili görüşlerinin belirlenmesi için "Görüşme Formu" uygulanmıştır. Sonuç olarak, öğretmenlerin STEM eğitimine yönelik yeterlilik ve tutumlarının öğretmenlerin cinsiyet, hizmet yılı ve görev yapılan bölgeye göre anlamlı bir farklılık göstermediği, STEM eğitimine yönelik yeterliliklerinin yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Yapılan görüşmeler sonucunda STEM eğitiminin ilkokuldan itibaren uygulanması gerektiği, bu eğitiminin öğrencilerin bilime olan tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği ve anlamlı öğrenmeye katkı sağladığı yönünde görüş belirtmiştir. Ayrıca STEM eğitimini sınıflarında uygulamak istediklerini fakat materyal eksikliği, zamanın yetersizliği, hizmet içi eğitim eksikliği gibi sorunların STEM eğitimini uygulama aşamasında sorun oluşturacağına yönelik görüş belirtmiştir.

Zengin ve Uğraş (2019), araştırmalarında sınıf öğretmen adaylarının STEM disiplinleri ile ilgili ürettikleri metaforları belirlemişlerdir. Araştırmaya katılan 114 Sınıf Öğretmenliği öğretmen adayının fen eğitimi ile ilgili en çok kullandığı metaforların 'bilimsel kurgu, laboratuvara, hayat ve anlaşılması güç' kavramları olduğu; teknoloji eğitimine yönelik en çok kullanılan metaforların 'gelişim, kolaylık, yenilik ve tembellik' kavramları olduğu, mühendislik eğitimi ile ilgili en çok kullanılan metaforların 'matematik, inşaat, yaratıcılık-tasarım, çok çalışmak ve makine' kavramları olduğu, matematik eğitimine yönelik ise 'sayı yığını, işlem, mantık, zorluk ve eğlence' kavramları olduğu tespit edilmiştir.

Gümüş (2019), ortaokul öğrencilerinin STEM eğitimine olan ilgi ve görüşlerinin belirlemeyi amaçlamıştır. 209 ortaokul öğrencisine "STEM İlgi Ölçeği" ve "Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu" uygulanmıştır. Araştırma neticesinde ortaokul öğrencilerinin STEM mesleklerine olan ilgilerinde cinsiyet, anne mesleği, yaşanılan yerleşim yerine göre anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ancak baba mesleği, öğrencinin gelecekte hedeflediği mesleği, akademik başarısı, STEM eğitimini deneyimleme süresi, teknoloji kullanım sıklığı ile arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Öğrenciler akademik başarılarını arttırdıkları, yaşam becerileri yeterliliklerini geliştirdikleri görüşlerinde bulunmuştur.

Bolat (2020), STEM temelli matematik etkinliklerinin 10. Sınıf öğrencilerin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerisi ile STEM alanlarına yönelik ilgilerine etkisi ve etkinliklere yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Karma araştırma yöntemi kullanılan çalışmada beş hafta boyunca uygulanan etkinlikler sonucu ön test ve son test olarak; problem çözme envanteri, STEM alanlarına ilgi ve bilgi işlemsel düşünme becerileri ölçekleri kullanılmıştır. Araştırma sonucuna göre STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerini, STEM alanlarına yönelik ilgilerini ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiği belirlenmiştir.

Pekbay (2017), araştırmasında STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerine ve STEM alanlarına yönelik ilgilerine etkisi ve uygulanan süreç ile ilgili görüşleri incelenmiştir. Karma yöntem kullanılan çalışmada, örneklem grubunu bir devlet okulunda 7. Sınıfta öğrenim gören 35 deney grubu ve 36 kontrol grubu olmak üzere toplam 71 ortaokul öğrencisi oluşturmuştur. Günlük Yaşama Dayalı Problem Çözme Becerileri Testi, STEM İlgi Ölçeği, etkinlik çalışma kâğıtları, etkinlik ile STEM alanları ilişki kâğıdı, öğrenci günlükleri, sürece yönelik düşünceler formu ve öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler veri

toplama araçlarını oluşturmuştur. Araştırmada elde edilen bulgulara göre, STEM etkinliklerinin öğrencilerin günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerini geliştirdiği ve öğrencilerin STEM' e yönelik ilgilerinde de olumlu yönde bir gelişim olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca uygulama sürecinin öğrencilerin STEM' e yönelik görüşlerinde olumlu bir değişikliğe sebep olduğunu göstermektedir ve öğrenciler Bilim Uygulamaları dersinde STEM etkinlikleri yapılmasına yönelik görüşler bildirmişlerdir. Öğrencilerin genel olarak etkinlikte kullandıkları STEM alanlarını etkinlik ile ilişkilendirebildikleri görülmüştür. Etkinliğin eğlenceli olması, işbirlikli öğrenme öğrencilerin olumlu görüşleri arasında yer alırken bazı malzemelerden dolayı ve yapıyı tasarlamayı olumsuz görüşler olarak belirtmişlerdir.

Macun (2019), bu çalışmasında STEM eğitimi kapsamında hazırlanan problem temelli STEM etkinliklerinin oran-orantı ve yüzdeler konularının öğretiminde 7. Sınıf öğrencilerin matematik başarılarına, tutumlarına, görüşlerine, matematiğe ilişkin kaygıları, öz yeterlik algıları ve STEM mesleklerine yönelik ilgilerine olan etkisi incelenmiştir. Araştırmanın örneklemini 115 öğrenci oluşturmakta ve araştırmada karma yöntem kullanılmıştır. Ön-test ve son-test kontrol gruplu yarı deneysel araştırma modeli kullanılarak, deney grubu öğrencilerine oran-orantı ve yüzdeler konularına ait 5 tane problem temelli STEM etkinliği uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular sonucunda uygulanan STEM etkinliklerinin ilgili konulara ait matematik başarısında, matematiğe yönelik kaygılarında, öz yeterlik algılarında ve STEM mesleklerine yönelik ilgilerinde deney grubu öğrencileri lehine olumlu yönde gelişme göstermiştir. Yalnız matematiğe karşı tutumlarında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Görüşmelerden elde edilen bulgulara göre öğrencilerin problem temelli STEM etkinliklerini çok sevdiklerini, derslerin eğlenceli geçtiğini ve gerçek hayatla bağlantı kurmada, konuların daha kolay anlaşılmasında kolaylık sağladığı belirlenmiştir.

Bircan (2019), 34 ilkokul 4. sınıf öğrencilerine uyguladığı çalışmasında verilen STEM eğitimi etkinlikleri sonrasında öğrencilerin STEM' e yönelik tutumlarına, 21. yüzyıl becerilerine ve matematik başarılarına etkisini incelemiştir. Karma yöntem kullanılan araştırmada STEM Tutum Ölçeği, 21. Yüzyıl Yaratıcılık ve Yenilenme Becerileri Ölçeği, Scratch Başarı Testi, Matematik Başarı Testi ve görüşme formu veri toplama araçları kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular sonucunda STEM eğitiminin öğrencilerin STEM' e yönelik tutumlarına, 21. Yüzyıl becerilerine anlamlı bir etkisinin olduğu fakat matematik başarılarına etkisinin anlamlı olmadığı görülmüştür. Görüşmeler sonucunda STEM eğitimi etkinliklerinin eğlenceli, faydalı, öğretici olduğunu

iletişim, işbirliği, yaratıcılık ve eleştirel düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerinin geliştiğini ifade etmişlerdir.

Öner ve Yılmaz (2019), çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin STEM kapsamında problem çözme ve sorgulayıcı öğrenme becerileri hakkında tutum ve algıları ile ilişkisini incelemişlerdir. Ortaokul 5, 6 ve 7. sınıflarda öğrenim gören 646 öğrencinin katıldığı çalışmada tarama yöntemi kullanılmıştır. "STEM Algı Testi", "STEM Tutum Ölçeği", "Problem Çözme Becerilerine Yönelik Algı Ölçeği" ve "Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algısı Ölçeği" veri toplama araçları uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre öğrencilerin problem çözme ve sorgulayıcı öğrenme becerilerine yönelik algıları ile STEM'e yönelik tutumları arasında pozitif yönde, anlamlı düzeyde bir ilişki olduğunu, fakat STEM algıları arasında bir ilişki olmadığı görülmüştür.

Çetin (2019), çalışmasında, STEM uygulamalarının Fen Bilimleri dersi "Vücudumuzdaki Sistemler" ünitesi "Destek ve Hareket" konusunda öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemiştir. Çalışma grubunu deney ve kontrol grubu olmak üzere toplam 40 öğrenci oluşturmuştur. Yarı deneysel çalışmada deney grubuna 5E Modelli STEM eğitimi uygulamaları ile; kontrol grubuna ise normal öğretim yöntemi 5 hafta boyunca işlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre başarı testi sonuçları, ön test başarı testi sonuçlarına göre arttığı ve 5 E Modelli STEM uygulanan deney grubu öğrencilerinin ortalamalarının da anlamlı düzeyde arttığı görülmüştür. Öğrencilerin ilgili konu işlenirken; STEM uygulamalarının, performanslarını pozitif yönde arttırdığı görülmüştür.

Ceylan (2019), araştırmasında STEM yaklaşımının öğrencilerin matematik tutumu, bilgi ve becerileri üzerine etkisi incelenmiştir. 11. sınıf öğrencilerine uygulanmış olan bu çalışmanda öğretim planıyla uyumlu beş etkinlik oluşturulmuş ve teorik ders anlatım ve STEM etkinlikleri uygulanmıştır. Dönem sonunda da öğrencilere PISA sınavlarından oluşan bir sınav uygulanmıştır. Sonuç olarak öğrencilerin üst bilişsel becerilerinin gelişmesine yönelik yapılan çalışma öğrencileri olumlu etkilemiştir. Öğrencilerin tutumu da olumlu etkilenmiş ve daha fazla etkinlik yapmak istedikleri görülmüştür.

Pehlivan ve Uluyol (2019), bu araştırmalarında okullarda kullanılan STEM uygulama ve örnekleri inceleyerek ve farklı disiplinlerle ilgili farklı örnekler belirtmişleridir. Öğrencilerin kendi imkanları ile yaptığı çalışmalar ile yaratıcılıklarının geliştiği ve kazanımları daha kolay öğrendikleri görülmüştür. Basit etkinlikler bile öğrencilerin bilgilerini somut hale getirmelerine yardımcı olmuş ve öğrenciler için

eğlenceli ve öğrenmelerini kalıcı hale getirdiği görülmüştür. Farklı disiplinlerde öğrendikleri farklı kazanımları bir araya getirerek bir bütün oluşturmuşlardır.

Erçetin (2021), çalışmasında STEM odaklı matematik öğretiminin yedinci sınıf öğrencilerinin matematik dersi akademik başarısına, derse yönelik tutumlarına ve STEM mesleklerine olan ilgilerine etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucunda STEM odaklı matematik öğretimi yapılan deney grubu ile geleneksel öğretim yöntemi uygulanan kontrol gruplarının başarı testi ve matematik tutum ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ölçeğin ilgi, çalışma, gereklilik ve bütünü incelendiğinde anlamlı bir farklılık görülmemesine rağmen kaygı boyutu incelendiğinde deney grubu lehine anlamlı farklılık oluştuğu görülmüştür. Deney ve kontrol gruplarının STEM mesleklerine yönelik ilgilerine ilişkin deney grubu lehine son test puanlarında anlamlı bir farklılık, ölçeğin mühendislik alt boyutunda ise kontrol grubu ön test puanları lehine anlamlı bir farklılık görülmüştür.

Akarsu, Akçay ve Elmas (2020), bu çalışmada STEM eğitimi yaklaşımının özelliklerini belirlemeyi, tanımını yapmayı ve üç eğitimsel yaklaşım ile farklılıklarını ortaya koymayı hedeflemektedir. Çalışmada alan yazın taraması yapılarak, tüm çalışmalar bu araştırma kapsamında okunmuş ve değerlendirilmeye alınmıştır. Mühendislik tasarım süreci detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Alan yazında STEM eğitimi yaklaşımı ile birlikte kullanılan proje tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme ve deneysel etkinlikler ile öğrenme ile olan benzerlik ve farklılıkları ortaya konmuştur. Sonuç olarak Proje tabanlı öğrenmede süreçten ziyade ortaya bir ürünün çıkmasının daha önemli olduğu ve STEM eğitimi yaklaşımında problemin çözümünde birden fazla disiplinin tasarım için kullanılması önemliyken, probleme dayalı öğrenmede ise tek bir disiplinin kullanılması yeterli olduğu görülmüştür.

2.4.2.1. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar

Kennedy ve Odell (2014) araştırmalarında tüm öğrenciler STEM vizyonunun bir parçası olmalı ve tüm öğretmenlere, tüm öğrencilerini STEM okuryazarlığı edinmeleri için yönlendirecek uygun mesleki gelişim fırsatları sağlanılması gerektiğini vurgulamıştır. Öğrenci katılımına odaklanarak, yüksek öğrenim kurumları ve K-12 okullarından eğitimcilerin, çok yönlü STEM eğitimi sağlayan pedagojik modeller geliştirmek için birlikte çalışmaları gerektiğini belirtmiştir. Mevcut matematik ve fen derslerini güçlendirmek yerine dört disiplini birbirine bağlayan yenilikçi müfredat

programları, öğrenci katılımını arttırmanın ve becerilerini geliştirmenin anahtarı olabileceğini belirtmiştir.

Akgündüz (2016), çalışmasında üniversitelerde fen ve matematik alanlarına yerleştirilen ilk bin öğrencinin STEM alanlarına yerleştirilmesini, Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi (ÖSYM) üniversite yerleştirme verilerini baz almak amacıyla yapılmıştır. 17135 öğrencinin üniversiteye yerleştirilmesinin incelendiği çalışmada, 2000-2014 yılları arasında öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgileri azaldıkça tıp fakültelerine olan ilgilerinin arttığı, erkek ve kız öğrenciler arasında büyük bir fark olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin STEM alanlarından en çok mühendislik bölümlerine yerleştirildiği ve eğitim fakülteleri ile temel bilimlere yerleştirmenin oldukça düşük olduğu belirlenmiştir.

Weber (2015) çalışmasında dünya eğitim kültürü teorisine dayanan Spring'in çerçevesini, Wagner'in 21. yüzyıl işleri için gerekli olan hayatta kalma becerilerine dayanan 21. yüzyıl becerileri ve Kosta Rika'daki bilim ve teknoloji fuarlarında sunulan öğrenci projeleri aracılığıyla ve sınıfta 21. yüzyıl becerilerinin nasıl gerçekleştirildiğini değerlendirmek için metodolojik çerçeve olarak Slough ve Milam'ın STEM proje tabanlı öğrenme yaklaşımını uygulamıştır. Ayrıca çalışmada küreselleşmenin, doğrudan yabancı yatırım ve çok uluslu şirket sorumluluğunun okul müfredatı ve uygulamaları üzerindeki etkisini ve STEM eğitimi ile ulusal ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmanın örneklem grubuna; San José, Kosta Rika'daki siyasi liderlere ve eğitim politikacılarına, işletme yöneticilerine, okul müdürlerine, öğrencilere ve velilere 168 öğrenci anketi ve 30 öğretmen anketi uygulanmış, 25 yüz yüze görüşme ve 9 gözlem yapılmıştır. Sonuç olarak STEM eğitiminin ve müfredat üzerindeki etkisinin teknik olmayan okullarda eşit olmasa da arttığını, bilim fuarlarının ders dışı olduğunu ve tüm paydaşlar, Kosta Rika'nın insan sermayesindeki gelecekteki büyümesini STEM ve 21. yüzyıl becerilerinin müfredata dahil edilmesiyle ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Çalışma, STEM PBL gibi yeni metodolojilerde öğretmen eğitimi ihtiyacını ve öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini sergilemelerini sağlamak için bilim fuarlarına katılımı ülkenin ana müfredatına entegre etmenin olumlu yönlerini vurgulamaktadır.

Guzey, Moore, Harwell ve Moreno (2016), STEM eğitimi ile ilgili araştırma yapmışlardır. 275 ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilen çalışmada, fen derslerinin mühendislik tasarım temelli işlenmesinin öğrencilerin öğrenmelerine ve tutumlarına etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin STEM eğitiminde mühendislik tasarım temelli yaklaşımının başarılarına aynı zamanda da tutumlarına pozitif yönde etki ettiğini

göstermiştir.

Wade Stepherd (2016), çalışmasının amacı, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerin STEM eğitiminin fen ve matematik derslerindeki başarısı üzerindeki etkisini incelemektir. 2071 yedinci ve sekizinci sınıf öğrencileri üzerinde STEM eğitiminin matematik ve fen başarısını etkileyip etkilemediğini belirlemek için, Tennessee eyaletinde kullanılan standartlaştırılmış bir değerlendirme olan 2015 Tennessee Kapsamlı Değerlendirme Programı'ndan (TCAP) elde edilen veriler, kullanılmıştır. Devlet değerlendirmesinde hem matematik hem de fen başarı puanlarında sekizinci sınıf öğrencileri için STEM' e kayıtlı öğrenciler ile STEM' e kayıtlı olmayanlar arasında önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada yedinci ve sekizinci sınıf öğrencileri için fen ve matematik arasında güçlü, pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür.

Kelley ve Knowles (2016) çalışmalarında STEM eğitimini iyileştirmeye yönelik küresel aciliyetten bahsetmektedirler. Ayrıca entegre STEM eğitiminin daha fazla araştırılmasına yardımcı olmak için entegre bir STEM eğitimi çerçevesi oluşturmak ve STEM eğitimi anahtar kavramlarını ve öğrenme teorilerini harmanlamaktadırlar. Yirmi birinci yüzyılın çevresel ve sosyal etkilerinden kaynaklanabilen bu küresel faktörlerin karmaşıklığı, öğrencilerin matematik ve fen değerlendirmelerinde yüksek puanlar almalarına yardımcı olmanın ötesine geçer. Bu zorluklara yanıt olarak ABD, son yirmi yılda büyük STEM eğitim reformları yaşadı. Uygulamada, STEM eğitimcileri, STEM eğitiminde tutarlı değillerdir. Bu nedenle, bir STEM eğitimi kavramsal çerçevesinden yararlanabilmektedirler. Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiği özgün bağlamlarda bütünleştirme süreci, yeni nesil STEM uzmanlarını gerektiren küresel zorluklar kadar karmaşık olabilir. Eğitim araştırmacıları, öğretmenlerin STEM disiplinleri arasında bağlantı kurmakta zorlandıklarını belirtmektedir. Sonuç olarak, öğrenciler, kesişen kavramlar ve gerçek dünya uygulamalarıyla bağlantıları kaçırarak izole ve kopuk bir şekilde öğrendiklerinde, genellikle bilim ve matematiğe ilgi duymamaktadırlar.

Tate (2017), çalışmasında öğrenciler, yapılandırmacı öğrenme ilkelerine dayalı farklı bir öğretim türüne katılarak, öğrencilerin gerçek dünyadaki, özgün problemleri çözmek için çevreleriyle doğrudan etkileşim yoluyla kendi bilgilerini yapılandırarak öğrenmeleriyle birlikte STEM akademik alanlarına odaklanan "Akıllı Laboratuvar" olarak adlandırılan bu tür öğrenmeye katıldılar. Araştırmanın amacı, bu öğrenme fırsatının davranış bozukluğu olan öğrenciler üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Hem olumlu hem de olumsuz birçok sonuç elde edilen çalışmada, öğrenciler Akıllı Laboratuvar' a katılımlarıyla önemli akademik kazanımlar elde

etmediler, ancak olumlu duyuşsal etkiler kazanmışlardır. Öğrenciler kendilerini sınıfta başarılı hissettiklerinde ve başarılı olabileceklerine inandıklarında akademik başarılarını arttırdıkları gözlemlenmiştir.

Du Plessis (2018) yaptığı araştırmada, STEM konu alanlarındaki saha dışı öğretim uygulamaları ve bunların deneyimleri hakkında yeni bilgiler sağlamak amacıyla ve bunların sonuçları öğrenme ve öğretme ortamları için deneyimli kişilerin görüşlerini almıştır. Eğitim müdürleri, müdürler ve iki ülkeden katılan öğretmenlerin ve velilerin yaşadığı deneyimleri paylaşarak derinlemesine bir anlayış geliştirmek için Gadamerian teorik felsefesini uygulayan Du Plessis araştırmanın sonucunda alan dışı öğretmenlerin deneyimlerinin kaliteli STEM eğitimi için önemli olduğunu göstermektedir, Fen ve ilgili STEM konularında etkili öğretim ve kaliteli eğitim ile ilgili endişeler ve sıkıntılar ve bu endişeleri gidermek için stratejiler geliştirme çabaları, saha dışı öğretim uygulamalarının öğretmenler, öğrenciler ve konu kalitesi üzerindeki etkisinin büyük olduğu kabul edilmiştir.

Truchly, Medvecky, Podhradsky ve Vanco (2018) çalışmalarını, STEM eğitiminde Uluslararası bir proje kapsamında geliştirilen sanal gerçeklik uygulamalarını 52 ortaokul öğrencisi üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Çalışma neticesinde öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarında artış meydana geldiği görülmüştür.

Beswick ve Fraser (2019), öğretmenlerin, öğrencilerin 21. yüzyıl öğrenme becerilerini geliştirebilmeleri için bu yeterliklere kendilerinin de sahip olması gerektiğini vurgulamıştır. Araştırmacılar bu çalışmalarında 21. yüzyıl öğrenimi için çeşitli çerçeveler önermişlerdir ve yaratıcılık, işbirliği, iletişim ve eleştirel düşünme gibi dört bileşen üzerinde yoğunlaşmışlardır. Matematik ve bazı fen disiplinlerinde yeterli niteliklere sahip öğretmen sıkıntısı yaşandığını belirterek, öğretmenlerin STEM disiplini öğretmek veya STEM' in eğitime entegrasyonunu öğretmeyi planlarken bilmeleri, öğrenmeleri veya düşünmeleri gerekenler hakkında ayrıntılı olarak düşünmelerini sağlayan bir çerçeve sunmuşlardır. Çerçeve, bireysel ve entegre STEM disiplinlerinin öğretmenlerinin bilgilerinin karmaşıklığını açıklamanın yanı sıra, öğretmenlerin kendi 21. yüzyıl becerilerinin önemini vurgulamaktadır. Matematik öğretmenlerinin STEM ve 21. yüzyıl yeterlilik gündemlerine katkıda bulunmaları için, kendi disiplinleri ve matematiği diğer disiplinlerle bütünleştirme kapasitelerini inşa edecekleri, nasıl öğretecekleri ve 21. yüzyıl becerilerini öğretecekleri konusunda bilgiye ihtiyaçları olduğu sonucuna varmıştır. Son olarak, öğretmenlerin kendi 21. yüzyıl yeterliklerini geliştirmelerine yardımcı olmak için çerçeveyi kullanabilecekleri veya uyarlayabilecekleri yollar önerilmektedir.

Geiger (2019) yaptığı araştırmada Avustralya'nın iki eyaletinde 3 yıllık bir süre boyunca on öğretmen ile birlikte gerçekleştirilen boylamsal bir çalışma sonucunda etkili STEM öğretimi ve öğrenimini teşvik etmeyi amaçlayan, görevlerin tasarlanmasında ve uygulanmasında öğretmenlerin rolü üzerine yorumlar yapılmıştır. Avustralya'da eğitim bir devlet sorumluluğudur, ancak eğitim yargıları tarafından geliştirilen müfredat belgeleri ulusal bir müfredata uygun olmalıdır. STEM bilgisinin entegrasyonunun, ortaokullardaki öğretmenlerin karşılaştığı yapısal konularla sınırlı olmadığı bu nedenle, diğer STEM derslerinde matematiğin maksatlı bir şekilde kullanılması için ortaokul bağlamında var olan olasılıklar üzerinde araştırma yapılması gerekmektedir. İkincisi, aritmetik görevler için tasarım ve uygulama ilkelerinin fen ve matematik öğrenmesini amaçlı bir şekilde bir araya getiren bir görevi şekillendirmek ve gerçekleştirmek için etkili bir araç olduğunu gösterirken, öğretmenlerin gelişime açık potansiyeli olan fikirleri etkili görevlere nasıl tanımladıklarını açıklamıştır.

Miller (2019), çalışmasında matematiksel bilgi ve düşüncenin, özellikle matematiksel örüntülerin ve yapıların (örüntüleri tanıma, ayrıştırma, soyutlama ve algoritma oluşturma) tanımlanmasının kodlama dersleriyle katılım yoluyla nasıl teşvik edilebileceğine ilişkin bilgi sağlamayı amaçlamıştır. Çalışmasına, Avustralya'da iki farklı okuldan 135 öğrenci katılmıştır (A Okulu - 63 öğrenci; B Okulu - 72 öğrenci). Her iki okul da ortalama bir sosyoekonomik demografik olarak kabul edilerek, hem yerli öğrenciler (Aborijin ve Torres Strait Islander öğrencileri) hem de ek dil olarak İngilizce bilen öğrenciler de dahil olmak üzere farklı bir nüfusu temsil eden öğrenciler bulunmaktadır. Tasarım tabanlı müdahale ile, 6 haftalık bir kodlama dersi programı alan öğrencilerin, desenleri ve yapıları tanımlama ve genelleme yeteneğinin, programı alamayan öğrencilerden daha üst düzeyde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, bilgisayar kodlamasının ilkokul öğrencilerine, erken cebirsel düşünme gibi diğer matematiksel kavramlara, özellikle de matematiksel yapıları genelleştirme yeteneğine yol açan potansiyeli olan kalıpları ve yapıları araştırmak, uygulamak ve teşvik etmek için yeni bir yol sunduğu düşünülmektedir.

Ling ve Wah (2019) araştırmalarında Arduino programının öğrencilerin STEM eğitimine ilgilerini incelemektedir. Öğrencilerin STEM eğitiminde Arduino öğrenmeye ilişkin farkındalıkları ve deneyimleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin programlama dilini, STEM eğitimi amaçlarını, çıkarlarını daha fazla öğrendiklerini belirtmiş ve 21. yüzyıl becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı gözlemlenmiştir.

Baldinger, Staats, Clarkson, Gullickson, Norman ve Akoto (2020), çalışmalarında

entegre STEM eğitimine odaklanan araştırmaların matematiği nasıl kavramsallaştırdığını incelemişlerdir. Entegre STEM eğitimi matematiği, matematiksel öğrenme için bir alan olarak görmekten ziyade, genellikle bilimsel araştırma için bir araç olarak ele aldındığı endişesine değinmektedir. 2013'ten 2018'e kadar 19 uluslararası bilim, teknoloji, mühendislik ve/veya matematik odaklı dergide yayınlanan orta düzey STEM öğretimi ve öğrenimi literatürünün gözden geçirilmesi, matematiksel olarak zengin yaklaşımlara odaklanan 32 makale belirlendi. Her makalede bulunan matematiksel konular, yeterlilikler ve uygulamalar incelendi. Entegre STEM çalışmalarında matematiksel olarak zengin ve kesişen temalar arasında iletişim, görev özgünlüğü, sorgulamanın merkezciliği ve informal öğrenme alanlarının öneminden bahsedilmektedir.

Roehrig, Dare, Whalen ve Wieselmann (2021), çalışmalarında entegre STEM müfredatının kalitesini değerlendirmek için mevcut araçlara ve entegre STEM özelliklerinin kontrol listelerine odaklanmaktadırlar. Ayrıca bir STEM müfredat ünitesi içindeki entegrasyonun doğasını anlamaya odaklanan bir sürecin gelişimini araştırmaktadır. 50 entegre STEM müfredat birimi için kavramsal bir akış grafiği oluşturulmuştur. Üniteler dört geniş türde entegre STEM müfredatı oluşturdu: (1) gevşek bağlantılı mühendislik tasarım zorluğuna sahip tutarlı bilim birimi (EDC), (2) bilim içeriğiyle sınırlı bağlantıları olan mühendislik tasarımı odaklı birim, (3) bilimle mühendislik tasarım birimi bağlam olarak içerik ve (4) entegre ve tutarlı STEM birimleridir. Çalışmanın neticesinde mühendislik uygulamalarının bir STEM birimi içinde bağlamsal bir bütünleştirici olarak hizmet edebileceğini göstermektedir. Bir EDC'nin kullanılması, aynı zamanda, mühendislik, bilim ve matematiğin uygulanmasına dayandığından, kavramsal entegrasyon için bir potansiyel sağlamaktadır. Fen ve matematik kavramlarını kasıtlı olarak içeren entegre STEM müfredatı, öğrencileri özgün mühendislik deneyimleriyle meşgul eder ve disiplinler arasında kavramsal entegrasyon sağlar.

2.4.3. Matematiksel Modelleme ile İlgili Çalışmalar

Blum (2002) çalışmasında, matematik eğitimindeki matematiksel modellemenin rolünü tespit etmektir. Dört kısımdan oluşan çalışmada matematiksel modelleme ile ilgili kavramlar ele alınmış, okullarda ve üniversitelerdeki matematiksel modellemenin yeri değerlendirilmiş, matematik öğretim programlarındaki ve etkinliklerindeki yeri tanımlanmış ve öğretimi için son yıllarda Amerika, Avustralya ve Avrupa' da geliştirilen

materyaller ve kaynaklar gösterilmiştir.

Korkmaz (2010), çalışmasında ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarına matematiksel modelleme bakış açısını ve modelleri tanıtmak, uygulama öncesi ve sonrasında görüşlerinin ve tutumlarının değişip değişmediğini ve matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmaya katılan 70 öğretmen adayına 'Modeller ve Modelleme Anketi', 'Matematik Tutum Ölçeği', 'Isınma Problemleri' ve iki tane açık uçlu problem etkinliği uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında modeller ve modelleme görüşlerinde ve matematik dersine karşı tutumlarında anlamlı fark oluştuğu görülmüştür. Öğretmen adayları görüşlerinde süreçte güçlükler yaşandığını fakat bu sürecin keyifli geçtiğini ve matematiğin gerçek hayatta öneminin farkına vardıklarını belirtmişlerdir.

Çiltaş ve Işık (2012), çalışmalarında ilköğretim matematik öğretmen adaylarının, akademik başarılarını matematiksel modelleme ve geleneksel yöntem açısından incelemektedirler. 75 öğretmen adayına 15 sorudan oluşan dizi ve seriler testi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin modelleme eğitiminden sonra akademik başarılarında olumlu bir gelişme olduğu görülmüştür.

Arleback, Doerr ve O'Neil'in (2013) yaptığı çalışmada, öğrencilerin üstel bozulma bağlamında değişim oranlarını tanımlama ve yorumlama yeteneklerini geliştirmek ve bir öğretim yaklaşımı tasarlamak için bir model ve modelleme perspektifinden yararlanılmıştır. Bu makalede, model geliştirme dizisinin özellikleri detaylandırılmış ve öğrencilerin bağlamdaki sabit olmayan değişim oranlarını nasıl yorumladıkları ve tanımladıkları incelenmiştir. Öğrencilerin değişim oranları hakkında akıl yürütmelerini nasıl görünür hale getirdiğini kanıtlamışlardır.

Hıdıroğlu ve Bukova Güzel (2015), çalışmalarında teknoloji destekli matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan üst bilişsel yapıları incelemeyi amaçlamışlardır. Üst bilişsel yapıları planlama, izleme, değerlendirme ve tahmin boyutlarında ele alarak modelleme sürecinde nasıl şekillendiğini incelenmiştir. Veri toplama araçları olarak video kayıtları, çözüm kağıtları, GeoGebra çözüm dosyaları ve gözlem notları kullanılmıştır. Araştırma sonucunda üst bilişsel yapılar planlama, izleme, değerlendirme ve tahmin boyutları için on sekiz kategori altında toplanarak teknoloji destekli modelleme sürecindeki bilişsel eylemler ile birbirlerini desteklemiştir. Süreçte kullanılan yazılım, video ve animasyonlar grubun sonuçlarını gözlemesine, düşüncelerini karşılaştırmasına, çoklu düşünceleri birleştirmesine, plan dışı ilişkileri ve özellikleri kolaylıkla keşfetmesine ve tahminlerde bulunmasına büyük kolaylık sağlamıştır.

Çiltaş (2015), ortaöğretim matematik öğretmenlerinin oluşturdukları matematiksel modelleme etkinliklerinde tasarım ilkelerine uymakta zorlandıklarını belirterek oluşturulan etkinliklerin en çok yapı belgelendirme ve modeli genelleme prensiplerine uymadığını tespit etmiştir.

Pala (2015), çalışmasında sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır.20 öğrenciye matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanmıştır. Nitel araştırma olan bu çalışmada etkinliklerden sonra görüşme formu uygulanıyor. Araştırma neticesinde öğrenciler, matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıfta çözülen problemlerden farklı olduğunu, günlük hayatla ilişkili olduğunu, ezberden uzak, öznellik, yaparak ve yaşayarak öğrenmek gibi özelliklerinin olduğunu belirtmişlerdir. Süreçte yaşadıkları zorlukları ise seçenek sayısının fazla olması, farklı fikirler ve işlemsel zorluklar olarak belirtmişlerdir.

Urhan ve Dost (2016), bu çalışmada matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme etkinliklerinin derslerde uygulanması hakkında ve matematiksel modellemenin öğretim sürecinde kullanılıp kullanılmadığını nedenleriyle belirlenmeye yönelik görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Yarı yapılandırılmış görüşme formlarının analiz edilmesiyle elde edilen sonuçlara göre "öğretmenin modelleme etkinlikleri konusundaki eksikliği, modelleme etkinliklerine yönelik kaynakların sınırlı olması, öğretim programının yoğunluğu, yükseköğretime geçiş sınavının yapısı, modelleme etkinliklerine yönelik öğrenci motivasyonu, öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyleri" gibi durumların matematiksel modellemenin öğretim sürecinde kullanılmasına engel olduğu tespit edilmiştir.

Çelikkol (2016), çalışmasında yedinci sınıf öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinin cebirsel sözel problemleri çözme başarılarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Eylem araştırması kullanılan çalışmada veri toplama araçları olarak araştırmacı günlüğü, gözlemleri, öğrenci günlükleri ön test- son test olarak başarı testi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Araştırma neticesinde son test puanlarının artması ile matematiksel modelleme etkinliklerinin cebirsel sözel problem çözme başarısına olumlu etkisi olduğu görülmüştür.

Bakırcı (2016), çalışmasında matematiksel modelleme etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerin PISA matematik başarı düzeylerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Veri toplama araçları olarak PISA Matematik Başarı Testi, Matematiksel Modelleme Etkinlikleri ve yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanmıştır. Araştırma neticesinde deney ve kontrol grubunda öğrencilerin PISA matematik başarı düzeylerinde anlamlı bir

artış olduğu fakat son testleri karşılaştırıldığında, deney grubunun kontrol grubuna göre PISA Matematik Başarı düzeyinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Görüşmelerden elde edilen verilere göre öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerine ilişkin görüşlerinin olumlu olduğu görülmüştür.

Deniz & Akgün (2016) çalışmaları sonucunda, ortaöğretim matematik öğretmenlerinin tasarladıkları model oluşturma etkinliklerinin gerçeklik ve model genelleme prensiplerine tamamen uygun olduğunu, öz değerlendirme prensibine ise kısmen uygun olduğunu belirlemişlerdir.

Yanbıyık (2016), altı sınıf öğretmeni adayının fermi problemleri yoluyla matematiksel modelleme becerilerini incelediği araştırmada, öğretmen adaylarının modelleme becerilerinin yeterince iyi olmadığını belirlemiştir. Öğretmen adayları en fazla doğru cevabı matematiksel modelleme aşamalarından değişkenleri seçme ve varsayımları kurma aşamasında, en az doğru cevabı ise matematiksel modelleri kurma aşamasında vermişlerdir.

Mumcu ve Baki (2017), çalışmalarında lise öğrencilerinin gerçek hayat problemlerinde, matematiksel modelleme becerilerini kullanım biçimlerini yorumlamayı amaçlamıştır. 'Modelleme Becerisi Dereceli Puanlama Ölçeği' geliştirilerek altı öğrenciye "Matematiği Kullanma Problemleri" testi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerini kullanma biçimleri değerlendirilmiştir. Öğrencilerin problemi anlama aşamasında matematiksel modelleme becerilerini etkili olarak kullandıkları, problem çözme sürecinde puan ortalamalarının giderek azaldığı ve çözümü doğrulama aşamasında en düşük değerini aldığı görülmüştür.

Ferrando, Albarracín, Gallart, Raffi ve Gorgorio (2017), çalışmalarında öğrencilerin büyük sayıları içeren tahmin problemlerini çözerken yaptıkları yazılı dokümanların incelenmesini amaçlamışlardır. Fermi problemi türü olan problemleri ve sınıflarda modelleme süreçlerini tanıtılmasını sağlamıştır. Sonuçlar öğrenciler tarafından Lesh ve Harel'in model tanımına dayalı olarak geliştirilen matematiksel modellerin karakterizasyonunu desteklemektedir. Büyük sayıları içeren tahmin problemlerini çözümlerinde özellikle oluşturulmuş matematiksel modelleri şekillendirmek için kullanılan kavramlar ve dilde, önceden deneyimli öğrencilerin ürettikleri, modelleme deneyimi olmayan öğrenciler tarafından üretilen modeller arasında Farklılıklar görülmüştür. Deneyimli öğrencilerin farklı olmalarının sebebi çözümlerinde formal matematiksel kavramları kullandıklarını ayrıca ele alınan sorunların doğasına uyum sağlamak için modellerde varyasyonlar meydana getirilerek modellerde daha fazla

karmaşıklık kullanmalarıdır.

Çavuş Erdem, Doğan, Gürbüz ve Şahin (2017), çalışmalarında okullardaki ders kitaplarının matematiksel modellemeyi ne kadar içerdiği veya ne ölçüde yansıttığını incelemeyi amaçlamışlardır. Doküman incelemesi yaparak ortaokul (5, 6, 7, 8) matematik ders kitaplarında yer alan model ve modelleme kavramları tespit edilerek öğrenme alanı, sınıf seviyesi, modelin kullanıldığı bölüm ve kullanılan model türü açısından değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda ders kitaplarında modelleme kavramının matematiksel modellemeden yerine "matematiği modelleme" olarak ifade edildiği görülmüştür. Modelleme ise bazı konularda yoğun bir şekilde kullanılırken bazı konularda hiç kullanılmadığı ve modelleme kavramından sadece somutlaştırmanın ve görselleştirmenin kastedildiği görülmüştür.

Schukajlow, Kaiser ve Stillman (2018), matematiksel modellemenin öğrenilmesi ve öğretilmesi üzerine mevcut son gelişmeler ile ilgili bir çalışma yapılmıştır. Modellemenin teşvik edilmesinin bilişsel yönlerine odaklanan çalışmaların gelişimini, yani modelleme becerileri ve yeteneklerinin teşvik edilmesi sağlanmıştır. Ayrıca, önemli matematik eğitimi dergilerinde deneysel araştırmanın rolü hakkında bir literatür taraması sunarak bu konunun dergilerde nadiren ele alındığına dikkat çekilmiştir. Ayrıca, bu araştırmanın rolünü ve incelenen konuların türünü belirlemek için matematiksel modelleme ve uygulamalarının öğretilmesi ve öğrenilmesine ilişkin konferansların bildirileri analiz edilmiştir. Literatür araştırmasında, nicel araştırma yöntemlerini kullanan ve ilgili konulara odaklanan çalışmalara kıyasla durum çalışması yaklaşımlarının ve bilişsel yönelimli çalışmaların baskınlığına işaret etmektedir.

Stender ve Kaiser (2017), öğrencilerin model oluşturma etkinliklerinde kullandıkları stratejileri ve öğretmenlerin bun konuda sağladığı stratejik yardımı incelemiştir. Sezgisel stratejilerin model oluşturma etkinliklerinde çalışan öğrenciler için ne kadar uygun stratejik müdahaleler olduğunun belirlenmeye çalışıldığı bu araştırmada, dokuzuncu sınıf öğrencileri dört ya da altı kişilik gruplarla çalışmışlardır. 40 öğrencinin katıldığı ve 15 saat süren çalışmada, 238 öğretmen ile gruplar arasındaki müdahaleler ve temaslar içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin birçok sezgisel strateji kullandığı belirlenmiştir. Ayrıca model oluşturma etkinliklerinde uygun kararların verilmesinde sezgisel stratejilerin önemli olduğu belirtilmiştir.

Karatağ (2018), çalışmasında sekizinci sınıf öğrencilerinin temel geometrik kavramları içeren günlük hayat durumlarına dayalı sözel matematik problemlerini çözme

süreçlerinin matematiksel modelleme kapsamında incelemeyi amaçlamıştır. Sekiz öğrencinin katıldığı çalışmada veri toplama araçları olarak, görüşme formları, öğrencilerin yazılı dokümanları ve gözlemler kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin günlük hayat problemini anlama, problemi matematiksel olarak modelleme, matematiksel çözüm yapma ve çözümü günlük hayat durumuna aktarabilme noktalarında çeşitli sorunlar yaşadığı tespit edilmiştir.

Zihar ve Çiltaş (2018), çalışmalarında matematiksel modelleme yöntemi ile üslü ifadeler konusunun öğrenci başarısına etkisi ile öğrencilerin ders konusunda düşünceleri tespit etmeyi amaçlamıştır. 25 sekizinci sınıfta öğrencisine günlük ve öğrenci görüş formu 'Üslü İfadeler Bilgi Testi' ve 'Kalıcılık Testi' veri toplama araçları uygulanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin 'Üslü İfadeler Bilgi Testi' son test puanlarında artış olduğunu ve matematiksel modelleme etkinliklerinin üslü ifadeler konusunun öğreniminde olumlu sonuçlar alındığı tespit edildi. Öğrenci görüşlerine göre de matematiksel modelleme etkinlikleri derse olan ilgilerinde olumlu yönde gelişme göstermiştir.

Barquero, Bosch ve Roman (2018), çalışmalarında matematiksel modellemeyi öğretim programına entegre etmenin ekolojik boyutuna, matematiksel modellemenin normalleştirilmiş bir öğretim etkinliği olarak gelişimini engelleyen kurumsal kısıtlamalara ve öğretmenlerin mesleki gelişiminin en önemli adımına odaklanmaktadır. Matematik etkinlikleri, pratik ve teorik çözümleri birleştiren sorgulamaya dayalı bir süreçten oluşmaktadır. Matematik öğretmenleri için hizmet içi çevrimiçi ve uzaktan eğitim kursunun tasarımına ve analizine odaklanan, matematiksel modelleme ile ilgili bir öğrenme sürecinin nasıl analiz edileceği, uyarlanacağı ve entegre edileceği ve uzun vadeli gelişiminin nasıl sürdürüleceği konusundaki çalışma ortaya konulmuştur. Sonuç olarak öğretmen eğitimi kurslarının hala düzeltilmesi gereken bazı eksiklikleri olsa bile, öğretmenlerin modelleme odaklı öğretim uygulamalarını etkileyen kurumsal kısıtlamalara yaklaşmalarına yardımcı olmadaki etkinliklerini destekleyen ve onları yeni analitik ve tasarımla güçlendiren kanıtlar sunmuştur.

Yurtsever (2018), araştırmasında öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerini belirleyerek, öğrenci başarılarının matematiksel modelleme yeterliği ve matematik dersine yönelik tutumlarını incelemeyi amaçlamıştır. Karma yöntemin kullanıldığı araştırmada altıncı sınıfta öğrenim gören 63 öğrenciye iki tane 'Model Oluşturma Etkinliği', öğrenci grup çalışma kağıtları, sunumları ve Modelleme Yeterliği Değerlendirme Rubriği puanları kullanılmıştır. Araştırma neticesinde matematik

başarısı, matematiğe karşı tutum, model oluşturma etkinlikleri sonucunda belirlenen Modelleme Yeterliği Değerlendirme Rubriği puanları değerlendirilmiştir. Öğrencilerin Modelleme Yeterliği Değerlendirme Rubriği puanları ile başarı testi puanları arasında, pozitif yönlü anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Öğrencilerin modelleme yeterliklerinin düşük düzeyde olduğunu, grup etkinliklerine katılmaktan zevk aldıkları görülmüştür. Öğrencilerin okul matematik başarıları ile matematiksel modelleme yeterlikleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüş genel olarak öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin çok düşük düzeylerde olduğu tespit edilmiştir.

Boz Yaman ve Uyarlı (2018), çalışmalarında yedinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinliği boyunca öğrencilerin deneyimlerini incelemeyi amaçlamıştır. Öğrencilerden bir matematiksel modeli incelemeleri yeni bir matematiksel model oluşturmaları istenmiştir. Uygulanan matematiksel modelleme etkinliği içerisinde verileri inceleme, bir model oluşturma, tabloyu yorumlama, tablo okuma ve grafik çizme-yorumlama gibi birçok aşama bulunmaktadır. Sonuç olarak tüm öğrencilerin uygulanan gerçek hayat problemi olan matematiksel modelleme etkinliğinin çözümünde başarılı oldukları görülmüştür.

Saka ve Çelik (2018), ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme çözme sürecinde yaşadıkları güçlükleri belirleyerek bilgisayar kullanımının nasıl bir etkisinin olduğunu incelemişlerdir. Araştırmaya herbiri GeoGebra kullanabilen ve modelleme yapabilen 20 öğretmen adayı katılmıştır. Altı matematiksel modelleme problemi uygulanan katılımcılar dörder kişilik gruplara ayrılmışlardır. Veri toplama araçları olarak; video kayıtları, görüşmeler, bilgisayar çıktıları ve araştırmacının notları kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının modelleme sürecinde karşılaştıkları güçlükleri ve teorik problemlerde deneysel problemlere göre daha fazla zorlandıklarını, bilgisayar kullanımının da bu süreçte kolaylık sağladığını belirtmişlerdir.

Sağıroğlu (2018), beş matematik öğretmeninin matematiksel modelleme etkinlikleri oluşturma ve uygulama süreçlerini incelemiştir. Araştırmada gözlem formu, görüşme formları ve öğretmenlerin tasarladıkları etkinlikler veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırmanın başında öğretmenlerin matematiksel modelleme ile ilgili bilgileri ve farkındalıklarını belirlemek için ön görüşme yapılmıştır. Daha sonra öğretmenlere matematiksel modelleme, matematiksel modelleme etkinlikleri oluşturma ve bu etkinliklerin uygulanmasına yönelik dört haftalık bir eğitim verilmiştir. Eğitimin sonrasında son görüşme yapılarak öğretmenlerin matematiksel modelleme ile ilgili görüşleri ve matematiksel modelleme etkinliklerini oluştururken karşılaştıkları güçlükler

belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmanın sonucunda ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme etkinlikleri oluşturamadıkları ve model oluşturma etkinliği yeterliklerinin düşük olduğunu tespit etmiştir. Öğretmenler matematiksel modelleme etkinliklerini derslerinde kullanmak istediklerini fakat zaman sıkıntısı yaşanabileceğini belirtmişlerdir. Öğretmenler modelleme etkinliklerinin uygulanma sürecinde öğrencilerinin modelleme basamaklarına uyup uymamalarına dikkat etmemişler ve yönlendirici bir tutum sergilemişlerdir.

Çiltaş, Demirci ve Güler (2018), bu araştırmalarında yedinci sınıf öğrencilerin zeka türlerine göre matematiksel modelleme problemi çözebilme becerilerinin incelemeyi amaçlamıştır. 104 yedinci sınıf öğrencisine, "Zeka Türleri Envanteri" uygulanarak zekâ alanları belirlenmiştir. Daha sonra matematiksel modelleme problemi çözebilme becerilerini belirlemek için bir problem uygulanmıştır. Sonuç olarak öğrencilerden görsel-uzamsal zekâ ağırlıklı olanların modelleme problemini çözemediği fakat matematiksel-mantıksal zekâ ağırlıklı olanların çoğunun problemi çözebilme yeterliliğine sahip olduğu görülmüştür.

Almeida (2018), çalışmasında öğrenciler modelleme etkinliklerinde matematiği nasıl kullandıklarını tespit etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada matematikleştirme ve matematiğin kullanımı ile raporlar vermekte ve öğrencilerin birinci ve dördüncü yılında gerçekleştirilen matematik derecesinin modelleme etkinliklerine odaklanan deneysel verileri ele almaktadır. Öğrencilerin gerçekleştirdiği matematiğin kullanımı, ister matematiğin kavram ve araçlarıyla ilgili deneyimlerinde, isterse matematiksel modelleme uygulamalarıyla ilgili deneyimlerinde olsun önceki deneyimlerine bağlıdır. Bunun yanı sıra, bu süreçten sonra öğrenciler, öğretmen rehberliği ve öğrencilerin bağımsızlığı arasındaki denge sayesinde bilgilerini geliştirmiş ve genişletmiş ve önemli ilerleme kaydetmiştir. Ayrıca, araştırma, matematiksel bilginin ötesinde, modelleme etkinliklerini gerçekleştirmedeki başarının, bilgiye dayalı matematiksel modelleme öngörüsünü de gerektirdiğini göstermiştir.

Uyar (2019), matematiksel modellemede 7.sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerinin incelemiştir. Çalışma grubuna 22 saat model oluşturma etkinlikleri uygulanmış ve bireysel görüşmeler yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre öğrencilerin matematiksel modellemede en fazla kullandıkları strateji "Denklem veya Eşitsizlik Kurma"dır. "Geriye Doğru Çalışma" hiç kullanılmamıştır. Deneysel modelleme problemlerinde en çok kullanılan strateji "Sistematik Liste Yapma" iken, teorik modelleme problemlerinde "Denklem veya Eşitsizlik Kurma" olmuştur. Yapılan

görüşmeler sonucunda öğrenciler; matematiksel modelleme problemlerinin daha fazla muhakeme becerisi gerektirdiğini, modellemede kullandıkları problem çözme yollarının farklı bir bakış açısı sağladığını ve çözümü kolaylaştırdığını belirtmişlerdir.

Kocayayla (2019), çalışmasında yedinci sınıf öğrencilerine yönelik matematiksel modelleme etkinliklerinin geliştirilmesini ve öğrencilerin modelleme yeterliklerini belirlenmeyi amaçlamıştır. Pilot uygulama ile geliştirilen etkinlikler 6 hafta çalışma grubu ile yürütülmüştür. Çalışma grupların matematiksel modelleme yeterliklerini inceleyen nitel eylem araştırmasıdır. Araştırma neticesinde öğrencilerin modelleme yeterlik düzeyinin Düzey 5'e ulaşıldığı görülmüştür. Öğrenciler temel düzeydeki soruları anlamış, sorulara cevap vermiş, gerçek durumu anlayarak matematiksel fikirle ilişkilendirmiş, bu ilişkilendirme sonucunda modeller ortaya koyabilmiştir. Ayrıca her iki etkinlikte de grupların seviyelerinin birbirine yakın olduğu ve etkinliklerin matematik derslerinde kullanılabilir olduğu görülmüştür.

Elidar (2019), çalışmasında ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinin matematiksel modellemeye yönelik görüşlerine etkisini incelenmiştir. 100 öğretmen adayına görüşme formu uygulanmıştır. Araştırma neticesinde öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye yönelik bilgi düzeylerinin yetersiz düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Albarracin ve Gorgorio (2019), bu çalışmalarında ilköğretimin (10 ve 11 yaş) üst kademesindeki öğrencilerin 'Büyük Sayı Tahmin Problemleri için matematiksel model geliştirmelerini amaçlamışlardır. Öğrencilerin takımlar halinde problemler üzerinde çalıştıklarında, ızgara dağılımı, bir referans noktası modelinin yinelenmesi veya nüfus yoğunluğu gibi matematiksel modellerin geliştirilmesini içeren stratejiler kullandıkları görülmüştür. Sonuç olarak Büyük Sayılı Tahmin Problemlerinin kullanılmasının İlkokul sınıflarında matematiksel modelleme süreçlerini tanıtmak için uygun bir etkinlik olduğu görülmüştür. Bu çalışmalar, öğrencilerin bu problemleri kendi stratejilerini önererek, alt problemlere bölerek ve ayrı ayrı çözerek çözdüklerini göstermektedir (Albarracín ve Gorgorió, 2014).

Stender (2019), öğretmenlerin model oluşturma etkinliklerinde çalışan öğrencilere yaptıkları stratejik müdahaleleri incelemiştir. Öğretmenler üç gün boyunca bir model oluşturma etkinliği üzerinde çalışan dokuzuncu sınıf öğrencilerini denetlemişlerdir. Öğrencilerin üstbiliş yoluyla kullandığı sezgisel stratejilerin belirlenmesinin, modellemede oluşan engellerin belirlenmesini sağlayabileceği ve bu stratejilerin öğretmenler tarafından yapılacak uygun stratejik müdahale için uygun bir

kavram olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Mengi (2019); öğretim ortamında matematiksel modelleme kullanılmasının 7.sınıftan 13 öğrencinin problem çözme ve üst düzey düşünme becerilerine etkisini incelemiştir. Sekiz haftalık bir sürede eylem planı doğrultusunda model oluşturma etkinliklerinden yararlanılmıştır. Veri toplama araçları olarak problem çözme stratejilerinden oluşan problem çözme testi ve Bloom taksonomisine göre hazırlanmış düzey belirleme testi kullanılmıştır. Model oluşturma etkinliklerinin problem çözme ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmanın bir diğer sonucu; öğrencilerin, Polya'nın problem çözme basamaklarından "çözümü doğrulama" basamağını gerçekleştirmemeleridir.

Gündüzalp (2019), çalışmasında 11. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerinin incelemeyi amaçlamıştır. Matematiksel modelleme etkinliği öncesi öğrencilere matematiksel başarı testi uygulanmıştır. Araştırma neticesinde öğrencilerin matematik başarı düzeyi yüksek olmasına rağmen matematiksel modelleme becerilerinin yetersiz olduğu görülmektedir. Problemleri yorumlamakta zorluk çektikleri görülmüştür. Sebep olarak öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerine ve sürecine alışkın olmadıkları şeklinde yorumlanabilir. Öğretmenlerle görüşmeler sonucunda matematiksel modelleme konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları ve derslerinde matematiksel modelleme problemlerine uygulamayı düşünmedikleri görülmüştür.

Alkan (2019), araştırmasında 7. sınıf öğrencilerine uygulanan öğretim sürecinin matematiksel modelleme yeterlikleri ile okuduğunu anlama becerilerine etkisini incelemeyi ve okuduğunu anlama becerisi ile matematiksel modelleme yeterliği arasındaki ilişkiyi belirlemektir. 26 yedinci sınıf öğrencisine 7 hafta matematiksel modelleme öğretim süreci verilmiştir. Veri toplama araçları olarak; "Okuduğunu Anlama Becerisi Testi" ile "Matematiksel Modelleme Yeterliği Testi" ön test-son test olarak uygulanmıştır. Uygulama sürecinde ise 7 matematiksel modelleme etkinliği, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliği puanlarını belirlemek için ise "Modelleme Yeterliği Değerlendirme Rubriği" kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğretim sürecinin öğrencilerin okuduğunu anlama becerisine ve matematiksel modelleme yeterliği düzeylerine arttırdığı görülmüştür. Öğrencilerin okuduğunu anlama becerisi ile matematiksel modelleme yeterliği puanları arasında pozitif yönde, yüksek düzeyde bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca süreç boyunca okuduğunu anlama becerisi en yüksek düzeyde olan öğrencilerin daha başarılı oldukları görülmüştür.

Karakaş (2020), sekizinci sınıf öğrencilerin matematiksel modelleme hakkındaki

görüşlerini araştırmıştır. Çalışma grubuna matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanmıştır. Uygulama sonrasında görüşme formu uygulanarak betimsel analiz yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğrenciler, matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıfta karşılaştıkları problemlerden çok farklı olduğunu, bu problemlerin günlük yaşamla bağlantılı olduğunu, seçenek sayısının fazla olduğunu, ezberden uzak, kendilerinin aktif, öğretmenin yol gösteren olduğunu ve yaparak yaşayarak öğrenmek gibi özelliklerinin olduğunu ifade etmişlerdir. Grup çalışmasında yeni fikirlerin ortaya çıktığını, fikir alışverişi yapabildiklerini, sosyal iletişimin arttığını ve sonucu daha kısa zamanda yaptıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin, yaratıcı düşünme, mantık ve muhakeme gücünün artmasında, kalıcı öğrenme ve sosyal iletişimi sağlaması açısından faydalı olduğunu ifade etmişlerdir.

İncikabı (2020), çalışmasında matematiksel modelleme eğitiminin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine etkilerini ortaya koymak ve süreç sonunda becerisi yeterli düzeyde bulunan öğretmen adaylarının bu becerilerini öğretim deneyimlerinde kullanma durumlarını analiz etmeyi amaçlamaktadır. Karma yöntemin tercih edildiği çalışmada 15 matematik öğretmen adayına 13 hafta matematiksel modelleme eğitimi ve model oluşturma etkinlikleri tasarım süreci olarak planlanmıştır. Sonuç olarak matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinlikleri tasarım hazırlama aşamalarında bazı farklılıklar bulunsa da aynı süreçlere yer verdiklerini belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri anlamlı ve olumlu geliştiği gözlemlenmiştir. Öğretmen adayları aldıkları eğitimi yararlı bulmuşlar ve matematiksel modelleme etkinliklerini öğretim deneyimlerinde kullanmaya karar verdiklerini belirtmişlerdir.

2.4.4. Matematik Okuryazarlığı ile İlgili Çalışmalar

Özgen ve Bindak (2008) tarafından yapılan çalışmada matematik öğretmenliği ve ilköğretim matematik öğretmenliği programlarına devam etmekte olan toplam 182 öğretmen adayının matematiksel okuryazarlık öz-yeterlik algı seviyelerini belirleyebilmek için geçerli ve güvenilir bir ölçek geliştirilmiştir. Matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeği beşli Likert tipi bir ölçektir. Bu ölçekte yer alan olumlu maddeler "*Tamamen Katılıyorum*" seçeneğinden başlayıp "*Tamamen Katılmıyorum*" seçeneğine doğru 5'den 1'e doğru puanlanmıştır. Olumsuz maddeler ise 1'den 5'e doğru puanlanmıştır. Ölçekte alınabilecek en yüksek puan ise 175, en düşük puan ise 35'tir. Bu

çalışmanın sonucunda elde edilen ölçekten alınacak yüksek puan adaylarının matematiksel okuryazarlık öz-yeterliklerinin yüksek olması olarak kabul edilmiştir.

Kükey (2013), araştırmasında 334 ortaokul sekizinci sınıf öğrencisinin matematik okuryazarlık düzeylerini belirlemek için ölçme aracı geliştirerek öğrencilerinin matematik okuryazarlık düzeylerini belirleyip matematik başarıları ile matematik okuryazarlıkları arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır. 83 maddelik taslak ölçek formunu oluşturduktan sonra 500 ortaokul sekizinci sınıf öğrencisine uygulanarak elde edilen veriler doğrultusunda ölçeğin faktör analizleri yapılmış ve 43 madde ölçekten çıkarılarak 40 maddeden oluşan nihai ölçek formu elde edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin başarı düzeylerini belirlemek amacıyla, TIMSS-2007 matematik sorularından faydalanılarak oluşturulan ve 25 sorudan oluşan Matematik Başarı Testi hazırlanmıştır. Araştırmaya katılan 334 ortaokul sekizinci sınıf öğrencisiyle yapılan uygulamalar öğrenci seviyelerinin orta düzeyde olduğu sonucunu göstermiş ve matematik okuryazarlıkları ile matematik başarıları arasındaki ilişkinin pozitif yönde ve yüksek düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir.

Demir (2015), araştırmasında PISA sorularını hazırlamaya yönelik çalışmaların eksikliğini belirlemek ve gidermektir. Çalışmada matematik okuryazarlığı alanında soru seçme ve yazma becerilerini kazandırmaya yönelik bir eğitimin tasarlanması, uygulanması, geliştirilmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Uygulama eğitimin sonunda, öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı farkındalık düzeylerinin arttığı, soru seçme ve yazma becerilerinin geliştiği gözlenmiştir.

Deveci ve Kandemir (2017), çalışmasında ortaokul öğrencilerinin görsel matematik okuryazarlığı öz yeterlik algılarını incelemeyi amaçlamıştır. 1521 ortaokul öğrencisinin katıldığı çalışmada öğrencilere "Matematik Öz bildirim Envanteri", "Görsel Matematik Okuryazarlığı Özyeterlik Algısı Ölçeği" ve "Kişisel Bilgi Formu" uygulanmıştır. Araştırma neticesinde, ders notu yüksek olanların, kız öğrencilerin, alt sınıfların, demokratik öğretmen ve demokratik anne-babaların olumlu yönde anlamlı farklılaştığı görülmüştür. Ayrıca matematik öz bildirim düzeyi ve görsel matematik okuryazarlığı özyeterlik algısı arasında pozitif yönde orta düzeyde bir ilişki olduğu görülmüştür.

Altun, Gümüş, Akkaya, Bozkurt ve Ülgen (2018), çalışmalarında sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlığı beceri düzeyleri belirlenerek, güçlük çektikleri beceri düzeyi ile ilgili soruları tespit etmeyi amaçlamışlar. Araştırmanın örneklem grubunu 726 sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Veri toplama aracı olarak PISA

sınavlarında yer alan 16 soruluk PISA Matematik Testi uygulanmıştır. Sonuç olarak sekizinci sınıf öğrencilerinin ilişkilendirici ve yansıtıcı beceriler gerektiren sorularda güçlük çektikleri ve bu güçlüklerin temelinde modelleme, matematiksel sonuçları yorumlayabilme ve matematiksel araçları kullanma yeterliklerindeki eksikliklerden kaynaklandığı görülmüştür.

Yeğit (2019), çalışmasında ilköğretim beşinci sınıf öğrencilerin matematik okuryazarlık düzeylerini incelemiştir. 20 öğrenciye matematik okuryazarlık testi yapılmıştır. Düzeyleri dört içerik alanını kapsayacak şekilde yapılmıştır (uzay ve şekil, belirsizlik, nicelik). Çalışmada, nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın neticesinde öğrencilerin çoğu nicelik alanındaki soruları çözmekte zorlandıkları, belirsizlik alanı da en başarılı oldukları alan olarak tespit edilmiştir. Öğrencilerin %95' inin seviyeleri orta düzeyin üzerine çıkamamıştır.

Aksu (2019), çalışmasında PISA 2015 sınavı sonuçlarında elde edilen veri yardımıyla veri madenciliği ve yapay sinir ağı yöntemleri ile öğrencilerin matematik okuryazarlık düzeylerini tespit etmek ve matematik okuryazarlığı etkileyen faktörleri belirlenmektir. Araştırmada farklı düzeylerinde olan altı ülkedeki öğrencilerin matematik okuryazarlık düzeyleri ve bu düzeyleri etkileyen faktörler incelenmiştir. Çalışmaya Türkiye, Singapur, Norveç, Amerika, Dominik Cumhuriyeti ve Japonya ülkelerinden 34.565 öğrenci katılmıştır. Önce veri madenciliği yöntemleri kullanılmıştır. WEKA programının kullanımında M5P algoritmasından yararlanılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre örneğin Singapur'da matematik okuryazarlığı üzerinde sosyo ekonomik durum, öğretmenin adil olması ile matematik öğrenme süresi gibi faktörler etkili olmuştur. Japonya için, matematik öğrenme süresi ve baba eğitim düzeyi olduğu Norveç için sosyo ekonomik durum, toplam öğrenme süreleri ile okul dışı öğrenme süreleri olduğu, Amerika için sosyo ekonomik durum ve toplam öğrenme süresi olduğu ve Türkiye için ise sosyo ekonomik durum, matematik öğrenme süresi ile toplam öğrenme süresi olduğu olduğu belirlenmiştir.

Mayan (2019), çalışmasında problem çözme ve kurma etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin matematik okuryazarlığına etkisini incelemiştir. Ortaokul 7. sınıf 100 öğrenciden oluşan çalışma grubunun, 2017 TEOG (Temel Eğitimden Orta Öğretime Geçiş Sistemi) başarıları dikkate alınarak veri toplama aracı olarak matematik okuryazarlığı, problem çözme ve kurma programında yer alan etkinlikler ve mülakat formu uygulanmıştır. Araştırma sonucunda uygulanan programın öğrencilerin matematik

okuryazarlığında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu ve matematik okuryazarlığı yeterliklerini doğru kullandıkları zaman problem çözme ve kurma süreçlerinde başarılı oldukları belirlenmiştir.

Tarım, Baypınar ve Keklik (2015), çalışmalarında ilköğretim matematik, fen bilgisi ve sınıf öğretmenlerinin matematik okuryazarlığı öz yeterlik inançlarının branş, kıdem, cinsiyet, mezun olunan kurum, yaş ve çalışılan kurum türü bakımından farklılık olup olmadığını araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışma grubunu oluşturan 176 öğretmene Matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeği uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda öğretmenlerin matematik okuryazarlık öz-yeterlik inançlarının branşlara ve çalışılan kurum türüne göre anlamlı bir farklılık olduğu fakat cinsiyet, yaş, kıdem ve mezun olunan kurum türüne göre farklılaşmadığı ortaya çıkmıştır.

Erol (2015), araştırmasında matematiksel modelleme etkinliklerinin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin matematiksel okuryazarlık ve inançları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada 68 öğrenciye 10 hafta matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanmıştır. Uygulanan eğitimden sonra 'denklik başarı testi', 'modelleme testi', 'matematiksel modelleme çalışma yaprakları', 'matematiksel okuryazarlık ölçeği', 'matematiksel inanç ölçeği', 'matematik okuryazarlık testleri' ve 'öğrenci günlükleri' kullanılmıştır. Deney grubu öğrencilerine ön test ve son test olarak uygulanan modelleme testi, matematiksel okuryazarlık ölçeği ve matematiksel inanç ölçeği arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Ön test olarak uygulanan test ve ölçeklere göre daha fazla puanlar aldıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri ile matematiği günlük hayata aktarabilme becerilerinin geliştiği belirlenmiştir.

Kabael ve Barak (2016), araştırmalarında ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının PISA soruları üzerinden matematik okuryazarlıklarının incelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmanın birinci aşaması olarak 22 öğretmen adayına beş PISA sorusundan oluşan test uygulanmıştır. İkinci aşamasında seçilen beş katılımcıya ilk aşamadaki PISA soruları kullanılarak görüşmeler yapılmıştır. Nitel olarak analiz edilen verilerden birinci aşamanın sonuçlarına göre öğretmen adaylarının matematikleştirmede ve grafik yorumlamada zorlandıkları, mezuniyete kadar matematik okuryazarlıklarında da gelişme olmadığı görülmüştür. Aynı zamanda PISA sorularının amaçlarını, matematik okuryazarlık bağlamında değil de sorularda ölçülen kavram bilgisi ve matematiksel beceriler açısından değerlendirmişlerdir.

Zehir ve Zehir (2016), çalışmalarında, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik inançlarını belirlemek ve sınıf düzeyi, mezun olunan

lise türü, cinsiyet, ağırlıklı genel not ortalaması, lisans yerleştirme sınavı puanı, anne eğitim düzeyi ve baba eğitim düzeyi değişkenleri açısından incelelemişlerdir. 198 öğretmen adayına matematik okuryazarlık öz-yeterlik inanç ölçeği uygulanarak, matematik okuryazarlık öz-yeterlik inançları ile ağırlıklı genel not ortalaması arasında pozitif yöne anlamlı bir ilişki gözlemlenmiştir. Ayrıca 4. sınıftaki öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançlarının 2. sınıftaki öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançlarından önemli düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir. Meslek lisesinden mezun olan öğretmen adaylarının öz-yeterlik inancı diğer liselerden mezun olanlardan anlamlı düzeyde düşük olduğu tespit edilmiştir.

Çilingir ve Dinç Artut (2016) bu çalışmalarında, Gerçekçi Matematik Eğitimi yaklaşımı ile uygulanan öğretimin öğrencilerin matematik başarılarına, görsel matematik okuryazarlık öz yeterlik algılarına ve matematik problemlerini çözmeye yönelik tutumlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. 4. Sınıf 147 öğrenciyle yapılan çalışmada deney grubuna 'Geometrik Şekiller' ünitesi Gerçekçi Matematik Eğitimi yaklaşımı ile öğretilerek, kontrol gruplarında normal öğretim yöntemine devam edilmiştir. Sekiz hafta süren uygulamadan sonra deney grubundaki öğrencilere yapılandırılmış görüşme formları uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre matematik başarı testinde daha başarılı oldukları, görsel matematik okuryazarlığı öz yeterlik algılarında ve problemlerini çözmeye yönelik tutumlarında gelişim gösterdikleri görülmüştür.

Özdil (2017), çalışmasında, matematik okuryazarlığı ile ilgili aracı faktörleri belirlemeyi, burada kullanılan BK yöntemi, Sobel testi, Bootstrap yöntemini gruplarda karşılaştırmayı amaçlamıştır. Araştırmada PISA 2012 Türkiye verileri kullanılmış ve matematik benlik kavramı, matematik okuryazarlığı, matematik kaygısı, değişkenleri incelenmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda, matematik kaygısı ve matematik benlik kavramı ile matematik okuryazarlığı ve sınıf iklimi arasındaki ilişki belirlenmiştir. Eğlenceli sınıf ortamı ve sınıf disiplini öğrencilerin kaygılarını azaltmakta ve benlik kavramını arttırmakta, ayrıca matematik okuryazarlıklarını olumlu etkilemektedir. Kaygı faktörünün başarıdaki artışta daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Cheema (2017), çalışmasında Yunanistan'dan büyük ölçekli bir anket uygulanarak matematik öz-yeterliği ile matematik okuryazarlığı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırma neticesinde, Yunan lise öğrencileri arasında matematik öz-yeterliği ile matematik okuryazarlığı arasında güçlü bir ilişki olduğunu ve bu ilişkinin, yaş, sınıf, cinsiyet, ebeveyn eğitimi, ebeveyn mesleği aile zenginliği, kültürel varlıklar ve evde

eğitim kaynaklarının mevcudiyeti ve okul türü, okul büyüklüğü, öğrenci-öğretmen oranı ve okul düzeyindeki sosyoekonomik durum gibi okul düzeyindeki farklılıklar gibi öğrenci düzeyindeki farklılıklar kontrol edildikten sonra bile devam ettiğini göstermektedir.

Topbaş Tat (2018), araştırmasında ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik algılarını belirlemek, akademik başarı ile arasındaki ilişkiyi incelemek ve matematik okuryazarlığı öz-yeterlik algısının cinsiyet ve sınıf seviyesi değişkenlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını incelemektir. Matematik Okuryazarlığı Öz-Yeterlik Ölçeği kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik algılarının sınıf seviyesine ve cinsiyete göre anlamlı düzeyde farklılaşmadığı bulunmuştur. Ayrıca akademik başarı ile aralarında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Çoban (2018), dokuzuncu sınıf öğrencilerinin PISA 2012 de değerlendirme çerçevesine göre matematik okuryazarlık düzeylerini belirleyerek, öğrencilerin okuryazarlık düzeylerini etkileyen faktörleri belirlemeyi amaçlamıştır. Veri toplama aracı olarak "öğrenci anketi", "matematik okuryazarlığı testi" ve görüşme verileri kullanılmıştır. Sonuç olarak öğrencilerin matematik okuryazarlığı yeterlilik düzeyi 2. düzey olarak tespit edilmiş ve etki eden faktörler açısından anlamlı farklılıklar oluşmadığı görülmüştür.

Bozkurt ve Altun (2019), bu çalışmasında ortaokul öğrencileri ile uygulama sürecinde matematik okuryazarlığı problemleri çözülerek, öğrencilerin matematik okuryazarlığı problemleri ile ilgili düşünceleri ve değerlendirmelerini belirlemeyi amaçlamıştır. 105 öğrenciden oluşan çalışma grubuna uygulanan 98 saatlik matematik okuryazarlığı problemi çözme sürecinde öğrencilerin günlüklerden elde edilen veriler incelenerek ortaokul öğrencilerinin matematik okuryazarlığı problemleri hakkındaki görüşleri belirlenmiştir. Sonuç olarak öğrenciler görüşlerinde derste matematik okuryazarlığı uygulamaları yapılabilmesi için uygun ortam olduğunu belirtmişler ve kullanımı ve sağladığı faydalarla ilgili olumlu görüşler bildirmişlerdir.

Türkan (2019), sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlığı becerilerinin PISA ölçme ve değerlendirme çerçevesinde matematiksel içerik ve matematiksel süreçlerindeki becerilerini incelemeyi amaçlamıştır. Durum çalışması olan araştırmada, 20 öğrenciye veri toplama aracı olarak matematik okuryazarlığı testi ve yarı yapılandırılmış mülakat formu kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin en başarılı oldukları içerik alanı belirsizlik ve veri alanı olurken, en başarısız oldukları içerik alanı şekil ve uzay olmuştur. Matematiksel süreçlerde ise öğrencilerin en başarılı olduğu

süreç yorumlama, en başarısız oldukları süreç ise formülleştirme olmuştur. Ayrıca matematikleştirme ve iletişim becerilerinde zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir.

Karakaş (2019), araştırmasında 38 ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlığı becerisini geliştirebilmek için gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımı kapsamında günlük hayatla ilişkilendirilen problemler içeren matematik okuryazarlığı eğitimi verilmiştir. Grup çalışması ile yapılan eğitimde tartışma ortamları oluşturularak problemlerin çözülmesi öğrencilerin matematik okuryazarlığı başarısına etkisini ortaya koymak amaçlanmıştır. Sonuç olarak işbirlikli öğrenme ve akran destekli öğretim tekniğinin, öğrencilerin matematik okuryazarlığı başarılarını anlamlı derecede arttırdığı görülmüştür. Matematik okuryazarlığı eğitimi verilen öğrencilerde kalıcı öğrenme sağlandığı, matematiğe karşı olumlu tutum geliştirdikleri belirlenmiştir. Öğrenci mektuplarında duyuşsal ve bilişsel öğrenme kapsamında %79'nun olumlu görüş bildirdiği görülmüştür.

Öztürk ve Masal (2020), çalışmasında 2018 ve 2019 yıllarında LGS kapsamında gerçekleştirilen matematik sorularının PISA matematik okuryazarlığı yeterlik ölçeği temel alınarak sınıflandırılması amaçlamıştır. Merkezi sınavlarda sorulan toplam 40 matematik sorusu araştırmacı ve bir alan uzmanı tarafından analiz edilerek soruların düzeyleri belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda incelenen matematik sorularının PISA matematik okuryazarlığı yeterlik ölçeğinde yer alan düzeylerin hepsini kapsamadığı, sınavlarda genel olarak 2. düzey sorulara ağırlık verildiği görülmüştür. 2018 yılında gerçekleştirilen sınavda 1. düzeyde 4 (%20), 2. düzeyde 9 (%45), 3. düzeyde 4 (%20) ve 4. düzeyde 3 (%15) sorunun bulunduğu, 2019 yılında gerçekleştirilen sınavda ise 2. düzeyde 11 (%55), 3. düzeyde 7 (%35) sorunun yer aldığı, 4. ve 5. düzeylerde ise yalnızca birer soruya yer verildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çağlar (2021), sekizinci sınıf öğrencilerinin sayı duyusu kavramsal öğrenme ve matematik okuryazarlık düzeylerinin incelenmesi, birbirleri ile ilişkilerinin ve yordayıcılık derecelerinin araştırılmasını amaçlamıştır. Veriler Web Tabanlı Sayı Duyusu Testi (WSDT) ve PISA Matematik Okuryazarlık Testi ölçme araçları ile toplanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin sahip olduğu PISA matematik okuryazarlık düzeylerinin oldukça düşük olduğu, PISA matematik okuryazarlık puanları ve 11 alt boyut puanları arasında pozitif ve anlamlı ilişkilerin mevcut olduğu, öğrencilerin sahip olduğu PISA matematik okuryazarlık genel ve alt boyut puanları cinsiyet ve yaşa göre anlamlı bir fark göstermezken okul türüne göre anlamlı fark gösterdiği görülmüştür.

2.4.5. STEM ve Matematiksel Modelleme ile İlgili Çalışmalar

English (2016), çalışmasında Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) ortamı içinde matematik eğitimi araştırmalarını nasıl ilerletebileceğimizi keşfetmek için bir temel olarak ilk olarak resmi müfredatı ve işlemsel müfredatı dikkate almaktadır. Daha sonra, STEM eğitimindeki mevcut ulusal ve uluslararası spot ışığın bazı temel özelliklerine genel bir bakış sunmaktadır. Matematiğin rollerinin ve konumlarının, artan STEM çerçevesinde gözden kaçırılma veya küçülme tehlikesiyle karşı karşıya olduğunu savunmaktadır. Matematiğin profilini yükseltmeye yönelik bir yaklaşım olarak, STEM bağlamlarında problem çözme ve modellemenin öneminden bahsetmektedir. Literatür incelemelerinden elde edilen bulguları kullanarak, (a) fikir üreten problemler yoluyla içerik ve süreçler geliştirmek, (b) derinlemesine içerik anlayışını teşvik etmek ve (c) genel beceri ve süreçleri teşvik etmek için önerilerde bulunmaktadır.

Derin (2017), STEM eğitimi yaklaşımını uygulayacak ve öğrencilere bu yaklaşımla eğitim verecek olan öğretmenlerin nasıl eğitilebileceklerine yönelik bir ders örneği tasarlamayı amaçlamıştır. Bunun için matematiksel modelleme bir araç olarak kullanılarak, STEM eğitimi yaklaşımının öğretmen eğitimine entegre edilebilmesi için matematiksel modellemeden yararlanılarak ders planı tasarlanmıştır. Üç ayrı çalışma grubu ile çalışan Derin, birinci çalışma grubu fen edebiyat fakültesi mezunu 22, ikinci çalışma grubu 24, üçüncü çalışma grubu ise eğitim fakültesi 2. ve 3. sınıflarında okuyan 40 öğrenciden oluşmaktadır. Üç çalışma grubunda da benzer süreçler takip edilerek öğrencilerin problem çözme ve matematiksel modelleme yeterliklerini belirleyebilmek için ön test olarak matematiksel modelleme testi uygulanmıştır. Ardından STEM eğitimi bağlamında tasarlanan matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanmıştır. Daha sonra son test olarak birinci teste paralel ikinci matematiksel modelleme testi uygulanmıştır. Son olarak katılımcıların tüm bu süreçlerle ilgili görüşlerini almak için yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Problemin önce teorik olarak çözülmesi daha sonra gerekli materyaller dağıtılarak uygulamalı olarak çözmeleri istenmiştir. Uygulamalı çözümlerin ardından ikinci modelleme testi ve mülakatlar gerçekleştirilerek bu defa önce aynı problemin materyallerle uygulamalı çözümü yapılmış sonra teorik çözüm istenmiştir. Birinci ve ikinci tasarımdan elde edilen veriler ayrı ayrı analiz edildikten sonra bu veriler birleştirilerek tekrar analiz edilmiş ve üçüncü çalışma grubuna uygulanacak çalışmanın tasarımına karar verilmiştir. Toplanan verilerin ve araştırmacının gözlemleri doğrultusunda üçüncü çalışma grubuna ilk tasarımın uygulanmasına karar

verilmiştir. Sonuç olarak öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ve problem çözme yeterliklerinde ilerleme olduğu görülmüştür. Eğitim fakültesi öğrencilerinin matematiksel modelleme ile problem çözmede fen edebiyat fakültesi öğrencilerinden daha başarılı olduğu görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının bazı matematiksel modelleme basamaklarını sergilemede yetersiz oldukları, STEM bağlamında yapılan uygulamalı çözümlerin matematiksel modellemenin zayıf kaldığı bazı basamaklara önemli katkı sağladığı ve matematiksel modellemenin de STEM eğitiminin sınıflarda uygulanabilmesi için önemli bir basamak olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan görüşmelerde öğretmen adayları STEM bağlamında materyallerle desteklenerek somutlaştırılan günlük hayat problemlerinin öğrenemeye ve öğrencilerin matematiği günlük hayatla ilişkilendirmelerine önemli ölçüde katkı sunacağını belirtmişlerdir. STEM bağlamında yapılan bu tarzdaki matematiksel modelleme etkinliklerinin zaman alıcı olduğu ve mevcut müfredata uygunluğunun tartışılır olduğu sonucuna varılmıştır.

English ve Mousoulides (2015), çalışmalarında mühendislik, matematik ve bilimin yanı sıra sanat üzerine çizim yapan STEM tabanlı bir modelleme etkinliği örneği sunmuşlardır (STEM Tabanlı Modelleme: Köprü Tasarımı ve Yapımı). Minneapolis Köprüsü'nün 2007 yapısal başarısızlığını içeren altıncı sınıfta uygulanan STEM tabanlı bir modelleme etkinliği bildirmiştir (Guzey, Moore ve Roehrig, 2010'dan uyarlanmıştır). Öğrencilere problem tanımıyla birlikte iki veri tablosu sunulur. İlk veri seti, dört ana köprü tipinin temel özelliklerini içerirken, ikinci tablo, bazı temel özellikleri ile birlikte ana köprü tiplerinin her birinin iki örneğini içerir. Aynı şekilde, matematiğin STEM gündemlerinde hak ettiği yeri alıp almadığını da sorgulamaktadırlar. Yani, matematik ve diğer STEM alanları arasındaki karşılıklı ilişki tam olarak kabul ediliyor mu? Fitzallen'in (2015) savunduğu gibi, birçok rapor STEM'in matematiksel yeterlilikleri teşvik etmek için bağlamlar sağladığını iddia ediyor, ancak bu raporlar bu karşılıklı ilişkiyi kabul etmiyor. Yani, "matematiğin diğer STEM disiplinlerinin fikir ve kavramlarının anlaşılmasına etki edebileceği ve katkıda bulunabileceği" yollara yeterince dikkat edilmediği görülmektedir.

Czocher (2016) çalışmasında mühendislik öğrencileriyle fermi problemlerini kullanarak bu problemleri çözmek için gereken modelleme süreçlerinin mühendislik öğrencileri için bile karmaşık olduğunu göstermektedir. Öğrencilerin ilk hedeflerinin veya alt hedeflerinin sorun ifadesiyle nasıl ilişkili olduğunu izleyerek modelleme süreçlerini düzenlemelerini sağlamaktadır. Bir sonraki çalışmasında ise Czocher (2018), üniversite öğrencilerinin modellerini doğrulamadan bağımsız olarak oluşturmadığını,

ancak doğrulamanın model yapım sürecinin ayrılmaz bir parçası olduğunu belirmektedir.

Akay (2018), araştırmasında STEM etkinliklerinde matematiksel kazanımların eksikliğini gidermek için içeriğinde matematiksel kazanımların daha fazla olduğu STEM etkinlikleri hazırlanmasını amaç edinmiştir. Çalışmaya 10 BİLSEM öğrencisi katılmıştır. Öğretmen gözlemlerine yer verilerek uygulanabilirliği ve öğrencilerin bilgi edinme, ürün geliştirme ve fikir geliştirme özelliklerine etkileri incelenmiştir. Öğrencilerin sahip oldukları bilgileri kullanmasına ve bu bilgilerden yola çıkarak ihtiyaç duyduğu bilgilere nasıl ulaşabileceklerine katkı sağladığı gözlenmiştir. Üstün yetenekli öğrencilere uygulanan üç adet STEM ders planı uzman görüşleri neticesinde düzenlenerek literatüre kazandırılmıştır. Her seviyeden öğrencilere de uygulanabilecek bu etkinliklerin üstün yetenekli öğrenciler üzerinde; bilgi edinme, ürün ve fikir geliştirme açısından olumlu etkilerinin olduğu gözlenmiştir.

Güder ve Gürbüz (2018) çalışmalarında STEM eğitimine geçişte 'Disiplinler Arası Model Oluşturma Etkinliklerinin' bir araç olarak kullanılıp kullanılamayacağı öğretmen ve öğrenci görüşleri alınarak belirlenmeye çalışılmıştır. Görüşme tekniğinin kullanıldığı çalışmaya 2 öğretmen ve yedi yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğretmenlerle günlük yaşamla ilişkileri, disiplinler arası ilişkilendirme ile ilgili görüşmeler yapılarak öğrencilere Matematik ile Fen konularını kapsayan 'Disiplinler Arası Model Oluşturma Etkinlikleri' uygulanmıştır. Araştırma sonunda 'Disiplinler Arası Model Oluşturma Etkinliklerinin' öğrencilerin disiplinler arası ilişkilendirme becerilerini geliştirdiği, matematik ve fen bilimlerine olan tutumu olumlu yönde geliştirdiği ve derslerde kullanılması gerektiği görüşleri tespit edilmiştir.

Czocher, Melhuish, Kandasamy (2019) çalışmalarında STEM eğitiminin kalıcılığı, büyük ölçüde matematikteki kalıcılığa bağlı olduğunu ve bu da matematik öz yeterliğini etkilediğini savunmaktadırlar. Önceki araştırmalar matematik öz yeterliğinin lisans STEM kalıcılığının önemli bir yordayıcısı olduğunu ortaya koyarken, öğrencilerin bu düzeyde matematik öz-yeterlik kazanımlarını hangi müdahalelerin destekleyebileceği hakkında çok az şey bilinmektedir. Bu boşluğu gidermek için, ilk olarak, modellemeye dayalı müdahalelerin öz-yeterlik, yeterlilik ve matematiğe olan ilgideki kazanımları destekleme, potansiyeline sahip olduğunu savunan, araştırmaya dayalı bir eylem araştırması yöntemi kullanılmıştır. Matematiksel modelleme yarışması olarak bir müdahale çalışması uygulanıyor. Sonuç olarak böyle bir müdahalenin öğrencilerin matematik öz yeterliklerinde kazanımları artırabileceğini gösterilmiştir.

Maass, Geiger, R. Ariza ve Goos (2019) çalışmalarında STEM yeterliliklerinin geliştirilmesi öneminden, vatandaşların kişisel bilimsel okuryazarlıklarını geliştirdiğinden, uluslararası ekonomik rekabetçiliği artırdığından bahsetmektedir. Bununla birlikte, uluslararası öğrenci değerlendirme sonuçları için (PISA, TİMMS) Avrupa, ABD ve Avustralya gibi ekonomik olarak olgun ülkelerde bile, öğrencilerin yaklaşık %20'sinin matematik veya fen alanında yeterli becerilere sahip olmadığından STEM eğitimiyle ilgili acil eylem planı ihtiyacını vurgulamaktadır. Matematiğin diğer tüm STEM disiplinlerini desteklediği yaygın olarak kabul görse de entegre STEM eğitiminde matematiğin düşük bir rol oynadığına ve STEM eğitimindeki rolünü ve üç disiplinler arası yaklaşımla nasıl ilerletilebileceğini inceleyerek üç unsur ele alınmıştır: (1) yirmi birinci yüzyıl becerileri; (2) matematiksel modelleme; ve (3) sorumlu vatandaşlık eğitimi. Bu üç unsurla ilgili araştırma potansiyelini tartışılarak sorumlu vatandaşlık eğitimine bu eğitim perspektiflerinden biri aracılığıyla yaklaşmak, matematiğin STEM alanındaki rolünün ilerlemesine katkıda bulunabileceğine ulaşmışlardır.

Bergsten ve Frejd (2019) yaptıkları araştırmada bir İsveç üniversitesinde ortaokul matematik öğretmen adaylarına, matematik derslerinde yirmi birinci yüzyıl becerilerini geliştirmelerini kolaylaştıracak kendi (yenilikçi) ders planlarının geliştirip uygulamaları için bir STEM semineri tasarlayıp uygulayarak, matematiğin potansiyel özelliklerini ve kısıtlamalarını yirmi birinci yüzyıl becerileri perspektifinde araştırmıştır. Öğrencilerin programlama öğrenmesini kolaylaştırmak, bilgisayar bilimini STEM uygulaması ile birleştirmek için İngiltere'de geliştirilen, 'mikro: bit' çalışma araçları kullanılmış ve STEM konularını birleştirerek ve matematik sınıflarında programlayarak kendi yenilikçi ders planlarını geliştirmeleri sağlanmıştır. Araştırma sonucunda mevcut öğretmen adaylarının STEM eğitimine ve yirmi birinci yüzyıl becerilerine kısa bir giriş yaptıktan sonra merkezde matematik ve matematiksel modelleme kullanılarak yenilikçi STEM aktiviteleri tasarlamanın mümkün olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda, STEM eğitiminin yirmi birinci yüzyıl becerileri kapsamında, matematiğin eksikliklerinin de derinlemesine tartışılması için bir temel sağladığı vurgulanmaktadır.

Wiedemann (2020), araştırmasında öğrencilerin gerçek hayat problemlerinin çözümünde ve gelecekteki mesleklerinde başarılı olmaları için karmaşık problem çözme becerileri kazanmalarını amaçlamıştır. Lise Öğrencileri, matematiksel modelleme kullanarak Bilgi İşlem projesi (CodeR4MATH) ile bir tür denklem yazma ve gerçek dünya sorunlarını çözmek için okuma ve anlama çizelgeleri gibi matematiksel kavram ve

becerileri içeren çevrimiçi ortamda matematiksel modelleme faaliyetlerini geliştirmektedir. Bilgisayar bilimi (CS) derslerinin ortak bir bileşeni olan matematiksel modelleme etkinlikleri, gerçek dünyadaki matematiksel modelleme deneyimlerini getirerek, öğrencilere ve öğretmenlere, akademisyenler ve akademisyenler tarafından yaygın olarak kullanılan istatistiksel hesaplama ve grafikler için bir ortam olan R programlama dilini kullanarak matematik modelleme yoluyla hesaplamalı düşünme alıştırması yapma fırsatı sunmayı amaçlamaktadır. CodeR4MATH etkinliklerinin sınıf içi uygulamalarına yaklaşık 140 öğrenci katılmıştır. Sonuç olarak daha önce hiç bilgisayar programlama yapmamış öğrencilerin bile matematiksel modellemeyi test etmek ve doğrulamak için bilgisayar programlamayı nasıl kullandıklarını anlayabildiğini göstermiştir. Öğrenciler, matematiksel modellemenin sorunu tanımlama, varsayımlarda bulunma, sorunu basitleştirme, değişkenleri tanımlama, çözümler elde etme, modeli doğrulama ve sonuçları raporlama gibi süreçleri kullanmışlar ve programlama dilinde kodlamanın temellerini öğrenirken sayısal düşünmeyle meşgul olmuşlardır. Öğretmenin rolü beyin fırtınasını teşvik etmek ve kolaylaştırmak, aktivitenin hızını kontrol etmek, öğrencilere geri bildirim sağlamak, grup veya bireysel projeleri koordine etmek ve öğrenci çalışmalarını değerlendirmektir.

Deniz (2020), ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin STEM eğitiminde matematiksel modelleme süreçleri ve bu süreçte karşılaşılan güçlükleri ortaya çıkarmayı amaçlanmıştır. Bir durum çalışması olan araştırma ölçüt örnekleme ile belirlenen dörder kişilik iki gruptan oluşmaktadır. Gruplara model oluşturma etkinliği uygulanmış ve süreç elde edilen dokümanlar, görüşmeler yoluyla matematiksel modelleme sürecindeki aşamalar yardımıyla incelenmiştir. Sonuç olarak sekizinci sınıf öğrencilerin model oluşturma sürecinde oluşturdukları modelin geçerliliğini sağlama ve doğrulamada grupla çalışma ve zaman yönetimi gibi birtakım güçlüklerle karşılaştıklarını ortaya çıkarmıştır.

Derin ve Aydın (2020), çalışmalarında STEM eğitiminin matematik öğretmenleri eğitiminde kullanımına örnek olması amacıyla fen edebiyat mezunu formasyon almamış matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yeterlikleri ve problem çözme becerilerine olan etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda matematiksel modelleme ve problem çözme becerilerinde anlamlı ve olumlu ilerlemeler görülmüştür. Bu durumda matematiksel modelleme kullanılan bir STEM eğitiminin yararlı olabileceği görülmüştür.

Güder (2019), araştırmasında gerçek yaşam disiplinler arası matematiksel modelleme problemleri kullanılarak matematiğin Fen Bilimleri ve Türkçe ile

ilişkilendirilmesini geliştirmeyi amaçlayan bir öğrenme ortamının tasarlanmayı ve değerlendirilmeyi amaçlamıştır. Araştırmaya 3 öğretmen 9 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğretmenlerle yarı-yapılandırılmış görüşmeler, öğrencilerin grupça yazılı cevapları ve video kayıtları, gözlemler veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre disiplinler arası modelleme problemleri ile yapılan öğretimin öğrencilerin disiplinler arası kavram öğrenimi ve matematiksel muhakemelerini geliştirdiği, disiplinlere olan tutumu pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir.

2.4.6. Matematiksel Modelleme ve Matematik Okuryazarlığı ile İlgili Çalışmalar

Demirci (2018), araştırmasında matematiksel modelleme eğitiminin PISA değerlendirme sınavına göre matematik okuryazarlığına etkisini incelemiştir. Çalışmada zayıf deneysel desen kullanarak 18 onuncu sınıf öğrencisine veri toplama aracı olarak, 2012 PISA matematik okuryazarlığı sorularını uygulamıştır. Matematik okuryazarlığı testi uygulandıktan sonra beş hafta matematiksel modelleme eğitimi verilmiştir. Araştırma sonucu elde edilen bulgulara göre matematiksel modelleme eğitiminin öğrencilerin matematik okuryazarlığı düzeylerini olumlu yönde geliştirdiği tespit edilmiştir.

Erol (2015), araştırmasında matematiksel modelleme etkinliklerinin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin matematiksel okuryazarlık ve inançları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada 68 öğrenciye 10 hafta matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanmıştır. Uygulanan eğitimden sonra ‘denklik başarı testi’, ‘modelleme testi’, ‘matematiksel modelleme çalışma yaprakları’, ‘matematiksel okuryazarlık ölçeği’, ‘matematiksel inanç ölçeği’, ‘matematik okuryazarlık testleri’ ve ‘öğrenci günlükleri’ kullanılmıştır. Deney grubu öğrencilerine ön test ve son test olarak uygulanan modelleme testi, matematiksel okuryazarlık ölçeği ve matematiksel inanç ölçeği arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Ön test olarak uygulanan test ve ölçeklere göre daha fazla puanlar aldıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri ile matematiği günlük hayata aktarabilme becerilerinin geliştiği belirlenmiştir.

Kol, Erbaş ve Çetinkaya (2015), çalışmalarında ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme etkinliğindeki matematikselleştirme sürecini incelemeyi amaçlamışlardır. Matematiğin ne kadar uygulanabildiğini en iyi şekilde gösteren dikey matematikselleştirme boyutu incelenmiştir. Matematiksel modelleme dersinde uygulanan bir matematiksel modelleme etkinliği uygulama sürecinde öğretmen

adaylarının dikey matematikselleştirme süreçleri gözlemlenmiştir. Veri toplama aracı olarak öğretmen adaylarının çözüm kâğıtları, düşünceleri ve grup tartışmaları ve öğrenci sunumlarını içeren video kayıtlarından kullanılmıştır. Araştırma sonrasında modelleme etkinliğinin dikey matematikselleştirme sürecinde gerçek hayat durumunu ifade eden durumların belirlenmesi ve önceki öğrenilen bilgileri aktarmada zorluklar yaşadıklarını görülmüştür.

Güzel (2017), çalışmasında altıncı sınıf matematik dersi öğretim programı matematik okuryazarlığı yeterlikleri bakımından değerlendirilmiş, öğretim sürecinde, eğitim durumlarına odaklanılmış ve geliştirilmeye çalışılmıştır. Seçilen altıncı sınıf cebir öğrenme alanındaki kazanımların veriliş sırası ve ders kitabı içerikleri incelenmiştir. Cebir alanında matematik okuryazarlığı yeterliklerini geliştirmeye yönelik etkinlik ve sorularıyla zenginleştirilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak matematik okuryazarlığı yeterlikleri açısından zenginleştirilen öğretimin öğrencilerin matematik okuryazarlığını arttırdığı, öğrencilerin sürece aktif katıldığı görülmüştür. Öğrencilerin matematiksel modelleme becerisinin de geliştiği ortaya çıkarılmıştır. Yapılan görüşmelerde elde edilen kategoriler eğlenceli, öğrencinin sahiplenişi, üst bilişsel becerileri geliştirme, ilgi çekmesi ve öğrenmenin kalıcılığı şeklinde belirlenmiştir. Araştırmayı yürüten öğretmenin aldığı soru yazma eğitiminin de bu çalışmada fayda sağladığı görülmüştür.

Burkhardt (2018), çalışmasında modelleme öğretimi ve modelleme becerilerinin analizi üzerine, bazıları keşif amaçlı, bazıları daha resmi olan bir dizi tasarım araştırma projesini incelemektedir. Birleşik Krallık liselerinde ve üniversitelerinde uygulamalı matematik öğretiminin, öğrenciler tarafından aktif bir modelleme içermediği, ancak tamamen, büyük ölçüde Newton mekaniğinden gelen sınırlı öğrenme standartları modellerine odaklandığı gözlemlenmiştir. Bu da önemli olan matematiksel okuryazarlığını geliştirmemiştir. Sonuç olarak lise öğretmenleri ve matematik lisans öğrencileriyle modelleme atölyeleri yapıldı, gözlemlendi ve analiz edildi. Modellemeyi matematik müfredatının ayrılmaz bir parçası olarak oluşturmaya çalışırken sistem düzeyindeki zorluklar kısaca tartışılmıştır. Son zamanlarda yapılan çalışmalar hem başarılı hem de popüler olduğu kanıtlanan modelleme öğretimine yönelik biçimlendirici bir değerlendirme yaklaşımı geliştirmeye odaklanmıştır.

Baran (2019), çalışmasında 15 sekizinci sınıf öğrencisinin matematiksel iletişim ve matematik okuryazarlığı becerilerinin, araştırma kapsamında ele alınan duyuşsal alan özelliklerinin ve matematiksel iletişim ile matematik okuryazarlığı performansı arasında varsa ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin matematiksel

modelleme yaklaşımına dayalı olarak tasarlanan öğrenme ortamlarında, matematiksel iletişim becerisinin geliştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca matematiksel iletişimlerindeki gelişmeler öğrencilerin matematik okuryazarlığı performanslarında bir artışa neden olmuştur. Bununla birlikte söz konusu öğrenme ortamlarının, öğrencilerin matematik öz-yeterliği, matematiksel motivasyon matematik kaygısı ve problem çözmeye açıklık duyuşsal özellikleri üzerinde olumlu etkileri gözlenmiştir.

Sonuç olarak, alan yazın incelendiğinde STEM eğitiminde akademik başarının etkisi, öğrenci başarısı, derslere entegre edilmiş STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi, teknoloji ve STEM ilişkisi, öz inanç, öz yeterlilik, 21.yy. becerileri, STEM'e yönelik öğretmen/öğrenci/öğretmen adayının görüşlerini içeren çalışma konularının literatürde mevcut olduğu görülmektedir. STEM eğitimi alan ve STEM etkinlikleri geliştiren 8. Sınıf öğrencileri ile STEM eğitimi ve STEM bağlamında matematiksel modelleme veya STEM eğitimin matematik okuryazarlığına etkisine yönelik yapılan araştırmaların sınırlılığı göze çarpmaktadır. STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme problemleri ve etkinlik çözüm süreçleri ve matematik okuryazarlığı ile ilişkisinin birlikte yer aldığı çalışmalar literatürde sınırlı kalmaktadır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada sekizinci sınıf öğrencilerinin STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleriyle yapılan öğretim sürecinin ortaokul öğrencilerinin STEM bağlamında matematiksel modelleme yeterlikleri ve matematik okuryazarlığı becerilerine etkisini ve STEM eğitimine yönelik ilgi ve görüşlerinin incelenmesi amacıyla karma araştırma yöntemine göre yapılmıştır. Bu bakımdan bu araştırma, iç içe (gömülü) karma desene uygundur. İç içe desenler, araştırmacının geleneksel nitel veya nicel araştırma desenleri çerçevesinde, derlemeyi bir araya getirdiği, nitel ve nicel verileri analiz ettiği bir karma yöntem araştırmasıdır ve literatürdeki en yaygın iç içe desen tipi, araştırmacının nitel verileri deneysel desenlere gömmesi ile ortaya çıkan desen tipidir (Creswell 2018). Bu çalışmada da STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri ile bir deney süreci gerçekleştirilerek ve süreç içerisinde öğrencilerin gelişimleri gözlenerek görüşleri alınarak elde edilen nitel bulgular, nicel bulguları desteklemektedir.

3.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2020/2021 eğitim öğretim yılında Hatay ilinin İskenderun ilçesine bağlı devlet okulunda öğrenim gören sekizinci sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Söz konusu çalışma grubu, araştırmacının görev yaptığı okulda Seçmeli Matematik Uygulamaları Dersinde eğitim alan 66 öğrenciden oluşmaktadır. Bu öğrencilerin 33'ü deney 33'ü kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Çalışma grubu 32 kız 34 erkekten oluşmaktadır. Deney grubu 15 kız 18 erkek, kontrol grubu 17 kız 16 erkek öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmayı yapmak için öğrencilerin sekizinci sınıf olması, LGS hazırlık çalışmalarına ve okula devam ediyor olması, öğretimde yeni metotlara açık olmaları, derse karşı daha olumlu tutuma sahip olmaları, uygulama sürecine ve problem çözme testine katılıyor olması şartı baz alındığından ölçüt örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırmacı belirlenen ölçütleri baz alarak üç sekizinci sınıf şubesi arasından sınıflardan biri deney grubu diğer iki sınıf bir kontrol grubu olarak belirlemiştir. Deney ve kontrol grupları belirlenirken bu grupların birbirine denk olmaları göz önünde

bulundurulmuştur. Nitel verilere katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemlerinden maksimum çeşitlilik örneklemesi ile seçilmiştir. Maksimum örneklemesi çeşitliliği bu örneklemde çalışılan probleme taraf olabilecek bireylerin çeşitliliğini maksimum derecede yansıtmaktır (Patton 1997). Maksimum çeşitlilik örneklemesi incelenen olgu hakkında en fazla bilgi edinmeyi olanaklı kılacak etkenler belirlenmelidir (Neuman ve Robson, 2014). Bu yüzden çeşitlilik açısından düşük orta düzey ve yüksek düzeyde her öğrenciden seçilmesi tercih edilmiştir.

3.2.1. STEM İlgi Ölçeği ön test puanları

Araştırmaya katılan katılımcıların ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek için bağımsız gruplar t-testi (İndependent T-Test) uygulanmış ve analiz sonucu elde edilen bulgular Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2.

*STEM İlgi Ölçeği Ön Test puanlarının karşılaştırılmasına yönelik Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları***.**

Ön testler	GRUPLAR	N	X	Sd	t	p
İlgi Ön test	Deney Grubu	33	151,9091	3,58985	-,819	,416
	Kontrol Grubu	33	156,0606	3,57494		,416
Fen Alanı	Deney Grubu	33	39,1818	1,02659	-,272	,786
	Kontrol Grubu	33	39,5758	1,01879		,786
Mat Alanı	Deney Grubu	33	38,5455	,86064	-,427	,671
	Kontrol Grubu	33	39,2121	1,30395		,671
Teknoloji Alanı	Deney Grubu	33	38,7879	1,24450	-,828	,411
	Kontrol Grubu	33	40,2121	1,18686		,411
Mühendislik Alanı	Deney Grubu	33	35,3939	1,59482	-,826	,412
	Kontrol Grubu	33	37,0606	1,23548		,412

Tablo 2 göz önüne alındığında, deney ve kontrol gruplarının İlgi Ölçeği testi ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür [t(64)= -.89, p> .05]. Bu bulgu göz önüne alınarak, STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme problemleri öncesi çalışma gruplarındaki deney ve kontrol grubu öğrencilerin STEM ilgileri ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ve bu durumda denkliklerinin sağlandığı ifade edilebilir.

3.2.2. Matematik Okuryazarlık Ölçeği Ön Test Puanları

Araştırmaya katılan katılımcıların ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek için bağımsız gruplar t-testi (İndependent T-Test) uygulanmış ve analiz sonucu elde edilen bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3.

Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği Ön Test puanlarının karşılaştırılmasına yönelik Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları

	GRUPLAR	N	X	Sd	t	p
Öntest	Deney Grubu	30	143,73	58	2,069	,048
	Kontrol Grubu	30	130,07			

Tablo 3 göz önüne alındığında, deney ve kontrol gruplarının Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür [t(58)= 2,069, p< .05]. Bu bulgu göz önüne alınarak, STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme problemleri öncesi çalışma gruplarındaki deney ve kontrol grubu öğrencilerin Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlikleri ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu bu yüzden de denk olmadığı söylenebilir.

3.2.3. Matematik Okuryazarlık Başarı Testi ön test puanları

Araştırmaya katılan katılımcıların ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek için bağımsız gruplar t-testi (İndependent T-Test) uygulanmış ve analiz sonucu elde edilen bulgular Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4.

Matematik Okuryazarlık Başarı Testi Ön Test puanlarının karşılaştırılmasına yönelik Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları

	GRUPLAR	N	X	Sd	t	p
Öntest	Deney Grubu	33	11,41	1,14	-,88	,930
	Kontrol Grubu	33	11,58	1,53		

Tablo 4 göz önüne alındığında, deney ve kontrol gruplarının Matematik Okuryazarlık Başarı Testi ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür [t(63)= -0,88, p>.05]. Bu bulgu göz önüne alınarak, STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme problemleri öncesi çalışma gruplarındaki deney ve kontrol grubu öğrencilerin Matematik Okuryazarlık Başarı Testi ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ve grupların denk olduğu söylenebilir.

3.2.4. STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme

Araştırmaya katılan katılımcıların ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını tespit etmek için bağımsız gruplar t-testi (İndependent T-Test) uygulanmış ve analiz sonucu elde edilen bulgular Tablo 5' te sunulmuştur.

Tablo 5.

STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi Ön Test puanlarının karşılaştırılmasına yönelik Bağımsız Gruplar T-Testi Sonuçları

	GRUPLAR	N	X	Sd	t	p
Öntest	Deney Grubu	33	14,63	64	-,772	,443
	Kontrol Grubu	33	17,12			

Tablo 5 göz önüne alındığında, deney ve kontrol gruplarının STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür [t(64)= -0,772, p>.05]. Bu bulgu göz önüne alınarak, STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme problemleri öncesi çalışma gruplarındaki öğrencilerin STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi puanlarının denk olduğu söylenebilir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada nicel veri toplama aracı olarak; STEM İlgi Ölçeği, Matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeği, PİSA problemlerinden oluşan 'Matematik Okuryazarlık Başarı Testi', 'STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Problemleri', öğretim uygulama sürecinde kullanılmak üzere 'STEM Eğitimi yaklaşımına dayalı Matematiksel Modelleme Etkinlikleri', öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinin yeterliği düzeylerini belirlemek amacıyla 'Değerlendirme Rubriği' kullanılmıştır. Nitel veri toplama aracı olarak araştırma grubunun STEM Eğitimi ve STEM yaklaşımına dayalı

matematiksel modelleme etkinlikleriyle ilgili görüşlerini elde etmek amacıyla kullanılmak üzere ‘Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu’ oluşturulmuştur. Veri toplama araçlarına ilişkin bilgiler aşağıda yer almaktadır.

3.3.1. STEM Eğitimi İlgi Ölçeği

Ortaokul öğrencilerinin STEM mesleklerine yönelik ilgi düzeylerini belirlemek için Kier, Blanchard, Osborne ve Albert (2014) tarafından geliştirilen, Koyunlu Ünlü, Dökme ve Ünlü (2016) tarafından Türkçeye uyarlanarak geçerlik, güvenirlik analizleri yapılan ‘‘STEM Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeği" bu araştırmada “STEM İlgi Ölçeği” olarak kullanılmıştır. Ölçek, 4 faktörlü 40 sorudan oluşan 5'li Likert tipindedir. Ölçekte yer alan her faktörde 10 adet soru bulunmaktadır. STEM İlgi Ölçeği güvenirlik Cronbach's Alpha katsayısı (α=.94) ve ölçeği oluşturan Fen (α=.88), Matematik (α=.87), Teknoloji (α =.88) ve Mühendislik (α =.90) verilerin yüksek güvenilir değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Ölçeğin geçerliliği ile ilgili ölçüt geçerliliğini test etmek için STEM-CIS ve ISS puanları arasında korelasyon değerleri hesaplanmıştır. Sonuç olarak aralarında orta, anlamlı ve pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar STEM-CIS'in ölçüt geçerliliğine sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca her bir faktör altındaki maddelerin, o faktörde oldukça yüksek bir yüke sahip olması yakınsak geçerliliğe kanıt olarak gösterilmiştir.

Bu yüksek lisans çalışması kapsamında ise Cronbach Alpha İç Tutarlılık Kat Sayısı hesaplanmıştır. STEM İlgi Ölçeği güvenirlik Cronbach's Alpha katsayısı (α =.92) ve ölçeği oluşturan Fen (α =.84), Matematik (α =.84), Teknoloji (α =.81) ve Mühendislik (α =.79) verilerin yüksek güvenilir değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

3.3.2. Matematik Okuryazarlığı Öz-Yeterlik Ölçeği

Bu ölçek Kükey (2013) tarafından hazırlanan “Matematik Okuryazarlığı Ölçeği”, ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlıklarını ölçmeyi amaçlayan geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmış 40 maddeden oluşan 5’li likert tipi bir ölçme aracıdır. Öğrencilerin maddelerde belirtilen durumları ne düzeyde yaptıklarını 1-5 arasında derecelendirerek göstermeleri istenmiştir. Bu derecelendirme her zaman (5), Çoğu Zaman (4), Bazen (3), Ara Sıra (2) Ve Hiçbir Zaman (1) şeklindedir. Ölçeğin taslak formu 83 maddeden oluşmaktadır. Açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri sonucunda 40 maddeden oluşan asıl form oluşturulmuştur. Faktör analizi sonucunda ölçeğin tek

faktörünün açıkladığı varyans oranının %42,85 olduğu elde edilmiştir. Ölçeğin Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı 0,94 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin yapı geçerliğini belirlemek amacıyla yapılan faktör analizi sonucunda veri yapısının faktör analizi için uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla Kaiser Meyer Olkin (KMO) ve Barlett testleri kullanılmıştır. KMO testi değeri .977 ve Barlett testi değeri ise 10999.350 ($p<.05$) olarak bulunmuştur. Bu da ölçeğin veri yapısının uygun olduğunu göstermektedir.

Bu yüksek lisans çalışması kapsamında ise Cronbach Alfa İç Tutarlılık Kat Sayısı hesaplanmış ve bu çalışma kapsamında ise Cronbach Alfa İç Tutarlılık Kat Sayısı 0,952 olarak tespit edilmiştir.

3.3.3. Pilot çalışmaları

Araştırmada hazırlanan ‘Matematik Okuryazarlığı Başarı Testi’ ve ‘STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi’ uygulamaların pilot çalışması gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmaları kapsamında öğretim uygulamalarının içerik olarak öğrenci düzeyine uygunluk, anlaşılabilirlik, öğrenci hataları, uygulamanın gerçekleştirilme süresi gibi konularda bilgi sahibi olmak ve bu doğrultuda uygulamalar öncesinde gerekli düzenlemelerin yapılması amaçlanmıştır.

Araştırmanın pilot çalışması grubu, asıl uygulama sürecinde yer almayan başka bir okuldaki beş öğrenciden oluşmuştur. Pilot çalışmalarından elde edilen sonuçlar incelenmiş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

3.3.4. Matematik Okuryazarlığı Başarı Testi

Ön test ve son test olarak kullanılacak olan ‘Matematiksel Okuryazarlık Başarı Testi’ için uzman görüşü alınarak araştırmanın geçerlik ve güvenirliği uygun olması için açısından bire bir 2012 PISA örnek sorularından oluşmaktadır. Testte yer alan problemlerinin her biri, çıkmış PISA soruları taranarak oluşturulmuştur. Yapılan test, ana soru ve alt soruları olmak üzere toplam 14 sorudan oluşmaktadır. Test hazırlanırken öğrencilerin önceden gördüğü kazanımlar doğrultusunda dört işlemle çözülebilecek türde sorulardan oluşturulmuştur. Sorular, PISA sorularından oluştuğu için hiçbir değişiklik yapılmadan olduğu gibi alınmıştır (EK-3). Matematik eğitiminde alan uzmanı yardımıyla soruların açıklık ve anlaşılırlık, seviyeye uygunluk hakkında görüşü alınmıştır. Ayrıca ön-test ve son-testin matematiksel okuryazarlığı yeterliklerini ilgili testlerde belirlenen şekilde ölçtüğünü değerlendirmek amacıyla uzman görüşü alınmıştır. Bu doğrultuda

gerekli düzeltmeler de yapılmıştır. Uzman görüşüne bağlı çalışmaların sonunda ön-test ve son-testin istenen yeterlikleri istenen şekilde ölçtüğü kanısı oluşmuştur.

3.3.5. STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Problemleri

Ön test ve son test olarak kullanılan 'STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinlikleri' dört matematiksel modelleme probleminden oluşmaktadır. Testte yer alan 'Stadyum', 'Su İsrafı', 'Biyopsi' ve 'Bisiklet Güvenliği' problemlerinin her biri, ilgili literatür ve kitaplardaki sorular taranarak birden fazla disiplin içermesi, gerçek yaşam problemini matematik kazanımları ile ilişkilendirebilmeleri doğrultusunda oluşturulmuştur. 'Su İsrafı' ve 'Biyopsi' soruları öğrencilerin seviyesine göre değiştirilmiştir. Diğer iki soru olduğu gibi alınmıştır. "Su İsrafı", "Biyopsi" ve "Bisiklet Güvenliği" soruları Çavuş Erdem, Doğan ve Gürbüz (2018) tarafından hazırlanmıştır. "Stadyum" sorusu Bukova Güzel (2016) tarafından hazırlanmıştır. Soruların açıklık ve anlaşılırlık, seviyeye uygunluk hakkında uzman görüşü alınmıştır. Bu doğrultuda gerekli düzeltmeler de yapılmıştır.

3.3.6. Uygulama Sürecinde Yapılan STEM Yaklaşımına Dayalı Matematiksel Modelleme Etkinlikleri

Öğretim sürecinde kullanılmak üzere araştırmacı tarafından geliştirilen STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinliğinden 'Isı Yalıtımı', 'Limonata satışı', 'Elektrik Üretimi', 'Boy Ayak İzi' gibi dört etkinliğin literatür ve ilgili kitaplardaki sorular (Bozkurt Altan ve Karahan, 2019; Dost, 2019; Yüksel, Kaya, Urhan ve Şefik, 2019; Dede ve Bukova, 2018; Çavuş Erdem ve ark., 2018) taranarak, öğrencilerin önceden gördüğü kazanımlar doğrultusunda oluşturulmuştur. Etkinlikler, kuramsal çerçevede açıklandığı gibi, model oluşturma etkinliklerinin sahip olması gereken özellikler dikkate alınarak bir uzman görüşü doğrultusunda etkinliklere son şekli verilerek iki matematiksel modelleme iki tanede STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinliği olarak hazırlanmıştır. Öğretim sürecinde kullanılan etkinlikler, aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır:

Limonata Satışı etkinliğinde (Dost, 2019; Yüksel ve ark., 2019) yaz tatilinde ortak olarak kullanmak için paten almak isteyen iki arkadaşın para kazanmak için limonata satmaya karar vermeleri ile öğrencilerin burada gerçek yaşam problemi görmeleri amaçlanmıştır. Limonata yapımı için nelere ihtiyaçları olduğunu düşünmeleri ve gerçek

durumu yapılandırmaları için su, buz, limon, portakal ve şeker gibi ihtiyaçları olduğunu bilmektedirler ancak kâr edip para biriktirebilmek için bir bardak limonatayı kaç TL'ye satmaları gerektiğine karar vermeleri durum modelini yansıtmaktadır. Limonatayı saklayacakları termosu, limonata yapmakta kullanacakları kapları, buz ve içme suyunu ailelerinden temin edecekleri için sadece limon, portakal ve şekeri almaları gerektiğini sadeleştirerek bulmaları ve annelerinden aldıkları tarife göre bir portakal, iki limon ve yarım bardak şekerden bir litre limonata elde edildiğini bilerek matematikleştirme yapmaları amaçlanmıştır. Bu etkinlik Blum'un modelleme döngüsüne örnek olabilecek aşamaları basit bir matematiksel model oluşturma etkinliğidir (Blumm, 2011). Sürecin ilk etkinliğinin, öğrenciyi soğutmamak adına, fazla zorlayıcı bir etkinlik olmamasına dikkat edilmiştir (Dost, 2019; Yüksel ve ark., 2019).

Boy Ayak izi etkinliğinde (Dede ve Bukova, 2018) bazı insanların okulun bahçesine çok sayıda kitap bıraktığını belirlenmiş ve okul yönetimi ve öğrenciler bunu yapan insanlara teşekkür etmek isterler fakat hiç kimse bunu kimin yaptığını görmemiştir. Polis olay yerinde birçok ayak izine rastlamıştır. Öğrencilerden istenen ayak izlerinden bir tanesinin sahip olduğu kişiyi ve arkadaşlarını bulmak için bu ayak izinin sahibinin boyunu bulabilmelerini sağlayacak bir model belirlemeleri amaçlanmaktadır (Dede ve Bukova, 2018).

Elektrik Üretimi etkinliğinde (Çavuş Erdem ve ark., 2018) Adana'da yaşayanlar için elektrik sağlayıcı şirketlerden biri kullanıcılarına iki tür tarife sunmaktadır. Tek zamanlı ve üç zamanlı tarife olarak adlandırılan bu tarifelerin açıklamaları ile bir ailenin 12 aylık elektrik tüketiminin zamana ve aylara göre dağılımı etkinlikte verilmiştir. Öğrencilerden istenen kullanım miktarları göz önüne alındığında bu aileye hangi tarifeyi kullanmalarını ve elektrik tasarrufu için bu ailenin zaman ayarlı olarak gece çalıştırabileceği iki elektrikli aletin gece çalıştırılması durumunda üç zamanlı tarife ne kadar avantajlı olacağı sorulmaktadır (Çavuş Erdem ve ark., 2018).

Isı Yalıtımı etkinliğinde İstanbul ilinde dört cephesi de açık olan (çevresinde hiçbir bina ya da yapı bulunmayan) 120 metrekarelik arsa üzerine tek katlı bina tasarlamak isteyen Ahmet Bey evinin dış cephesine mantolama yapmayı da düşünmektedir. Bu iş için bir yalıtım firmasıyla görüşen Ahmet Bey'e firma yetkilisi 2 farklı markayla çalıştıklarını belirterek, bu marka ve malzemelere gerekli bilgileri ve kullanılacak malzemeleri paylaşmıştır. Öğrencilerden istenen en iyi ısı yalıtımını yaparak maksimum enerji verimliliği sağlayabilmek, malzemelerin kullanım ömrü ve tasarımın toplam maliyeti ile değerlendirmektir. Yapılacak evin ve ısı yalıtımının hem tasarruflu

hem de uygun maliyetle olmasını istenmektedir. Büyük tasarım görevinin açıklanması yapılır (Bozkurt Altan ve Karahan, 2019; İnceyol ve Doğan, 2018). Bu aşamanın mühendislik tasarım sürecinde problemin belirlenmesine karşılık geldiği söylenebilir.

- ✓ Öğrenciler büyük tasarım görevini gerçekleştirmek için bazı bilgi ve becerilere ihtiyaç duyacaklardır. Bu doğrultuda öğrencilerin mini araştırma ve mini tasarımlar yoluyla gerekli bilgi ve becerileri edinmeleri planlanır.
- ✓ Mini araştırmalar ve mini tasarımlar yoluyla öğrencilerin büyük tasarım görevi için gerekli bilgi ve becerilere sahip olmasıyla, büyük tasarıma yönelik öneriler geliştirerek, büyük tasarım görevinden beklenen duruma göre en uygun olanını belirleyecekleri bu aşama, mühendislik tasarım sürecindeki olası çözümlerin araştırılması ve en uygun çözümün seçilmesi olarak düşünülebilir. Kendilerinden yapmaları beklenen tasarımın başarılı olabilmesi için ne gibi özellikleri olması gerektiğinin kriter olduğu belirtilebilir. Kısıtlama kavramının tasarım çözümünü gerçekleştirirken kendilerini sınırlandıracak hususlar ile ilgili olduğu hatırlatılabilir.

Ev yapımı için evin boyutları belirleyecekleri hangi malzemeleri kullanacakları ne kadar alan kapladığı hesaplanır. Hangi matematiksel işlemler kullanacakları tartışılır ısı yalıtımlarında hangi markanın daha iyi ve tasarruflu olduğuna dair hesaplamalar yapılır. En tasarruflu malzemelerde karar kılınır. Burada matematiğin ilgili kazanımları uygulanarak hesaplamalar yapılır. Kullanım ömrü ve maliyet kriterini dikkate almaları için öğrencilere mühendis market kataloğu dağıtılır. Gruplar tasarımda belirtilen seçeneklerden tercihler yaparak gerekçelerini yazmalıdır. Her grubun tasarım kararlarını excel programında kendileri görebilecek şekilde seçerek grupların aldıkları puan ve değerlendirme sonucunu bildirilir. Gruplar tasarım sonuçları sonrası iyileştirme yapmak isteyebilirler. Yapacakları iyileştirmenin (bilimsel) gerekçelerini belirterek tekrar test edebilirler. Binanın dış cephe duvarlarında, pencere camlarında, tavan ve zemin kısımlarında ısı yalıtımı yapılır.

Gruptaki öğrenciler kendi aralarında görev dağılımı yaptılar. Tüm grup üyelerinin araştırma yapması sağlanır. Araştırma yaparken özellikle evin hangi kısımlarından daha çok enerji kaybı olabileceğini de bulmaları istenir. Öğrencilerin araştırma yaptıktan sonra birbirleriyle fikir alışverişinde bulunmaları sağlanır. Bilgi edinme defterleri doldurtulur.

Malzeme listesinden kendi ihtiyaçları olanlarını seçerek kendi tasarımlarını

oluşturmaya başlarlar. Projenin süreçlerini tespit ettikten, planlama ve tasarım çizimini tamamladıktan sonra Energy 3D programini “Enerji Verimliliğini Araştırıyoruz" etkinliği için her grubun (imkan varsa her öğrencinin) bir bilgisayarı olması gerekiyor. Her öğrencinin bilgisayarı olmadığı için akıllı tahtadan bu süreçler yapıldı. (Energy 3D Programını http://energy.concord.org/energy3d/ adresinden indirerek bilgisayarlara kolayca yüklenebilir). Bu etkinlikte öğrencilerin pencereyi yerleştirdikleri yönü değiştirdiklerinde yapının günlük ısınması için gereken enerjiyi tespit etmeleri amaçlanmıştır. Pencerenin yönüne göre yapının güneş alma süresi etkileneceğinden ısınması için gerekli enerji miktarı da değişecektir. Bulunan bu kısma öğrenciler pencerelerin eni ve boyunu değiştirdiklerinde bu değeri programda okuyabilirler. Pencerelerin eni boyu değiştiğinde değişen durumun güneşlenme süresini etkileyeceği vurgusu gözden kaçırılmamalıdır.

Prototip nihai çözümün bir gösterimi ya da fiziksel, sanal, matematiksel bir modelidir. Mühendisler prototipleri bir tasarıyı görselleştirmek, tasarının ayrıntılarını ortaya koymak, tasarıyı daha ileri bir seviyeye taşımak ve tasarının performansım test etmek için kullanırlar. Kabul edilebilir bir ürün onaya konulana kadar prototip yapma işleminin tekrar edilmesi buradaki anahtar bileşendir. Mühendisler bu aşamada prototiplerinin (tasarım çözümlerinin) başarısını değerlendirmek için kriter ve kısıtlamalara dayalı uygun testler geliştirerek sonuçlar doğrultusunda iyileştirmelere başvururlar, her iyileştirme sonrası yeniden test etme işlemleri ile süreç tekrarlanır. Mühendislik tasarım problemlerinde kriterleri karşılamanın ve kısıtlamaları yerine getirmenin birden fazla yolu olmasına rağmen mühendisliğin amacı en iyi çözümü tasarlamaktır. Problem için en uygun çözüme karar verilmesi detaylı analiz ve uygun değerlendirme yaklaşımları gerektirmektedir.

Öğrencileri, gerçek yaşama hazırlamaya katkı sağlayıcı, mühendislik tasarım sürecini fark etmelerini destekleyici ve öğrenmeye motive edici olması ve mühendislik tasarım için gerekli bilgi ve becerileri edinmek hususunda faydalı olacağı düşünülmektedir. Matematiksel modelleme problemleri üzerinden gerçekleştirilen mühendislik tasarım süreçlerinin fen bilimleri ve matematik disiplinlerine özgü üst düzey becerileri kazandırmadaki rolü göz önünde bulundurulduğunda hem uygulama öğretmeni hem de öğrencilerinin bu süreçlere karşı olumlu görüşlerini ortaya koymaları bu becerileri kazanmaları adına bir ön koşulu gerçekleştirmiş olmaları düşünülmektedir.

Mühendislik uygulamaları ile ilgili alanyazın incelendiğinde, yapılan çalışmalar, mühendislik tasarım etkinliklerinin öğrencilerin soyut mental modelleri fiziksel objelere

dönüştürmesi yoluyla onların kavramsal algılarını geliştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Moore, Tank, Glancy, Kersten, ve Stohlmann, 2013). Benzer şekilde, çalışmalar mühendislik tasarım uygulamalarının fen bilimleri ve matematik derslerine entegrasyonunun ortaokul ve lise öğrencilerinin cinsiyet, sosyoekonomik durum ve akademik başarı değişkenlerinden bağımsız olarak fen ve matematik öğrenmelerini olumlu etkilediğini göstermektedir (Silk, Schunn, ve Cary, 2009). Bunlara ek olarak alan yazındaki birçok çalışma mühendislik tasarım etkinliklerinin, öğrencilerin motivasyonlarını arttırarak derse aktif olarak katılmalarını sağladıklarını göstermektedir.

STEM Eğitimi yaklaşımına dayalı Matematiksel modelleme aktiviteleri öğrencilerin matematiği günlük yaşamlarında kullanabilme becerilerini geliştirirken aynı zamanda öğrendikleri matematiksel kavramları gerçek yaşam durumlarında keşfetme yorumlama ve özgün bir ürün ortaya çıkarma imkânı sağlar. Böylece öğrenciler oldukça soyut olan matematiksel kavramları gerçek yaşam ile ilişkilendirebilirler.

Bu etkinlikte de STEM eğitiminin matematik derslerinde uygulanabilmesine yönelik matematiksel modellemenin araç olarak kullanıldığı farklı kaynaklardan yararlanarak hazırlanılan etkinliktir. Etkinliği uygulayarak özellikle matematik okuryazarlığı ve STEM bağlamında modelleme becerilerinin gelişmesi ve uygulama deneyimine yönelik görüşlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Öğrencilerin Matematik, Fen ve Mühendislik, Teknoloji gibi STEM konularında edindikleri bilgilerin günlük yaşamda nasıl uygulandığının farkına varmaları sağlanmaktadır.

3.3.7. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Öğrencilerin STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri ile ilgili görüşlerini almak üzere yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği hem sabit seçenekli cevaplamayı hem de ilgili alanda derinlemesine bilgi sağlar (Büyüköztürk, 2017).

Araştırmanın nitel kısmını oluşturan “STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri ilgili görüşleri nelerdir?” probleminin anlaşılması için bireysel olarak yapılan görüşmelerde elde edilen bilgilerden yararlanılmıştır. Kullanılacak olan açık uçlu 5 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu araştırmanın nicel alt problemlerini destekleyecek nitelikte hazırlanmıştır (Ek-7).

3.3.8. Matematiksel Modelleme Aşamaları Değerlendirme Rubriği

Bu çalışmada matematiksel modelleme problemlerin aşamalarını değerlendirilmesi için Kertil (2008) tarafından geliştirilen değerlendirme Rubriği kullanılmıştır. Matematiksel modelleme problemi sürecindeki aşamalar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6.

Matematiksel Modelleme Aşamaları Değerlendirme Rubriği

A: Problemi tanımlama
A_1: Verilenleri belirleme ve sadeleştirme
A_2: Hedefi belirginleştirme
A_3: Problemi formülleştirme
B: Problem durumlarını matematiksel formül ve denklemlerle ifade etme ve çözme
B_1: Değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme
B_2: Matematiksel ifadeleri formülleştirme
B_3: Bir matematiksel model seçme ve uygulama
C: Çözümü açıklamada sözel ifadeleri kullanma
D: Çözümü açıklamak için grafik ve diagram gösterimlerinden yararlanma
E: Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme

Tablo 6'da verilen değerlendirme rubriği dokuz aşamadan oluşmuştur. Beş ana aşama bulunan değerlendirme rubriğinde alt aşamalarda bulunmaktadır.

Bu aşamalara göre katılımcıların problem çözümleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Tablo 6'daki Modelleme sürecindeki aşamaları ayrıntılı açıklaması aşağıda Tablo 7'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 7.

Problem Sürecinin Değerlendirilmesindeki Aşamalar ve Açıklamaları

Kodlama	Modelleme Becerilerinin İsimleri ve Açıklamalar
Al	*Verilenleri belirleme ve sadeleştirme (making simplifying assumptions)* Bir problem çözme sürecinde göz önüne alınabilecek bütün varsayımlardan çözüm sürecinde göz önünde bulundurulacak olan en önemlilerini belirleme ve çözüm sürecine katkıda bulunmayacak olan varsayımları göz ardı etme. Problem durumunu sadeleştirerek (şema vs. kullanarak) daha anlaşılır hale getirme
A2	*Hedefi belirginleştirme (clarifying the goal)* Bir problem durumu için düşünülebilecek birçok varsayımdan problem durumunun çözümü hedeflenen kısmı ile ilgili olan varsayımı seçerek hedefi belirginleştirme.
A3	*Problemi formülleştirme* Bir probleme çözüm üretmek için problemi alt problemlere ayırma veya probleme farklı açılardan yaklaşım getirilebilecek şekilde problemle ilgili farklı alt problemler oluşturma
B1	*Değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme* Bir gerçek hayat durumunun matematiksel modelini çıkarmak veya bu probleme bir çözüm bulmak için göz önüne alınması gereken değişkenleri, sabitleri ve parametreleri belirleme
B2	*Matematiksel ifadeleri formülleştirme* Problem durumu içerisinde sözel olarak belirtilen matematiksel ifadelerin cebirsel olarak ifade edilmesi ve cebirsel hesaplamaların yapılması.Örneğin "her birinde n tane ürün olan m müşteri için .....” ifadesinde toplam ürün sayısını veren nxm cebirsel ifadesini yazma ve sonucu bulma
B3	*Bir matematiksel model seçme ve uygulama* Değişkenler, parametreler ve sabitler belirlendikten sonra üzerinde çalışılan problem durumunu ifade edebilecek en uygun matematiksel ifadeyi, fonksiyonu seçme ve bu ifade ile problemin çözümüne ulaşma
C	*Çözümü açıklamada sözel ifadeleri kullanma* Problem durumunu anlama ve çözüm sürecinde matematiksel ifadelerin yanı sıra sözel açıklamalardan yararlanma
D	*Çözümü açıklamak için grafik ve diagram gösterimlerinden yararlanma* Problemin çözümünde grafik ve diagram gösterimlerden yararlanma
E	*Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme* Bulunan çözümün doğruluğunu, yanlışlığını ya da en uygun olup olmadığını gerçek hayat durumu üzerinde test etme ve bunun sonucunda çözüm sürecini tekrar gözden geçirme.

Değerlendirme aşamaları ayrıntılı olarak verilen Tablo 7'deki aşamalar incelenerek değerlendirmeler bu açıklamalara göre yapılmıştır.

Aşamaların çözümlerde gösterilip gösterilmediğini belirlemek için Kertil' in (2008) çalışmasında kullandığı Tablo 8'deki değerlendirme formatı kullanılmıştır. Değerlendirme rubriğinin ayrıntılı açıklaması Ek-6'da verilmiştir.

Tablo 8.

Matematiksel modelleme Aşamaları Değerlendirme Formatı

		A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	B_3	C	D	E
Problem	Yok									
	Doğru									
	Eksik									

Tablo 8'de görülen "Yok" ifadesi ilgili aşamanın problemin çözüm sürecinde hiç gözlemlenmediğini ifade etmektedir. "Doğru" ifadesi, ilgili aşamanın çözüm sürecinde tam ve eksiksiz bir şekilde gözlemlendiğini ifade etmektedir. "Eksik" ifadesi ise ilgili aşamanın çözüm sürecinde eksik veya hatalı bir şekilde gözlemlendiğini ifade etmektedir. STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinlikleri dört sorudan oluşmaktadır. Uygulama etkinliğinde doğru cevap 2 puan, eksik cevap 1 puan ve yanlış cevap 0 puan olarak belirlenmiştir.

STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinliğinde yer alan sorular için öğrencilerin yaptığı çözüm Şekil 7, Şekil 8 ve Şekil 9' da verilmiştir.

Su İsrafı

Dünya üzerinde bir yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 10000 metreküpten büyük olan ülkeler "su zengini", 3000-10000 metreküp arasında olan ülkeler "kendi ihtiyacını karşılayabildi", 1000-3000 metreküp arasında olan ülkeler "su sıkıntısı bulunan", 1000 metreküpten az olan ülkeler ise "su fakiri" olarak kabul edilir. DSİ Genel Müdürlüğü verilerine göre Türkiye'de kişi başına düşen ortalama su miktarı 1500 metreküptür.

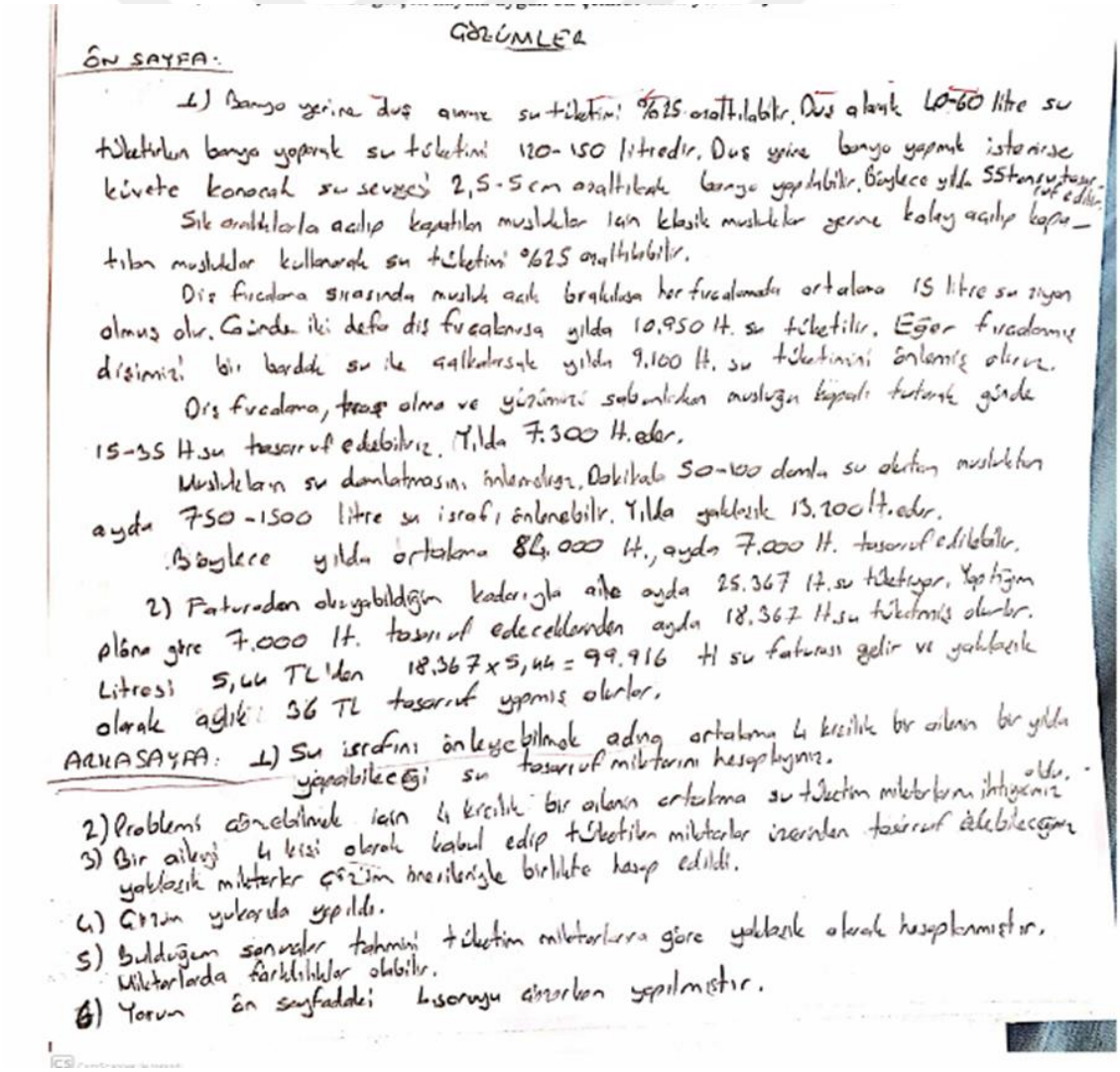
Türkiye nüfusunun 2023 yılında 100 milyonu bulması beklenmektedir. Türkiye'nin mevcut su kaynaklarının tamamı bozulmadan korunsa bile 2023 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1125 metreküp civarında olması beklenmektedir. Nüfusun artışına bağlı olarak su kaynaklarının da azalacağını göz önünde bulundurduğumuzda su fakiri ülke konumuna geleceğimiz riski bulunmaktadır.

Yukarıda yer alan gazete haberindeki bilgiler su israfının ne kadar önemli bir konu olduğuna dikkat çekmektedir.

1. Bıına göre su israfının önüne geçebilmek adına bir ailenin 1 yılda evinde yapabileceği su tasarruf miktarını belirleyerek bir tasarruf planı oluşturunuz.
2. Yanda bir ailenin 1 aylık su tüketim faturası örnek olarak verilmiştir. Yaptığınız tasarruf planı sonrasında faturadaki su birim küp fiyatını dikkate alarak aile bütçesine ne kadar katkı yapılabileceğinizi hesaplayınız.

Not: Su faturasına gelecek zam oranı ve illere göre değişebilecek fiyat farklılığı göz önüne alınmayacaktır.

19 numaralı öğrencinin verdiği cevap aşağıda verilmiştir.


ÇÖZÜMLER

ÖN SAYFA:

1) Banyo yerine duş alınır su tüketimi %625 azaltılabilir. Duş alarak 40-60 litre su tüketirken banyo yaparak su tüketimi 120-150 litredir. Duş yerine banyo yapmak isterse küvete konarak su seviyesi 2,5-5 cm azaltılarak banyo yapılabilir. Böylece yılda 55 tasarruf edilir.

Sık aralıklarla açılıp kapatılan musluklar için klasik musluklar yerine kolay açılıp kapatılan musluklar kullanarak su tüketimi %625 azaltılabilir.

Diş fırçalama sırasında musluk açık bırakılırsa her fırçalamada ortalama 15 litre su ziyan olmuş olur. Günde iki defa diş fırçalanırsa yılda 10.950 lt. su tüketilir. Eğer fırçalarken dişlerimizi bir bardak su ile çalkalarsak yılda 9.100 lt. su tüketimini önlemiş oluruz.

Diş fırçalama, traş olma ve yüzümüzü sabunlarken musluğun kapalı tutarak günde 15-35 lt su tasarruf edebiliriz. Yılda 7.300 lt. eder.

Musluklardan su damlatmasını önlersek, dakikada 50-100 damla su akıtan musluklar ayda 750-1500 litre su israfı önlenebilir. Yılda yaklaşık 13.200 lt. eder.

Böylece yılda ortalama 84.000 lt., ayda 7.000 lt. tasarruf edilebilir.

2) Faturadan okuyabildiğim kadarıyla aile ayda 25.367 lt. su tüketiyor. Yaptığım plana göre 7.000 lt. tasarruf edeceklerden ayda 18.367 lt. su tüketmiş olurlar. Litresi 5,44 TL'den 18.367 x 5,44 = 99.916 tl su faturası gelir ve yaklaşık olarak aylık 36 TL tasarruf yapmış olurlar.

ARKA SAYFA: 1) Su israfını önleyebilmek adına ortalama 4 kişilik bir ailenin bir yılda yapabileceği su tasarruf miktarını hesaplıyoruz.

2) Problemi çözebilmek için 4 kişilik bir ailenin ortalama su tüketim miktarını bilmemiz gerekti.
3) Bir ailenin 4 kişi olarak kabul edip tüketilen miktarlar üzerinden tasarruf edilebilecek yaklaşık miktarlar çizim önerileriyle birlikte hesap edildi.
4) Çizim yukarıda yapıldı.
5) Bulduğum sonuçlar tahmini tüketim miktarlarına göre yaklaşık olarak hesaplanmıştır. Miktarlarda farklılıklar olabilir.
6) Yorum ön sayfadaki kısmı bitirerken yapılmıştır.

Şekil 7. 19 numaralı öğrencinin verdiği cevap

Şekil 7'ye göre 19 numaralı öğrencinin Matematiksel modelleme Aşamaları Değerlendirmesi Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9.

19 Numaralı Öğretmen Adayının Rubrik Değerlendirmesi

	A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	B_3	C	D	E
Yok								X	
Doğru	X	X	X	X		X	X		X
Eksik					X				

Tablo 9'a göre öğrencinin değerlendirmesi modelleme aşamalarına göre yapılmıştır. Doğru olan her bir aşama 2 puan olarak belirlendiğinden bu öğrenci 9 aşamadan yedisi doğru biri eksik olduğu için 15 puan almıştır. Eksik olan aşama değişkenlerin ve parametrelerin eksik verilmesidir.

Su İsrafı probleminin çözüm aşamalarının Tablo 9'daki değerlendirmesi aşama aşama aşağıdaki şekilde olmuştur:

Verilenleri Belirleme ve Sadeleştirme (A1): Bu aşamada 19 numaralı öğrenci problemin çözümü için değişkenleri belirlemiştir. Su tasarrufu yapılabilmesi için evde suyun kullanım alanlarını belirleyip ona göre tasarruf planı yapmıştır. Banyoda, diş fırçalama, yüz yıkama vb. kullanımlarda tasarruf yapacağı miktarları da belirtmiştir. Araştırmacı bu aşamayı doğru kabul etmiştir.

Hedefi Belirginleştirme (A2): Bu aşamada tasarruf yapılacak alanlarda ne kadar tasarruf yapılacağını belirleyip ona göre hesaplamalar yapmıştır. Problem durumu için düşünülebilecek birçok varsayımdan problem durumunun çözümü ile ilgili olan varsayımı seçerek hedefi belirginleştirme için bu aşama araştırmacı tarafından doğru sayılmıştır.

Problemi Formülleştirme (A_3): Bu aşamada problemi alt problemlere ayırmaya yönelik diş fırçalama ayrı, musluk akıtması ayrı, banyoda harcanan su miktarı ayrı olarak belirleyip alt problemlere ayırdığı için araştırmacı tarafından bu aşama doğru kabul edilmiştir.

Değişkenleri, Parametreleri ve Sabitleri Belirleme (B1): Bu aşamada problemin çözümünde rutin düşünüp çözüme ulaşmak için gerekli değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirlediği için bu aşama araştırmacı tarafından doğru

sayılmıştır. Örneğin günde banyo için ne kadar su harcandığı miktarı belirleyip yıllık hesaplamıştır.

Matematiksel İfadeleri Formülleştirme (B_2): Problemin çözümüne göre problem durumu içerisinde sözel olarak belirtilen matematiksel ifadelerin cebirsel olarak ifade edilmesi eksik olduğundan ve diğer hesaplamaların doğru yapılmış olmasından dolayı bu aşama eksik kabul edilmiştir.

Bir Matematiksel Model Seçme ve Uygulama (B_3): Problemin çözümüne ulaşmak için doğru matematiksel modellemeyi belirlediği için bu aşama doğru kabul edilmiştir.

Çözümü Açıklamada Sözel İfadeleri Kullanma (C): Bu bölümde araştırmacı, grubun sözel ifadelerinde problemin çözümüne yönelik açıklamalar kullandığı için bu aşama doğru kabul edilmiştir.

Çözümü Açıklamak İçin Grafik ve Diagram Gösterimlerinden Yararlanma (D): Çözüme yönelik gösterim şekil, grafik, tablo ile ifade edilmediğinden bu aşama araştırmacı puan alamamıştır.

Gerçek Hayat Durumu ile Karşılaştırarak Kontrol Etme (E): Bulunan çözümün doğruluğunu, gerçek hayat durumu üzerinde test etme ve bunun sonucunda çözüm sürecini planlandığı düşünüldüğünden bu aşamada doğru kabul edilmiştir. Örneğin örnek bir faturayı incelemiş olması bu aşamayı tamamladığını göstermektedir.

Stadyum Problemi

Stadyumunun sulaması yapılacaktır ve bu sulama projesi için sizden yardım istenmektedir. Stadyumun yetkilileri sahayı sulamak için sprey sprinklerden yararlanmak istiyorlar. Bu sprey sprinkler sahada istenilen yere yerleştirilebiliyor ve kendi etraflarında 360° dönerek farklı yarıçaplardaki alanları sulayabiliyorlar.



Saha yetkilileri sizin yerleştirme planınız doğrultusunda sprey sprinkler satın alacaklar. Sizden minimum maliyeti göz önünde bulundurarak bir yerleşim planı oluşturmanızı istiyorlar.

Stadyumun ölçülerine ilişkin internetten tarama yaptığınızda boyutlarının 105x68 m (https://tr.wikipedia.org/wiki/Buca_Arena) olduğu bilgisine ulaşabilirsiniz.

Sprey sprinklerin döşenmesi için gerekli olan fiyatlara su motorları, borular ve işçilik dahil olmak üzere m^2 hesabı olarak aşağıdaki gibi ulaşılmıştır.

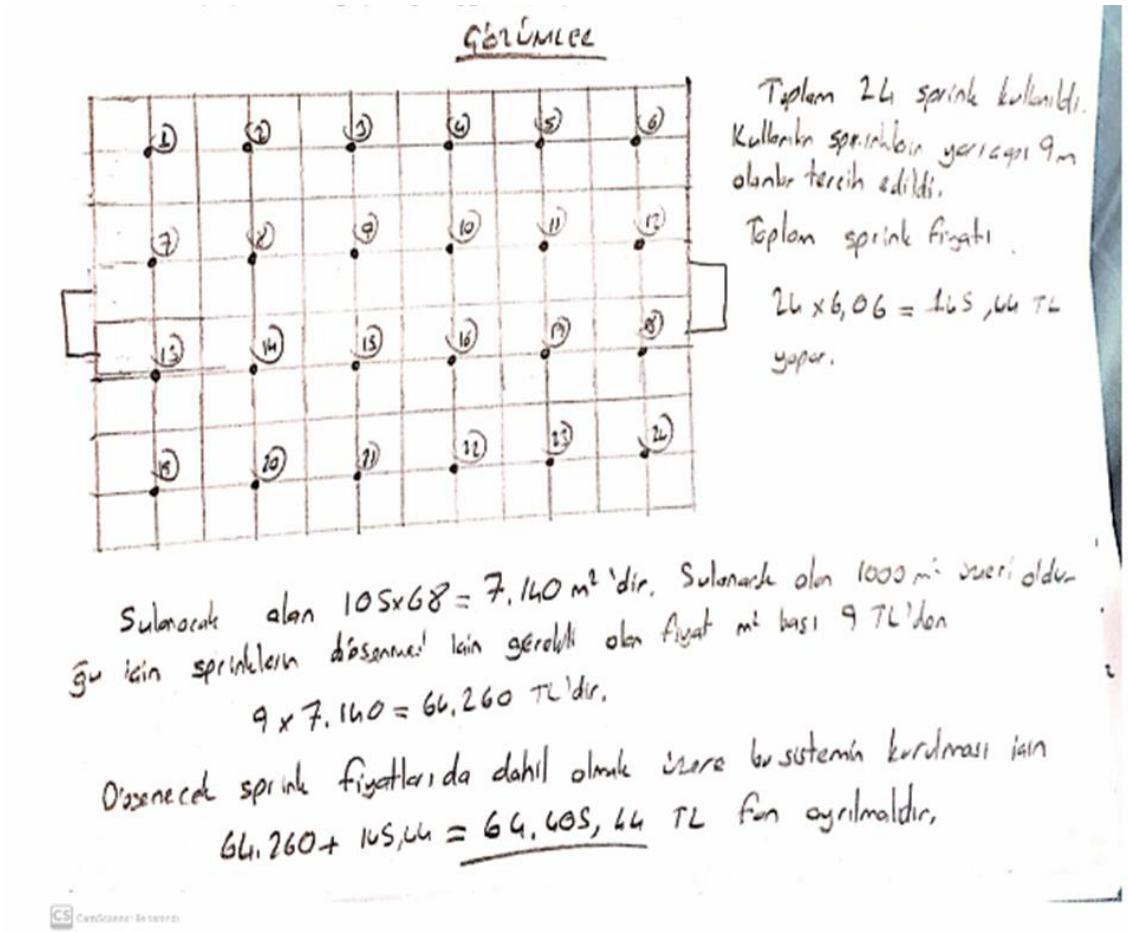
Sulanacak Alan	m^2 fiyatı
0-100 m^2 arası	14.00 TL
100-300 m^2 arası	13.00 TL
300-600 m^2 arası	12.00 TL
600-1000 m^2 arası	11.00 TL
1000 m^2 ve üstü	9.00 TL

- Tüm sahanın mümkün olduğunca eşit miktarda sulanması ve mümkün olduğunca kuru yer kalmaması için sprey sprinkleri nasıl yerleştirirsiniz? Planınızın son halini yapacağınız bir saha çiziminin üzerinde gösteriniz.
- Kaç tane sprey sprink alınması gerektiğini belirtiniz.
- Bu sistemin kurulması için ne kadarlık bir fon ayırmaları gerektiği konusunda saha yetkililerine yardımcı olunuz.

(*Bizden 360° dönebilen sprinklerden yararlanmamız ve maliyeti en az olacak şekilde bir seçim yapmamız istendiği için sprinklerin fiyatlarını da göz önünde bulundurmamız gerekmektedir.*

Yarıçapı 3 m olan sprey sprinklerin 5,05 TL,
Yarıçapı 4,5 m olan sprey sprinklerin 5,31 TL
Yarıçapı 9 m olan sprey sprinklerin 6,06 TL olduğu belirlenmiştir.)

3 numaralı öğrenciye ait cevap kağıdı aşağıda verilmiştir.



Şekil 8. 3 numaralı öğrenciye ait cevap kağıdı

Şekil 8' e göre 18 numaralı öğrencinin Matematiksel modelleme Aşamaları Değerlendirmesi Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10.

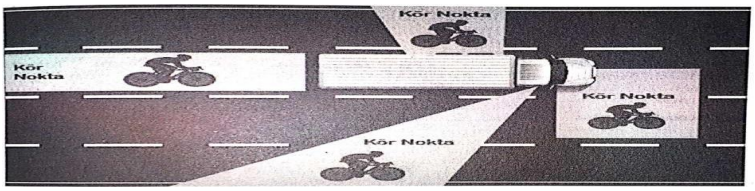
18 Numaralı Öğretmen Adayının Rubrik Değerlendirmesi

	A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	B_3	C	D	E
Yok									X
Doğru	X	X	X	X			X	X	
Eksik					X	X			

Tablo 10'da öğrencinin değerlendirmesi modelleme aşamalarına göre yapılmıştır. Doğru olan her bir aşama 2 puan olarak belirlendiğinden bu öğrenci 9 aşamadan altısı doğru ikisi eksik olduğu için 14 puan almıştır. Eksik olan aşama değişkenlerin ve parametrelerin eksik verilmesidir.

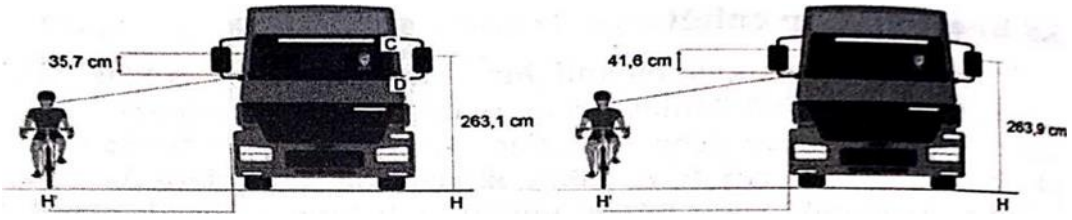
Bisiklet Güvenliği

Avrupa'da bisiklet önemli bir ulaşım aracıdır. Ancak bisiklet kullananlar otomobil kullananlara oranla daha korumasız oldukları için trafikte tehlikeye daha açıktırlar. Bu tehlike özellikle kamyon, tır gibi büyük tonajlı araçların kör noktalarında kaldıklarında daha da fazladır. Aşağıdaki şekil büyük tonajlı arabaların yaklaşık olarak kör noktalarını göstermektedir.



Şekil 5.1

Hollanda'da bisiklet kullanımı çok yaygın olduğu için kamyon kör noktalarından kaynaklanan birçok kaza meydana gelmektedir. Bu durumun farkına varan ve işine her gün bisikletle giden bir yazılımcı bisikletler için kamyonların kör noktasında olduğunu bildiren bir uyarı sistemi geliştirmeye karar verir. Bunun için öncelikle Mercedes, Man, Scania, Volvo, DAF gibi ünlü markaların ağır tonajlı araçlarının boyutlarını üretim merkezlerinden veya web sayfalarından elde etmeyi planlamaktadır. Daha sonra kamyonların etrafına yapıştırılacak karekodlar yardımı ile kamyon ölçüleri bisikletli kasklarındaki mikro kameralar ile elde edilecektir. Bu mikro kameralarla bluetooth bağlantısı olan bir cep telefonu uygulaması bisikletliye kör noktada olup olmadığını bildiren bir uyarı gönderebilecektir. Örnek olarak aşağıda ağır tonajlı iki aracın ölçüleri verilmektedir.

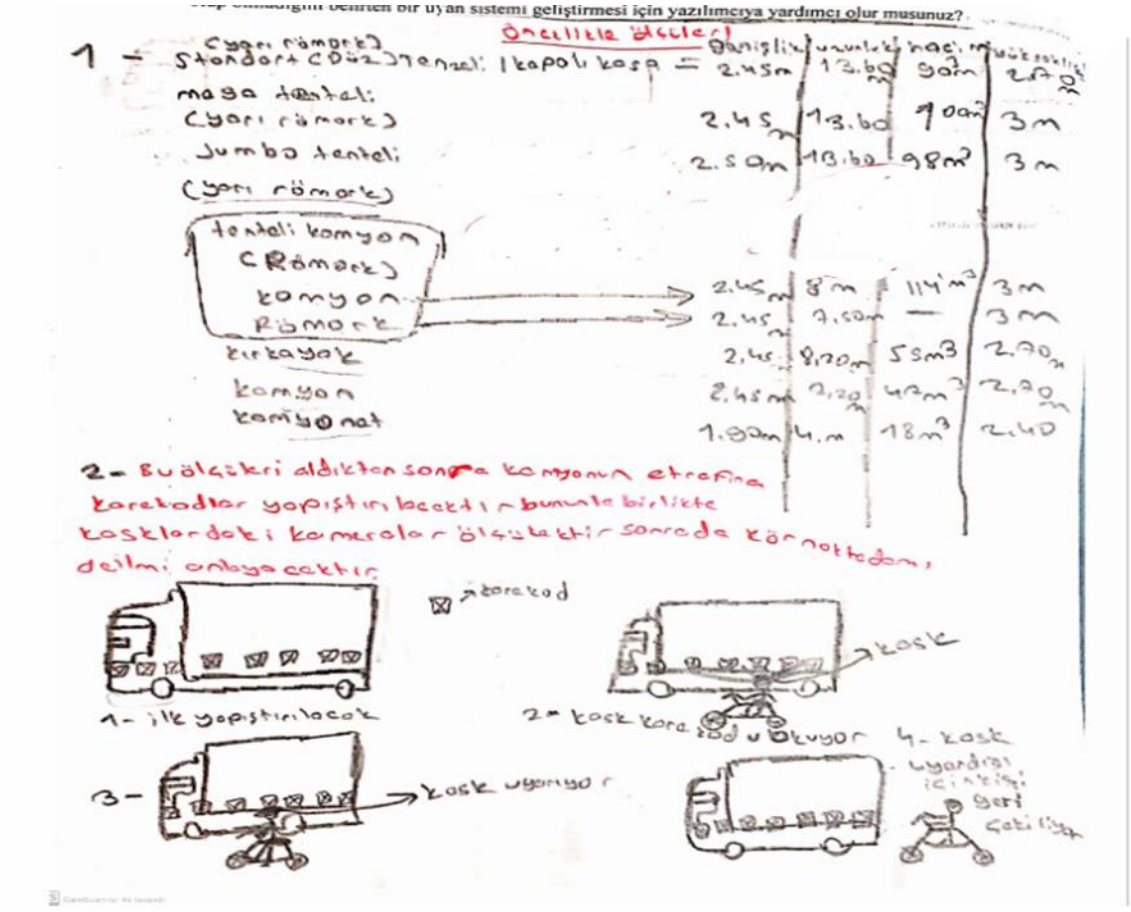


Şekil 5.2

Şekil 5.1'de görüldüğü gibi bu araçların sağ tarafındaki kör nokta iki bölgeden oluşmaktadır: Birinci durumda bisikletlinin yolcu kapısının önünde fakat kör noktada olduğu durumlar, diğeri ise aynanın görüş alanı dışındaki üçgensel alan. Buna göre bir

bisikletli ağır tonajlı bir aracın sağ tarafında, şoförle aynı hizada bulunulduğunda (Şekil 5.2) bisikletlinin kör noktada olup olmadığını belirten bir uyarı sistemi geliştirmesi için yazılımcıya yardımcı olur musunuz?

39 numaralı öğrenciye ait çözüm örneği aşağıda verilmiştir.



Şekil 9. 39 Numaralı Öğrencinin Bisiklet Güvenliği Sorusuna Verdiği Cevap Kağıdı

Şekil 9'a göre 39 numaralı öğrencinin Matematiksel modelleme Aşamaları Değerlendirmesi Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 11.

39 Numaralı Öğretmen Adayının Rubrik Değerlendirmesi

	A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	B_3	C	D	E
Yok									
Doğru	X	X	X				X	X	X
Eksik				X	X	X			

Tablo 11’e göre öğrencinin değerlendirmesi modelleme aşamalarına göre yapılmıştır. Doğru olan her bir aşama 2 puan olarak belirlendiğinden bu öğrenci 9 aşamadan altısı doğru üçü eksik olduğu için 15 puan almıştır. Eksik olan aşama değişkenlerin ve parametrelerin eksik verilmesidir.

Bisiklet probleminin çözüm aşamalarının Tablo 11'deki değerlendirmesi aşama aşama aşağıdaki şekilde olmuştur:

Verilenleri Belirleme ve Sadeleştirme (A1): Bu aşamada 39 numaralı öğrenci problemin çözümü için değişkenleri belirlemiştir. Ağır tonajlı araçlarının çeşitlerine göre boyutlarını web sayfalarından elde etmiştir. Böylece birçok varsayımın çözüm sürecinde göz önünde bulundurulacak olanları belirlememiştir. Araştırmacı bu aşamayı doğru kabul etmiştir.

Hedefi Belirginleştirme (A2): Bu aşamada karekodların nerelere yapıştırılacağına dair resimlerden yararlanarak açıklamalarda bulunmuştur. Problem durumu için düşünülebilecek birçok varsayımdan problem durumunun çözümü ile ilgili olan varsayımı seçerek hedefi belirginleştirme için bu aşama araştırmacı tarafından doğru sayılmıştır.

Problemi Formülleştirme (A_3): Bu aşamada problemi alt problemlere ayırmaya yönelik karekodların yapıştırılması ve kasklardaki uyarı sistemlerinin kör noktaları belirlemesi gibi alt problemlere ayırdığı için araştırmacı tarafından bu aşama doğru kabul edilmiştir.

Değişkenleri, Parametreleri ve Sabitleri Belirleme (B1): Bu aşamada problemin çözümünde rutin düşünüp çözüme ulaşmak için gerekli değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirlediği görülmüştür fakat kör noktaların hesaplanması ile ilgili bilgiler bulunmadığından bu aşama araştırmacı tarafından eksik sayılmıştır.

Matematiksel İfadeleri Formülleştirme (B_2): Problemin çözümüne göre problem durumu içerisinde sözel olarak belirtilen matematiksel ifadelerin cebirsel olarak ifade edilmesi eksik olduğundan dolayı bu aşama eksik kabul edilmiştir.

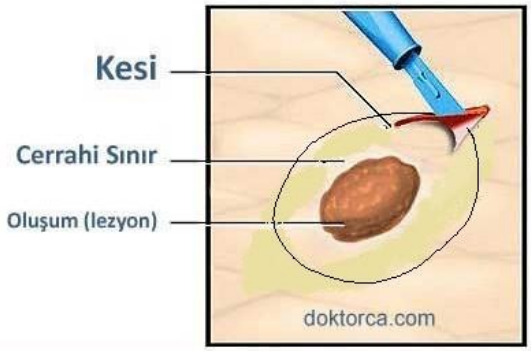
Bir Matematiksel Model Seçme ve Uygulama (B_3): Problemin çözümüne ulaşmak için sözel olarak doğru matematiksel modellemeyi belirlediği için fakat hesaplamalar kısmı eksik olduğundan bu aşama eksik kabul edilmiştir.

Çözümü Açıklamada Sözel İfadeleri Kullanma (C): Bu bölümde araştırmacı, grubun sözel ifadelerinde problemin çözümüne yönelik açıklamalar kullandığı için bu aşama doğru kabul edilmiştir.

Çözümü Açıklamak İçin Grafik ve Diagram Gösterimlerinden Yararlanma (D): Çözüme yönelik gösterim şekil ile ifade edildiğinden bu aşama araştırmacı tarafından doğru kabul edilmiştir.

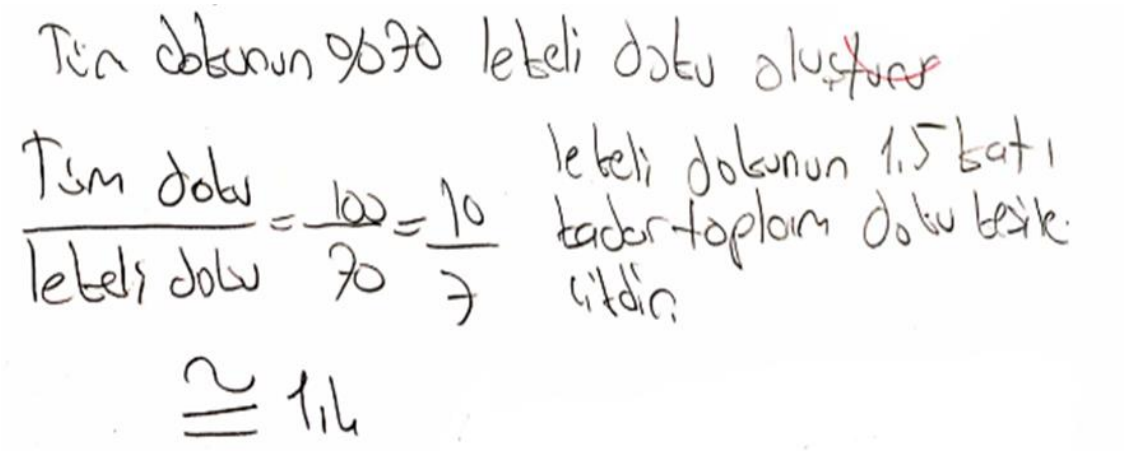
Gerçek Hayat Durumu ile Karşılaştırarak Kontrol Etme (E): Bulunan çözümün doğruluğunu, gerçek hayat durumu üzerinde test etme ve bunun sonucunda çözüm sürecini planlandığı düşünüldüğünden bu aşamada doğru kabul edilmiştir. Örneğin ağır tonajlı araçların boyutlarını araştırıp bunların her biri için kör noktaların belirlenebileceği uyarı sistemlerini kullanması günlük hayatla ilişkilendirmedir.

Biyopsi Kararı



Cilt biyopsisi, vücudun yüzey hücrelerinden veya deri katmanlarından örnek alma işlemidir. Tıraş biyopsi, Punch biyopsi ve Eksizyonel biyopsi olmak üzere üç tür biyopsi mevcuttur. Üçüncü tür olan Eksizyonel biyopside, doktorunuz bisturi yardımıyla sağlıklı deriden bir parça içerecek şekilde hastanın cildi üzerinde anormallik gösteren bölgenin tamamını alır. Yukarıdaki şekil bu işlem için uygun bir görseldir. Son bir aydır yüzünde, birdenbire ortaya çıkan, kahverengi lekeden şikayetçi olan bir hasta cilt doktoruna bu lekeyi gösterir ve doktor Eksizyonel biyopsi yapılmasına karar verir. Doktor lekenin daireye çok yakın şekle sahip olması nedeniyle durumdan çok şüphelenmemektedir. Çünkü cilt lekelerinde düzgün şekle sahip lekeler çok tedirgin edici bulunmamaktadır. Biyopsi uzmanı laborant tecrübelerinden yola çıkarak, alınan deri örneğinde sağlıklı deri oranının %30 olması durumunda daha sağlıklı sonuçlar alındığını söylemektedir. Buna göre lekenin büyüklüğü ile deri örneğinde bulunması gereken sağlıklı deri arasında nasıl bir ilişki olması gerektiğine dair bir model oluşturunuz.

16 numaralı öğrencinin biyopsi soruna verdiği yanıt aşağıda verilmiştir.



Şekil 10. 16 numaralı öğrencinin cevap kağıdı

Verilerin Toplanması ve Uygulama Süreci

Araştırma, 8 haftalık öğretim süreci ve ön test ve son testlerin ikişer haftalık uygulanma süresiyle birlikte toplam 12 haftalık süre içerisinde gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubu öğrencilerine sadece ön test ve son testler uygulanmıştır, öğretim sürecinde normal matematik müfredatı işlenmiştir. Bu süreçte öğrencilere uygulanan testler ve etkinlikler sırasıyla aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 12.

Çalışmanın uygulama süreci

Hafta	**Uygulama Adı**	**Süre**
l.ve 2.hafta	STEM İlgi Ölçeği Ön Test	30 dk
l.ve 2.hafta	Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği	30 dk
l.ve 2.hafta	STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinliği —Stadyum	50 dk
1.ve 2.hafta	STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinliği —Su İsrafı	50 dk
1.ve 2.hafta	STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinliği —Biyopsi	50 dk
1.ve 2.hafta	STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinliği —Bisiklet Güvenliği	50 dk
1.ve 2.hafta	Matematiksel Okuryazarlık testi	60 dk
3.hafta	STEM Eğitimi ve Matematiksel Modelleme Hakkında Kısa Teorik Bilgi	30 dk
4.ve 5.hafta	Matematiksel Modelleme Etkinliği —Limonata Satışı	50 dk
6.ve 7.hafta	Matematiksel Modelleme Etkinliği —Boy Ayak İzi	50 dk
7.ve 8.hafta	STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinliği —Elektrik Üretimi	50 dk
9.ve10.hafta	STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinliği—Isı Yalıtımı	90 dk
11.ve 12.hafta	STEM İlgi Ölçeği Ön Test	30 dk

11.ve12.hafta	Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği	30 dk
11.ve12.hafta	STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinliği —Stadyum Problemi	50 dk
11.ve12.hafta	STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinliği —Su İsrafı	50 dk
11.ve12.hafta	STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinliği —Biyopsi	50 dk
11.ve12.hafta	STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinliği —Bisiklet Güvenliği	50 dk
11.ve12.hafta	Matematiksel Okuryazarlık testi	60 dk

Uygulama sürecinin ilk iki haftasında STEM İlgi Ölçeği, Matematik Okuryazarlığı Öz- Yeterlik Ölçeği, Matematik Okuryazarlık Testi, STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi ön testleri uygulanmıştır. Matematik Okuryazarlık Testi ve STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi ön testini oluşturan problemlerin her birinin çözüm süresi uzun olduğundan ve Covid-19 pandemisinden dolayı öğrencilerin okula 2-3 grup halinde geldiklerinden bu problemler iki hafta içerisinde farklı ders saatlerinde uygulanmıştır. Ön testlerin uygulaması tamamlandıktan sonra uygulama sürecine başlanmıştır. Uygulama sürecinde kullanılan STEM eğitimi yaklaşımı ve matematiksel modelleme hakkında kısa teorik bilgiler olarak STEM eğitimi yaklaşımı tanımı, önemi, matematiksel modelleme tanımı ve problemlerin çözüm sürecine yönelik bilgiler verilmiştir. İki STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme ile iki Matematiksel Modelleme etkinliği, sekiz haftalık süre boyunca uygulanmıştır. Her bir etkinlik, haftada iki ders saati olan ‘Seçmeli Matematik Uygulamaları’ dersinde araştırmacının kendisi tarafından uygulanmıştır. Sekiz haftalık öğretim süreci tamamlandıktan sonra STEM İlgi Ölçeği, Matematik Okuryazarlığı Öz- Yeterlik Ölçeği, Matematik Okuryazarlık Başarı Testi, STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi, son test olarak uygulanmış ve araştırmanın uygulama süreci tamamlanmıştır.

Uygulama süreci gerçekleştirilmeden önce öğrencilere, sürecin nasıl gerçekleşeceği ile ilgili detaylı bilgiler verilmiştir ve veli tarafından onaylanmıştır. Öğretim süreci boyunca her bir etkinliğin uygulanması sırasında izlenen ortak adımlar aşağıdaki gibidir:

1. Öğrencilere, etkinlikle ilgili dikkat çekici ve merak uyandırıcı sorular sorulduktan sonra etkinlik kağıtları dağıtılmıştır. Süreç boyunca öğrencilerin, anlamadıkları ve merak ettikleri yerleri sorabilecekleri belirtilmiştir.

2. Etkinlik kağıtları dağıtıldıktan sonra öğrencilerden, etkinlikte yer alan problemi sessizce okumaları istenmiştir.
3. Etkinlikte kendilerine sunulan bilgilerle problemi okuyan öğrencilerden, problemi kendi cümleleriyle ifade etmeleri istenmiştir.
4. Her öğrenci kendi ifadesini yazdıktan sonra öğrencilerden, problemi çözmek için kendilerine gerekli olan bilgilerin neler olduğunu yazmaları istenmiştir.
5. Sonraki aşamada öğrencilerden, problemi çözmek için izleyecekleri çözüm yolunu yazmaları istenmiştir. Çözüm yolunu oluştururken öğrencilere, gerekli görülen yerlerde ipuçları verilmeye çalışılmıştır.
6. Öğrenciler kendi çözüm yollarını oluşturduktan sonra kendilerinden, oluşturdukları çözüm yolunu izleyerek problemi çözmeleri istenmiştir.
7. Çözümü yaptıktan sonra öğrencilerden, problemin çözümünün kendilerine sağladığı katkıları açıklamaları ve çözümü günlük hayatla ilişkilendirmeleri istenmiştir.
8. En son, buldukları çözümün etkili olup olmadığını, çözümün doğrulundan nasıl emin olduklarını açıklamaları istenmiştir.

Süreç boyunca araştırmacı, öğrencilerin kendisine yönelttiği soruları ipuçlarıyla öğrencileri düşündürerek cevaplamaya çalışmıştır. Öğretim süreci, öğrenciyi etkin kılacak şekilde gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Her bir etkinliğin uygulama sürecinde işbirlikli öğrenme yaklaşımı uygulanmaya çalışılmıştır. Bireysel çalışmak isteyen öğrenciler bireysel olarak çalışmışlardır (Covid-19 Pandemi Sürecinden Dolayı).

STEM etkinliklerinin geliştirilmesi sürecinde dikkate alacağımız önemli nokta dört disiplinin birbirine entegrasyonunda Matematiksel modellemeyi, Mühendislik Tasarım Süreci yönteminde araç olarak kullanmaktır. Mühendislik tasarım süreçleri günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünü sağlayan etkinlikleri içerdiğinden sosyal bir öğrenme ortamının oluşmasına zemin hazırlamaktadır (Ercan, 2014). Bireyler problem durumunu belirleme, analiz etme, verileri toplama, gerçekçi fikirler sunma, karşılaşılan probleme karşı çözüm önerisi getirebilme, çözüm önerisine ilişkin tasarım geliştirme, geliştirdiği tasarımı test etme, değerlendirme ve ortaya attığı çözümü yeteri kadar test edebilme gibi mühendislik becerilerini yalnızca bu sürece ve mühendislik tasarım etkinliklerine aktif olarak katıldıklarında gerçekleştirebilirler (NRC, 2010). Bununla birlikte Fen ve Matematik disiplinleri, Teknoloji ve Mühendislik entegrasyonu ile bireylerin günlük hayattaki problemleri çözme ve bahsi geçen disiplinler arası

bağlantıyı ve entegrasyonu kurması sağlanarak uygun ortam oluşmasına zemin hazırlanmaktadır (Çavaş Bulut, Holbrook ve Rannikmae 2013).

Öğrencilerin etkinliğin kazanımlarının farkına varabilmelerini sağlayabilmek, ilgili problem durumunun sınırlılıklarını, ölçütlerinin belirlenmesi açısından Mühendislik Tasarım Sürecinin uygulanması önem arz etmektedir (Hacıoğlu, Yamak ve Kavak 2016). Bu bilgiler dikkate alındığında STEM etkinliklerinin geliştirilmesi sürecinde etkinliklerin konu ve kazanımları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda etkinliklerin konu ve kazanımları belirlenmiştir. Bu konu/kazanımlar ortaokul 5. Sınıf, 6. sınıf, 7.sınıf ve 8. sınıf matematik müfredatında yer almakta olan Uzunluk ölçme birimleri, Dikdörtgenin alanı, Dairenin ve daire diliminin Alanı, Alan ölçme birimleri, Alan ile ilgili problemler, Yüzde ile ilgili problemler ve üçgenlerde benzerlik, Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem ve eşitsizliklerdir. Bu konuların Fen bilimleri ve Mühendislik Tasarım Süreçlerine uygunluğu değerlendirilmiş olup bu sürece uygun 2 adet STEM etkinliği oluşturulmuştur. Bu etkinliklerden "Isı Yalıtımı" etkinliği Bozkurt Altan ve Karahan (2019) tarafından fen kazanımları kapsamında hazırlanmıştır bu etkinlik araştırmacı tarafından geliştirilerek STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme etkinliği olarak geliştirilmiştir. "Elektrik Problemi", "Su İsrafı", "Biyopsi" ve "Bisiklet Güvenliği" soruları Çavuş Erdem, Doğan ve Gürbüz (2018) tarafından hazırlanmıştır. "Stadyum" sorusu Bukova Güzel (2016) tarafından hazırlanmıştır. İlgili etkinlikler bu yüksek lisans tezinde ilgili konu ve kazanıma uygun olarak kullanılmıştır. Etkinliklerin tasarlanması sürecinde bireylerin günlük hayatta karşılarına çıkabilecek ilgi çekici problem durumları üzerinde durulmuştur.

3.4. Verilerin Analizi

Araştırmanın gerekli etik onayı alınmıştır. Araştırma sonucu elde edilen nicel veriler, SPSS istatistik paket programı kullanılarak analiz çözümlenmiştir. Nitel veriler ise içerik analizine göre belirlenmiştir. Veriler normal dağılım gösterdiğinden parametrik testlerde bağımsız t testi kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi ,05 olarak kabul edilmiştir.

Verilerin analizinde normallik dağılım durumunun incelenmesi için üç farklı yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden ilki Kolmogorov- Smirnov testi ve Shapiro-Wilk testi sonuçlarını incelemektir. İkinci yöntem olarak verilerin çarpıklık ve basıklık değerlerine bakılmaktadır. Son yöntem ise grafik (Normal Q-Q grafiği, kutu-çizgi grafiği) inceleme yöntemidir (Büyüköztürk, 2017). Bu bilgiler doğrultusunda her iki ölçek ve

testler için verilerin Kolmogorov Simirnov testi ile çarpıklık ve basıklık değerleri sonucu incelenmiştir. Verilerin toplamları alındıktan sonra ilgili iki ölçek için verilerin normal dağılıp dağılmadığı irdelenmiş olup Kolmogorov Simirnov testine göre normal dağılım göstermeyen değerlerin çarpıklık basıklık değerlerine bakılarak ölçeklerin ve testlerin verilerinin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 13.

Normal Dağılım Analiz Sonuçları

	Gruplar	Kolmogorov-Smirnov[a]	Çarpıklık Skewness	Basıklık Kurtosis
İlgi Ölçeği Ön Test	Deney Grubu	,200*	,198	-,868
	Kontrol Grubu	,200*	-,357	-,054
İlgi Ölçeği Son Test	Deney Grubu	,106	-,645	-,170
	Kontrol Grubu	,000	-1,204	,783
Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği Ön Test	Deney Grubu	,200*	-,726	,888
	Kontrol Grubu	,200*	,236	-,383
Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği Son Test	Deney Grubu	,019	-1,460	2,668
	Kontrol Grubu	,200*	-,284	-,537
Matematik Okuryazarlık Başarı Testi Ön Test Toplam	Deney Grubu	,065	1,301	1,846
	Kontrol Grubu	,001	1,018	-,068
Matematik Okuryazarlık Başarı Testi Son Test Toplam	Deney Grubu	,071	-,554	-,777
	Kontrol Grubu	,080	1,058	,618
STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Problemleri Ön Test	Deney Grubu	,039	1.125	1.301
	Kontrol Grubu	,200*	,700	2,244
STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Problemleri Son Test	Deney Grubu	,000	-,917	-,583
	Kontrol Grubu	,200*	,733	1,027

Tablo 13'e göre Kolmogorov Simirnov normallik testi sonuçlarına göre ilgili veri setinin normal dağılım göstermediği gruplarda normal dağılımın diğer varsayımı olan basıklık ile çarpıklık değerleri incelenmiştir. Ölçeklerden elde edilen verilerin basıklık ve çarpıklık değerleri -1,96 ile +1,96 aralığında olduğu için verilerin normal dağılım

durumunu sağlamıştır (Büyüköztürk, 2017).

Araştırmanın verileri analiz edilirken nicel analiz yöntemleri kullanılmıştır. Bu bağlamda çalışma grubunda varsayımların sağlanması üzerine parametrik testler kullanılmıştır. Bu nedenle ilgili verilerin analizinde betimsel istatistikler (frekans, yüzde, aritmetik ortalama ve standart sapma), bağımsız gruplar T- testi, ANCOVA, korelasyon analizi kullanılmıştır. Araştırmanın ön test ve son testlerine ait verilerin analizi için 'İlişkisiz Örneklemler İçin T-Testi' ve 'ANCOVA' kullanılmıştır. Kovaryans Analizi (ANCOVA), bir araştırmada etkisi test edilen bir faktör ya da faktörlerin dışında, bağımlı değişken ile ilişkisi bulunan bir değişkenin ya da değişkenlerin istatistiksel olarak kontrol edilmesini sağlayan bir teknik olarak bilinmektedir. ANCOVA, varsayımlarının karşılanması durumunda yararlı ve güçlü bir istatistiktir (Büyüköztürk, 2017). Bu çalışmada Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği ön test puanlarına göre düzeltilmiş son test puanları ANCOVA testi sonrası kısmi n^2 =,086 olarak bulunmuştur. T-testini uygulayabilmek için bağımlı değişkene ait verilerden elde edilen puanların en az aralık ölçeğinde olması ve ilişkili iki ölçüme ait puanların normal bir dağılım göstermesi gerekmektedir. İlişkili örneklemler için t-testi, ilişkili iki örneklem ortalaması arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek amacıyla kullanılır. İlişkisiz örneklemler t-testi, iki ilişkisiz örneklem ortalamaları arasındaki farkın manidar olup olmadığını test etmek için kullanılır. İlişkilerin belirlenmesi için Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı (r) analizi tekniğinden yararlanılmıştır. Değişkenlerin bağımlı veya bağımsız olması dikkate alınmaksızın aralarındaki ilişkinin derecesini ve yönünü belirlemek amacıyla kullanılan istatistik yöntemine korelasyon denir (Sipahi, Yurtkoru ve Çinko, 2010). Kolerasyon katsayısı ne kadar -1 ve +1'e yakınsa aradaki ilişki o kadar fazla ya da güçlü demektir (Can, 2014). Korelasyon katsayısının 1.00 olması mükemmel pozitif bir ilişkiyi, -1.00 olması, mükemmel negatif ilişkiyi ; 0.00 olması ilişkinin olmadığını gösterir. Korelasyon katsayısının, mutlak değer olarak 0.70 ile 1.00 arasında olması, "yüksek"; 0.70-0.30 arasında olması "orta"; 0.30-0.00 arasında olması ise "düşük" düzeyde bir ilişki olarak tanımlanır (Büyüköztürk, 2016). Araştırmada anlamlılık düzeyi için p = 0.05 kabul edilmiştir.

STEM İlgi Ölçeği verilerinin analizinde ortalama verilerine göre aralıklar 1-1.80, "Tamamen Katılmıyorum"; 1.81-2.60, "Katılmıyorum"; 2.61-3.40, "Kararsızım"; 3.41-4.20, "Katılıyorum"; 4.21-5.00, "Tamamen Katılıyorum" şeklinde değerlendirilmiştir.

Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği verilerinin analizinde ortalama verilerine göre aralıklar 1-1.80, "Hiçbir Zaman"; 1.81-2.60, "Ara Sıra"; 2.61-3.40,

“Bazen”; 3.41-4.20, “Çoğu Zaman”; 4.21-5.00, “Her Zaman” şeklinde ve Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeğinde sonuçlara göre öğrencilerin kendini gördükleri seviye olarak 1.00-1.80, “Kendimi tamamen yetersiz görüyorum”, 1.81-2.60, “Kendimi yetersiz görüyorum”, 2.61-3.40, “Kararsızım”, 3.41-4.20, “Kendimi yeterli görüyorum”, 4.21-5.00, “Kendimi tamamen yeterli görüyorum” değerlendirilmiştir.

Öğrencilerin STEM bağlamında matematiksel modelleme problemleri etkinlik kağıtlarının analizi yapılırken matematiksel modelleme aşamalarını değerlendirme rubriği kullanılarak her bir öğrencinin performans puanı hesaplanmıştır. Ancak performans puanını hesaplamada iki kodlayıcıdan yararlanılmış olup, kodlayıcılar arası karşılaştırma yapılmıştır. Birinci kodlayıcı araştırmacının kendisi olup, ikinci kodlayıcı matematik eğitiminde alan uzmanı kişidir. Daha sonra toplam puan dikkate alınarak etkinliklerin değerlendirilmesi sonucu Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı .91 olarak bulunmuştur. Kodlayıcılar arası karşılaştırma yapılmadan önce her iki kodlayıcı, çalışma kağıtlarını Ek-7’deki puanlama anahtarına göre puanlamıştır. Kodlayıcılar puanlamalarını, matematiksel modelleme sürecinin her bir aşamasına puanlama anahtarında belirtilen düzeylere göre ayrı puan vererek tamamlamışlardır. Değerlendirme rubriği kullanılarak öğrencilerin etkinliklerde her bir basamağından aldıkları puanlar toplanarak, ön test ve son test genel puanları arasındaki ilişkiyi analiz etmek için ‘İlişkisiz Örneklemler İçin T-Testi’ ve anlamlı bir ilişkinin bulunup bulunmadığının anlaşılması için basit korelasyon tekniği kullanılarak ‘Pearson Korelasyon Katsayısı’ dan yararlanılmıştır.

Literatürde pek çok nitel veri analizi yaklaşımından bahsedilse de temelde nitel veri analizi iki başlık altında toplanmaktadır: betimsel analiz ve içerik analizi. Betimsel analiz, içerik analizine göre daha yüzeyseldir ve daha çok araştırmanın kavramsal çerçevesinin ve temalarının bilindiği araştırmalarda kullanılır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). İçerik analizi ise toplanan verilerin derinlemesine analiz edilmesini gerektirir ve önceden bilinmeyen temaların ve boyutların ortaya çıkarılmasını sağlar (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Nitel veri analizinde araştırma süreci sonunda elde edilen veriler içerik analize tabi tutularak, görüşme yapılan bireyleri tanıtıcı bulgular değerlendirilerek, birbirine benzediği ve birbiri ile ilişkisi olduğu tespit edilen veriler belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirilerek yorumlanmıştır. Görüşme formu uygulanan öğrenciler STEM bağlamında matematiksel modelleme düzeylerine göre ikisi düşük, ikisi orta ve üç kişide yüksek olan gruptan alınmıştır. Ö1ve Ö2 düşük düzey, Ö3 ve Ö4 orta düzey ve Ö5, Ö6 ve Ö7 yüksek düzeydeki öğrenciler olarak kodlanmıştır.

PISA matematik okuryazarlığı soruları güçlük düzeylerine göre puanlanmaktadır. Elde edilen matematik genel performans puanı hem bir öğrencinin performansını hem de bir sorunun zorluğunu belirtmek için kullanılmaktadır. Belli bir puana sahip olan öğrenciden güçlük derecesi o puan düzeyinde veya daha düşük düzeylerde olan soruları çözebilmesi beklenmektedir (MEB, 2005). Bu çalışmada öğrencilerin matematik okuryazarlığı düzeylerini belirlemek için yeterlilik düzeylerinin sayısı testin kendi puanlama sisteminden alınan toplam puan (30) ile 1. düzeyde alınacak en düşük puan '0' farkına oranlanarak belirlenmiştir. Tablo 13'te bu düzeyler belirtilmiştir.

Tablo 14.

Matematik Okuryazarlığı Yeterlilik Düzeyleri Puanları

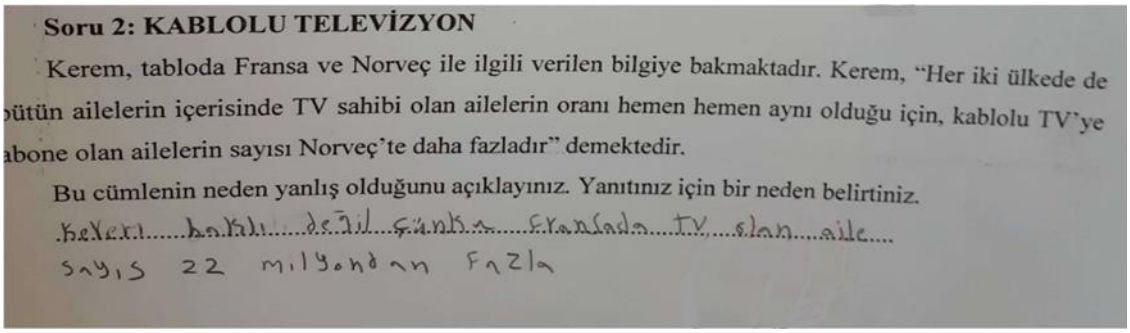
Matematik Okuryazarlığı Yeterlilik Düzeyleri	PISA Puanları	Çalışmada Belirlenen Puanlar
1.duzey	357.77-420.07	0-4
2.duzey	420.07-482.38	5-10
3.duzey	482.38-544.68	11-15
4.duzey	544.68-606.99	16-20
5.duzey	606.99-669.30	21-25
6.duzey	669.30 ve üzeri	26-30

Tablo 14'e göre göre 0-4 puan aralığı 1. düzey, 5-10 puan aralığı 2. düzey, 11-15 puan aralığı 3. düzey, 16-20 puan aralığı 4. düzey, 21-25 puan aralığı 5. düzey ve 26-30 puan aralığı 6. düzey olarak belirlenmiştir.

Matematik Okuryazarlığı Başarı Testindeki PISA sorularının değerlendirilmesi ise MEB tarafından yayınlanan PISA Açıklanan Sorular Matematik Puanlama Rehberinde belirtilen kriterlere göre puanlanmıştır. Doğru yanıt; tam puan (2), kısmi yanıt; eksik puan (1), yanlış yanıt sıfır puan olarak kabul edilmektedir.

PISA örnek sorularının MEB (2015) tarafından yayınlanan cevap anahtarları doğrultusunda Kablolu televizyon ve Fuji Dağı sorularına öğrencilerin verdikleri tam doğru yanıt örnekleri Şekil-7 ve Şekil-8 da ve kısmi doğru yanıt örneği de Şekil-9 de verilmiştir. Cevap anahtarı doğrultusunda Kablolu televizyon ve Fuji Dağı sorusunun tam doğru yanıt için öğrencilerden beklenen "Öğleden önce 11'de (Veya 11:00 gibi bu zamana denk bir ifade)", "40" ve "300 km/h." ve "Fransa'da daha fazla insan olduğu için, TV sahibi olan insan sayısı çok daha fazla, bu nedenle kablolu TV abonelerinin sayısı daha fazla" yönündeki yanıtlar tam doğru kabul edilmiştir. "5000 m/dak =83 m/s" ve "0,4

m" gibi açıklamalar yapmaları halinde kısmi doğru yanıt olarak kabul edilmiştir. Fakat kısmi yanıt veren öğrenci bulunmamaktadır.



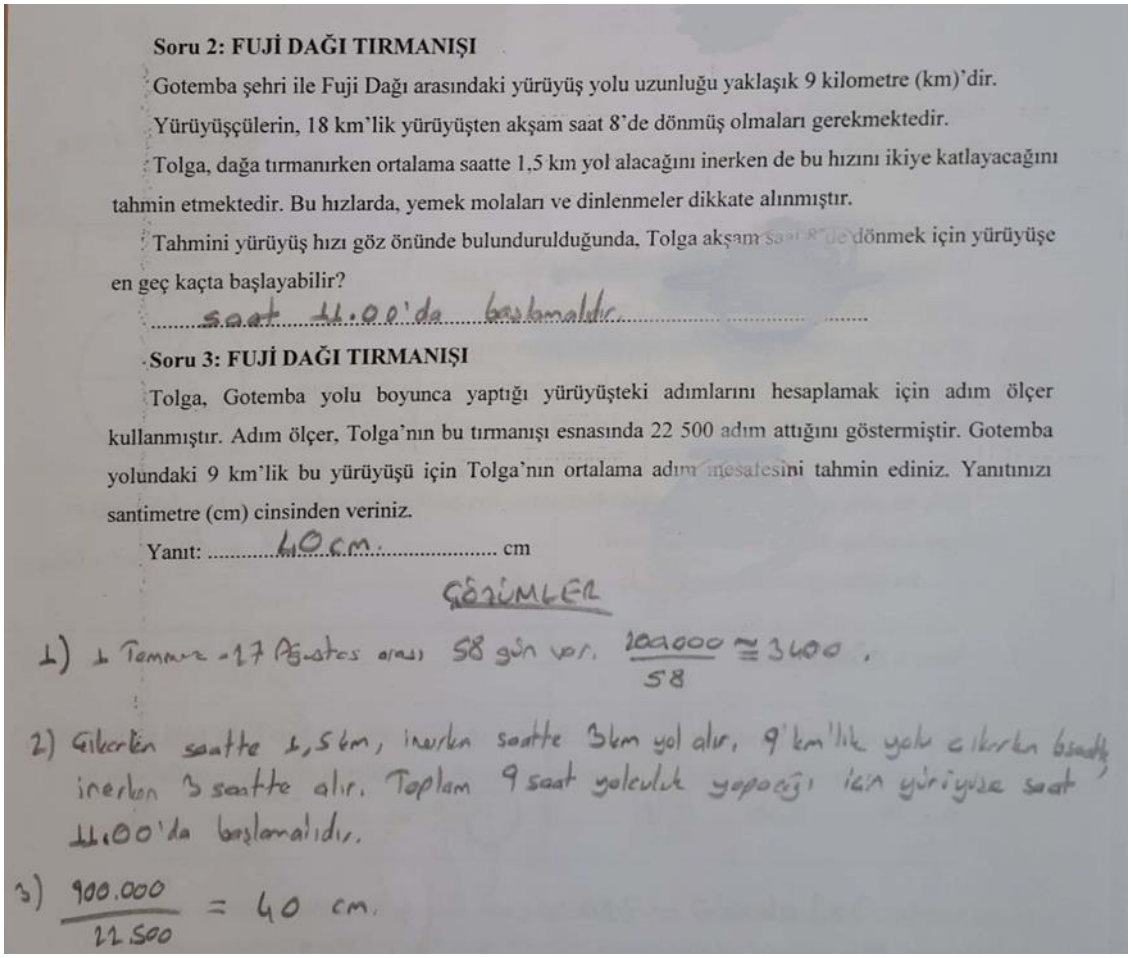
Soru 2: KABLOLU TELEVİZYON

Kerem, tabloda Fransa ve Norveç ile ilgili verilen bilgiye bakmaktadır. Kerem, "Her iki ülkede de bütün ailelerin içerisinde TV sahibi olan ailelerin oranı hemen hemen aynı olduğu için, kablolu TV'ye abone olan ailelerin sayısı Norveç'te daha fazladır" demektedir.

Bu cümlenin neden yanlış olduğunu açıklayınız. Yanıtınız için bir neden belirtiniz.

Bekir kablu değil çünkü Fransada TV olan aile sayısı 22 milyondan fazla

Şekil 11. Kablolu televizyon sorusuna 42 numaralı öğrencinin verdiği tam doğru yanıt



Soru 2: FUJİ DAĞI TIRMANIŞI

Gotemba şehri ile Fuji Dağı arasındaki yürüyüş yolu uzunluğu yaklaşık 9 kilometre (km)'dir.

Yürüyüşçülerin, 18 km'lik yürüyüşten akşam saat 8'de dönmüş olmaları gerekmektedir.

Tolga, dağa tırmanırken ortalama saatte 1,5 km yol alacağını inerken de bu hızını ikiye katlayacağını tahmin etmektedir. Bu hızlarda, yemek molaları ve dinlenmeler dikkate alınmıştır.

Tahmini yürüyüş hızı göz önünde bulundurulduğunda, Tolga akşam saat 8'de dönmek için yürüyüşe en geç kaçta başlayabilir?

saat 11.00'da başlamalıdır

Soru 3: FUJİ DAĞI TIRMANIŞI

Tolga, Gotemba yolu boyunca yaptığı yürüyüşteki adımlarını hesaplamak için adım ölçer kullanmıştır. Adım ölçer, Tolga'nın bu tırmanışı esnasında 22 500 adım attığını göstermiştir. Gotemba yolundaki 9 km'lik bu yürüyüşü için Tolga'nın ortalama adım uzunluğunu tahmin ediniz. Yanıtınızı santimetre (cm) cinsinden veriniz.

Yanıt: 40 cm. cm

ÇÖZÜMLER

1) 1 Temmuz - 17 Ağustos arası 58 gün var. $\frac{100000}{58} \cong 3400$.

2) Giderken saatte 1,5 km, inerken saatte 3 km yol alır. 9 km'lik yolu çıkarken 6 saat, inerken 3 saatte alır. Toplam 9 saat yolculuk yapacağı için yürüyüşe saat 11.00'da başlamalıdır.

3) $\frac{900.000}{22.500} = 40$ cm.

Şekil 12. Fuji Dağı Tırmanışı 2. Ve 3. Sorularına 19 numaralı öğrencinin verdiği tam doğru yanıt

Şekil 11 ve 12' de öğrencilerin vermiş oldukları doğru yanıtlar belirtilmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu çalışmada STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleriyle yapılan öğretim sürecinin 8. sınıf öğrencilerinin STEM bağlamında matematiksel modelleme ve matematiksel okuryazarlık becerilerine etkisinin ve STEM eğitimine ve STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinliklerine yönelik ilgi ve görüşleri incelenmiştir.

Bu bölümde çalışmadan elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bulgular yorumlanırken anlaşılmasını kolaylaştırmak amacıyla her bir probleme ayrı ayrı yer verilmiş ve yorumlanmıştır. Aşağıda betimsel analiz, bağımsız örneklemler t-testi, ilişkili örneklemler için t-testi Pearson Korelasyon analiz tablo ve yorumlarına yer verilmiştir.

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi "STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile mevcut öğretimin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin STEM ilgilerine arasında anlamlı bir fark var mıdır?" şeklinde ifade edilmiştir. Araştırmada elde edilen ön test ile son test verilerinin normal dağılım gösterdiğinin bulunması parametrik bir testin uygulanabileceğini ifade etmektedir. Öncelikle betimsel analiz sonuçları Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 15.

STEM Eğitimi Yaklaşımına Yönelik İlgilerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları

Gruplar	Madde	N	X	SS	Toplam
Deney Ön Test	40	66	3.80	,50	
Kontrol Ön Test	40	66	3.90	,51	3.85
Deney Son Test	40	66	3,99	,57	
Kontrol Son Test	40	66	4,05	,54	4.02

Tablo 15'te verilen öğrencilerin STEM yaklaşımına yönelik ilgilerine ilişkin deney ve kontrol gruplarının betimsel analiz sonuçları verilmiştir. STEM İlgi ölçeği ön test ve son test ortalama puanı "Katılıyorum" düzeyinde olduğu görülmektedir (X=3.85;

X=4.02). Tüm grupların ortalama ilgi ölçeği puanı “Katılıyorum” düzeyindedir.

Deney grubunda uygulanan uygulama etkinliklerinin ardından, deney grubu ve kontrol grubunun STEM İlgi Ölçeği son test puanları bağımsız grup t-testi ile analiz edilmiştir. Bulgular Tablo 15’te gösterilmiştir.

Tablo 16.

STEM İlgi Ölçeği Son Test Puanlarının Karşılaştırılmasına Yönelik Bağımsız Grup t-Testi Sonuçları

Gruplar	N	X	SS	Sd	t	p
Deney Grubu	33	3,99	3,723	32	,268	,789
Kontrol Grubu	33	4,05	3,788	32		

p>,05

Tablo 16 incelendiğinde p>,05 olduğundan sekizinci sınıf öğrencilerinin deney ve kontrol grubuna uygulama öncesi ve sonrası yapılan STEM İlgi Ölçeği son test toplamları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (t(32)= ,268; p=,789).

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi “STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile mevcut öğretimin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin matematiksel okuryazarlık öz-yeterlik düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?” şeklinde ifade edilmiştir. Araştırmada elde edilen ön test ile son test verilerinin normal dağılım gösterdiğinin bulunması parametrik bir testin uygulanabileceğini ifade etmektedir. Öncelikle betimsel analiz sonuçları Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 17.

Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçek Düzeylerine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları

Gruplar	Madde	N	X	SS	Toplam
Deney Ön Test	40	66	3,55	,62	
Kontrol Ön Test	40	66	3,18	,71	3,37
Deney Son Test	40	66	3,71	,69	
Kontrol Son Test	40	66	3,54	,72	3,62

Tablo 16'da verilen öğrencilerin Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik ölçek düzeylerine ilişkin deney ve kontrol gruplarının betimsel analiz sonuçları verilmiştir. Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik ölçeği kontrol ön testi ortalama puanı "Bazen" düzeyinde iken deney ön test ve deney, kontrol son test ortalama puanları "Çoğu Zaman" düzeyinde olduğu görülmektedir (X=3.55; X=3.71; X=3,54). Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği toplam ortalama ön test için "Bazen" düzeyinde iken verilen eğitimden sonra son test puanları için "Çoğu Zaman" düzeyinde gelişmiştir.

Deney grubunda uygulanan uygulama etkinliklerinin ardından, deney grubu ve kontrol grubunun Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği son test puanları bağımsız grup t-testi ile analiz edilmiştir. Bulgular Tablo 18'de gösterilmiştir.

Tablo 18.

Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği Ön test puanlarına göre Düzeltilmiş Son Test Puanlarının Karşılaştırılmasına Yönelik ANCOVA Sonuçları

Gruplar	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p	Kısmi n^2
Matematik Okuryazarlığı Ölçeği Ön Test	17396,3	1	17396,3	79,7	,000	,601
Deney- Kontrol	1081,5	1	1081,5	4,9	,030	,086
Hata	11560,7	53	218,1			
Toplam	1206700	56				

p>,05

Tablo 18 incelendiğinde ANCOVA sonuçlarına göre Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği ön test puanlarına göre düzeltilmiş son test puanları arasında anlamlı

bir farkın olduğu bulunmuştur, F(1,58)=4.9, p<,05). Kısmi n2 =,086 olarak bulunmuştur. Uygulanan STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinliklerinden sonra öğrencilerin matematik okuryazarlık ölçeği puanlarında %8'i deney grubunun lehine olduğu görülmüştür ve etki büyüklüğü orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Büyüköztürk 2017). Başka bir deyişle sekizinci sınıf öğrencilerinin deney ve kontrol grubuna uygulama öncesi ve sonrası yapılan Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği son test toplamları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi "STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile mevcut öğretimin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin Matematik Okuryazarlık başarı düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?" şeklinde ifade edilmiştir. Araştırmada elde edilen ön test ile son test verilerinin Kolmogorov Simirnov testine göre normal dağılım gösterdiğinden parametrik testler uygulanmıştır.

Deney grubunda uygulanan uygulama etkinliklerinin ardından, deney grubu ve kontrol grubunun Matematik Okuryazarlık Başarı Testi son test puanları bağımsız grup t-testi ile analiz edilmiştir. Bulgular Tablo 18'te gösterilmiştir.

Tablo 19.

Matematik Okuryazarlık Başarı Testi Son Test Puanlarının Karşılaştırılmasına Yönelik Bağımsız Grup t-Testi Sonuçları

Gruplar	N	X	SS	Sd	t	p
Deney Grubu	33	17,12	8,81	32		
					3,43	,001
Kontrol Grubu	33	10,73	6,06	32		

p>,05

Tablo 19 incelendiğinde p<,05 olduğundan sekizinci sınıf öğrencilerinin deney ve kontrol grubuna uygulama öncesi ve sonrası yapılan Matematik Okuryazarlık Başarı Testi son test toplamları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür (t(32)= 3,43; p=,001).

4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemi "STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile mevcut öğretimin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinlikleri düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?" şeklinde ifade edilmiştir. Araştırmada elde edilen ön test ile son test verilerinin normal dağılım gösterdiğinden parametrik testler uygulanmıştır.

Deney grubunda uygulanan uygulama etkinliklerinin ardından, deney grubu ve kontrol grubunun STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi son test puanları bağımsız grup t-testi ile analiz edilmiştir. Bulgular Tablo 19'da gösterilmiştir.

Tablo 20.

Kontrol Grubu STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi Ön Test ve Son Test Bağımlı Grup t-Testi Sonuçları

Gruplar	N	X	SS	Sd	t	p
Deney Grubu	33	36,66	8,81	32	5,369	,000
Kontrol Grubu	33	15,06	6,06	32		

p>,05

Tablo 20 incelendiğinde p<,05 olduğundan sekizinci sınıf öğrencilerinin deney ve kontrol grubuna uygulama öncesi ve sonrası yapılan STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi son test toplamları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür (t(32)= 5,369; p=,000).

4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın beşinci alt problemi "Öğrencilerin STEM ilgi ve Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik düzeyleri ile STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi düzeyleri arasında bir ilişki var mıdır?" şeklinde ifade edilmiştir. Araştırmada elde edilen son test verilerinin normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Bu bağlamda katılımcıların son test puanları arasında ilişki olup olmadığını tespit etmek için Pearson Korelasyon Katsayısı uygulanmış ve analiz sonucu elde edilen bulgular Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 21.

STEM İlgi ve Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik Düzeyleri ile STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi Düzeyleri Son Test Puanları Arasındaki İlişkiye Yönelik Pearson Korelasyon Sonuçları

		Stem İlgi Ölçeği	Matematik Okuryazarlık Başarı Düzeyi	Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik
STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Becerileri Son Test	Pearson Correlation	,029	,797**	,797
	Sig. (2-tailed)	,816	,000	,000
	N	66	66	66

Tablo 21'de STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi Son Test puanları ile STEM İlgi, Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik Düzeyleri ve Matematiksel Okuryazarlık Başarı düzeyleri arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan Pearson Korelasyon analizi sonucunda Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik düzeyi ile STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme becerileri düzeyi arasında istatistiksel açıdan anlamlı pozitif yönde ve yüksek bir ilişki saptanmıştır. Matematiksel Okuryazarlık Başarı Testi düzeyi ile STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi düzeyi arasında istatistiksel açıdan pozitif yönde anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Matematiksel Okuryazarlık Başarı Testi düzeyi ile STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi düzeyi arasındaki ilişkinin Pearson Korelasyon katsayısı ,797 ile yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır. Buna göre istatiksel açıdan pozitif yönde anlamlı bulunduğundan, STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi düzeyi, artma eğilimindeyken, Matematiksel Okuryazarlık Başarı Testi düzeyi de pozitif yönde artma eğilimindedir diye yorumlanabilir. Fakat STEM bağlamında matematiksel modelleme becerileri düzeyleri ile STEM İlgi ölçeği arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın yedinci alt problemi "STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulandığı deney grubunun öğretim sürecine yönelik görüşleri nelerdir?" şeklinde ifade edilmiştir. Araştırmada deney grubundaki yedi öğrenciye uygulanan yarı yapılandırılmış görüşme formu bulgularına yer verilmiştir. Görüşme formu uygulanan

öğrenciler STEM bağlamında matematiksel modelleme düzeylerine göre ikisi düşük, ikisi orta ve üç kişide yüksek olan gruptan alınmıştır. Ö1ve Ö2 düşük düzey, Ö3 ve Ö4 orta düzey ve Ö5, Ö6 ve Ö7 yüksek düzeydeki öğrenciler olarak kodlanmıştır.

4.6.1. Etkinliklerdeki Problemleri Çözerken Karşılaştıkları Güçlüklerle İlgili Görüşler

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun birinci sorusu "Etkinlikler hakkında düşünceleriniz nelerdir?" Öğrencilerin birinci soruya verdiği yanıtların analizi Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22.

Birinci Sorunun Analizi

Tema	**Kategoriler**	**f (Kisi Sayısı)**
Sevilmeyen Yanlar	Anlaşılması zor problem	7
	Çok uzun veya karmaşık	4
	Gereksiz bilgiler içermesi	1
Olumlu Yanlar	Mantığa dayalı	1
	Grupla çözme kolaylığı (İşbirliği)	3

Tablo 22'de görüldüğü gibi karşılaştıkları güçlükler hakkındaki görüşleri üç kategoride toplanmıştır. Genel olarak problemleri anlamada çok zorlandıkları (7), uzun veya karmaşık oldukları (4), mantığa dayalı (1), gereksiz bilgilere yer verildiği (1) ve grupla çözme işbirliği (3) gibi görüşlere vurgu yapılmıştır. Öğrencilere ait görüşler aşağıda verilmiştir.

Ö1: *Sorular benim çözmekte zorlandığım sorulardı. Problemleri birçok kez okudum ve sonunda işlemlerle çözdüm.*

Ö2: *Bazı sorularda biraz zorluk yaşadım. Grupça da birçok soruda zorlansak da Allaha şükür çözdük.*

Ö3: *Soruları anlamak zordu. Uzun, gereksiz anlamlar ve yazılar vardı. Çok mantığa dayalıydı.*

Ö4: *Problemde zorluk yaşadım. Problemler çok uzun olduğu için zorluk yaşadım. Problemleri iki üç kez okudum sonra problemi nasıl çözeceğimi buldum.*

Ö5: *Soru tekniğini anlamak için çok güçlük çektim. Problemler çok uzundu ve okumak zor geldi. Konuyla ilgili öğretmene birkaç soru sorduktan sonra matematiksel işlemleri kullanarak problemi çözmeye başladım.*

Ö6: *Soruları çözerken zorlandım. Gerçek hayattan sorular olduğu için zordu. Biraz düşündüm sonra grup arkadaşlarımızla nasıl çözeceğimize karar verdik. Daha önce böyle bir problemle karşılaşmadığım için çözümü bulmak zor oldu.*

Ö7: *Evet güçlüklerle karşılaştım. İlk önce uzun ve karmaşık geldi ama daha sonra okuyunca düşündüğüm kadar zor olmadığını anladım. Bir süre düşündükten sonra arkadaşlarla tartıştıktan sonra verilenleri kullanarak işlemler yaptım.*

Şeklindeki ifadeleri ile öğrenciler STEM bağlamında matematiksel modelleme ön test problemlerinde yaşadıkları güçlüklerden bahsetmişlerdir. Öğrencilerin yedisi de karşılaştıkları güçlükler olarak problemlerin anlaşılması zor ve karmaşık olduğu ayrıca uzun ve gereksiz bilgiler içerdiğine değinmiştir. Üç öğrenci ise problemlerin grup arkadaşları ile daha kolay çözdüklerinden bahsetmiştir. Öğrencilerden biri de problemlerin gerçek yaşam problemleri olduğuna değinmiştir.

4.6.2. Etkinlikleri Yaparken Matematik Dışında Farklı Disiplinlerle İlgili Bilgilerin Bilinmesi Gerekliliğine Yönelik Görüşler

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun ikinci sorusu "Etkinlikleri Yaparken Matematik Dışında Farklı Disiplinlerle İlgili Örneğin fen, teknoloji ve mühendislik hakkında da bilgiler bilmemiz gerekiyor mu?" Öğrencilerin ikinci soruya verdiği yanıtların analizi Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23.

İkinci Sorunun Analizi

Kategoriler	**f (Kisi Sayısı)**
Evet	7

Tablo 23'te de görüldüğü gibi diğer disiplinler hakkında bilgilerin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilere ait görüşler aşağıda verilmiştir.

Ö1: *Yeterince bilmemiz gerekli yani evet.*

Ö2: *Bence bu bilgileri bilmemiz gerekliydi.*

Ö3: *Evet gerekli.*

Ö4: *Evet bütün sorular için gerekiyor.*

Ö5: *Bence gerekiyor. Biyopsi sorusunu çözerken fen bilimlerinden yararlanmalıyız.*

Ö6: *Bu soruları çözmek içinfen mühendislik teknoloji hakkında da bilgiler bilmemiz gerekir.*

Ö7: *Evet gerekli. Bisiklet güvenliği ve tırın kör noktası konusunda mühendislik verilerine ihtiyacımız var.*

Şeklindeki ifadelere bakıldığında STEM bağlamında matematiksel modelleme sorularının diğer disiplinlerle ilişkilendirilmesi ve önceki bilgilerin transfer edilmesi ve modellemenin araç olarak kullanılmasını desteklemektedir.

4.6.3. Etkinlik Süreci ve Kazanımları ile İlgili Görüşler

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun üçüncü sorusu "Etkinliklere başladığınızdaki, etkinlikler sırasındaki ve sonrasında kendinizi nasıl değerlendiriyorsunuz? Bu süreçte edindiğiniz kazanımlar nelerdir? Kendinizde gözlemlediğiniz değişim ve gelişimler nelerdir?" Öğrencilerin üçüncü soruya verdiği yanıtların analizi Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 24.

Üçüncü Sorunun Analizi

Tema	**Kategoriler**	**f (Kisi Sayısı)**
Duyuşsal Özellik	Eğlenceli	2
	Faydalı	2
	Farklı Bakış Açıları Ve Fikirler	4
Bilişsel Özellik	Daha Iyi Öğrenme	2
	Daha Doğru Düşünme	3
STEM Eğitimi Katkısı	STEM Eğitimi ve Modelleme Problemleri Etkisi	3
	Mühendislik Alanı Ilgisi	1
	Teknoloji Ilgisi	1
Matematik okuryazarlık becerileri	Gerçek Hayat Problemi	2
	Tekrar Çözme Isteği ve Kolaylığı	5
	Grupla İşbirliği Kolaylığı	2

Tablo 24'te görüldüğü gibi öğrencilerin etkinliklerin kazandırdığı gelişimlere yönelik görüşleri on bir kategoride toplanmıştır. Öğrencilere ait görüşler aşağıda yer almaktadır.

Ö1: *Problemleri ilk başta çözerken de sonra çözerken de zorlandım. Grup arkadaşlarımızla problemi çözmeye çalışmamız eğlenceliydi. Arkadaşlarımın farklı fikirleri benimde soruyu çözmemi kolaylaştırdı. Matematikte hep böyle soruları çözmeyi isterim.*

Ö2: *Problemler çok eğlenceliydi. Özellikle günlük yaşamdan olduğu için birçok fikrim gelişti. Bir daha böyle bir problemle karşılaşınca çözeceğimi düşünüyorum.*

Ö3: *Bu problemler bizim düşünmemizi sağlıyor. Bir sorun karşısında beynimizi daha fazla zorlayabiliyor ve bu da matematiği daha iyi öğrenmemizi sağladı. Gerçek hayatta böyle problemler olduğu için artık hocama matematik ne işimize yarayacak diye sormayacağım.*

Ö4: *Problemlerin başında zorlandım ama öğretmenin verdiği modelleme soruları birçok alanda bana faydalı olacağını düşünüyorum. Bu etkinlikler ikinci defa problemleri çözmemde bana yardımcı oldu.*

Ö5: *İlk başta çok zorlandık problemleri çözerken ama arkadaşlarla tartıştığımız zaman herkes farklı bir şey söylediğinde problemi nasıl çözebileceğimizi anladık. Bu tarz problemleri her zaman çözmeyi isterim. Bende ne gibi değişiklikler oldu; daha iyi düşünmemi, doğru karar vermemi, birçok olasılığın olması soru çözerken farklı bakış açısı sağladı.*

Ö6: *Etkinliklere başladığımda çok zorlanmıştım. Ne yapacağımı düşündüm. Etkinlikler sırasında ise bu zorluklar yavaş yavaş azalmaya başladı. Sonrasında ise etkinlikler kolay gelmeye başladı. Özellikle öğretmenin yaptığı modelleme etkinlikleri bir soru hakkında çözerken nasıl düşüneceğimizi ve nasıl çözeceğimizi kolaylaştırdı. STEM eğitimi özellikle teknoloji alanında bana çok ilgi çekici geldi.*

Ö7: *Etkinliklere ilk başlarken hiç anlamamıştık. Ama sonra açıklanınca ve çözmeye çalışınca birçok soru örneği gördüm. Farklı fikirler duydum ve öğrendim. Bundan sonra problemleri çözerken daha kolay anlayacağımı düşünüyorum. İlerde STEM ile ilgili eğitim almayı düşünüyorum. Özellikle mühendislik alanında kendimi geliştirmek istiyorum.*

Şeklindeki ifadelere bakıldığında öğrencilerin ön test esnasında zorlandıkları fakat verilen STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri ve STEM eğitimi ve matematiksel modelleme hakkındaki kısa teorik bilgilerden sonra son test problemleri çözerken daha kolay düşüne bildiklerini ve daha iyi anlayabildiklerini belirtmişlerdir. Etkinliklerin eğlenceli, faydalı, farklı fikirler ve farklı bakış açıları kazandırdığı daha iyi öğrenip daha doğru düşündüklerini belirtmişlerdir. İki öğrencinin ise STEM eğitimi almak istediği ve mühendislik ve teknoloji alanının ilgilerini çektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca işbirlikli öğrenme yöntemini benimsedikleri görülmüştür.

4.6.4. STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Problemlerinin Uygulanabilirliğine Yönelik Görüşler

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun dördüncü sorusu "STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme problemleri, okullarda uygulanabilir mi? Ders kitaplarında modellemeyle ilgili etkinliklerle karşılaştınız mı?" Öğrencilerin dördüncü soruya verdiği yanıtların analizi tablo 25'te verilmiştir.

Tablo 25.

Dördüncü Sorunun Analizi

Tema	**Kategoriler**	**f (Kisi Sayısı)**
Olumlu Yanlar	Uygulanabilir	6
Olumsuz Yanlar	Çok uzun süreç	2
	Ders kitaplarında karşılaşmadım	6
	Uygulanamaz	1

Tablo 25'e baktığımızda öğrencilerin altısı STEM bağlamında matematiksel modelleme problemlerinin derslerde uygulanabilir olduğunu ve ders kitaplarında hiç karşılaşmadıklarını belirtmiştir. İki kişi uzun zaman aldığını ve bir kişide uygulanamaz olduğu görüşünde bulunmuştur. Öğrenci görüşleri aşağıdaki gibidir.

Ö1: H*ayır hiç karşıma çıkmadı. Okullarda veya başka bir yerde ama uygulanması gerekiyor*.

Ö2: *Okullarda ve teknolojide kullanılabilir.*

Ö3: *Bence STEM bağlamında matematiksel modelleme problemleri okullarda*

ileri seviyelerde uygulanmalı. Hayır ders kitaplarında karşılaşmadım.

Ö4: *Uygulanamaz ve ders kitaplarında hiç karşılaşmadım.*

Ö5: *STEM bağlamında matematiksel modelleme problemleri, okullarda uygulanabilir ama uzun süreç gereklidir. Hayır kitaplarda hiç karşılaşmadım.*

Ö6: *Uygulanabilir ama çok uzun sürer. Ve hiç karşılaşmadım.*

Ö7: *STEM eğitimi okullarda uygulanabilir. Ders kitaplarında hiç karşılaşmadım.*

Şeklindeki ifadelere bakıldığında öğrencilerin geneli STEM bağlamında matematiksel modelleme problemlerinin uygulanabilir olduğunu ama birkaçının uzun bir süreç gerektiğini ve daha önce ders kitaplarında hiç karşılaşmadıklarını belirtmişlerdir.

4.6.5. STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Problemlerinin Gerçek Hayatla Bağlantısına Yönelik Görüşleri

Yarı yapılandırılmış görüşme formunun beşinci sorusu "STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme problemleri ile gerçek hayat arasında bağlantı kurabilir misiniz? Açıklayınız." Öğrencilerin beşinci soruya verdiği yanıtlar aşağıda verilmiştir.

Ö1: *Bence kesinlikle kurulabilir. Çünkü gerçek hayatta da matematik ticaret gibi birçok yerde kullanılır.*

Ö2: *Evet kullanabiliriz. Çünkü hepsi gerçek hayat problemi.*

Ö3: *Evet tabiki kullanılabilir. Çünkü gerçek hayatta biyopsi ve su tasarrufu yaparken veya stadyum sorusunda matematik kullanıldı.*

Ö4: *Tabiki çünkü hayat matematiktir.*

Ö5: *Kurulabilir. Isı yalıtımı problemleri tamamen gerçek hayatla ilgiliydi. Özellikle binaların yapımında inşaatlarda hep matematik ile karşılaşıyoruz.*

Ö6: *Tabiki de kullanılabilir. Çözdüğümüz bütün problemler gerçekçiydi.*

Ö7: *Evet kurulabilir. Elektrik problemi, biyopsi problemi, bina tasarımı problemi, su israfı hepsi günümüz problemleri olduğu için matematiği günlük hayatımızda kullanabiliriz.*

Öğrencilerin ifadelerine baktığımızda STEM bağlamında matematiksel modelleme problemlerinin gerçek hayatla bağlantılı olduğunu ve gerçek yaşam problemleri olduğunu belirmişlerdir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA VE YORUM

Bu bölümde STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleriyle yapılan öğretim sürecinin sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerileri ve matematiksel okuryazarlığa etkisinin ve STEM eğitimi ile STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Etkinliklerine yönelik ilgi ve görüşlerinin incelenmesini amaçlayan bu araştırmaya ilişkin yorum ve tartışma, sırasıyla her bir alt problem başlığı altında verilecektir.

5.1. Öğrencilerin STEM Eğitimi ve Uygulamalarına Yönelik İlgi Düzeylerine İlişkin Yorum ve Tartışma

Birinci alt probleme ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin STEM eğitimi ve uygulamalarına yönelik son test ilgi düzeyleri arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Başka bir deyişle uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM eğitimine ve STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinliklerine ilgilerinin artmadığı ve aynı kaldığı sonucu ortaya çıkmıştır. İlgili literatür incelendiğinde öğrencilerin, STEM' e yönelik ilgilerini geliştirmede etkili olmayan çalışmalara rastlanmıştır (Gümüş, 2019; Luo, So, Wan ve Li 2021; Blotnicky ve Odendal, 2018; Erçetin, 2021). Örneğin Gümüş (2019), ortaokul öğrencilerinin STEM eğitimine olan ilgilerinde verilen eğitime göre ilgilerinin artmadığı ortaya çıkmıştır. Luo, So, Wan ve Li (2021) çalışmasında ortaokul altıncı sınıf öğrencilerin STEM alanları ilgilerinde artış olmadığı ortaya çıkmıştır. Blotnicky ve Odendal (2018), ortaokul öğrencileri ile yaptıkları çalışmalarında matematik öz- yeterlikleri düşük olan öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgilerinin de düşük olduğu belirlenmiştir. Erçetin (2021), yedinci sınıf öğrencilerine yapılan uygulamalar sonrası deney ve kontrol gruplarının STEM alanlarına yönelik ilgi ölçeğine ilişkin olarak son test puanlarının istatistiksel açıdan farklılaşmadığı belirlenmiştir. Ancak araştırma sonucunu desteklemeyen çalışmalara da rastlanmıştır. (Pekbay, 2017; Wyss, Heulskamp and Siebert, 2012; Şahin, 2013; Weber, 2011; Karakaya, Avgın ve Yılmaz, 2018; Hiğde, 2018) Pekbay (2017), ortaokul öğrencilerine ön test ve son test olarak uygulanan STEM İlgi Ölçeği ile alınan eğitim sonrası öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgilerinin arttığı görülmüştür. Wyss, Heulskamp ve Siebert (2012), çalışmalarında ortaokul öğrencilerine uyguladığı STEM ilgi ölçeğinde

izletilen videolar ile ilgilerinin arttığı belirlenmiştir. Şahin (2013), çalışmasında öğrencilerin gerçek hayat ile ilgili STEM etkinlikleri sonucunda ilgilerinin arttığı tespit edilmiştir. Weber (2011), STEM meslek alanlarına ilgilerini araştırmış ve bu alanlara ilgilerinin artmış olduğu tespit edilmiştir. Hiğde (2018), ortaokul öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerini kontrol grubundaki öğrencilere göre geliştirdiği görülmüştür.

Bu çalışmada öğrencilerin STEM eğitimine yönelik ilgileri arasında anlamlı bir farklılık görülmemesi STEM etkinliklerinin teoride sınırlı kalması ve uygulama etkinliklerinin çok fazla yapılamamış olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

5.2. Öğrencilerin Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçek Düzeylerine İlişkin Yorum ve Tartışma

İkinci alt probleme ilişkin deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçek Düzeyleri arasında ANCOVA sonuçlarına göre Matematik Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçeği ön test puanlarına göre düzeltilmiş son test puanları arasında anlamlı bir farkın oluştuğu görülmüştür. Bu durumda uygulanan STEM kapsamında matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik Ölçek Düzeylerinde anlamlı bir artış olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. İlgili literatür incelendiğinde öğrencilerin, STEM eğitimi yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri sonrası matematik okuryazarlık öz yeterliklerini geliştirmede etkili olan çalışmalara rastlanmıştır (Mujib, Mardiyah ve Suherman, 2020; Erol, 2015; Kösüren ve Üzel, 2018). Mujib ve diğerleri (2020), çalışmalarında öğrencilerin matematik okuryazarlığı becerilerinin, STEM eğitimi yöntemleri kullanarak STEM eğitimi alanların, almayanlara göre daha iyi olduğu araştırma sonucunda tespit edilmiştir. Erol (2015), çalışmasında ortaöğretim öğrencilerinin uygulanan matematiksel modelleme etkinlikleri eğitiminden sonra matematiksel okuryazarlık öz-yeterlik ölçeğinden elde edilen puanlarda istatistiki olarak anlamlı bir artışın olduğu tespit edilmiştir. Köysüren ve Üzel (2018), 6. Sınıf öğrencilerin, matematik öğretiminde STEM alanı olan teknoloji kullanımının 6. sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlığı öz yeterliklerini arttırdığı tespit edilmiştir.

Matematik Okuryazarlığı Öz Yeterlik Ölçeği ile öğrencilerin matematik okuryazarlığı öz yeterlik seviyeleri önceden belirlenen kriterlere göre öğrencilerin son test ölçekten elde ettikleri toplam puan ortalamaları orta düzeyde olduğu belirlenmiş ve öğrencilerin matematik okuryazarlığı öz yeterliklerinin “Çoğu Zaman” seviyesinde başka

bir deyişle öğrenciler kendilerini matematik okuryazarlığı seviyesini yeterli gördükleri sonucuna ulaşılmıştır. Benzer çalışmalar (Kükey,2013; Tekin ve Tekin, 2014; Akkaya ve Memnun, 2012; Dinçer, Akarsu ve Yılmaz, 2016; Uysal ve Yenilmez, 2011) incelendiğinde Kükey (2013)'de sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlığı öz yeterliklerini "orta" seviyede olduğu sonucuna ulaşmıştır. Tekin ve Tekin (2014), çalışmasında öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz yeterlik düzeylerinin "orta" seviyede olduğu sonucuna ulaşmıştır. Akkaya ve Memnun (2012), matematik, fen bilgisi ve sınıf öğretmeni adaylarına yapılan uygulama sonucunda öğretmen adaylarının birçoğunun "iyi" sayılabilecek düzeyde, fakat bir kısmının da "orta" düzeyde olduğu ve geliştirilebilir olduğu tespit edilmiştir. Dinçer, Akarsu ve Yılmaz (2016), öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz yeterlik düzeylerinin, matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeğinin puan aralığına göre "yüksek" olduğu sonucuna ulaşmıştır. Uysal ve Yenilmez (2011), araştırmalarına katılan sekizinci sınıf öğrencilerin matematik okuryazarlık düzeyi ikinci düzey ve altında olduğu yani orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

5.3. Öğrencilerin Matematik Okuryazarlık Başarı Testi Değerlendirme Puanlarına İlişkin Yorum ve Tartışma

Araştırmanın üçüncü alt problemine ilişkin sekizinci sınıf öğrencilerinin deney ve kontrol grubuna uygulama öncesi ve sonrası yapılan Matematik Okuryazarlık Başarı Testi son test toplamları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Bu bağlamda STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanan çalışma grubunun başarı ortalamaları etkinliklerin uygulanmadığı gruba göre daha fazla ve daha başarılı olduğu verilen etkinliklerin ve teorik eğitimin öğrencilerin matematik okuryazarlık performanslarında anlamlı bir şekilde arttırdığı tespit edilmiştir.

Öğrencilerin matematik okuryazarlık düzeyleri, PISA matematik okuryazarlığı değerlendirme puan rehberi ve çerçevesi bazında incelenerek öğrencilerin üç zihinsel süreç olan formüle etme, yürütme ve yorumlama-değerlendirme kapsamında olan problemleri çözmek için matematiği ve matematiksel araçları kullanırken bir dizi aşamadan geçmişlerdir. STEM kapsamında matematiksel modellemeye dayalı olarak oluşturulan gerçek yaşam problemleri çözüm sürecinde de matematiksel modelin formüle edilmesi, matematiksel hesaplamalar yapılması, verileri matematikleştirmesi ve ulaşılan sonucu yorumlayarak değerlendirmesi aşamaları deney grubunda ki birçok öğrencinin

bazı aşamaları veya birçoğunu çözüm sürecinde kullandıkları gözlenmiştir. Bu durumda STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin matematik okuryazarlığı başarılarını ve performanslarını arttırdığı söylenebilir. Öğretim uygulaması öncesinde birkaç öğrencinin de bu aşamaları gösterdiği gözlemlenmiştir. Fakat öğrencilerin sadece sayısal bilgilere odaklandığı gözlemlenmiş, formüle etme, yorumlama ve değerlendirme, sözel bilgileri kullanma kısımlarında eksiklikler olduğu görülmüştür.

Yapılan çalışmalara bakıldığında STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematik okuryazarlık performanslarını arttırdığını gösteren çalışmaya rastlanmamıştır fakat STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinliklerinin, 21. Yüzyıl becerilerini, modelleme becerilerini ayrıca matematik başarılarını arttırdığını destekleyen çalışmalara rastlanmıştır (Arleback ve Albaraccin, 2019; Baran, 2019; Erol, 2015; Demirci, 2018). Bu durumda 21. Yüzyıl becerileri arasında matematik okuryazarlığı becerisi de olmasından kaynaklı olarak; ayrıca STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinliklerinin modelleme becerilerini arttırdığını ve matematiksel modelleme etkinliklerinin matematik okuryazarlığı performansını, başarısını olumlu yönde etkilediğini destekleyen çalışmaların göz önünde bulundurulması ile STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinliklerinin de matematik okuryazarlığı başarılarını olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Ayrıca ölçek ve başarı testinden elde edilen olumlu sonuçlara göre öğrencilerin çoğunun, matematik ve matematik araçlarını kullanabilmesi, gerçek yaşam problemini matematikleştirmesi ve ulaşılan sonucu yorumlayabilmesi öğrencinin matematik okuryazarlığını geliştirdiği söylenebilir.

Arleback ve Albaraccin (2019), matematiksel modellemenin, farklı STEM disiplinlerini bütünleştirmenin merkezinde olduğu ve öğrencilerin tüm disiplinlerdeki karmaşık durumlar ve içerikle başa çıkmalarını sağlayan önemli bir kolaylaştırıcı olduğunu ve matematiksel modellemenin STEM disiplinlerinde yirmi birinci yüzyıl becerilerinin gelişimini desteklediğini savunmaktadır. Baran (2019) öğrencilerin matematiksel modelleme yaklaşımına dayalı olarak tasarlanan öğretim uygulamalarının, matematiksel iletişim becerisi ve matematik okuryazarlığı performanslarının gelişimlerini desteklediğini ortaya koymuştur. Erol (2015), uygulanan matematiksel modelleme etkinlikleri sonucu deney grubu öğrencilerine ön test ve son test olarak uygulanan matematiksel okuryazarlık becerilerini olumlu yönde geliştirdiği görülmüştür. Demirci (2018), onuncu sınıf öğrencilerine verilen matematiksel modelleme eğitiminin

öğrencilerin matematik okuryazarlığı düzeylerini olumlu yönde geliştirdiği görülmüştür.

5.4. Öğrencilerin STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Başarı Düzeylerine İlişkin Yorum ve Tartışma

Araştırmanın dördüncü alt problemine ilişkin sekizinci sınıf öğrencilerinin deney ve kontrol grubuna uygulama öncesi ve sonrası yapılan STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi son test toplamları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Bu durumda STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanan çalışma grubunun başarı ortalamaları etkinliklerin uygulanmadığı gruba göre daha fazla ve daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Başka bir deyişle verilen teorik eğitimin ve etkinliklerin öğrencilerin STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme becerilerini anlamlı bir şekilde arttırdığı tespit edilmiştir. İlgili literatür incelendiğinde bu çalışmayı destekleyecek benzer çalışmalara da rastlanmıştır (Arleback ve Albaraccin, 2019; Derin, 2017; Ceylan ve Karahan, 2021; Güder ve Gürbüz, 2018; Derin ve Aydın, 2020; Maass, Geiger, Ariza ve Goos, 2019; Mass ve Engeln, 2019; Wiedemann, 2020; English, 2016; İncikabı, 2020).

Arleback ve Albaraccin (2019), matematiksel modellemenin, STEM' in merkezinde olduğunu ve matematiksel modellemenin STEM disiplinlerinde yirmi birinci yüzyıl becerilerinin gelişimini desteklediğini savunmaktadır. Derin (2017), öğretmen adaylarının STEM bağlamında yapılan etkinlikler sonrasında matematiksel modelleme becerilerinde ilerleme gösterdiği ve STEM eğitiminin eğitim sistemimize uyarlanabilmesi için matematiksel modellemenin bir araç olarak kullanılabileceği sonucuna varmıştır. Güder ve Gürbüz (2018), STEM eğitiminde matematiksel modelleme etkinliklerin disiplinler arası bir araç olarak kullanabileceğini (English, 2016) ve disiplinler arası matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin disiplinler arası ilişkilendirme becerilerini geliştirdiği, tutumlarını olumlu yönde değiştirdiğini ve bu etkinliklerin okul müfredatında yer alması gerektiği görüşleri tespit edilmiştir. Ceylan ve Karahan (2021), STEM odaklı matematik uygulama eğitiminden sonra öğrencilerin matematik ve STEM alanları ile ilgili bilgi ve tutumlarında gelişme olduğunu belirtmiştir. Derin ve Aydın (2020), STEM eğitiminin matematik eğitiminde matematiksel modellemeden de yararlanarak öğretmen adaylarının hem matematiksel modelleme yeterliklerinde hem de problem çözme becerilerinde anlamlı ilerlemeler görülmüştür. Maass, Geiger, Ariza ve Goos (2019), matematiğin STEM eğitimindeki rolünü yirmi

birinci yüzyıl becerileri, matematiksel modelleme ve sorumlu vatandaşlık eğitimi gibi üç disiplinler arası yaklaşımla geliştirilebileceğini belirtmiştir. Daha geniş bir bakış açısıyla, Maass ve Engeln (2019), iş dünyasıyla olan bağlantıları matematiksel modelleme için belirli bir bağlam olarak görmektedir. Wiedemann (2020), Bilgisayar derslerinin ortak bir bileşeni olan matematiksel modelleme etkinlikleri ile gerçek dünyadaki matematiksel modelleme deneyimlerini getirerek, öğrencilerin matematiksel modelleme sürecini uygulamayı öğrenerek gerçek dünya problemlerini daha kolay anlamlandırabilmişlerdir. İncikabı (2020), matematiksel modelleme eğitim süreci sonrasında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri anlamlı ve olumlu geliştiği gözlemlenmiştir.

Öğrencilerin problemleri çözüm süreci matematiksel modelleme aşamalarına göre incelendiğinde özellikle problemi ve matematiksel ifadeleri formülleştirme ve sözel ifadeleri kullanma (A_3, B_2 ve C) aşamalarında çok fazla eksiklikler olduğu görülmektedir. Bir probleme çözüm üretmek için problemi alt problemlere ayırma veya probleme farklı bakış açıları ile yaklaşma, sözel olarak belirtilen matematiksel ifadelerin cebirsel olarak ifade edilmesi ve cebirsel hesaplamaların yapılması anlamına gelen bu aşamaların teorik çözüm sürecinde çok uygulanmamıştır. Böyle olmasının sebebi olarak çoktan seçmeli testlere alışık olmaları ve açık uçlu uzun soruları ve günlük hayat problemlerine alışık olmamaları gerekçe olarak gösterilebilir (Korkmaz, 2010). Başka bir sebep olarak öğrenciler sayısal değerlere odaklanarak sözel olarak ifade edebileceği veya formülleştirebileceği terimleri zihninde gerçekleştirdiği için çözüm sürecinde yazmayı gerek görmemekte ve sadece sayısal çözümler yapmaktadır. Ayrıca öğrencilerin problemle ilk karşılaştıklarında teorik çözümünde problemi anlamada, ne yapacaklarına ve nereden başlayacaklarına karar vermede çok zorlandıkları görülmüştür. Diğer yandan 'Matematiği neden öğreniyoruz?', 'Matematik gerçek hayatta ne işimize yarayacak?' gibi sorulara karşılık cevap niteliğinde olan STEM bağlamında matematiksel modelleme problemlerinin hayatın tamamen içinde olduğunu kabullendikleri görülmüştür.

5.5. Öğrencilerin STEM İlgi, Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik Düzeyleri ve Matematik Okuryazarlık Başarı Testi Puanları ile STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi Düzeyleri Değerlendirme Puanlarına İlişkin Yorum ve Tartışma

Araştırmanın beşinci alt problemine ilişkin STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi Son Test puanları ile STEM İlgi ve Matematiksel Okuryazarlık Öz-

Yeterlik Düzeyleri arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere yapılan analiz sonucunda Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik düzeyi ile STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi düzeyi arasında istatistiksel açıdan pozitif yönde anlamlı bir ilişki görülmüştür. STEM İlgi ölçeği ile STEM bağlamında matematiksel modelleme becerileri arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Bu durumda modelleme becerileri artma eğiliminde iken öğrencilerin okuryazarlık yeterlikleri de artma eğilimindedir denilebilir. Literatürde bu alt problemi destekler nitelikte çalışmalara rastlanmamıştır.

STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi Son Test puanları ile Matematiksel Okuryazarlık Başarı Testi düzeyleri arasında istatistiksel açıdan pozitif yönde ve yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Başka bir deyişle STEM bağlamında matematiksel modelleme becerileri artma eğiliminde iken matematik okuryazarlık başarıları da artma eğilimindedir. Bu bağlamda çalışma grubundaki öğrencilerin STEM bağlamında matematiksel modelleme becerileri ile matematik okuryazarlığı başarıları arasında anlamlı ilişki olmasının temel sebebi STEM eğitimi yaklaşımının 21. Yüzyıl becerilerini kazandırması ve matematiksel modellemenin matematik okuryazarlığı kavramının önemli bir parçası olması kabul edilebilir. Dolayısıyla matematik okuryazarlığı da 21. Yüzyıl becerileri arasında yer aldığı göz önünde bulundurulursa, STEM etkinliklerinin ve matematiksel modelleme problemlerinin kazandırdığı yeterlikler aynı zamanda matematik okuryazarlığı başarısı yüksek olan öğrencilerden beklenen yeterliklerdir. Bu sebeple STEM bağlamında matematiksel modelleme yeterliklerin geliştirilmesi matematik okuryazarlığını da geliştirmektedir. İlgili literatür incelendiğinde bu çalışmayı destekleyen araştırma ve rapora rastlanmıştır (Englis, 2016; STEM Task Force Report, 2014). English (2016), çalışmasında matematiğin rollerinin ve konumlarının, artan STEM çerçevesinde gözden kaçırılma veya küçülme tehlikesiyle karşı karşıya olduğunu savunarak STEM bağlamında problem çözme ve modellemenin etkilerini ve kazandırdığı becerileri yapılan çalışmaları inceleyerek genel bir sonuca varmıştır. STEM bağlamında problem çözme ve modellemenin, öğrencilerin mevcut ve gelecekteki dünyalarına başarılı katılımları için matematik okuryazarlığını geliştirmeleri için eşit fırsatlar sağlamaktadır.

ABD'deki STEM Task Force Report (2014) STEM disiplinlerinin her birinin ayrılmaz bir bileşeni olarak matematiğe odaklanmıştır. Bu rapora göre STEM eğitimi, disiplinleri "birleştirici ve aktif öğretme ve öğrenme yaklaşımları yoluyla" bütünleştiren "gerçek dünya, problemine dayalı öğrenmeyi" kapsamaktadır. Rapor, disiplinlerin her birini entegre bir bakış açısıyla tanımlarken, "matematiksel okuryazar öğrencileri", "nasıl

analiz edeceğini, akıl yürüteceğini ve fikirleri etkili bir şekilde iletebileceğini" bilmekle kalmayıp, aynı zamanda "matematiksel olarak poz verme, modelleme, formüle etme" ve "bilim, teknoloji ve mühendislikteki soruları ve çözümleri çözebilir ve yorumlayabilir" becerisini de tanımlamaktadır.

Öğrencilerin matematik okuryazarlığı düzeyleri ile STEM bağlamında matematiksel modelleme problemleri düzeylerini PISA değerlendirme çerçevesi kapsamında matematik okuryazarlık düzeyleri ile karşılaştırdığımız zaman araştırmadan önce deney ve kontrol grubu öğrencilerin matematik okuryazarlık düzeyleri ikinci düzeyde olduğu görülmüştür. Bu düzeydeki öğrencilerin ilk bakışta görülenden fazlasını gerektirmeyen belli bir içerikteki durumları fark edip yorumlayabildiği, ilişkili bilgileri ortaya çıkarabildiği, temel algoritma, formül, işlemleri kullanabildiği ve ilk bakışta görülen basit durumlarda akıl yürütebildiği söylenebilir.

STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinliklerinden sonra matematik okuryazarlığı düzeylerinde deney grubu öğrencilerin gelişme gösterdiği, ikinci düzey puan aralığının sonlarında olan okuryazarlık düzeyleri üçüncü düzeyin sonlarına yükseldiği görülmüştür. Bu düzeydeki öğrencilerinde ardı ardına kararların verilmesi gereken, açıkça tanımlanmış işlemleri yürütebildiği, basit problem çözme stratejilerini seçebildiği ve uygulayabildiği, farklı bilgi kaynaklarını kullanarak bunlardan çıkarımlar yapılmasına dayalı gösterimleri yorumlayabildiği ve kullanabildiği, yorumlarını, sonuçlarını ve akıl yürütmeleri ile elde ettiği çıkarımlarını raporlaştırırken bunlar arasındaki ilişkileri sınırlı şekilde kurabildiği sonucuna ulaşılmıştır. Fakat kontrol grubu öğrencilerinin ön ve son test puan ortalamaları ve düzeyleri arasında bir değişiklik görülmediği tespit edilmiştir. Deney grubundaki öğrencileri incelediğimizde birçok öğrencinin düzeyleri arttırdığı fakat aynı düzeyde kalan veya üst düzeyden alt düzeye geçen öğrencilerinde az sayıda mevcut olduğu görülmüştür. Matematik okuryazarlık düzeyleri incelendiğinde bu düzeylerin matematiksel modelleme becerilerini de içerdiği görülmektedir.

Matematiksel modelleme, gerçek yaşam problemi durumunda, problemle ilgili değişkenleri, ilişkileri ve tahminleri belirlemeyi, bunları matematik diline aktarmayı yani matematikselleştirmeyi, formüle etmeyi, problemin çözüm sürecini yapılandırmayı, doğrulamayı, yorumlamayı ve analiz etmeyi gerektirmektedir. STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinliklerinde de işlem becerisinin ötesinde verileri organize etme, sınıflandırma, ilişkileri görme, uygulama yaparak problem çözme, farklı disiplinlerle ilişkilendirme ve diğer disiplin alanlarından elde edilen bilgileri transfer

edebilme ve farklı disiplinlerden faydalanarak modeller yardımıyla çözüme ulaşabilme becerileri kazandırmaktadır. Bu bağlamda matematik okuryazarlığı ve STEM bağlamında matematiksel modelleme problemleri becerilerinin ortak noktası, öğrencileri erişilebilir gerçekçi durumlarla karşı karşıya getirmeleri, problemi tanımlayabilmesi ve anlayabilmesi, gerçek yaşam problemlerinin matematikleştirilmesi, formüle edilmesi ve ulaşılan sonucu yorumlayabilmesi ve analiz edebilmesi, öğrencilerin kendi aralarında tartışarak yöntem ve çözümlerini geliştirmelerine olanak sağlamasıdır. STEM yaklaşımına ve Matematiksel modelleme problemlerine ilişkin literatürün, matematik öğretme ve öğrenmede bağlamsal durumlarda problem çözme yeterliliklerini desteklediğinden bahsedilmişti (Albarracín ve Gorgorio 2019; Czocher, 2018; Ferrando vd. 2017). Dolayısıyla gerçek yaşam problemleri sınırlandırılmadığından, farklı disiplinlerin içeriğinde iyi seçilmiş ve tasarlanmış bir matematiksel modelleme probleminin STEM yaklaşımına entegrasyonunda aracı olarak kullanıldığında matematik okuryazarlığı becerileri kazandırdığı söylenebilir. Başka bir deyişle, bir matematiksel modelleme problemi sürecinde kullanılan matematik okuryazarlık becerileri, STEM disiplinleri için bütünleştirici bir aktivite olarak hareket edebilir.

STEM eğitimine geçişi sağlayan matematik eğitiminde en önemli araçlardan biri matematiksel modellemedir (Kaiser ve ark. 2011; Schukajlow vd. 2018; Doğan, Gürbüz, Çavuş Erdem ve Şahin, 2018). Bu durumda alt probleme ait bulgularda birbirleri ile yüksek düzeyde ilişkili olmaları yukarıdaki yorumlara bağlanabilir.

5.6. Öğrencilerin STEM Yaklaşımına Dayalı Matematiksel Modelleme Etkinlikleri ile İlgili Uygulama Sonrası Görüşlerine Yönelik Yorum ve Tartışma

Araştırmanın altıncı alt probleminde öğrenciler yarı yapılandırılmış görüşme formundaki açık uçlu beş soruyla STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinlikleri ile ilgili uygulama sonrası duygu ve düşünceleri tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Görüşme formundaki ilk soruda STEM bağlamında matematiksel modelleme ön test problemlerinde yaşadıkları güçlüklerden bahsetmişlerdir. Genel olarak çok zorlandıklarını, problemlerin anlaşılması zor ve karmaşık olduğu ayrıca uzun ve gereksiz bilgiler içerdiğini belirtmişlerdir. Bu durumda öğrencilerin STEM eğitimi ve matematiksel modelleme problemleri ile daha önce karşılaşmamış olmaları ve problemi nasıl çözecekleri ve çözmeye nerden başlayacakları hakkında hiçbir fikirleri olmadığı

söylenebilir. Grup arkadaşları ile iletişimleri ve yardımlaşmaları sayesinde problemlerin çözümünde ilerleyebildikleri görülmüştür.

Görüşme formundaki ikinci soruda STEM bağlamında matematiksel modelleme sorularının diğer disiplinlerle ilişkilendirilmesi ile ilgili görüşleri alınmıştır. Öğrencilerin görüşlerinde Biyopsi ve Bisiklet sorularına atıfta bulunmaları öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine tek bir disiplin alanı çerçevesinde bakmayıp birden fazla disiplin alanı içerdiğinin farkına vardıklarını göstermektedir. Sonuç olarak elde edilen görüşleri, öğrencilerin disiplinler arası ilişkilendirmeyi kabul ettikleri, gerçek yaşam problemlerinin çözümünde bir değil birden fazla disiplin alanına hakim olunması gerektiği ve önceden öğrenilen bilgilerin gerçek hayat problemi çözümüne transfer edilmesi ve modellemenin araç olarak kullanılmasını destekler niteliktedir. Bu bağlamda bu süreçlerin bilgilerin transferi, problem çözümünü matematikleştirmesi matematik okuryazarlığı becerilerini de desteklemektedir.

Öğrencilerin etkinlikler öncesi sonrası ve etkinlikler sırasında kendilerini değerlendirmeleri ve kendilerindeki değişim ve gelişimlerine yönelik görüşlere bakıldığında ön test esnasında zorlandıkları fakat verilen STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri ve STEM eğitimi ve matematiksel modelleme hakkındaki kısa teorik bilgilerden sonra son test problemleri çözerken daha kolay düşünebildiklerini ve daha iyi anlayabildiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca etkinliklerin eğlenceli, faydalı, farklı bakış açıları kazandırdığı, muhakeme yeteneklerinin ve analitik düşünmelerinin geliştiğini ve daha kalıcı öğrenme gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Birkaç öğrencinin STEM eğitimi almak istediği ve mühendislik ve teknoloji alanının ilgilerinin arttığını belirtmeleri uygulanan eğitim ve etkinliklerin öğrencilerin STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme problemlerine ilgilerinin geliştiğini göstermektedir (Derin ve Aydın, 2020; Güder ve Gürbüz, 2018). Ayrıca işbirlikli öğrenme yöntemini benimsedikleri görülmüştür. Bu durumda uygulanan STEM bağlamında matematiksel modelleme problemlerinin öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirmelerini, matematiğin gerçek hayattaki önemini anlamalarını ve matematiğe değer vermelerini sağlar. (MEB 2013). Ayrıca grup çalışması öğrencilerin sınıf ortamında eleştirel soru sormalarını, farklı düşüncelerini belirtmelerini ve bunları ispatlamaya ve arkadaşlarını ikna etmeye çalışmaların ve ortaya çıkan tartışmalarda birçok yeni fikirler kazanmalarını sağlamıştır. (Zawojewski, Lesh ve English, 2003). Öğrencilerin bu ifadeleri yapılan birçok araştırma ile de paralellik göstermektedir (Sağırlı, 2010; Doruk, 2010).

Öğrencilerin STEM bağlamında matematiksel modellerin uygulanabilirliği ile ilgili görüşleri incelendiğinde genel olarak derslerde uygulanabilir olduğunu ve ders kitaplarında daha önce hiç karşılaşmadıklarını belirtmiştir. Ayrıca problemlerin uygulanabilir ama çok uzun zaman alacağını belirtmişlerdir.

Öğrencilerin STEM bağlamında matematiksel modelleme problemlerinin gerçek hayatla bağlantısına yönelik görüşleri incelendiğinde öğrenciden alınan "Tabiki de kullanılabilir. Çözdüğümüz bütün problemler gerçekçiydi." Cevaba göre yaptıkları tüm etkinliklerin gerçek hayatla bağlantılı olduğunu ve gerçek yaşam problemleri olduğunu kabul ettikleri, matematiğin gerçek hayattaki önemini ve matematiğe karşı öğrencilerin düşüncelerinin olumlu yönde değiştiği görülmektedir. Ayrıca bazı öğrenci görüşlerinde atıfta bulundukları 'Isı Yalıtımı, Biyopsi, Su Tasarrufu, Stadyum ve Elektrik' problemlerinden bahsetmeleri matematiğin gerçek hayattaki rolünün önemini fark etmelerini sağlamıştır. Literatürde bu görüşleri destekleyen çalışmalara rastlanmıştır (Sandalcı, 2013; Doruk, 2010; Sağırlı, 2010). Sandalcı (2013), altıncı sınıf öğrencilerinin modelleme etkinliklerinden sonra günlük yaşamda matematiği fark etme düzeylerine katkı sağlamada ne kadar önemli olduğu sonucunu elde etmiştir. Doruk (2010), altıncı ve yedinci sınıflar üzerinde yaptığı çalışmada matematiği günlük yaşama transfer edebilme düzeylerinde modelleme etkinliklerinin kullanıldığı gruplarda, kullanılmayan gruplara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Sağırlı (2010), matematiksel modelleme problemlerinin 12. sınıf öğrencilerinin matematiği günlük hayatlarında görebilmelerine, kullanabilmelerine, düşünmelerini ve yorumlama becerilerini geliştirmelerine katkıda bulunduğu tespit edilmiştir.

BÖLÜM VI

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma bulgularına dayalı olarak ulaşılan sonuçlar ve bu sonuçlar doğrultusunda yapılacak araştırmalara yönelik öneriler geliştirilmeye çalışılmıştır.

6.1. Sonuçlar

Bu çalışmada STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleriyle yapılan öğretim sürecinin 8. sınıf öğrencilerinin STEM bağlamında matematiksel modelleme ve matematiksel okuryazarlık becerilerine etkisinin ve STEM eğitimine yönelik ilgi ve görüşleri incelenmiştir.

Toplanan veriler, istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir.

1. Araştırmaya katılan öğrencilere STEM İlgi Ölçeği uygulanarak STEM eğitimine olan ilgileri belirlenmiştir. Uygulama etkinliklerinden sonra öğrencilerin STEM ilgilerinin son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ortaya çıkmıştır.
2. Araştırmaya katılan öğrencilere Matematik Okuryazarlık Öz- Yeterlik Ölçeği uygulanarak öğrencilerin matematik okuryazarlık yeterlikleri belirlenmiştir. Uygulama etkinliklerinden sonra öğrencilerin ön test puanlarına göre düzeltilmiş son test puanlarının karşılaştırılmasına yönelik sonuçları incelendiğinde anlamlı bir farklılık oluşturduğu görülmüştür.
3. Öğrencilere Matematik Okuryazarlık Başarı Testi uygulanarak öğrencilerin matematik okuryazarlık düzeyleri belirlenmiştir. Son test puanları arasında anlamlı bir farklılık oluştuğu görülmüştür. STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinliklerinin deney grubu öğrencilerin matematik okuryazarlık performanslarını olumlu şekilde arttırdığı tespit edilmiştir. Matematik okuryazarlık düzeylerine baktığımızda uygulama eğitiminden önce deney ve kontrol grubu öğrencilerin matematik okuryazarlık düzeyleri ikinci düzeyde olduğu görülmüştür. STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinliklerinden sonra matematik okuryazarlığı düzeylerinde deney grubu öğrencilerin gelişme gösterdiği, ikinci düzey puan aralığının

sonlarında olan okuryazarlık düzeyleri üçüncü düzeyin sonlarına yükseldiği görülmüştür.

4. Öğrencilere STEM bağlamında matematiksel modelleme problemleri testi uygulanarak öğrencilerin modelleme düzeyleri belirlenmiştir. Son test puanları arasında anlamlı bir farklılık oluştuğu görülmüştür. STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri uygulanan deney grubu öğrencilerin STEM bağlamında matematiksel modelleme problemleri başarılarının, etkinliklerin uygulanmadığı gruba göre daha fazla ve daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.
5. STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi son test puanları ile STEM İlgi ölçeği son test puanları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Fakat Matematiksel Okuryazarlık Öz-Yeterlik düzeyi ile STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme Testi düzeyi arasında istatistiksel açıdan pozitif yönde anlamlı bir ilişki görülmüştür. STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme problemleri testi son test puanları ile Matematiksel Okuryazarlık Başarı Testi düzeyleri arasında istatistiksel açıdan pozitif yönde anlamlı bir yüksek bir ilişki saptanmıştır. Bu bağlamda STEM eğitimi yaklaşımının 21. Yüzyıl becerilerini kazandırması ve matematiksel modellemenin matematik okuryazarlığı kavramının önemli bir parçası olması kabul edilebilir. Dolayısıyla matematik okuryazarlığı da 21. Yüzyıl becerileri arasında yer aldığı göz önünde bulundurulursa, STEM etkinliklerinin ve matematiksel modelleme problemlerinin kazandırdığı yeterlikler aynı zamanda matematik okuryazarlığı başarısı yüksek olan öğrencilerden beklenen yeterliklerdir. Bu sebeple STEM bağlamında matematiksel modelleme yeterliklerin geliştirilmesi matematik okuryazarlığını da geliştirmektedir.
6. Araştırmanın nitel bulguları incelendiğinde STEM bağlamında matematiksel modelleme ön test problemlerinde yaşadıkları güçlüklerden bahsetmişlerdir. Genel olarak çok zorlandıklarını, problemlerin anlaşılması zor ve karmaşık olduğu ayrıca uzun ve gereksiz bilgiler içerdiğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin görüşlerine göre STEM bağlamında matematiksel modelleme problemlerinin çözümünde gerçek yaşam problemlerinin çözümünde bir değil birden fazla disiplin alanına hâkim olunması gerektiği ve önceden öğrenilen bilgilerin gerçek hayat problemi çözümüne transfer edilmesinin gerçekleştiği bu durum

da modellemenin araç olarak kullanılmasını destekler niteliktedir. Ayrıca etkinliklerin eğlenceli, faydalı, farklı bakış açıları kazandırdığı, muhakeme yeteneklerinin ve analitik düşünmelerinin geliştiğini ve daha kalıcı öğrenme gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Mühendislik ve teknoloji alanına olan ilgilerinin arttığını belirtmeleri uygulanan eğitim ve etkinliklerin öğrencilerin STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme problemlerine ilgilerinin geliştiğini göstermektedir. Derslerde uygulanabilir olduğunu fakat çok zaman aldığı belirtilmişlerdir. Son olarak matematiği günlük hayatta fark etmelerini sağladığı görülmüştür.

6.2. Öneriler

Araştırmanın bu bölümünde sonuçlara dayanarak STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinliklerini matematik öğretiminde kullanılması ve gelecekte yapılacak olan araştırmalara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

1. 21. Yüzyıl becerileri kazanımı açısından tüm dünyada önem kazanan STEM eğitimini matematik dersine entegre edebilmek için, matematik kazanımlarını STEM etkinliklerinde kullanabilmek için matematiksel modellemeyi STEM yaklaşımında araç olarak kullanarak daha fazla STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinlikleri tasarlanabilir ve öğretim programlarında kullanılabilir.
2. STEM eğitimi, matematiksel modelleme ve matematik okuryazarlığı becerilerinin üçünü birden kapsayan çalışmalar öğretmen ve öğretmen adayları, ilkokul ve lise öğrencileri ile yapılabilir.
3. Yüksek öğretim kurumlarında STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinlikleri öğretim programında kullanılabilir. Yeni etkinlikler öğretmen adayları ile birlikte tasarlanabilir.
4. Ortaokul düzeyinde çok fazla etkinlik mevcut olmadığından ortaokul kazanımlarını içeren daha fazla STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinlikleri tasarlanabilir.
5. Bu çalışmada sadece matematik bağlamında ele alınan STEM yaklaşımı tüm disiplin alanları ile ilgili branş öğretmenleri ile çalışmalar yapılıp her derse uygun STEM bağlamında matematiksel modelleme etkinlikleri ders planları

tasarlanabilir. Sadece matematik dersinde değil tüm disiplin alanlarında uygulanabilir etkinlikler oluşturulabilir.

KAYNAKÇA

Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Corlu, M. S., ve Özel, S. (2012). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitimi: Disiplinlerarası çalışmalar ve etkilişimler. *10. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde* sunulmuş bildiri, Niğde, Turkey

Akarsu, M, Okur Akçay, N, Elmas, R. (2020). STEM Eğitimi Yaklaşımının Özellikleri ve Değerlendirilmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi, STEM Eğitimi*, 155-175. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/buje/issue/58376/842413

Akay, M. (2018). Üstün Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde Kullanılabilecek Matematik Temelli Stem Etkinliklerinin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 89-91.

Akgündüz, D. (2016). A Research about the placement of the top thousand students in stem fields in Turkey between 2000 and 2014. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 12*(5), 12-14.

Akgündüz, D. (2018). STEM eğitiminin kuramsal çerçevesi ve tarihsel gelişimi. Akgündüz, D. (Editör). *Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulama STEM Eğitimi*. Ankara: Anı Yayıncılık, 19-51

Akgündüz, D. ve Ertepınar, H. (2018). Eğitim Fakültesinde bütünleşik fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) öğretimi. Akgündüz, D. (Editör).*Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulama STEM Eğitimi*. Ankara: Anı Yayıncılık, 285-319

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity? White Paper*. İstanbul, Turkey: Aydın Üniversitesi

Akkaya, R. ve Sezgin-Memnun, D. (2012). Öğretmen Adaylarının Matematiksel Okuryazarlığa İlişkin Öz-Yeterlik İnançlarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 19,* 96-111.

Aksu, N. (2019). Farklı ülkelerden PISA sınavına katılan öğrencilerin matematik okuryazarlığını etkileyen faktörlerin tahmin edilmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi

Akyüz, Y. (2012). *Türk eğitim tarihi* (22. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Albarracín, L., Gorgorió, N. (2019). Using large number estimation problems in primary edu-cation classrooms to introduce mathematical modelling. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education,27(2),* 45–57

Alkan, Y. (2019). Matematiksel modelleme etkinlikleriyle yapılan öğretim sürecinin 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerine ve okuduğunu anlama becerilerine etkisinin incelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dicle Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

Almeida, L. M. W. (2018). Modelleme etkinliklerinde matematiğin kullanımına ilişkin düşünceler. *ZDM Matematik Eğitimi, 50,* 19–30

Altun Yalçın, S., Açışlı, S., & Turgut, Ü. (2011). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi ve eğitim fakültelerinin fen okuryazarlığını geliştirmedeki etkinliğinin araştırılması. Procedia Sosyal ve Davranış Bilimleri, 15, 783-787. [Çevrimiçi olarak: www.sciencedirect.com], Erişim tarihi: 28 Mayıs 2013.

Altun, M, Aydın Gümüş, N, Akkaya, R, Bozkurt, İ, Kozaklı Ülger, T. (2018). Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Matematik Okuryazarlığı Beceri Düzeylerinin İncelenmesi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi, 1 (1),* 66-88. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/fmgted/issue/40553/451551

Altunel, M. (2018). STEM eğitimi ve Türkiye: fırsatlar ve riskler. *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı, 1-7,* sayı: 207. 01 Nisan 2020 tarihinde, www.setav.org adresinden alınmıştır.

Ärleback, J. B., Doerr, H. M., & O'Neil, A. M. (2013). A modeling perspective on interpreting rates of change in context. *Mathematical Thinking and Learning, 15(4),* 314–336.

Arlebäck, JB ve Albarracín, L. (2019). STEM disiplinlerinde Fermi problemlerinin kullanımı ve potansiyeli, yirmi birinci yüzyıl yeterliklerinin gelişimini desteklemek için. *ZDM Matematik Eğitimi*. https://doi.org/10.1007/s11858-019-01075-3

Artigue, M. ve Blomhoej, M. (2013). Matematikte sorgulamaya dayalı eğitimi kavramsallaştırma. ZDM Matematik Eğitimi, 45 (6), 797–810.

Aslan-Tutak, F., Akaygün, S., & Tezesen, Ş. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Eğitimi Uygulaması: Kimya ve Matematik Öğretmen Adaylarının FeTeMM Farkındalıklannın İncelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi*

Eğitim Fakültesi Dergisi, 32(4), 794- 816. https://doi.org/10.16986/HUJE.2017027115

Atkinson, R. D. ve Mayo, M. (2010). *Rcfueling the U.S. innovation economy: Fresh approaches to Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education.* The information Technology & Innova- tion Foundation, http://wvvyvjtif.org/files/2010-refueling-innovation-economy.pdf adresinden erişildi

Aydeniz, M. (2017). *Eğitim sistemimiz ve 21. Yüzyıl hayalimiz: 2045 Hedeflerine ilerlerken, Türkiye için STEM odaklı ekonomik bir yol haritası*. University of Tennessee, Knoxville.

Aydın, E., Derin, G. (2018). *Merhaba Stem Yenilikçi Bir Öğretim Yaklaşım, STEM ve Matematik Eğitimi.* İstanbul: Eğitim

Aztekin, S., & Şener, S. (2015). Türkiye'de matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının içerik analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Eğitim ve Bilim, 15(5),* 139-161.

Bakırcı, C. (2016). Matematiksel modelleme etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin PISA matematik başarı düzeylerine etkisi (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 450066)

Bakırcı, H., & Kutlu, E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Computer and MathematicsEducation (TURCOMAT), 9*(2), 367-389.

Baldinger E.E., Staats S., Covington Clarkson L.M., Gullickson E.C., Norman F., Akoto B. (2020) A Review of Conceptions of Secondary Mathematics in Integrated STEM Education: Returning Voice to the Silent M. In: Anderson J., Li Y. (eds) *Integrated Approaches to STEM Education. Advances in STEM Education. Springer*, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_5

Baran, A. (2019). Matematiksel Modellemeye Dayalı Bir Öğretim Deneyinde Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel İletişim Becerilerinin, Matematik Okuryazarlıklarının ve Duyuşsal Özelliklerinin İncelenmesi. (Doktora Tezi). Eskişehir Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Barquero, B., Bosch, M., Romo, A. (2018). Mathematical modelling in teacher education: dealing with institutional constraints. *ZDM: the international journal on mathematics education 50(3). DOI:10.1007/s11858-017-0907-z*

Baypınar, K, Tarım, K, ve Keklik, G. (2015). İlköğretim öğretmenlerinin matematik

okuryazarlığı öz-yeterlik düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (21)*, 846-870. DOI: 10.14520/adyusbd.27281

Bender, W. N. (2015). *Differentiating instruction for students,* (Ed.) Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Bender, W. N. (2018). *20 strategies STEM for insrutcion*. İpek, A. S., Yıldız, B. (ed.).Ankara: Nobel.

Bergsten, C. ve Frejd, P. (2019). Matematik öğretmen adaylarının STEM eğitimi için hazırlanması: Ders önerilerinin analizi. *ZDM Matematik Eğitimi*. https://doi.org/10.1007/s11858-019-01071-7.

Beswick, K. ve Fraser, S. (2019). Matematik öğretmenlerinin 21. yüzyılda STEM bağlamında öğretim becerilerini geliştirmek. *ZDM Matematik Eğitimi*. https://doi.org/10.1007/s11858-019-01084-2 .

Beswick, K., & Fraser, S. (2019). Developing mathematics teachers' 21st century competence for teaching in STEM contexts. *ZDM Mathematics Education, 51(6),* 955–965. https://doi.org/10.1007/s11858-019-01084-2

Biçer, B. G. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin stem hakkındaki görüşlerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 2019 (12), 1-15. DOI: 10.46778/goputeb.457736

Bircan, M. A. (2019). STEM eğitimi etkinliklerinin ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına, 21. yüzyıl becerilerine ve matematik başarılarına etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun

Blotnicky, K.A., Franz Odendaal, T., French, F. Joy, P. (2018) A study of the correlation between STEM career knowledge, mathematics self-efficacy, career interests, and career activities on the likelihood of pursuing a STEM career among middle school students. *IJ STEM Ed* **5,** 22 https://doi.org/10.1186/s40594-018-0118-3

Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education. Discussion document. *Educational Studies in Mathematics, 51,* 149-171.

Blum, W., & Borromeo-Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: can it be taught and learnt?.*Journal of Mathematical Modelling and Application, 1(1),* 45-58.

Blum, W. ve Leiss, D. (2007). Öğrenciler ve öğretmenler modelleme problemleriyle nasıl başa çıkıyorlar? C. Haines, P. Galbraith, W. Blum ve S. Khan (Eds.), *Matematiksel modelleme: Eğitim, mühendislik ve ekonomi — ICTMA 12* (s. 222-

231). Chichester: Horwood.

Boaler, J. (2001). Mathematical modeling and new theories of learning. *Teaching Mathematics andits Applications, 20(3),* 121-128.

Bolat, Y. İ. (2020). STEM temelli matematik etkinliklerinin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerisi ile STEM alanlarına olan ilgiye katkılarının araştırılması. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Bozan, M.A (2018). Sınıf öğretmenlerinin STEM odaklı mesleki gelişim süreçleri: bir eylem araştırması. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından elde edildi.

Bozkurt, İ , Altun, M . (2019). Matematik Okuryazarlığı Problemlerinin Diğer Problem Türlerinden Farkı: Ortaokul Öğrencilerinin Değerlendirmeleri. *Academy Journal of Educational Sciences, 3 (2)* , 165-176. DOI: 10.31805/acjes.646648

Boz-Yaman, B., & Uyarlı, M. (2018). Bir matematiksel modelleme etkinliği: Murat ın cep telefonu. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi,* 8(1), adresinden erişildi. 18

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2013). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics, 112(1),* 3-11.

Bryan, L. A., Moore, T.J., Johnson, C. C., & Roehrig, G.H (2016). Integrated STEM education. In C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & T. J. Moore (Eds.), *STEM Road Map: A Framework for Integrated STEM Education.* New York: Routledge.

Bukova Güzel E., Uğurel, I. (2010). Matematik Öğretmen Adaylarının Analiz Dersi Akademik Başarıları İle Matematiksel Modelleme Yaklaşımları Arasındaki İlişki. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 2010, 29 (1),* 69-90

Bukova Güzel, E. (Ed.). (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme.* Ankara: Pegem Akademi.

Burghardt, M. D., Hacker, M. (2004). In classroom settings most problems are usually well defined, so students have little experience with open-ended problems. *Journal of The Technology Teacher*

Burkhardt, H. (2018). Ways to teach modelling a 50 year study. *ZDM Mathematics Education* 50, 61–75. https://doi.org/10.1007/s11858-017-0899-8

Buyruk, B. & Korkmaz, Ö. (2016). FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 13(2),61-76.

Büyüköztürk, Ş. (2017*) Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*. Ankara: Pegem Akademi

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., Demirel, D. (2016) *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi

Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: from purposes to practices.* Portsmouth, NK: Heinemann.

Bybee, R. W. (2010a) "What is STEM?", Science Education, 329(5995), 996-996.

Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in k-12 classrooms: Understanding "a framework for k-12 science education. *Science And Children, 49*(4), 10-16.

Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities.* National Science Teachers Association, NSTA Press, Arlington, Virginia.

Bybee, R.W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher, 70* (1), 30-35.

Can, A. (2014). *Spss İle Bilimsel Araştırma Sürecinde Nicel Veri Analizi*. Ankara: Pegem Akademi.

Caprile, M., Palmen, R., Sanz, R., & Dente, G. (2015). *Encouraging STEM studies for the labour market*. Retrieved 25 November 2017, from http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU(2015)542199_EN.pdf.

Carter, V. R. (2013). Defining Characteristics of an Integrated STEM Curriculum in K-12 Education. (Yayınlanmamış doktora tezi). Arkansas Üniversitesi, Arkansas.

Ceylan, Ö. (2019). STEM Odaklı Matematik Uygulamalarının 11. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Tutum ve Bilgileri Üzerine Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Ceylan, Ö., Karahan, E. (2021). STEM odaklı matematik uygulamalarının 11.sınıf öğrencilerinin matematik tutum ve bilgileri üzerine etkisi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International, 11(2),* 660-683. https://doi.org/10.18039/ajesi.793601

Charette, R. N. (2014, December/2015, January). Commentary: STEM sense and nonsense. *Educational Leadership, 72*, 79-83.

Cheema, J. R. (2017). Effect of Math- Specific Self- Efficacy on Math Literacy: Evidence From a Greek Survey. *SAGEJournal.*

Cho, B., & Lee, J. (2013). *The effects of creativity and flow on learning through the*

STEAM education on elementary school contexts. Paper presented at the International conference of educational technology, Sejong University, South Korea.

Chute, E. (2009). *STEM education is branching out: Focus shifts from making science, math accessible to more than just brightest.* Pittsburg Post-Gazette. Web: http://www.post-gazette.com/news/education/2009/02/10/STEMeducation-isbranchingout/stories/ 200902100165

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4. Baskı). Thousand Oaks, CA: Sage.

Creswell, J. W.(2018). *Karma yöntem araştırmalarına giriş* (Edt. M. Sözbilir). Ankara: PegemA Yayıncılık.

Crismond, D. P. ve Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education, 101(4),* 738–797. http://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2012.tb01127.x

Czocher, J. A. (2018). How does validating activity contribute to the modeling process? *Educational Studies in Mathematics 99(3),*137-159.

Czocher, J.A., Melhuish, K. & Kandasamy, S.S. (2019). FeTeMM lisans öğrencilerinin matematiksel modelleme yoluyla matematik öz yeterliliğini geliştirme. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology 51(6),* 2020.

Czocher, JA (2016). Modelleme geçişine giriş matematiksel bağlantı için bir araç olarak diyagramlar matematiksel düşünmeye modelleme. *Matematiksel Düşünme ve Öğrenme, 18* (2), 77 – 106.

Çavaş, B., Bulut, Ç., Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2013). Fen eğitimine mühendislik odaklı bir yaklaşım: ENGINEER projesi ve uygulamaları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, *1*(1), 12-22.

Çavuş Erdem, Z, Doğan, M, Gürbüz, R, Şahin, S. (2017). The Reflections of Mathematical Modeling in Teaching Tools: Textbook Analysis. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences, 7 (1),* 61-86. DOI: 10.17984/adyuebd.309793

Çelik, D. ve Temurtaş, A. (2018). Modelleme Perspektifleri. R. Gürbüz & M. F. Doğan (Ed.), *Matematiksel modellemeye disiplinler arası bakış: Bir stem yaklaşımı* içinde 21-27. Ankara: Pegem Akademi.

Çelikkol, Ö. (2016). 7. sınıf öğrencilerine cebirsel sözel problemlerde matematiksel

modelleme uygulaması: bir eylem araştırması (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 431416)

Çepni, S. & Ormancı, Ü. (2017). *Geleceğin dünyası* (s. 1-32). Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi (Editör: S. Çepni). Ankara: Pegem Akademi.

Çepni, S. (2016). PISA ve TIMSS sınavlarında başarıyı yakalamak için Türkiye ne yapmalı*?* Edt S. Çepni. *PISA ve TIMSS Mantığını ve Sorularını Anlama*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Çepni, S. (2017). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi* (Editör: S. Çepni). Ankara: Pegem Akademi.

Çetin, S. (2019). STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimler Enstitüsü, Konya.

Çırak B., Yörük, A. (2016). "Mekatronik Biliminin Öncüsü İsmail El - Cezeri", *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 4 175-194, May. 2016

Çilingir, E. ve Dinç Artut, P. (2016). Gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımının ilkokul öğrencilerinin başarılarına, görsel matematik okuryazarlığı özyeterlik algılarına ve problem çözme tutumlarına etkisi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi, 7(3),* 578-600. https://doi.org/10.16949/turkbilmat.277872

Çiltaş, A, Zihar, M. (2018). Matematiksel modelleme yöntemiyle 8. sınıf üslü ifadeler konusunun öğretimine yönelik bir eylem araştırması. *e-Kafkas Journal of Educational Research, 5* (3), 46-63 . DOI: 10.30900/kafkasegt.500004

Çiltaş, A. & Işık, A. (2012). Matematiksel modelleme yönteminin akademik başarıya etkisi. *Çağdaş Eğitim Dergisi Akademik, 2,* 57-67.

Çiltaş, A. (2011). Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 301126)

Çiltaş, A. (2015). Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme etkinliği oluşturma süreçlerinin incelenmesi. *Route Educational and Social Science Journal, 2(4), 332-344*

Çiltaş, A., Demirci, G., & Güler, G. (2018). 7. sınıf öğrencilerinin zekâ türlerine göre matematiksel modelleme problemi çözebilme becerilerinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 22 (2), 889-903.

Çoban, M. (2018). PISA 2012 bağlamında 9. sınıf öğrencilerinin matematiksel

okuryazarlığının incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çorlu, M. S. (2012a). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) eğitimi teorik çerçevesi [A theoretical framework for STEM education]. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde* sunuldu, Niğde.

Çorlu, M. S., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). FeTeMM eğitimi ve alan öğretmeni eğitimine yansımaları. *Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. Education and Science, 39*(171), 74-85.

Çorlu, M.S. (2014). FETEMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*.3(1), 4-10.

Demir, F. (2015). Matematik okuryazarlığı soru yazma süreç ve becerilerinin gelişimi. Yayınlanmamış doktora tezi. Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Demirci, G. (2018). Matematiksel modelleme yönteminin matematik okuryazarlığına etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Deniz, D, Akgün, L. (2016). Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemi ve uygulamalarına yönelik görüşleri. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5(1)* , 95-117. DOI: 10.18506/anemon.272677

Deniz, Ş. (2020). Ortaokul öğrencilerinin model oluşturma etkinlikleri (MOE) aracılığıyla STEM eğitiminde matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.

Derin, G. (2017). Ortaöğretim matematik öğretmen eğitimi programına STEM entegrasyonu: Bir ders örneği (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Derin, G. Aydın, E. (2020). Matematik Öğretmeni Eğitiminde STEM Matematiksel Modelleme Birlikteliğinin Problem Çözme ve Modelleme Becerilerine Etkisi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi, STEM Eğitimi,* 93-121. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/buje/issue/58376/842389

Deveci, Ö, Aldan Karademir, Ç. (2018). Ortaokul Öğrencilerinin Matematik Öz-bildirimleri İle Görsel Matematik Okuryazarlığı Öz-yeterlik Algıları. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi, 4 (3),* 33-49. Retrieved from

https://dergipark.org.tr/tr/pub/ekuad/issue/41379/500201

Dinçer, B, Akarsu, E, Yılmaz, S. (2016). İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematik Okuryazarlığı Özyeterlik Algıları ile Matematik Öğretimi Yeterlik İnanç Düzeylerinin İncelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 7 (1),* 207-228. DOI: 10.16949/turcomat.99884

Doerr, H., & Tripp. J. (1999). Understanding how students develop mathematical models. *Mathematical Thinking and Learning, 1*(3), 231–254.

Doğan, M. F., Gürbüz, R., Çavuş Erdem, Z. ve Şahin, S., (2019a). STEM eğitimine geçişte bir araç olarak matematiksel modelleme. R. Gürbüz ve M. F. Doğan (Ed.). *Matematiksel modellemeye disiplinler arası bakış: Bir STEM yaklaşımı* içinde (s. 43-56). Ankara: Pegem Akademi.

Doğan, MF, Şahin, S., Çavuş Erdem, Z. & Gürbüz, R. (2018). Öğretmenlerin Disiplinlerarası Matematiksel Modelleme Problemi Farkındalıklarının İncelenmesi, *Uluslararası Matematik ve Matematik Eğitimi Konferansı* (ICMME-2018), Ordu Üniversitesi, 27-29 Haziran 2018, Ordu.

Dorie, Brianna L, Monica Cardella, ve Gina Navoa Svarovsky. (2014). "Capturing the Design Thinking of Young Children Interacting with a Parent", 8.

Doruk, B. K. (2010). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 265182)

Dost, Ş. (2019). *Matematik Eğitiminde Modelleme Etkinlikleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları

DuPlessis, AE (2018). Alan dışı STEM öğretmenlerinin yaşanmış deneyimi: STEM'de kaliteli öğretimin stratejikleştirilmesi için bir sorun mu var? *Fen Eğitiminde Araştırma*. https://doi.org/10.1007/s11165-018-9740-9 .

Ekici, F. Y., Bardak, Ö. G. M. ve Zadeh, Ö. G. M. Y. (2018). Erken Çocukluk Döneminde STEM. K. A. Kırkıç, E. Aydın (Ed.). *Merhaba STEM: Yenilikçi Bir Öğretim Yaklaşımı* içinde (s. 51-78). Konya: Eğitim Yayınevi, 51-78.

Elidar, Ö. (2019). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının almış olduğu öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinin matematiksel modellemeye yönelik görüşlerine etkisi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

English, L. D. (2015). STEM: Challenges and opportunities for mathematics education. In K. Beswick, T. Muir, & J. Wells (Eds.), *Proceedings of the 39th Conference*

of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (1) 3–18. Hobart: PME.

English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education, 3*(1), 1–8. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1.

English, L. D. (2016b). Developing early foundations through modelling with data. In C. Hirsch (Ed.), *Annual perspectives in mathematics education: Mathematical modeling and modeling mathematics.* Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

English, L. D. (2017). Advancing Mathematics Education Research Within a STEM Environment. *Research in Mathematics Education in Australasia 2012–2015, 17*(353).

English, L. D., & Gainsburg, J. (In press, 2016). Problem-solving in a 21st-century mathematics curriculum. In L. D. English & D. Kirshner (Eds.), *Handbook of international research in mathematics education* (3rd ed., pp. 313-335). New York: Taylor & Francis.

English, L. D., & King, D. T. (2017). Engineering education with fourth-grade students: Introducing design-based problem solving. *International Journal of Engineering Education, 33*(1B), 346-360.

English, L. D., & Mousoulides, N. (2015). Bridging STEM in a real-world problem. *Mathematics Teaching in the Middle School, 20*(9), 532-539.

English, L. D., Arleback, J. B., & Mousoulides, N. (2016). Reflections on progress in mathematical modelling research. In A. Gutierrez, G. Leder & P. Boero (Eds.), *The second handbook of research on the psychology of mathematics education*. 383–413.

Erçetin, E. E. (2021). STEM Odaklı Matematik Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Derse Yönelik Tutumlarına ve STEM Mesleklerine Olan İlgilerine Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Eroğlu, S, Bektaş, O. (2016). STEM Eğitimi Almış Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM Temelli Ders Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi, 4 (3),* 43-67. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/enad/issue/32043/356762

Erol, M. (2015). Modelleme etkinliklerinin 9.sınıf öğrencilerinin matematiksel

okuryazarlıkları ve inançları üzerine etkisi. (Doktora Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ersoy, Y. (2003). *Matematik okuryazarlığı-I: Genel amaçlar ve yeterlikler*. Matematik Sempozyumu-2002Bildiri Kitabi, (5-8 Haziran 2002, Ankara) (Düzenleme: O. Çelebi, Y. Ersoy, G. Öner). Ankara: Matematikçiler Derneği Yay.

Ersoy, Z. (2018). İlkokullar için STEM Programının Uygulayan Okul Öncesi ve Sınıf Öğretmenlerinin STEM Öğretimi Üzerine Yeterliliklerinin İncelenmesi. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından elde edildi.

Eryılmaz, S. ve Uluyol, Ç. (2015). 21. Yüzyıl Becerileri Işığında FATİH Projesi Değerlendirmesi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi GEFAD / GUJG, 2*(35), 209-229.

Ferrando, I., Albarracín, L., Gallart, C., García-Raff, L. M., & Gorgorió, N. (2017). Analisis de los modelos matematicos producidos durante la resolucion de problemas de Fermi. *Bolema, 31(57),* 220–242.

Ferri, R. B., & Blum, W. (2013). Barriers and motivations of primary teachers for implementing modelling in mathematics lessons, *Proceedings of CERME* 8, February 6-10.

Fisher, D., Frey, N. (2014). Vocabulary learning. *The Reading Teacher, 67*(8), 594–599.

Geiger, V. (2019). İlköğretim sınıflarında matematiği eleştirel akıl yürütmeyi ve araştırmayı destekleyen kanıt olarak kullanma. *ZDM Matematik Eğitimi*. https://doi.org/10.1007/s11858-019-01068-2 .

Gonzalez, H. B. & Kuenzı, J.J. (2012). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. Congressional Research Service.

Goos, M., Galbraith, P. ve Renshaw, P. (2002). Sosyal aracılı üstbiliş: Küçük grup problemlerinin çözümünde ortak proksimal gelişim bölgeleri oluşturmak. *Matematikte Eğitim Çalışmaları, 49 (2),* 193–223.

Guzey, S. S., Harwell, M., Moreno, M., Peralta, Y., & Moore, T. (2017). The impact of design-based STEM integration curricula on student achievement in science, engineering, and mathematics. *Journal of Science Education and Technology, 26(2),* 207–222.

Guzey, S. S., Moore, T. J., Harwell, M., & Moreno, M. (2016). STEM ıntegration in middle school life science: Student learning and attitudes. *Journal of Science Education and Technology, 25(4),* 550-560.

Güder, Y, Gürbüz, R. (2018). STEM Eğitimine Geçişte Bir Araç Olarak Disiplinler Arası Matematiksel Modelleme Oluşturma Etkinlikleri: Öğretmen ve Öğrenci Görüşleri. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences,* 8, 170-198. DOI: 10.17984/adyuebd.457626

Güder, Y. (2019). Matematiksel modelleme yoluyla disiplinler arası geçiş. Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.

Gümüş, E. B. (2019). Ortaokul Öğrencilerinin Stem Eğitimine Yönelik İlgi Ve Görüşlerinin Belirlenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Gündüzalp, M. (2019). 11. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Güneş, B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N. (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 1(1),* 35-45.

Gürbüz, R. ve Doğan, M. F. (2018) *Matematiksel modellemeye disiplinlerarası bir bakış: bir STEM yaklaşımı.* (Edt: R. Gürbüz ve M. F. Doğan). Ankara: PegemA Yayıncılık.

Güzel, S. (2017). Altıncı sınıf matematik dersi öğretim programının matematik okuryazarlığı yeterlikleri bakımından değerlendirilmesi ve geliştirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Hacıoğlu, Y., Yamak, H. ve Kavak N., 2016. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri, *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *5* (3), 807830.

Haines, C.R., & Crouch, R. M. (2007). *Mathematical modelling and applications: ability and competence frameworks.* In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn, & M. Niss (Eds.), Modelling and applications in mathematics education. 417-424. New York, Springer.

Hıdıroğlu, Ç. N. ve Özkan Hıdıroğlu, Y. (2016). Modelleme yaklaşımlarına bütüncül bir bakış ve yeni bir öğrenme modeli önerisi: HTTM modeli ve kuramsal temeli. Ö. Demirel ve S. Dinçer (Ed.), *Eğitim bilimlerinde yenilik ve nitelik arayışı*. 1109-1142. Ankara: Pegem Akademi.

Hıdıroğlu, Ç. N., & Bukova Güzel, E. (2015). Teknoloji destekli ortamda matematiksel modellemede ortaya çıkan üst bilişsel yapılar. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi, 6*(2), 179-208.

Hiğde, E. (2018). Ortaokul 7. sınıf öğrencileri için hazırlanan STEM etkinliklerinin farklı değişkenlere yönelik etkisinin incelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Hobbs, L., Clark, J. C. & Plant, B. (2018). Successful Students–STEM Program: Teacher Learning Through a Multifaceted Vision for STEM Education. In *STEM Education in the Junior Secondary* 133-168.

Honey, M., Pearson, G. & Schweingruber (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press. http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf, Erişim tarihi: 20.02.2018

Işık, N. (2016). Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilkokul 4. sınıfta sayılar öğrenme alanına ilişkin zorluk algısı ve başarıya etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

İmir, B. (2019). Sınıf Öğretmenlerinin STEM Eğitimine Yönelik Yeterlilik ve Tutumlarının Belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

İncikabı, S. (2020). Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine ve öğretim deneyimlerine yansımalarının araştırılması. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

Jolly, A. (2014). Six characteristics of a great STEM lesson. *Education Week*. www.edweek.org/ tm/articles/2014/06/17/ctq_jolly_stem.html adresinden alınmıştır.

Kabael, T. (2019). Matematik Okuryazarlığı ve PISA , T. Kabael (Ed.), Ankara: Anı.

Kabael, T. ve Barak, B. (2016). Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının matematik okuryazarlık becerilerinin PISA soruları üzerinden incelenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi, 7(2),* 321-349.

Kaiser, G. (2005). Okulda matematiksel modelleme – örnekler ve deneyimler. Mathematikunterricht im Spannungsfeld von Evolution und Assessment. *Werner Blum için Festband,* 99-108.

Kaiser, G., Blum, W., Ferri, R. B., & Stillman, G. (2011). Trends in teaching and learning

of mathematical modelling–Preface. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling (pp. 1–5).* Dordrecht, The Netherlands: Springer.

Karahan, E. ve Bozkurt, G. (2017). STEM eğitiminde matematik odaklı gerçek dünya problemleri ve matematiksel modelleme. S. Çepni (Ed.), Kuramdan uygulamaya STEM+A+E Eğitimi, içinde (s. 353-372). Pegem Akademi. https://doi.org/10.14527/9786052410561.11

Karakaş, A. (2019). Yedinci sınıf öğrencilerine verilen matematik okuryazarlığı eğitiminin planlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Karakaş, Ş. (2020). Kırsal kesimde öğrenim gören 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.

Karatağ, E. (2017). 8. sınıf öğrencilerinin temel geometrik kavramları içeren günlük hayat durumlarına dayalı sözel problemleri modelleme süreçlerinin incelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Karataş, F.Ö. (2017). Eğitimde geleneksel anlayışa yeni bir S(İ)TEM. Çepni, S. (Ed.), *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi içinde* (s. 53-68), Ankara: Pegem Akademi.

Karakaya, F, Avgın, S, Yılmaz, M. (2018). Ortaokul öğrencilerinin fen-teknoloji-mühendislik-matematik (STEM) mesleklerine olan ilgileri. *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi, 3 (1),* 36-53. Retrieved from http://ihead.aksaray.edu.tr/en/pub/issue/36890/375789

Kelley, T. R. & Knowles, J. R.(2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education, 3*(11), 2-11

Kennedy, TJ ve Odell, MRL (2014). Öğrencileri STEM eğitimine dahil etmek. *Uluslararası Science Education, 25* (3), 246-258.

Kertil, M. (2008). Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).Marmara Üniversitesi. İstanbul.

Kertil, M. ve Gurel, C. (2016). Mathematical modeling:A bridge to STEM education. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, *4*(1), 44-55.

Kertil, M., Çetinkaya, B., Erbaş, A. K. ve Çakıroğlu, E. (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme*. Bingölbali, E., Arslan, S. ve Zembat, İ. Ö. (Haz.), Matematik Eğitiminde Teoriler (s. 539-563). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Keskin, Ö. Ö. (2008). Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Ankara.

Kılıç, B. ve Ertekin, Ö. (2017). MEB için Fen Teknoloji Mühendislik Matematik-FeTeMM Modeli (STEM) ile Eğitim. Erişim adresi: http://tbae.bilgem.tubitak.gov.tr/

Kırıktaş, H., Şahin, M. (2019). Lise Öğrencilerinin STEM Alanlarına Yönelik Kariyer İlgileri ve Tutumlarının Demografik Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi, 4 (1)*, 55-77. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/egitim/issue/44976/548798

Kocayayla, C. (2019). Ortaokul 7. sınıf öğrencilerine yönelik matematiksel modelleme etkinliklerinin geliştirilmesi ve öğrencilerin modelleme yeterliklerinin belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.

Kol, M., Erbaş, A. K., Çetinkaya, B. (2015). Ortaokul matematik öğretmen adaylarının dikey matematikselleştirme sürecinin bir matematiksel modelleme etkinliği bağlamında incelenmesi. Conference: TürkBilMat 2, Adıyaman.

Korkmaz, E. (2010). İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri. Yayımlanmamış doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Köysüren, M, Üzel, D. (2018). Matematik Öğretiminde Teknoloji Kullanımının 6. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Okuryazarlığına Etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 12 (2)*, 81-101. DOI: 10.17522/balikesirnef.506418

Kumar, D. D, (2017), Analysis of an interactive technology supported problem based

learning STEM Project using selected learning sciences interest areas (SLSIA), *International Journal of Education in Mathematics, Science and Techbology*, 5(1), 53-61. DOL:10.18404/ijernest.69590.

Kükey, E. (2013). Ortaokul 8. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Okuryazarlık Düzeylerinin Matematik Başarılarına Etkisi. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Lacey, T. A. ve Wright, B. (2009). Occupational employment projections to 2018. *Monthly Labor Review,* 82-109.

Laforce, M., Noble, E., & Blackwell, C. (2017). Problem-based learning (PBL) and student interest in STEM careers: The roles of motivation and ability beliefs. *Education Sciences, 7(4),* [92]. https://doi.org/10.3390/educsci7040092

Lesh, R., & Doerr, H.M. (2003). Foundations of models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh & H. M. Doerr (Eds.,), *Beyond constructivism: Models and modelling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching* (pp. 3-33). NJ. Mahwah, Lawrence Erlbaum Associates.

Ling, O. S., & Wah, J. L. P. (2019). Ucts Foundation Students'perception Towards Arduino as a Teaching and Learning Tool in Stem Education. *e-Bangi*, *16*(3).

Luo, T., So, W.W.M., Wan, Z.H., Li, W. C. (2021). STEM stereotypes predict students' STEM career interest via self-efficacy and outcome expectations. *IJ STEM Ed 8,* 36. https://doi.org/10.1186/s40594-021-00295-y

Maass, K. (2004). Mathematisches modellieren im unterricht - Ergebnisse einer empirischen studie. *Mathematik-Didaktik, 25 (2),* 175-176.

Maass, K., & Engeln, K. (2019). Professional development on connections to the world of work in mathematics and science education. *ZDM Mathematics Education.* https ://doi.org/10.1007/s1185 8-019-01047 -7.

Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R., & Goos, M. (2019). The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDMMathematicsEducation,* 5/(7), 869-884. https://doi.org/10.1007/s 11858- 019-01100-5.

MacDonald, A., Goff, W., Dockett, S., Perry, B. (2016). Mathematics Education in the Early Years. *Research in Mathematics Education in Australasia 2012-2015*. 165-187

Macun, Y. (2019). Problem temelli STEM etkinliklerinin oran-orantı ve yüzdeler konularının öğretiminde 7. sınıf öğrencilerinin matematik başarılarına

tutumlarına ve görüşlerine etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Mascil. (2013). Sınıf materyalleri. Http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/subsets/mascil/ adresinden erişildi.

Marginson, S., Tytler, R. Freeman, B. and Roberts, K. (2013)STEM: Country Comparisons. *Report for the Australian Council of Learned Academies. Australian Council of Learned Academies*. Melbourne, Australia.

Mayan, T. (2019). Problem çözme ve problem kurma uygulamalarının ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlığına etkisinin incelenmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

MEB. (2005). *Ortaöğretim matematik (9-12. Sınıflar) dersi öğretim programı.* Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

MEB. (2018). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

MEB. (Milli Eğitim Bakanlığı) (2016). *STEM Eğitimi Raporu. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri* Genel Müdürlüğü. Erişim adresi:

MEB-EARGED,(2010).Milli Eğitim Bakanlığı, Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı, PISA 2006 (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı, Ulusal Nihai Rapor, Ankara.

Meng C. C., Idris N. and Kwan L. (2014). Eurasia Journal of Mathematics. *Science & Technology Education, 10*(3), 219-227.

Mengi, B. (2019). Matematiksel modelleme yaklaşımının öğretim ortamında kullanılmasının 7.sınıf öğrencilerinin problem çözme ve üst düzey düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Miller, J. (2019). STEM Matematiksel düşünceyi desteklemek için ilk yıllarda eğitim: Matematiksel yapıları ve kalıpları tanımlamak için kodlama kullanma. *ZDM Matematik Eğitimi,* 51 (6), bu sayı.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2013a). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2013b). *PISA 2012 Ulusal Ön Raporu.* Erişim adresi: http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2013/12/pisa2012-ulusal-on-raporu.pdf

Milli Eğitim Bakanlığı. (2016). *PISA 2015 Ulusal Raporu.* Erişim adresi: http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2016/12/PISA2015_Ulusal_Rapor1.pdf

Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4,5,6,7 ve 8. sınıflar).* Ankara. Erişim adresi: http:///file:///C:/Users/ASUS/Downloads/20177171750553500 2MATEMATIK%201-8.pdf

Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). *STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabı.* http://scientix.meb.gov.tr/images/upload/Event_35/Gallery/STEM%20E%C4%9Fitimi%20 %C3%96%C4%9Fretmen%20El%20Kitab%C4%B1. pdf, (Erişim tarihi: 10 Mayıs 2020).

MOE (Ministry of Education Singapore). (2012). MOE financial assistance scheme (MOE FAS). http://www. moe.gov.sg/media/press/files/2012/03/enhance-fas-annex-a.pdf

MOE, (2013). *Mathematics syllabus - primary one to five.* Singapore: Curriculum Planning and Developmental Division.

Moomaw, S. (2013). *Teaching STEM in the early years: Activities for integrating science, technology, engineering, and mathematics.* Redleaf Press.

Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A. ve Smith, K. A. (2014). A Framework for quality K-12 engineering education: Research and development. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, *4*(1), 1–13. https://doi.org/10.7771/2157-9288.1069

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. *Engineering in precollege settings: Research into practice*, 35-60.

Moore, T.J., Glancy, A.W., Tank, K.M., Kersten, J.A., Smith, K.A. and Stohlmann, M. S. (2014). A framework for quality K-12 engineering education. *Research and development, J. Pre-Coll. Eng. Educ. Res., vol. 4*, no. 1,p. 2.

Moore, T.J., Stohlmann, M.S., Wang, H.H., Tank, K.M., Glancy, A.W., & Roehrig, G.H. (2014*).* Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Research into practice* (pp. 35–60). West Lafayette, IN: Purdue Press.

Mosley, P., Ardito, G., and Scollins, L. (2016). Robotic Cooperative Learning Promotes

Student STEM Interest. *American Journal of Engineering Education, 7*(2), 117-128.

Mujib, M., Mardiyah, M., Suherman, S. (2019). STEM: Pengaruhnya terhadap literasi matematis dan kecerdasan multiple inteligences. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education, 3(1),* 66-37. Doi: https://doi.org/10.24042/ijsme.v3i1.5448.

Mumcu, H. Y., Baki, A. (2017). Matematiği kullanma aktivitelerinde matematiksel modellemenin yorumlanması, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 36* (1), 7-33 . Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/omuefd/issue/30333/327387

Murat, A. (2018). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının 21.Yüzyıl Becerileri Yeterlik Algıları İle STEM'e Yönelik Tutumlarının İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek lisans Tezi. Fırat Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Elazığ

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standarts for school mathematics: an overview.* National Council of Teachers of Mathematics. Reston: Author.

National Research Council (NRC), (2011). *Successful k-12 Stem education: identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council [NRC]. (2012*). A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas.* Washington DC: The National Academic Press.

National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.

Next Generations Science Standards [NGGS]. (2013). *The next generation science standardsexecutivesummary.* 8.10.2016tarihinde:http://www.nextgenscience.org/sites/ngss/files/Final%20Release%20NGSS%20Front%20Matter%20-%206.17.13%20Update_0.pdf sayfasından erişilmiştir.

Niss, M., Blum, W. ve Galbraith, P. (2007). Tanıtım. İçinde: W. Blum, PL Galbraith, H.-W. Henn ve M. Niss (Eds.), *Matematik eğitiminde modelleme ve uygulamalar: 14. ICMI çalışması* (s. 3-32). New York: Springer.

OECD; (2007). *Education at a Glance 2007 OECD Indicators,* OECD, Paris.

OECD; (2013). *Education at a Glance 2013 OECD Indicators,* OECD, Paris.

Office of the Chief Scientist, (2014). *Science, Technology, Engineering and Mathematics*

in the National Interest: A Strategic Approach. Australian Government. Canberra, Australia.

Organisation fort pense he Economic Co-operation and Development (OECD). (2003). *The PISA 2003 assesment framework: mathematics, readings, science and problem solving knowlege and skills*. Paris: OECD.

Organization for Economic Co-Operation and Development. (2016). PISA 2015 results in focus. Erişim adresi: https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf

Öner, G, Özdem Yılmaz, Y. (2019). Ortaokul Öğrencilerinin Problem Çözme ve Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algıları ile STEM'e Yönelik Algı ve Tutumları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi, 8 (3),* 837-861. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/cije/issue/48894/574134

Özcan, H, Koştur, H. (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretmenlerinin STEM Eğitimine Yönelik Görüşleri. *Sakarya University Journal of Education, 8*(4) (Supplement Issue) , 364-373. DOI: 10.19126/suje.466841

Özdemir, A.U. (2019). Sınıf öğretmenlerinin FeTeMM farkındalıkları ve FeTeMM eğitimi uygulamalarına yönelik görüşleri (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından elde edildi.

Özdil, S. Ö. (2017). Tekli ve çoklu aracılık modellerinde aracı değişken etkisinin BK, Sobel, Bootstrap yöntemleriyle karşılaştırılması (PISA 2012 matematik okuryazarlığı). Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Özgen, K. ve Bindak, R. (2008). Matematik okuryazarlığı öz yeterlik ölçeğinin geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 16* (2), 517-528.

Öztürk, N, Masal, E. (2020). Sınavla Öğrenci Alacak Ortaöğretim Kurumlarına İlişkin Merkezi Sınav Matematik Sorularının PISA Matematik Okuryazarlığı Yeterlilik Düzeyleri Açısından Sınıflandırılması. *Journal of Multidisciplinary Studies in Education, 4 (1),* 17-33. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/jmse/issue/54051/724009

Öztürk, N. (2013). Altıncı Sınıf Fen ve Teknoloji Dersi Işık ve Ses Ünitesinde 5E Öğrenme Modeline Dayalı Etkinliklerin Öğrenme Ürünlerine Etkisi. Yayınlanmamış Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Pala, G. (2015*). 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi üzerine nitel bir araştırma.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Partnershipfor 21st Century Skills. (2009). *P21 framework definitions.* Erişim Adresi: http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework_Definitions.pdf

Pekbay, C. (2017). "Fen Teknoloji Mühendislik ve Matematik Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencileri Üzerindeki Etkileri". (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Pollak, H. (2016). *Annual Perspectives in Mathematics Education (APME) 2016: Mathematical Modeling and Modeling Mathematics* (pp. vii-viii). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Poyraz, G.T. (2018). Stem Eğitimi Uygulamasında Kayseri İli Örneğinin İncelenmesi ve Uzaktan Stem Eğitiminin Uygulanabilirliği. Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü. Uzaktan Eğitim Anabilim Dalı, Eskişehir.

Pusula (2010). Kaynakları. Http://www.compass-project.eu/resources.php?ug_preselfl =sdtnvqddt-qgq adresinden erişildi.

Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher, 71*(8), 1-4.

Roehrig, G. H., Dare, E. A., Whalen, E. A. R., Wieselmann, J.R. (2021). Understanding coherence and integration in integrated STEM curriculum. *International Journal of STEM Education 8(1):2.* DOI:10.1186/s40594-020-00259-8

Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics, 112*(1), 31–44.

Roehrig, GH, Dare, EA, Ring-Whalen, E., & Wieselmann, JR (2021). Entegre STEM müfredatında tutarlılığı ve entegrasyonu anlama. *Uluslararası STEM Eğitimi Dergisi*, *8* (1), [2]. https://doi.org/10.1186/s40594-020-00259-8

Sağırlı, M. Ö. (2010). Türev konusunda matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarıları ve öz-düzenleme becerilerine etkisi. Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Sağıroğlu, D. (2018). Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine yönelik etkinlik oluşturma ve uygulama süreçlerinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez

No. 523093)

Saka, E, Çelik, D. (2018). Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Problemlerini Çözme Sürecinde Teknolojinin Rolü . *Adıyaman University Journal of Educational Sciences, 8, Özel Sayı* , 116-149 . DOI: 10.17984/adyuebd.463293

Sakarya, G. C. (2015*). STEM nedir? Heves mi? Yoksa eğitimdeki sorunlarin çözümü mü?* http://www.egitimdeteknoloji.com/stem-nedir/ sayfasından erişilmiştir.

Sandalcı, Y. (2013) Matematiksel Modelleme ile Cebir Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Matematiği Günlük Yaşamla İlişkilendirmeye Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Rize.

Sanders, M. (2009). Stem, stem education, stemmania. The Technology Teacher, 68(4), 2026.

Sanders, M. (2012). Integratıve Stem Educatıon As "Best Practice". *7th Biennial International Technology Education Research Conference.* Queensland, Australia, Paper presented 12/8/12

Schneider, W. ve Artelt, C. (2010). Üstbiliş ve matematik eğitimi. *ZDM Matematik Eğitimi, 42 (2),* 149-161.

Schukajlow, S., Kaiser, G. & Stillman, G. Matematiksel modellemenin öğretilmesi ve öğrenilmesi üzerine ampirik araştırma: mevcut son teknoloji üzerine bir anket. *ZDM Matematik Eğitimi,* 50, 5–18 (2018). https://doi.org/10.1007/s11858-018-0933-5

Selvi, M. ve Yıldırım, B. (2017). STEM öğretme-öğrenme modelleri: 5E öğrenme modeli, proje tabanlı öğrenme ve STEM SOS modeli. *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi,* 203-236, Ankara: Pegem Yayıncılık.

Shaughnessy, M. (2013). Statistical literacy and the 2013 international year of statistics. (President's message). National Council of Teachers of Mathematics. Retrieved from. http:// atmopav.com/wp content/uploads/2012/08/Presidents-Message-Sept-2012.pdf

Silk, E. M., Schunn, C. D., & Cary, M. S. (2009). The impact of an engineering design curriculum on science reasoning in an urban setting. *Journal of Science Education and Technology*, *18(3),* 209-223.

Silva, E. (2009). Measuring skills for 21st-century learning. *The Phi Delta Kappan, 90*(9), 630-634.

Singer, R. S., Nielsen, N. R. & Schweingruber, H. A. (Editors) (2012). *Discipline-based*

education research: understanding and improving learning in undergraduate science and engineering. Washington DC: The National Academies Press.

Sipahi, B., Yurtkoru, S. E. ve Çinko, M. (2010). *Sosyal Bilimlerde SPSS'le Veri Analizi* (3. Baskı). İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.

Sriraman, B., ve Lesh, R. A. (2006). Modeling conceptions revisited. *ZDM*, *38*(3), 247-254.

STEM Eğitimi Raporu (2016). Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. Erişim adresi:http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf

STEM Task Force Report (2014). *Innovate: A blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education*. Dublin, Ireland: Californians Dedicated to Education Foundation.

Stender, P. (2019). Heuristic strategies as a toolbox in complex modelling problems. In G. A. Stillman & J. P. Brown (Eds.), *Lines of inquiry in mathematical modelling research in education* 197–212. Cham: Springer

Stender, P. ve Kaiser, G. (2017). Karmaşık durumlar için modelleme yeterliliklerini teşvik etmek. C. Hirsch & AR McDuffie'de (Eds.), *Yıllık perspektifler matematik eğitiminde 2016: Matematiksel modelleme ve modelleme matematiği* (s. 107–115). Reston: Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi.

Stillman, G., Brown, J., Galbraith P., Dawn Ng, K. E. (2016). Research into Mathematical Applications and Modelling. *Research in Mathematics Education in Australasia 2012-201*. 281-303

Swan, M., Turner, R., Yoon, C., & Muller, E. (2006). The roles of modelling in learning mathematics. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn ve M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI Study* (pp. 275-284). New York: Springer.

Şahin, A. (2013). STEM clubs and science fair competitions: Effects on post-secondary matriculation. *Journal of STEM Education: Innovations & Research, 14(1),* 5-11.

Şahin, A. (Ed.). (2015). *A practice-based model of STEM teaching: STEM students on the stage (SOS).* Springer.

Şahin, A., Ayar, M.C. ve Adıguzel, T. (2014). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik İçerikli Okul Sonrası Etkinlikler ve Öğrenciler Üzerindeki Etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 14* (1), 297-322.

Şahin, B. (2019). STEM Etkinliklerinin Fen Öğretmeni Adaylarının STEM Farkındalıkları, Tutumları ve Görüşleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bartın.

Tekin, B., & Tekin, S. (2004). Matematik öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık düzeyleri üzerine bir araştırma. Retrieved from http://www.matder.org.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=77:matematikogretmen-adaylarinin-matematiksel-okuryazarlik-duzeyleri-uzerine-birarastirma&catid=8: matematik-kosesi-makaleleri&Itemid=172

Thomas, T. A. (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades.* (Doctoral Disertation). https://scholarworks.unr.edu/handle/11714/2852 sayfasından erişilmiştir.

Thomasian, J. (2011). *Building A Science, Technology, Engineering and Math Education Agenda.* National Governors Association, US.

Timms, M., Moyle, K., Mitchell, P. and Weldon, P. (2018). Challenges in STEM learning in Australian schools. Literature and policy review. *Australian Council for Educational Research,* ISBN 978-1-74286-499-0.

TOPBAŞ TAT, E. (2018) Matematik Öğretmen Adaylarının Matematik Okuryazarlığı Öz-Yeterlik Algıları. *Elementary Education Online, 17 (2),* 489-499.

Truchly, P., Medvecký, M., Podhradský, P., Vančo, M.(2018). STEM eğitiminde sanal gerçeklik uygulamaları. İçinde: *16. Uluslararası Gelişen e-Öğrenim Teknolojileri ve Uygulamaları Konferansı (ICETA),* Starý Smokovec, Slovakya, s. 597-602 (2018)

TUSİAD (2014a). *STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması.*

TUSİAD (2014a). *STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması.*

Türkan, K. (2019). Sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlığı becerilerinin incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

TÜSİAD, (2017). 2023'e Doğru Türkiye'de STEM Gereksinimi. Erişim:

http://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9735-2023-e-dog-ru-tu-rkiye-de-stem-gereksinimi

Uğraş, M, Zengin, E. (2019). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Sürdürülebilir Kalkınma İçin Eğitim İle İlgili Görüşleri. *Journal of Theoretical Educational Science, 12 (1),* 298-315. DOI: 10.30831/akukeg.442751

Uluyol, Ç, Pehlivan, K. (2019). STEM ve Eğitimde Uygulama Örneklerinin İncelenmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, 23 (3)*, 848-861. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/tsadergisi/issue/51239/633159

Urhan, S, Dost, Ş. (2016). Matematiksel modelleme etkinliklerinin derslerde kullanımı: öğretmen görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 15 (59),* 0-0. DOI: 10.17755/esosder.263231

Uyar, Z. E. (2019). Ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin matematiksel modellemede problem çözme stratejilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Uysal, E, Yenilmez, K. (2011). Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Matematik Okuryazarlığı Düzeyi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 12 (2),* 1-15. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/ogusbd/issue/11000/131632

Van De Walle, J., Karp, K.S., & Bay-Williams, J.M. (2012). İlkokul ve ortaokul matematiği gelişimsel yaklaşımla öğretim. Çeviri Editörü: Soner Durmuş, 7. Basımdan Çeviri, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.

Vasquez, J., Sneider, C., & Comer, M. (2013). STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics. Portsmouth, NH: Heinemann.

Vega, V. (2012, October 31). *Research-based practices for engaging students in STEM learning.* Retrieved from www.edutopia.org/stw-college-career-stem-research

Voutour, J. (2014). *What is STEMeducation? - Definition and programs.* Erişim adresi: http://championmovement .com/what-is-stem-education.

Wade- Shepherd, A. A. (2016). The effect of middle school STEM curriculum on science and math achievement scores. Doctoral Dissertation, Union University, Tennessee.

Wang, J., Guo, D. ve Jou, M., (2015). A study on the effects of model-based inquiry pedagogy on students‘ inquiry skills in a virtual physics lab. *Comput. Human Behav.* , 49, 658-669.

Weber, M. L. (2015). The Role Of Globalization, Scıence, Technology, Engıneerıng, And

Mathematıcs Project-Based Learnıng, And The Natıonal Scıence And Technology Faır Mandate In Creatıng 21st-Century-Ready Students In Schools In Costa Rica, *Yayınlanmış Doktora Tezi,* Unıversıty Of Southern California, Faculty Of The Usc Rossıer School Of Educatıon, California.

Wells, J. G. (2013). *Integrative STEM Education at Virginia Tech: graduate Preparation for Tomorrow's Leaders.* Technology and Engineering Education.

White House, (2015). Progress Report on Coordinating Federal Science, *Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education,* ABD: White House

Wiedemann, K. T. (2020). Gerçek Dünya Problemlerinin Matematiksel Modellenmesi. https://concord.org/newsletter/2020-fall/mathematical-modeling-real-world-problems/ sitesinden 2021 tarihinde alınmıştır.

Wienk, M. (2017). *Matematik bilimlerinin disiplin profili.* Https://amsi.org.au/wp content/uploads/2017/10/discipline-profile-2017-web.pdf adresinden erişildi.

Williams, J. (2007). Eğitimde Değer Teorisine Doğru . *Society for Research in Higher Education Konferansında sunulan bildiri,* Liverpool, Aralık.

Wiseman, D., Onuczko, T., & Glanfeld, F. A. (2016). Resilience and hope in the garden: Intercropping Aboriginal and Western ways of knowing to inquire into science teacher education. In H. Smits, & R. Naqvi (Eds.), *Framing peace: Thinking about and enacting curriculum as "radical hope"* (pp. 237–252). New York, NY: Peter Lang Publishing.

World Economic Forum (2016). *Global Change Insıght Report- The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution.* http://www3.weforum.org/docs/WEF Future of Jobs.pdf adresinden elde edilmiştir.

Wyss, V.L., Heulskamp, D., Siebert, C.J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International Journal of Environmental and Science Education, 7*, 501-522

Yanbıyık, S. (2016). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri: Fermi problemleri uygulamaları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Yeğit, H . (2019). Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Matematik Okuryazarlık Başarı Düzeylerinin İncelenmesi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 2 (3), 174-195. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/fmgted/issue/50988/585780

Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Jezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.

Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşleri: uygulamalı bir çalışma. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergis*i, 8 (2), 195-213.

Yıldırım, B., (2018). *Teoriden pratiğe STEM eğitimi*: Uygulama kitabı. Ankara: Nobel Yayınları.

Yıldırım, H. H. , Yıldırım, S. , Yetişir M. İ., Ceylan, E. (2013). *PISA 2012 Ulusal Ön Raporu.* Ankara: T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.

Yılmaz, H., Koyunkaya, M. Y., Güler, F., & Güzey, S. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) eğitimi tutum ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 25* (5), 1787-1800.

Yurtsever, A. (2018). 6. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri, matematik başarıları ve tutumları arasındaki ilişki. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Zehir, K. Zehir, H. (2016). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik inanç düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2 (2),* 104-117. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/uebt/issue/24729/261505.

Zawojewski, J. S., Lesh, R., & English, L. (2003). *A models and modeling perspective on the role of small group learning activities. In R. Lesh & H. M. Doerr (Eds.). Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematical teaching, learning, and problem solving*. Mahweh, NJ: Erlbaum.

EKLER

EK 1. STEM İLGİ ÖLÇEĞİ

Sevgili Öğrenciler,

Bu anket sizin, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki mesleklere olan ilginizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Öncelikle, aşağıda verilen "KİŞİSEL BİLGİLER BÖLÜMÜNDEKİ" boşlukları doldurunuz, sizinle ilgili yerlere (X) işareti koyunuz. Daha sonra FEN, MATEMATİK, TEKNOLOJİ ve MÜHENDİSLİK bölümlerinde yer alan cümleleri dikkatlice okuyup karşısında yer alan "Tamamen Katılıyorum", "Katılıyorum", "Kararsızım", "Katılmıyorum" ve "Hiç Katılmıyorum" seçeneklerinden kendinize en uygun olanı işaretleyiniz. Teşekkürler...

KİŞİSEL BİLGİLER BÖLÜMÜ

1. Okulunuzun Adı:

2. Sınıfınız:

3. Cinsiyetiniz:

( )Kız

( )Erkek

4. Geçen Dönemdeki Karne Notunuz:

( )1

( )2 puan olarak: ……

( )3

( )4

( )5

5. Babanızın mesleği: ……

Babanızın eğitim düzeyi:

( ) İlkokul

( ) Ortaokul

( ) Lise ve dengi okul

( ) Fakülte, yüksekokul

( ) Diğer (Lütfen belirtiniz).....

6. Annenizin mesleği: ……

Annenizin eğitim düzeyi:

( ) İlkokul

( ) Ortaokul

( ) Lise ve dengiokul

( ) Fakülte, yükekokul

( ) Diğer (Lütfen belirtiniz).....

7. Ailenizin gelir düzeyi:

( ) 751 TL-1000 TL

( ) 1001 TL- 2000 TL

( ) 2001 TL-3000 TL

( ) 3001 TL-4000 TL

( ) 4001 TL ve üzeri

8. Ailenizdeki birey sayısı:

9. Kaç kardeşsiniz (siz dahil)? :

10. Yaşadığınız yerleşim birimi:

( )İl

( )İlçe

( )Kasaba

( )Köy

FEN BÖLÜMÜ

Önermeler	Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Hiç Katılmıyorum
1. Fen bilimleri dersinden iyi not alabilirim.					
2. Fen bilimleri dersi ödevlerimi tamamlayabilirim.					
3. Gelecekte fenle ilgili bir mesleğe sahip olmak isterim.					
4. Fen bilimleri dersine diğer derslere göre daha çok çalışırım.					
5. Fen bilimleri derslerindeki başarımın, gelecek meslek hayatımda bana fayda sağlayacağına inanıyorum.					
6. Fen alanında bir meslek seçmemi ailem de ister.					
7. Fen alanındaki mesleklere ilgi duyuyorum.					
8. Fen bilimleri dersini severim.					
9. Fen alanında çalışan birini mesleki açıdan örnek alırım.					
10. Fen alanında çalışan insanlarla sohbet etmeyi seviyorum.					

***Biyolog, doktor, eczacılık, hemşirelik vb. fen alanındaki mesleklere örnek olarak verilebilir.**

MATEMATİK BÖLÜMÜ

Önermeler	Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Hiç Katılmıyorum
1. Matematik dersinden iyi not alabilirim.					
2. Matematik ödevlerimi tamamlayabilirim.					
3. Gelecekte matematikle ilgili bir mesleğe sahip olmak isterim.					
4. Matematik dersine diğer derslere göre çok çalışırım.					
5. Matematik derslerindeki başarımın gelecek meslek hayatımda bana fayda sağlayacağına inanıyorum.					
6. Matematik alanında bir meslek seçmemi ailem de ister.					
7. Matematik alanındaki mesleklere ilgi duyuyorum.					
8. Matematik dersini severim.					
9. Matematik alanında çalışan birini mesleki açıdan örnek alırım.					
10. Matematik alanında çalışan insanlarla sohbet etmeyi seviyorum.					

*** Muhasebeci, bankacı, matematik öğretmenliği vb. matematik alanındaki mesleklere örnek olarak verilebilir.**

TEKNOLOJİ BÖLÜMÜ

Önermeler	Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Hiç Katılmıyorum
1. Teknoloji kullanımı gerektiren etkinliklerde başarılıyımdır.					
2. Teknolojideki yenilikleri kolaylıkla öğrenebilirim.					
3. Meslek hayatımda yeni teknolojileri yakından takip etmeyi düşünüyorum.					
4. Derslerimde bana faydası olacağına inandığım yeni teknolojileri öğrenmek isterim.					
5. Teknolojiyle ilgili çok şey öğrenirsem pek çok iş imkanıyla karşılaşabilirim.					
6. Teknoloji alanında bir meslek seçmemi ailem de ister.					
7. Sınıf içi çalışmalarımızda teknoloji kullanmayı seviyorum.					
8. Teknoloji alanındaki mesleklere ilgi duyuyorum.					
9. Teknoloji alanında çalışan biri/birilerini mesleki açıdan örnek alırım.					
10. Teknoloji alanında çalışan insanlarla sohbet etmeyi seviyorum.					

***Bilgisayar programcılığı, bilgisayar yazılımı ve donanımı ile ilgili meslekler, bilgisayar teknisyenliği, elektrik-elektronik teknisyenliği vb. teknoloji alanındaki mesleklere örnek olarak verilebilir.**

MÜHENDİSLİK BÖLÜMÜ

Önermeler	Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Hiç Katılmıyorum
1. Mühendislik becerisi gerektiren etkinliklerde başarılıyımdır.					
2. Mühendislik becerisi gerektiren etkinlikleri tamamlayabilirim.					
3. Meslek hayatımda mühendislik becerilerini kullanmayı düşünüyorum.					
4. Derslerimde mühendislik becerisi gerektiren etkinliklere katılma konusunda çok istekliyimdir.					
5. Mühendislikle ilgili çok şey öğrenirsem pek çok iş imkanıyla karşılaşabilirim.					
6. Mühendislik alanında bir meslek seçmemi ailem de ister.					
7. Mühendislik alanındaki mesleklere ilgi duyuyorum.					
8. Mühendislik becerisi gerektiren etkinlikleri seviyorum.					
9. Mühendisleri mesleki açıdan örnek alırım.					
10. Mühendislerle sohbet etmeyi seviyorum.					

*** Makina mühendisi, inşaat mühendisi, çevre mühendisliği, elektrik mühendisliği, kimya mühendisliği vb.**

EK 2. MATEMATİK OKURYAZARLIK ÖLÇEĞİ

MATEMATİK OKURYAZARLIĞI ÖLÇEĞİ

Sevgili Öğrenciler;

Bu ölçek sizin matematik okuryazarlık seviyelerinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Matematik okuryazarlığı ile ilgili olarak aşağıda verilen cümleleri okuyunuz. Bu yaklaşımları ne sıklıkla gerçekleştirdiğinizi ölçeğin sağ tarafında bulunan sütunda cevap olarak verilen beş görüşten birini işaretleyerek belirtiniz. Seçenekler "her zaman", "çoğu zaman", "bazen", "ara sıra", "hiçbir zaman" şeklinde verilmiştir. Verilen cümlelerin hiçbiri doğru veya yanlış değildir. Lütfen her cümleyi dikkatli okuyarak sizin için ***en uygun olan seçeneği DAİRE içine alıp*** *işaretleyiniz. Yanıtlarınız gizli tutulacaktır. Yardımlarınız için teşekkür ederiz.*

	Matematik Okuryazarlığına İlişkin Maddeler	**Her Zaman**	**Çoğu Zaman**	**Bazen**	**Ara Sıra**	**Hiçbir Zaman**
1.	Problemleri çözerken kendi çözüm yollarımı oluştururum.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
2.	Ulaştığım formül ve genellemeleri sözel olarak ifade edebilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
3.	Verilen matematiksel ifadeyi farklı şekillerde gösteririm.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
4.	Problem çözümleri sonucunda genellemelere varabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
5.	Tablo ve grafiklerde verilen ifade ve sembolleri anlayabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
6.	Problem çözümünde verilen karmaşık bilgileri belli bir düzen içinde sıralayabilir.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
7.	Problemleri çözerken olası çözüm yollarını gösterebilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
8.	Geometrik şekillerde kullanılan sembollerin ne anlama geldiğini bilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
9.	Kesir ve ondalıklı kesir ifadeleri arasında ilişki kurabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
10.	Ölçme araçlarını kullanırken hangi birimin (metre, litre, gram, vs.) kullanılacağını anlayabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
11.	Matematiksel sayı ve nesnelerin ortak ve farklı özelliklerini ayırt edebilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
12.	Verilen matematiksel bilgileri kullanarak uygun tablo ve grafikler oluşturabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
13.	Bir problemi çözmek için uygun cebirsel ifade oluşturabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
14.	Geometrik ilişkilere dayalı açıklamalar yapabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
15.	Verilen farklı cebirsel ifadeler arasındaki ilişkileri görebilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
16.	Problemleri çözerken geometrik şekillerden faydalanırım.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
17.	Bir ifadenin doğruluğunu ve yanlışlığını göstermek için matematiksel sonuç ya da özellikleri kullanabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**

18.	Farklı cebirsel ifadelerin eşitlik ve farklılıklarını açıklayabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
19.	Problemleri çözerken farklı çözüm yollarını araştırırım.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
20.	Kesir işlemlerinde parça bütün ilişkisini kurarak problemleri çözebilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
21.	Matematiğin tarihi ile ilgili tartışmalarda fikirler üreterek yorumlar yapabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
22.	Bulduğum sonuçları gerekçeleriyle açıklayabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
23.	Geometrik kavramlar arasındaki ilişkileri açıklayabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
24.	Problemleri çözerken kendi araştırmalarımı yapıp doğru sonuçlara ulaşabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
25.	İlk kez karşılaştığım bir problemle ilgili yeni stratejiler geliştirebilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
26.	Problemleri çözerken yeni çözüm yolları bulmak için uğraşırım.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
27.	Karmaşık problemlerle ilgili modeller geliştirebilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
28.	Problemlerin çözümünde bulduğum sonuçları yorumlayarak başkalarına anlatabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
29.	Matematikte öğrendiklerimi günlük hayatta kullanabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
30.	Ölçme araçlarını doğru bir şekilde kullanarak geometrik ölçümler yapabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
31.	Matematikte anlamadığım konuları farklı kaynaklardan öğrenmeye çalışırım.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
32.	Problemlerin altında yatan nedenler arasındaki ilişkiyi görebilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
33.	Problem çözümlerini farklı şekillerde başkalarına anlatabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
34.	Problemleri çözerken düşüncelerimi organize edebilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
35.	Matematikte yeni öğrendiğim konuları daha önce öğrendiğim konularla ilişkilendiririm.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
36.	Günlük yaşamda karşılaştığım problemleri inceleyerek çözebilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
37.	Problemlerin sonucunu tahmin ederek sonucun doğruluğu hakkında yorum yapabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
38.	Problemlerin çözümünde çeşitli kaynaklardan faydalanırım.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
39.	Yaptığım yorum ve açıklamaları açıklayan kısa bir rapor oluşturabilirim.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**
40.	Verilen bilgilerle kendi bilgilerimi birleştirerek farklı bilgilere ulaşırım.	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**

EK 3. MATEMATİK OKURYAZARLIĞI BAŞARI TESTİ

YAYINLANMIŞ 5 PİSA SORUSU İÇEREN MATEMATİK OKURYAZARLIK TESTİ

FUJİ DAĞI TIRMANIŞI



PISA 2012 Esas Uygulama Sorusu

Fuji Dağı Japonya'da bulunan sönmüş bir yanardağdır.

Soru 1: FUJİ DAĞI TIRMANIŞI

Fuji Dağı, her yıl sadece 1 Temmuz'dan 27 Ağustos'a kadar tırmanma için halka açıktır. Bu süre içerisinde yaklaşık 200 000 kişi Fuji Dağı'na tırmanmaktadır.Buna göre, Fuji Dağı'na bir günde ortalama kaç kişi tırmanmaktadır?

A 340 B. 710 C. 3400 D. 7100 E. 7400

Soru 2: FUJİ DAĞI TIRMANIŞI

Gotemba şehri ile Fuji Dağı arasındaki yürüyüş yolu uzunluğu yaklaşık 9 kilometre (km)'dir.

Yürüyüşçülerin, 18 km'lik yürüyüşten akşam saat 8'de dönmüş olmaları gerekmektedir.

Tolga, dağa tırmanırken ortalama saatte 1,5 km yol alacağını inerken de bu hızını ikiye katlayacağını tahmin etmektedir. Bu hızlarda, yemek molaları ve dinlenmeler dikkate alınmıştır.

Tahmini yürüyüş hızı göz önünde bulundurulduğunda, Tolga akşam saat 8'de dönmek için yürüyüşe en geç kaçta başlayabilir?

.....

Soru 3: FUJİ DAĞI TIRMANIŞI

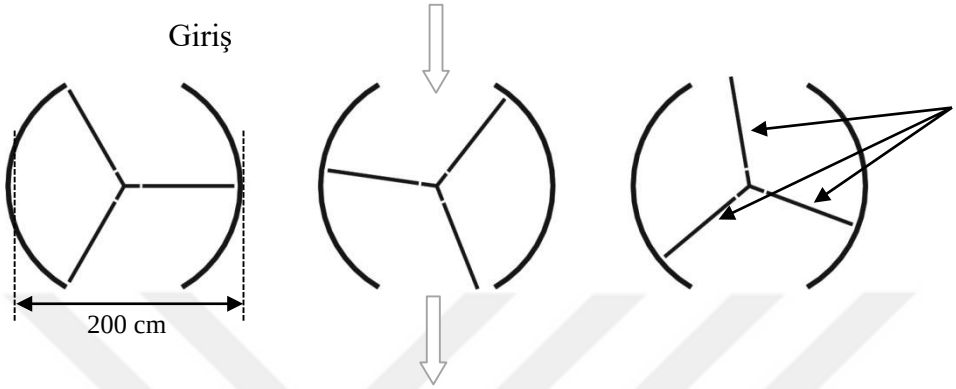
Tolga, Gotemba yolu boyunca yaptığı yürüyüşteki adımlarını hesaplamak için adım ölçer kullanmıştır. Adım ölçer, Tolga'nın bu tırmanışı esnasında 22 500 adım attığını göstermiştir. Gotemba yolundaki 9 km'lik bu yürüyüşü için Tolga'nın ortalama adım mesafesini tahmin ediniz. Yanıtınızı santimetre (cm) cinsinden veriniz.

Yanıt: ..... cm

DÖNER KAPI

PISA 2012 Esas Uygulama Sorusu

Bir döner kapının, daire şeklinde bir alan içerisinde dönen üç kanadı vardır. Bu alanın iç çapı 2 metre (200 santimetre)'dir. Üç kapı kanadı, bu alanı üç eşit bölüme ayırmaktadır. Aşağıdaki plan, yukarıdan bakıldığında bu üç kapı kanadının üç farklı konumunu göstermektedir.

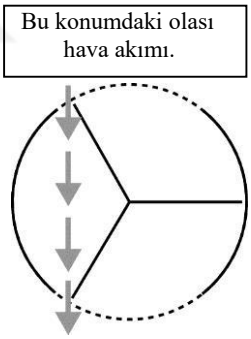


Soru 1: DÖNER KAPI

İki kapı kanadı arasındaki açı kaç derecedir?

Açı:.....

Soru 2: DÖNER KAPI



İki kapı arasındaki **açıklıklar** (yandaki şekilde noktalı yay ile gösterilen şekiller) aynı boyuttadır. Eğer bu açıklıklar çok geniş olursa, döner kanatlar yeteri kadar kapanmaz ve bu durumda giriş ve çıkış arasında hava akımı oluşabilir, bu da istenmeyen ısı kaybı veya ısı girişine neden olabilir. Bu durum, yandaki şekilde gösterilmektedir.

Giriş ve çıkış arasında hava akımının oluşmaması için her bir kapı açıklığının sahip olabileceği en fazla yay uzunluğu kaç santimetre'dir (cm)?

En fazla yay uzunluğu: ..... cm

Soru 3: DÖNER KAPI

Kapı bir dakikada 4 tam tur atmaktadır. Kapının üç bölümünün her birinde en fazla iki insanın sığacağı kadar yer vardır. 30 dakikada bu kapıdan binaya giriş yapabilecek insan sayısı en fazla kaçtır?

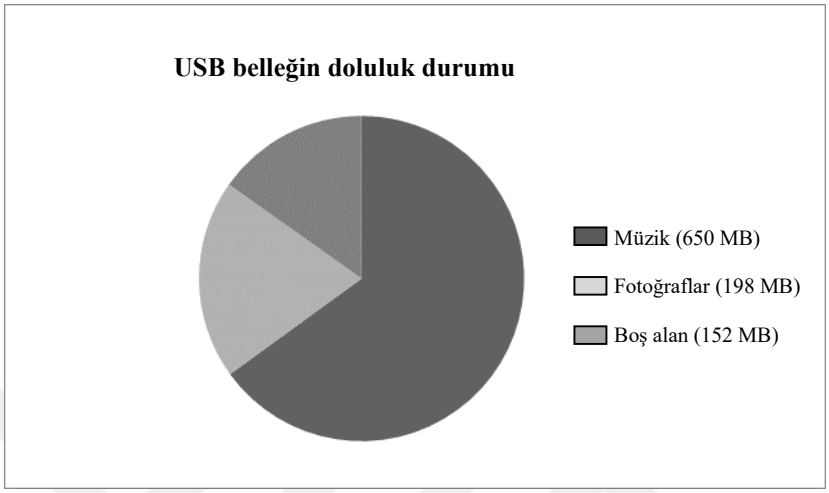
A. 60 B. 180 C. 240 D. 720

USB BELLEK

PISA 2012 PİLOT UYGULAMA SORUSU

USB bellek küçük, taşınabilir bir bilgisayar depolama aracıdır.

İrfan'ın müzik ve fotoğraf yüklü bir USB belleği vardır. Bu belleğin kapasitesi 1 GB (1000 MB)'tır. Aşağıdaki grafik USB belleğin şu anki doluluk durumunu göstermektedir.



Soru 1: USB BELLEK

İrfan 350 MB'lık bir fotoğraf albümünü USB belleğine aktarmak istemektedir, fakat USB belleğinde yeterince boş alan bulunmamaktadır. İrfan, bellekteki fotoğrafları silmek istemezken, en fazla iki adet müzik albümünü silmeyi tercih etmektedir. İrfan'ın USB belleğine yüklenmiş olan müzik albümlerinin büyüklüğü aşağıda gösterilmektedir:

Albüm	**Büyüklük**
Albüm 1	100 MB
Albüm 2	75 MB
Albüm 3	80 MB
Albüm 4	55 MB
Albüm 5	60 MB
Albüm 6	80 MB
Albüm 7	75 MB
Albüm 8	125 MB

İrfan'ın fotoğraf albümünü eklemek için gereken boş alanı en fazla iki müzik albümünü silerek oluşturması mümkün müdür? "Evet" ya da " Hayır" seçeneklerinden birini yuvarlak içine alınız ve yanıtınızı desteklemek için yaptığınız hesaplamaları gösteriniz. Yanıt: Evet / Hayır

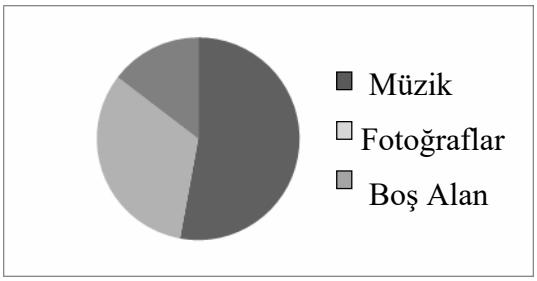
Soru 2: USB BELLEK

İlerleyen haftalarda İrfan bazı fotoğraf ve müzik dosyalarını silmiş ve aynı zamanda da yeni fotoğraf ve müzik dosyaları eklemiştir. USB belleğin son doluluk durumu aşağıdaki tabloda gösterilmektedir:

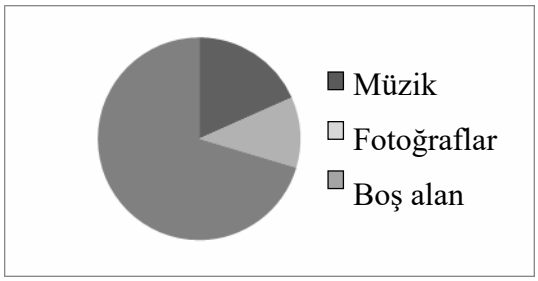
Müzik	550 MB
Fotoğraflar	338 MB
Boş Alan	112 MB

Kardeşi, İrfan'a tamamen boş olan 2 GB (2000 MB)'lık yeni bir USB bellek vermiştir. İrfan eski USB belleğinde bulunanların tamamını yenisine aktarmıştır. Aşağıdaki grafiklerden hangisi yeni USB belleğin doluluk durumunu göstermektedir? A, B, C veya D seçeneklerinden birini yuvarlak içine alınız.

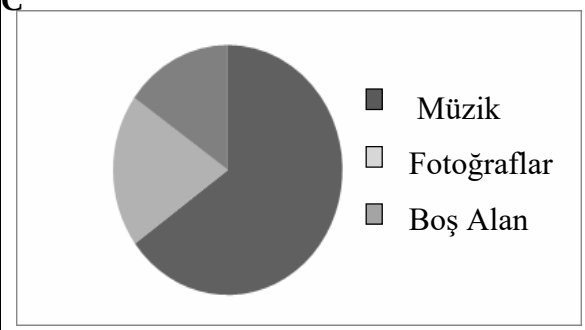
A



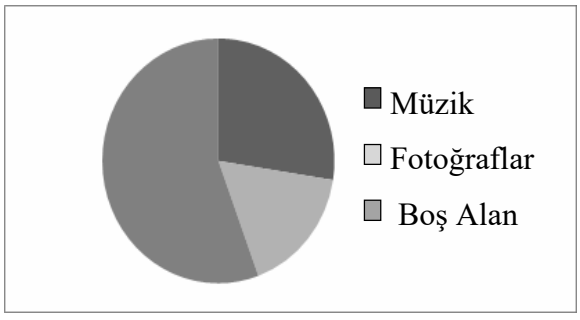
B



C



D



RÜZGÂR ENERJİSİ

PISA 2012 PİLOT UYGULAMA SORUSU

Zed şehrinde elektrik üretmek için rüzgâr enerjisi istasyonlarının yapılması düşünülmektedir. Zed şehri Belediye Meclisi aşağıdaki model hakkında bilgi toplamıştır.



Model:	E-82
Kule yüksekliği:	138 metre
Dönen kanat sayısı:	3
Dönen kanat uzunluğu:	40 metre
Maksimum dönüş hızı:	Dakikada 20 dönüş
İnşaat masrafı:	3 200 000 zed
Üretimden elde edilen gelir :	Üretilen her bir kwh için 0,10 zed
Bakım masrafı:	Üretilen her bir kwh için 0,01 zed
Verimlilik:	Bir yılın %97'sinde çalışır durumdadır.

Not: kilowatt saat (kwh) bir elektrik enerjisi ölçüsüdür.

Soru 1: RÜZGÂR ENERJİSİ

Verilen bilgilere göre, E-82 rüzgâr enerjisi istasyonuyla ilgili aşağıdaki önermelerin doğru olup olmadığına karar veriniz. Her bir önerme için " Evet" ya da "Hayır" seçeneklerinden birini yuvarlak içine alınız.

Önerme	**Verilen bilgilere göre bu önerme doğru mudur?**
Üç enerji istasyonunun toplam inşaat ücreti 8 000 000 zed'in üzerindedir.	Evet / Hayır
Enerji istasyonunun bakım masrafı, üretimden elde edilen gelirin yaklaşık olarak %5'i kadardır.	Evet / Hayır
Rüzgâr enerjisi istasyonunun bakım masrafı, üretilen kwh miktarına bağlıdır.	Evet / Hayır
Bir yılın tam olarak 97 gününde rüzgâr enerjisi istasyonu çalışır durumda olmaz.	Evet / Hayır

Soru 2: RÜZGÂR ENERJİSİ

Zed şehri, rüzgâr enerjisi istasyonu inşa edildiğinde oluşacak gider ve kârı hesaplamak istemektedir. Zed şehrinin belediye başkanı E-82 modelini inşa ederlerse yıl sayısı (y) üzerinden, elde edilen ekonomik kazancın (K) kaç zed olacağının hesaplanması için aşağıdaki formülü önermektedir.

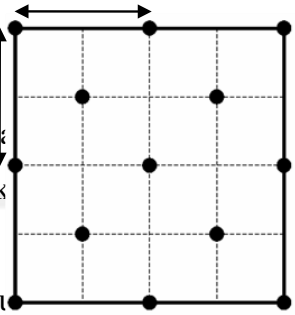
$K = 400\,000\,y - 3\,200\,000$

Bir yıllık elektrik üretiminden elde edilen kazanç	Rüzgâr enerjisi istasyonunun inşaat masrafı

Belediye başkanının formülüne göre, rüzgâr enerjisi istasyonunun inşaat masrafını çıkarması için en az kaç yıl çalıştırılması gerekir?

A 6 yıl B. 8 yıl C. 10 yıl D. 12 yıl

Soru 3: RÜZGÂR ENERJİSİ



Zed şehri E-82 rüzgâr enerjisi istasyonlarını kare şeklinde bir alana inşa etmeye karar vermiştir (uzunluk = genişlik = 500 m). Yapı kurall bu modeldeki iki rüzgâr enerjisi istasyonu kulesi arasındaki mesafe, dönen k uzunluğunun beş katı kadar olmalıdır.

Belediye başkanı, rüzgâr enerjisi istasyonlarının alana yerleştirilmesi konusu bir öneride bulunmuştur. Bu öneri yandaki şekilde gösterilmektedir.Belediye başkanının önerisinin yapı kurallarına neden uymadığını açıklayınız. Açıklamalarınızı hesaplamalarınızla destekleyiniz.

● = rüzgâr enerjisi istasyonu kulesi Not: Şekil ölçeklendirilmemiştir.

Soru 4: RÜZGÂR ENERJİSİ

Rüzgâr enerjisi istasyonundaki dönen kanatların uçlarındaki maksimum hız nedir? Çözüm yönteminizi açıklayınız ve **bir saatte alınan yolu km cinsinden** (km/h) ifade eden bir sonuç bulunuz. E-82 modeli ile ilgili bilgilere tekrar bakınız.

.....

maksimum Hız: ..... km/h

KABLOLU TELEVİZYON

PISA 2012 PİLOT UYGULAMA SORUSU

Aşağıdaki tabloda, beş ülke için ailelerin sahip olduğu televizyonlar (TV'ler) ile ilgili veriler yer almaktadır.

Bu tablo ayrıca, TV'si olan ve aynı zamanda kablolu TV aboneliği olan ailelerin yüzdelerini de göstermektedir.

Ülke	**TV'si olan** ailelerin sayısı	**Bütün ailelerin** içerisinde **TV sahibi olan** ailelerin oranı	**TV sahibi olan** ailelerin içerisinde **kablolu TV abonesi** olanların oranı
Japonya	48,0 milyon	%99,8	%51,4
Fransa	24,5 milyon	%97,0	%15,4
Belçika	4,4 milyon	%99,0	%91,7
İsviçre	2,8 milyon	%85,8	%98,0
Norveç	2,0 milyon	%97,2	%42,7

Kaynak: ITU, Dünya Telekomünikasyon Göstergeleri 2004/2005 ITU, Dünya Telekomünikasyon/BİT Gelişme Raporu 2006

Soru 1: KABLOLU TELEVİZYON

Yukarıdaki tablo, İsviçre'deki tüm ailelerin %85,8'inin TV'ye sahip olduğunu göstermektedir.

Tabloda verilen bilgiye bağlı olarak, İsviçre'deki toplam aile sayısı aşağıdakilerden hangisine en yakındır?

A. 2,4 milyon B. 2,9 milyon C.3,3 milyon D. 3,8 milyon

Soru 2: KABLOLU TELEVİZYON

Kerem, tabloda Fransa ve Norveç ile ilgili verilen bilgiye bakmaktadır. Kerem, "Her iki ülkede de bütün ailelerin içerisinde TV sahibi olan ailelerin oranı hemen hemen aynı olduğu için, kablolu TV'ye abone olan ailelerin sayısı Norveç'te daha fazladır" demektedir.

Bu cümlenin neden yanlış olduğunu açıklayınız. Yanıtınız için bir neden belirtiniz.

.....

EK 4. STEM BAĞLAMINDA MATEMATİKSEL MODELLEME PROBLEMLERİ

STEM BAĞLAMINDA MATEMATİKSEL MODELLEME ÖN TEST-SON TEST SORULARI

Sevgili Öğrenciler,

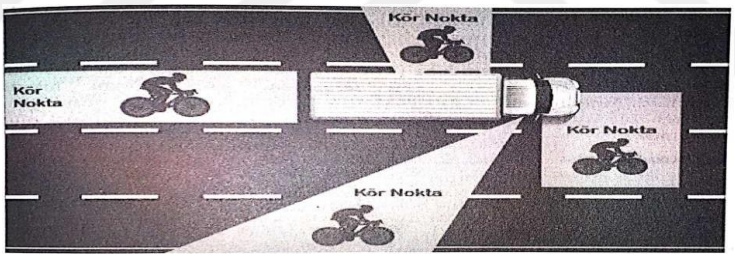
Size verilen etkinliklerin çözüm aşamalarını oluşturan aşağıdaki sorular, bilimsel bir araştırmanın verilerini oluşturacaktır. Araştırmanın bilimselliği ve geçerliliği için tüm soruları eksiksiz ve kendi düşüncelerinizi yansıtacak şekilde cevaplamanız gerekmektedir. Süreniz 50 dakikadır. Gösterdiğiniz ilgiden dolayı şimdiden teşekkür ederim.

YAPRAK ARMUTCU

Matematik Öğretmeni

BİSİKLETLİ GÜVENLİĞİ

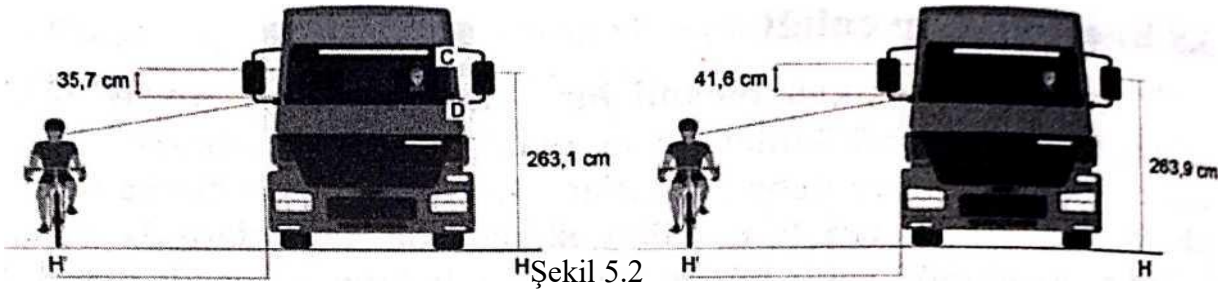
Avrupa'da bisiklet önemli bir ulaşım aracıdır. Ancak bisiklet kullananlar otomobil kullananlara oranla daha korumasız oldukları için trafikte tehlikeye daha açıktırlar. Bu tehlike özellikle kamyon, tır gibi büyük tonajlı araçların kör noktalarında kaldıklarında daha da fazladır. Aşağıdaki şekil büyük tonajlı arabaların yaklaşık olarak kör noktalarını göstermektedir.



Şekil 5.1

Hollanda'da bisiklet kullanımı çok yaygın olduğu için kamyon kör noktalarından kaynaklanan birçok kaza meydana gelmektedir. Bu durumun farkına varan ve işine her gün bisikletle giden bir yazılımcı bisikletler için kamyonların kör noktasında olduğunu bildiren bir uyan sistemi geliştirmeye karar verir. Bunun için öncelikle Mercedes, Man, Scania, Volvo, DAF gibi ünlü markalann ağır tonajlı araçlannın boyutlarını üretim merkezlerinden veya web sayfalanndan elde etmeyi planlamaktadır. Daha sonra kamyonlann etrafına yapıştınlacak kare- kodlar yardımı ile kamyon ölçüleri bisikletli kasklarındaki mikro kameralar ile elde edilecektir. Bu mikro kameralarla bluetooth bağlantısı olan bir cep telefonu uygulaması bisikletliye kör noktada olup olmadığını bildiren bir uyan gönderebilecektir. Örnek olarak aşağıda ağır tonajlı iki aracın ölçüleri

verilmektedir.



Şekil 5.2

Şekil 5.1'de görüldüğü gibi bu araçların sağ tarafındaki kör nokta iki bölgeden oluşmaktadır: Birinci durumda bisikletlinin yolcu kapısının önünde fakat kör noktada olduğu durumlar, diğeri ise aynanın görüş alanı dışındaki üçgensel alan. Buna göre bir bisikletli ağır tonajlı bir aracın sağ tarafında, şoförle aynı hizada bulunulduğunda (Şekil 5.2) bisikletlinin kör noktada olup olmadığını belirten bir uyan sistemi geliştirmesi için yazılımcıya yardımcı olur musunuz?

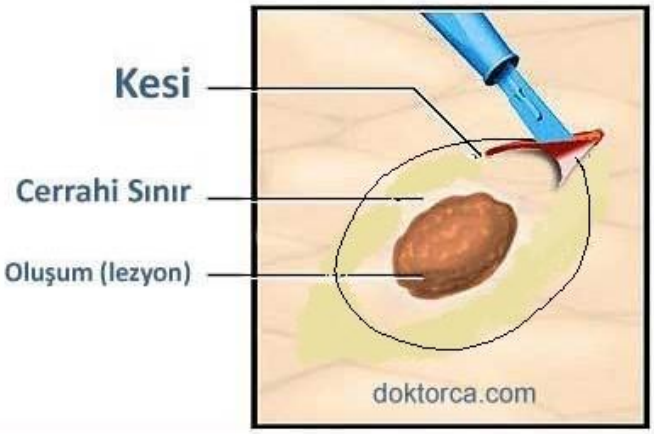
Sevgili Öğrenciler,

Size verilen etkinliklerin çözüm aşamalarını oluşturan aşağıdaki sorular, bilimsel bir araştırmanın verilerini oluşturacaktır. Araştırmanın bilimselliği ve geçerliliği için tüm soruları eksiksiz ve kendi düşüncelerinizi yansıtacak şekilde cevaplamanız gerekmektedir. Süreniz 50 dakikadır. Gösterdiğiniz ilgiden dolayı şimdiden teşekkür ederim.

YAPRAK ARMUTCU

Matematik Öğretmeni

Biyopsi Kararı



Cilt biyopsisi, vücudun yüzey hücrelerinden veya deri katmanlarından örnek alma işlemidir. Tıraş biyopsi, Punch biyopsi ve Eksizyo- nel biyopsi olmak üzere üç tür biyopsi mevcuttur. Üçüncü tür olan Eksizyonel biyopside, doktorunuz bisturi yardımıyla sağlıklı deriden bir parça içerecek şekilde hastanın cildi üzerinde anormallik gösteren bölgenin tamamını alır. Yukarıdaki şekil bu işlem için uygun bir görseldir. Son bir aydır yüzünde, birdenbire ortaya çıkan, kahverengi lekeden şikayetçi olan bir hasta cilt doktoruna bu lekeyi gösterir ve doktor Eksizyonel biyopsi yapılmasına karar verir. Doktor lekenin daireye çok yakın şekle sahip olması nedeniyle durumdan çok şüphelen- memektedir. Çünkü cilt lekelerinde düzgün şekle sahip lekeler çok tedirgin edici bulunmamaktadır. Biyopsi uzmanı laborant tecrübelerinden yola çıkarak, alınan deri örneğinde sağlıklı deri oranının %30 olması durumunda daha sağlıklı sonuçlar alındığını söylemektedir. Buna göre lekenin büyüklüğü ile deri örneğinde bulunması gereken sağlıklı deri arasında nasıl bir ilişki olması gerektiğine dair bir model oluşturunuz.

Sevgili Öğrenciler,

Size verilen etkinliklerin çözüm aşamalarını oluşturan aşağıdaki sorular, bilimsel bir araştırmanın verilerini oluşturacaktır. Araştırmanın bilimselliği ve geçerliliği için tüm soruları eksiksiz ve kendi düşüncelerinizi yansıtacak şekilde cevaplamanız gerekmektedir. Süreniz 50 dakikadır. Gösterdiğiniz ilgiden dolayı şimdiden teşekkür ederim.

YAPRAK ARMUTCU

Matematik Öğretmeni

1. Stadyum Problemi

Stadyumunun sulaması yapılacaktır ve bu sulama projesi için sizden yardım istenmektedir. Stadyumun yetkilileri sahayı sulamak için sprey sprinklerden yararlanmak istiyorlar. Bu sprey sprinkler sahada istenilen yere yerleştirilebiliyor ve kendi etraflarında 360° dönerek farklı yarıçaplardaki alanları sulayabiliyorlar.



Saha yetkilileri sizin yerleştirme planınız doğrultusunda sprey sprinkler satın alacaklar. Sizden minimum maliyeti göz önünde bulundurarak bir yerleşim planı oluşturmanızı istiyorlar. Stadyumun ölçülerine ilişkin internetten tarama yaptığınızda boyutlarının 105x68 m (https://tr.wikipedia.org/wiki/Buca_Arena) olduğu bilgisine ulaşabilirsiniz.

Sprey sprinklerin döşenmesi için gerekli olan fiyatlara su motorları, borular ve işçilik dahil olmak üzere m^2 hesabı olarak aşağıdaki gibi ulaşılmıştır.

Sulanacak Alan	m^2 fiyatı
0-100 m^2 arası	14.00 TL
100-300 m^2 arası	13.00 TL
300-600 m^2 arası	12.00 TL
600-1000 m^2 arası	11.00 TL
1000 m^2 ve üstü	9.00 TL

- Tüm sahanın mümkün olduğunca eşit miktarda sulanması ve mümkün olduğunca kuru yer kalmaması için sprey sprinkleri nasıl yerleştirirsiniz? Planınızın son halini yapacağınız bir saha çiziminin üzerinde gösteriniz.
-

- Kaç tane sprey sprink alınması gerektiğini belirtiniz.
- Bu sistemin kurulması için ne kadarlık bir fon ayırmaları gerektiği konusunda saha yetkililerine yardımcı olunuz.

(*Bizden 360° dönebilen sprinklerden yararlanmamız ve maliyeti en az olacak şekilde bir seçim yapmamız istendiği için sprinklerin fiyatlarını da göz önünde bulundurmamız gerekmektedir.*

Yarıçapı 3 m olan sprey sprinklerin 5,05 TL,

Yarıçapı 4,5 m olan sprey sprinklerin 5,31 TL

Yarıçapı 9 m olan sprey sprinklerin 6,06 TL olduğu belirlenmiştir.)

Sevgili Öğrenciler,

Size verilen etkinliklerin çözüm aşamalarını oluşturan aşağıdaki sorular, bilimsel bir araştırmanın verilerini oluşturacaktır. Araştırmanın bilimselliği ve geçerliliği için tüm soruları eksiksiz ve kendi düşüncelerinizi yansıtacak şekilde cevaplamanız gerekmektedir. Süreniz 50 dakikadır. Gösterdiğiniz ilgiden dolayı şimdiden teşekkür ederim.

YAPRAK ARMUTCU

Matematik Öğretmeni

2. Su İsrafı Problemi



Dünya üzerinde bîryikh kişi başı^ düşen kullanılabilir su miktarı 10000 metreküpten büyük olan ülkeler “su zengini”, 3000-10000 metreküp arasında olan ülkeler "kendi ihtiyacını karşılayabildi", 1000-3000 metreküp arasında olan ülkeler "su sıkıntısı bulunan", 1000 metreküpten az olan ülkeler ise “su fakiri" olarak kabul edilir. DSİ Genel Müdürlüğü verilerine göre Türkiye'de kişi

Türkiye nüfusunun 2023 yılında 100 milyonu bulması beklenmektedir. Türkiye’nin mevcut su kaynaklarının tamamı bozulmadan korunsa bile 2023 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1125 metreküp civarında olması beklenmektedir. Nüfusun artışına bağlı olarak su kaynaklarının da azalacağını göz önünde bulundurduğumuzda su fakiri ülke konumuna geleceğimiz riski bulunmaktadır.

Yukarıda yer alan gazete haberindeki bilgiler su israfının ne kadar önemli bir konu olduğuna dikkat çekmektedir.

1. Bıına göre su israfının önüne geçebilmek adına bir ailenin 1 yılda evinde yapabileceği su tasarruf miktarını belirleyerek bir tasarruf planı oluşturunuz.
2. Yanda bir ailenin 1 aylık su tüketim taturası örnek olarak verilmiştir. Yaptığınız tasarruf planı sonrasında faturadaki su birim küp fiyatını dikkate alarak aile bütçesine ne kadar katkı yapılabileceğinizi hesaplayınız.

Not: Su faturasına gelecek zam oranı ve illere göre değişebilecek fiyat farklılığı göz önüne alınmayacaktır.

EK 5. STEM YAKLAŞIMINA DAYALI MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİ

LİMONATA SATIŞI

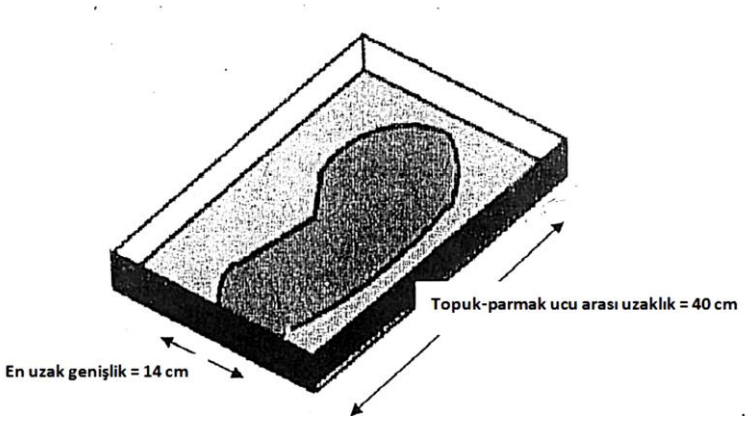
İki arkadaş yaz tatilinde ortak olarak kullanmak için bir paten almak istemektedir. Bunun için para kazanacakları bir yol bulmaları gerekmektedir ve limonata satmaya karar verirler **(gerçek durum).** Limonata için su, buz, limon, portakal ve şekere ihtiyaçları olduğunu bilmektedirler **(yapılandırma)** ancak kâr edip para biriktirebilmek için bir bardak limonatayı kaç TL'ye satmaları gerektiğine karar vermek zorundadırlar! **(Durum modeli).** Limonatayı saklayacakları termosu, limonata yapmakta kullanacakları kapları, buz ve içme suyunu ailelerinden temin edecekleri için bunlara para ayırmalarına gerek yoktur. Ancak limon, portakal ve şekeri almaları gerekmektedir **(sadeleştirme).** Annelerinden aldıkları tarife göre bir portakal, iki limon ve yarım bardak şekerden bir litre limonata elde edilmektedir **(matematikleştirme).**

BOY AYAK İZİ PROBLEMİ





Bir kış günü sabah okula gelen öğrenciler hiç de beklemedikleri bir durumla karşılaşırlar. Okulun bahçesinde polis ve olay yeri inceleme ekibinin bulunduğunu görürler. Polis, dün gece bazı insanların okulun bahçesine çok sayıda kitap bıraktığını belirlemiştir. Okul yönetimi ve öğrenciler bunu yapan insanlara teşekkür etmek isterler fakat hiç kimse bunu kimin yaptığını görmemiştir. Polis olay yerinde birçok ayak izine rastlar. Ayak izlerinin birisi aşağıda görülmektedir. Bu kişiyi ve arkadaşlarını bulmak için bu ayak izinin sahibinin boyunu belirlememiz faydalı olabilir.



İSTENEN GÖREV:

- **Sizin göreviniz polise ayak izi bulunan kişinin boyunun uzunluğunu belirlemede kullanmak üzere bir araç geliştirmek ve bir mektupla bu aracın nasıl geliştirildiğini ve kullanıldığını polise anlatmak.**
- NOT: Unutmayınız ki geliştirdiğiniz bu araç buradaki ayak izi için işe yaradığı gibi diğer ayak izleri için de işe yaramalıdır.

ELEKTRİK PROBLEMİ

Ali Bey evinin çatısına güneş panelleri yerleştirmek istemektedir. Çatıya kaç tane panel yerleştirileceğini belirleyebilmek için evde kullanılan elektrik miktarının belirlenmesi gerekmektedir. Evin bazı bölümlerinde avize, bazı bölümlerinde lamba bulunmaktadır. Her avizede bulunan lamba sayısı 4'tür. Her bir lamba 10 watttır. Evin bölümlerinde bulunan avize ve lambaların sayısı ile kullanılan elektronik eşyaların elektriksel gücüne ilişkin bilgi şekildedir:

Evin Bölümü	Avize/ L	Evin Bölümü	Avize/ L
Oturma	1	Çocu	1
Salon	3	Korid	2
Mutfak	2	Tuval	3
Yatak Od.	2	Bany	3

Elektronik Eşya	Elektriksel Güç (watt
Buzdolabı	30
Çamaşır Makinesi	600
Bulaşık Makinesi	1200
Elektrik Süpürgesi	1500
Televizyon	10
Fırın	2500
Saç Kurutma Makinesi	1500
Ütü	2000
Bilgisayar	300

Evin ihtiyacı olan elektrik miktarını üretecek güneş panelleri çatıya döşenirken birtakım kurallara uyulması gerekmektedir. Güneş panelleri, panellerin herhangi bir yeri boşlukta kalmayacak şekilde çatıya yerleştirilmelidir. Panellerin arasındaki mesafe en az 30 cm olmalıdır ve çatıya farklı boyutlarda panellerin döşenmesi mümkündür. Panellerin ebatları ve fiyatlarıyla ilgili bilgiler aşağıdaki gibidir:

Güneş	1 Saatte Ürettiği	Ebatı	Fiyatı
A marka	300 watt	1 m x 2	1500
B marka	200 watt	1 m x	800
C marka	45 walt	55 cm x	200 TL

**Güneş panelleri üretilen elektriği depolama özelliğine sahiptir.

Evin bulunduğu yerleşim yerinde panellerin güneşten yararlanma sürelerinin ortalama kışın 6 saat yazın 12 saat olduğu bilinmektedir. Ahmet Bey güneş panellerini elektriği karşılayabilecek şekilde ve en uygun maliyetle gerçekleştirmek istemektedir.

Paneller üretilen elektriği depolayabilmektedir. Ahmet Beyin elektrik ihtiyacını karşılayabilecek güneş panellerinin maliyeti en uygun olacak şekilde çatıya

nasıl yerleştirileceğini gösteren bir model oluşturunuz ve bu yerleşimi nasıl yaptığınızı ayrıntılı bir şekilde gösteriniz. Sizce güneş paneli sistemi döşemek Ahmet Beye bir kazanç sağlar mı? Sizin öneriniz nedir? Nasıl bir yol izlersiniz?

Örnek: Panellerin ürettiği elektrik miktarına örnek vermek gerekirse; 70cm x 150 cm ebatlarındaki 200 watt'lık bir güneş enerjisi paneli günde ortalama 6 saat güneş almaktadır. Bu durumda günlük ürettiği elektrik miktarı 200x6=1200 watt'tır.

ISI YALITIMI

2017'de Isı Yalıtımı Olmayan Bina Kalmayacak!

Enerjisinin % 73'ünü ithal eden Türkiye'nin 2011 yılında ortalama enerji ithalatı 50 milyar dolar oldu. Ve buna rağmen Türkiye maalesef enerjisini verimli kullanmıyor. Ülkemizde enerjinin yüzde 34'ü konutlarda kullanılıyor, bu enerjinin de yüzde 80'i ısıtma amaçlı tüketiliyor. Bir de soğutma amacıyla yaz aylarında havaya savrulan enerji var. Yani enerji verimliliğinde en büyük karadelik ısı yalıtımı

BÜYÜK TASARIM GÖREVİ:

Ahmet Bey Erzurum ilinde dört cephesi de açık olan (çevresinde hiçbir bina ya da yapı bulunmayan) 120 m2 arsa üzerine tek katlı bina tasarlamak istiyor. Ayrıca evinin dış cephesine mantolama yapmayı düşünmektedir. Bu iş için bir yalıtım firmasıyla görüşen Ahmet Beye firma yetkilisi 2 farklı markayla çalıştıklarını belirterek, bu marka ve malzemelere ait şu bilgileri paylaşmıştır:

- A markası firmanın daha önce sürekli kullandığı ve şikayet almadığı bir markadır.
- B markası piyasaya yeni çıkan ama kalitesine güvenen ve A markası gibi her türlü garantiyi veren bir markadır.
- Her iki marka da EPS, XPS KARBONLU EPS, TAŞ YÜNÜ ve CAM YÜNÜ ısı yalıtım malzemelerini kullanmaktadır.
- Bir evin çatı kısmı için cam yünü malzeme, duvarlar için ise diğer mal¬zemeler kullanılabilmektedir.

Tasarımınızın başarısı, evinizde en iyi ısı yalıtımı yaparak maksimum enerji verimliliği sağlayabilmeniz, malzemelerin kullanım ömrü ve tasarımın toplam maliyeti ile değerlendirilecektir.

A ve B markalarının malzeme fiyat listesi

Malzeme	A markasının paket	B markasının paket fiyatı
Cam yünü		300,2 TL
Taş yünü	291,6 TL	282,6 TL
XPS	187,2 TL	171,4 TL
EPS	172,8 TL	170,6 TL
Karbonlu EPS	180,8 TL	180,6 TL

* Tüm malzemeler 4 cm kalınlıkta olup, her paket 3,6 m2'dir. Tablodaki fiyatlar, ısı yalıtımının tüm maliyetini (gerekli olan diğer malzeme ve işçilik) kapsamaktadır.

Bu maliyetleri gören Ahmet Bey, yaptıracağı evin ve ısı yalıtımının, hem tasarruflu hem de uygun maliyetle olmasını istemektedir. Doğru bir tercih yapması için yardımcı olunuz. Tercihinizi neye göre yaptığınızı açıklayınız.

*Energy 3D programını kullanarak bir yapı tasarlamalısınız. Tasarlayacağınız yapının 1 cephesine cam yerleştirmeniz gerekiyor. Yapınızın başarılı bir tasarım olması için evi ısıtmak için gerekli enerji olabildiğince düşük olmalı yani enerji verimliliğini dikkate almalısınız. Energy 3D programında tasarlayacağınız yapının konum bilgileri şöyle olacak:

- ✓ İl: İstanbul
- ✓ Tarih: 3 Şubat 2020
- ✓ Saat: 13:00
- ✓ Zeminin Boyutu: Programın hazır sunduğu zemin olmalı
- ✓ Binanın yüksekliği: 2 metre
- ✓ Pencere, duvarın ortasında olmalı

	Tasarım problemin tanımlanması	
	Başarı Kriterleri	**Kısıtlamalar**
1.		
2.		
3.		
4.		

Yukarıda genel hatları ile sunulan tasarım göreviniz için binanın sahip olması gereken bazı özellikler ve bu özellikleri yerine getirmek için kullanabileceğiniz alternatifler aşağıda ayrıntılı olarak ifade edilmiştir. Büyük tasarımınızı gerçekleştirirken bu alternatiflerden hangilerini kullanacağınızı verilen tablolar üzerinde belirtir misiniz? Neden bu seçimleri yaptığınızı tabloların yanındaki boşluğa (açıklamalar) açıklayınız. Eğer seçim yapamadığınız bir tablo varsa bu seçimi gerçekleştirmek için neleri öğrenmeniz gerektiğini yine tabloların yanındaki boşluğa yazınız.

Açıklamalar:

Tasarım Öneriniz ve Açıklamalarınız:

- ✓ **Tasarlayacağınız yapıda 3 cam bulunacaktır. Camları yerleştireceğiniz cephelere siz karar vermelisiniz (Her cephede en fazla 1 cam bulunabilir).**

	Kuzey	Güney	Doğu	Batı
1. Camın Konumu				
2. Camın konumu				
3. Camın konumu				

- ✓ **Pencerelerin malzemesine karar vermelisiniz.**

Seçenekler	Kararınız
Plastik çerçeve	
Ahşap çerçeve	
Metal Çerçeve	

Pencerelerin hepsi plastik, metal ya da ahşap seçeneklerinden biri olabilir. Karar verdiğiniz bir seçeneği (X)işaretleyiniz.

- ✓ **Tasarlayacağınız yapının duvar malzemesine karar vermelisiniz.**

Seçenekler	Kararınız
Beton briket	
Boşluklu tuğla	
Kireç-kum taşı	

Duvar malzemesi için belirtilen seçeneklerden karar verdiğiniz birini işaretleyiniz.

- ✓ **Binanın zemin (temel) malzemesine siz karar vermelisiniz.**

Seçenekler	Kararınız
Beton	
Kil/Alüvyon	

Binanın zemin malzemesi için belirtilen seçeneklerden karar verdiğiniz birini işaretleyiniz.

- ✓ **Duvarların ve zeminin ısı yalıtımı için kullanılacak malzemelere karar vermelisiniz.**

Seçenekler	Duvar	Zemin
Cam yünü		
Taş yünü		
XPS		
EPS		
Karbonlu EPS		

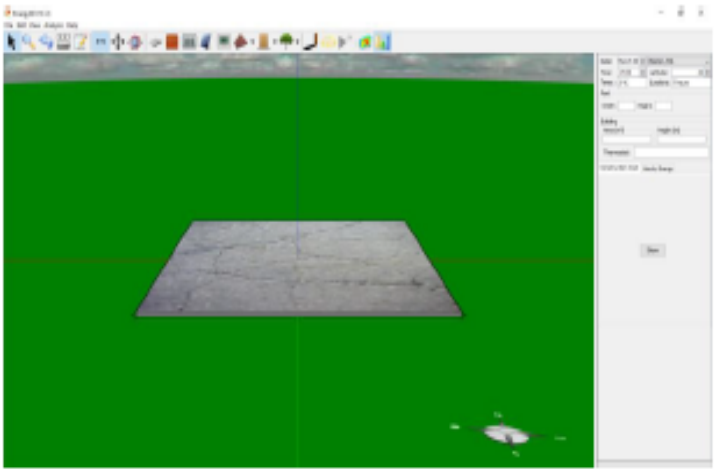
Binanın duvar ve zemin yalıtımı için seçeneklerden birer tanesiniz işaretleyiniz.

Energy 3D programını kullanarak bir yapı tasarlamalısınız. Tasarlayacağınız yapının 1 cephesine cam yerleştirmeniz gerekiyor. Yapınızın başarılı bir tasarım olması için evi ısıtmak için gerekli enerji olabildiğince düşük olmalı yani enerji verimliliğini dikkate almalısınız.

Energy 3D programında tasarlayacağınız yapının konum bilgileri şöyle olacak:

- ✓ İl: İstanbul
- ✓ Tarih: 3 Şubat 2016
- ✓ Saat: 13:00
- ✓ Zeminin Boyutu: Programın hazır sunduğu zemin olmalı
- ✓ Binanın yüksekliği:2 metre
- ✓ Pencere, duvarın ortasında olmalı

1.Program kısayolu üzerine çift tıklayınız, karşınıza şöyle bir ekran gelecek.



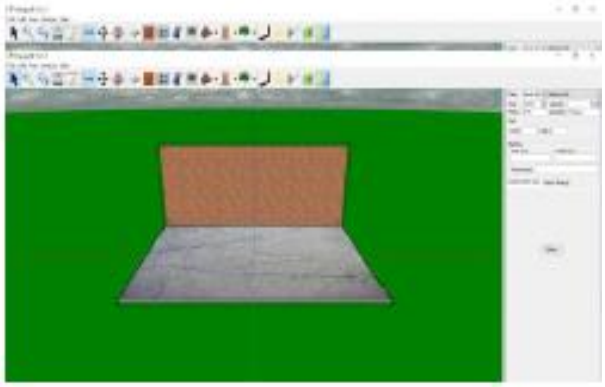
1

2. Duvar işareti üzerine tıklayıp, zeminin kenarlarına teker teker yerleştirerek, yapının dört duvarını oluşturunuz. Duvarların yüksekliği okunabilmektedir.

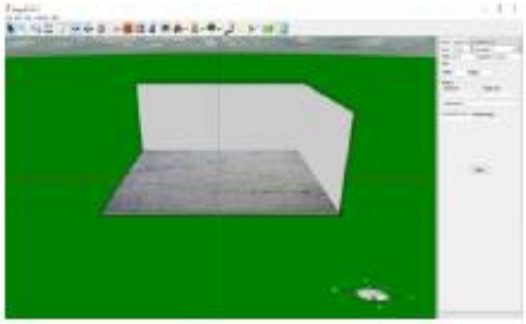
2



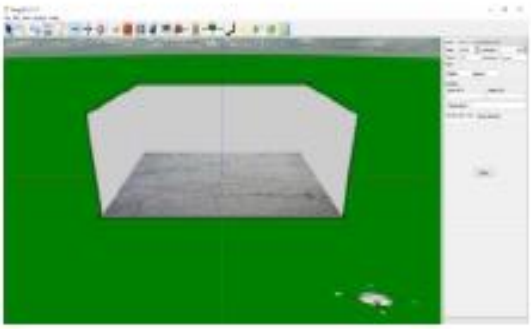
3



4



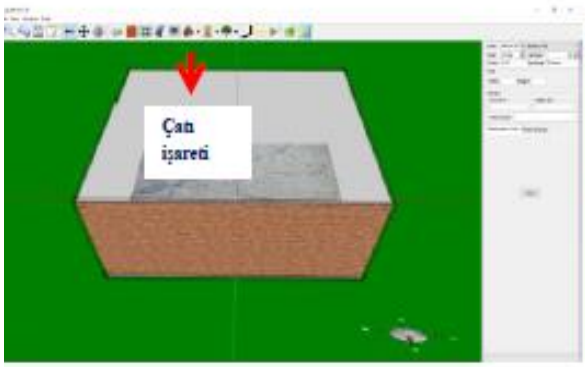
5



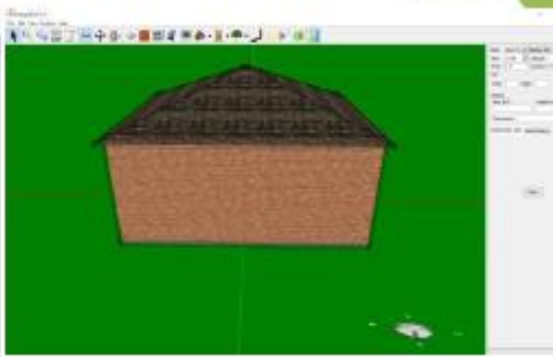


6

3. Çatı işaretine tıklayarak, duvarlar üzerine yerleştirin.

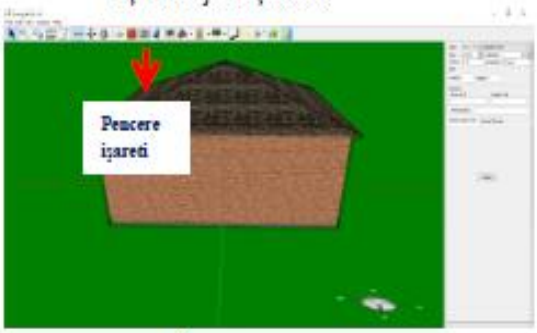


7

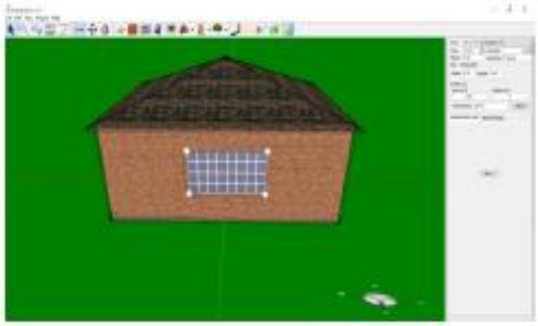


8

4. Pencere işareti üzerine tıklayarak, istediğiniz boyutu ayarlayarak duvarı ortalayacak biçimde yerleştirin.

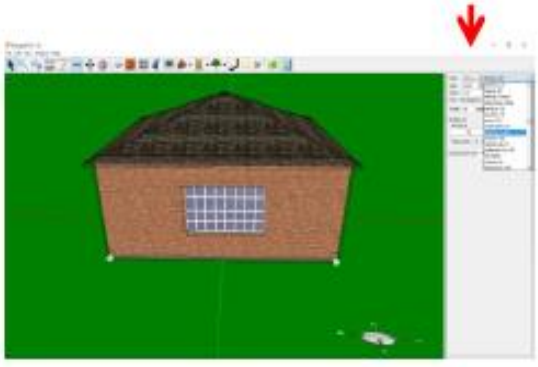


9

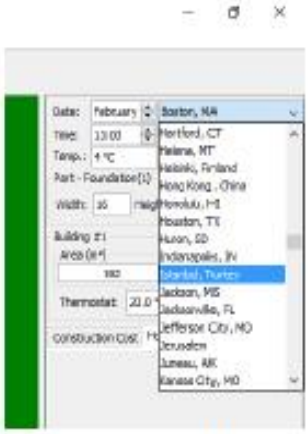


10

5. Sağ tarafta konum bilgilerinin seçilmesi gerekiyor. İstanbul ili, Şubat 2016 tarihi ve 13:00 saati buradan seçilmektedir.



11

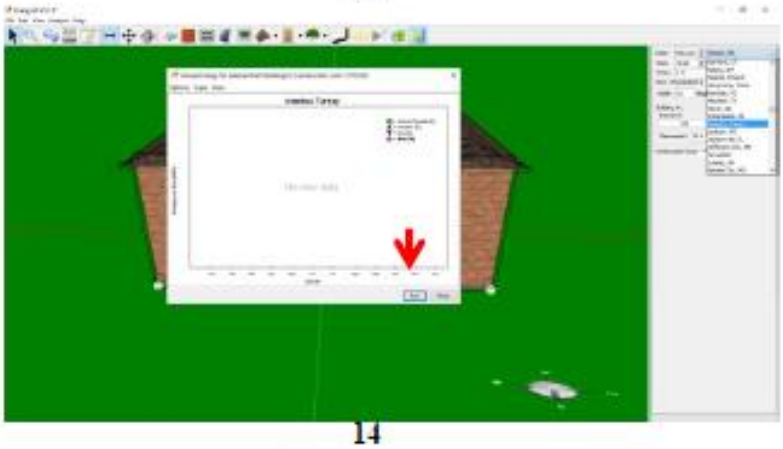


12

6. Program görüntüsünün sol üst kısmında bulunana "Analysis" sekmesine tıklayın ve buradan "Run Daily Energy Analysis For Building" seçeneğini tıklayın. Karşınıza çıkan sayfanın (14) sağ alt kısmındaki "run" sekmesine tıklayın. Karşınıza çıkan değer yapının ısınması için günlük enerji değerini vermektedir.

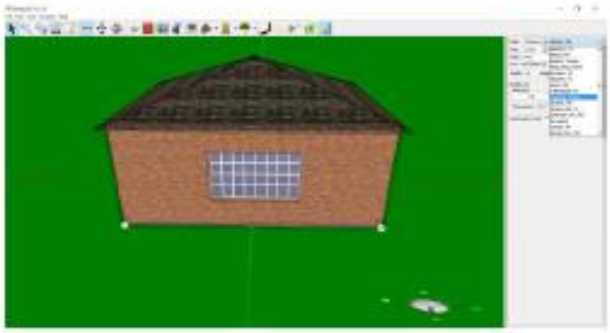


13



14

7. Pencereyi yerleştirdiğiniz duvarın hangi yönde olduğunu sağ alt kısımdaki pusula işaretinden anlayabilirsiniz. (N: Kuzey, S:Güney, W: Batı, E: Doğu yönü göstermektedir)



15

8. Pencereyi diğer cephelerdeki duvarlara yerleştirmek için Mouse sol tuşunu evin üstüne tıklayıp evi istediğiniz yöne döndürebilirsiniz. Pencereyi diğer cephelere yerleştirmek için pencerenin üzerine tıklayarak "copy" tuşuna basıp istediğiniz cepheye yapıştırabilirsiniz.

• Pencereyi değişik cephelere koyduğunuzda ortaya çıkan günlük ısınma için gerekli enerji miktarını tabloya not ediniz.

(Her cephede kullandığınız pencerenin boyutları aynı olmalı)

Cephenin Yönü		**Günlük Isınma Enerji Miktarı**
Kuzey		
Güney		
Doğu		
Batı		

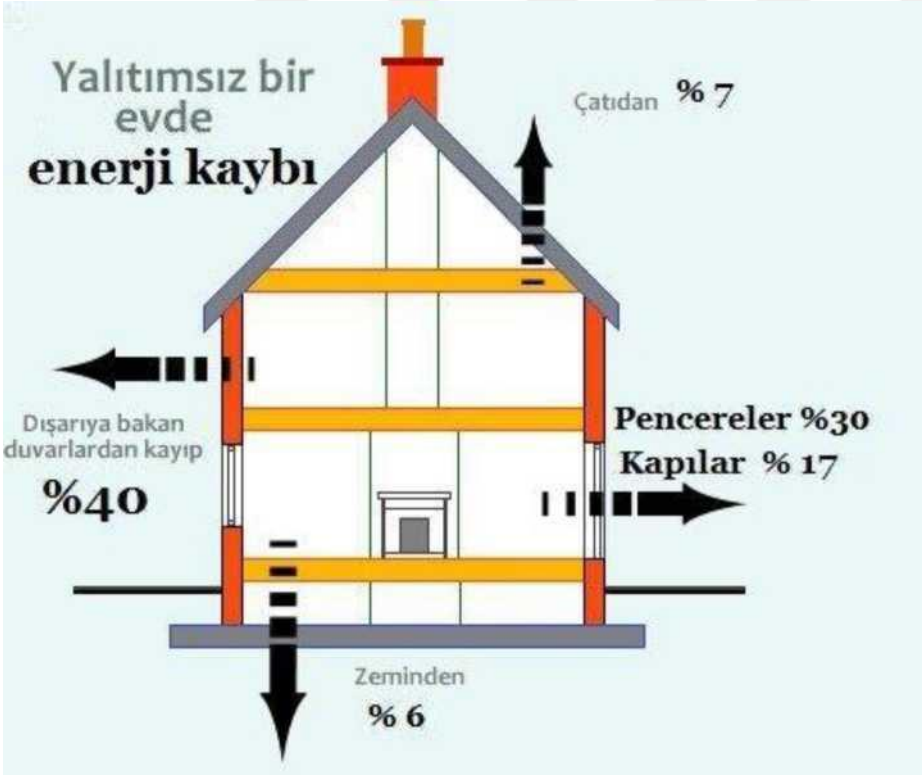
Pencerelerin boyutlarını arttırdığınızda ısınma maliyetlerini tespit ederek tabloya yerleştiriniz. (Boyutları değiştirirken cephenin hep aynı olması gerektiğini unutmayalım)

***** Pencere alanı arttıkça günlük ısınma enerji miktarında nasıl bir değişim oldu? Sizce bu durumun sebebi nedir?

Pencere			**Günlük Isınma Enerji Miktarı**
En	***Boy***	**ALAN**	

Yapılarda pencerelerin yönü ve boyutları ısı yalıtımını nasıl etkiler? Aile, ülke ekonomisi ve kaynakların kullanımı açısından nasıl bir yerleştirme uygun olur?

Yalıtımsız Bir Evde Enerji Kaybı



En çok ısı kaybına sebep olan kısımların duvarlar ve pencereler olduğunu

❖ Size verilen mühendis market kataloğundaki bilgilerden yola çıkarak ürünleri fiyat ve dayanıklılık-uzun ömürlülük bakımından araştırınız.

BÜYÜK TASARIM GÖREVİ: ISI YALITIMI ÜLKE KAZANIMI

Sizden İstanbul ili Sarıyer ilçesinde 120 m2 arsa üzerine kurulacak tek katlı bina tasarlamanız bekleniyor. Tasarımınızın başarısı en iyi ısı yalıtımı yaparak maksimum enerji verimliliği sağlayabilmeniz, kullandığınız malzemelerin dayanaklılığının göstergesi olan garanti ve tasarımın toplam maliyeti ile değerlendirilecektir.

	Tercihiniz		Gerekçe
Cam Malzeme	Plastik çerçeve		
	Ahşap çerçeve		
	Metal Çerçeve		
1.Camın Konumu	Kuzey		
	Güney		
	Doğu		
	Batı		
2.Camın Konumu	Kuzey		
	Güney		
	Doğu		
	Batı		
3. Camın Konumu	Kuzey		
	Güney		
	Doğu		
	Batı		
Duvar Malzeme	Beton briket		
	Boşluklu tuğla		
	Kireç-kum taşı		
Zemin Malzeme	Beton		
	Cam yünü		
	Kil/Alüvyon		
	Taş yünü		
Isı Yalıtım-Duvar	XPS		
	EPS		
	Karbonlu EPS		
Isı Yalıtım-Zemin			

MÜHENDİS MARKET KATALOĞU

PENCERE YAPI MALZEMELERİ

Plastik Çerçeve



Maliyet: 8.000 TL

Kullanım Ömrü: 21 yıl

Ahşap Çerçeve



Maliyet: 5.000 TL

Kullanım Ömrü: 9 yıl

Metal Çerçeve



Maliyet: 20.000 TL

Kullanım Ömrü: 27 yıl

DUVAR ve ZEMİN ISI YALITIM MALZEMELERİ

Cam/taş yünü



Maliyet: 24.000 TL

Kullanım Ömrü: 16 yıl

Strafor Köpük



Maliyet: 12.000 TL

Kullanım Ömrü: 18 yıl

Mantar Levha



Maliyet: 16.000 TL

Kullanım Ömrü: 14 yıl

DUVAR YAPI MALZEMELERİ

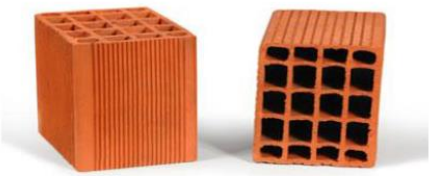
Beton Briket



Maliyet: 13.500 TL

Kullanım Ömrü: 56 yıl

Boşluklu Tuğla



Maliyet: 6.000 TL

Kullanım Ömrü: 64 yıl

Kireç-kum taşı



Maliyet: 10.800 TL

Kullanım Ömrü: 80 yıl

BİNA ZEMİN (TEMEL) MALZEMESİ

Beton



Maliyet: 16.000 TL

Kullanım Ömrü: 180 yıl

Kil/Alüvyon



Maliyet: 8.000 TL

Kullanım Ömrü: 40 yıl

EK 6. YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

EK- GÖRÜŞME FORMU

Açıklama: Sevgili öğrenciler bu görüşme formunun amacı STEM yaklaşımına dayalı matematiksel modelleme etkinlikleri ile ilgili görüşlerinizi almaktır. Elde edilen bilgiler, sadece bilimsel amaçlı kullanılacak, kişisel hiçbir bilginiz açıklanmayacaktır. Tüm bilimsel etik kurallarına uyulacaktır.

Katkılarınız için teşekkür ederim.

Yaprak ARMUTCU

Yüksek Lisans Öğrencisi

1. Etkinliklerdeki problemler hakkında neler düşünüyorsunuz?

2. Etkinlikleri yaparken matematik dışında farklı disiplinlerle ilgili örneğin fen, mühendislik, teknoloji hakkında da bilgiler bilmemiz gerekiyor mu?

3. Etkinliklere başladığınızdaki, etkinlikler sırasındaki ve sonrasında kendinizi nasıl değerlendiriyorsunuz? Bu süreçte edindiğiniz kazanımlar nelerdir? Kendinizde gözlemlediğiniz değişim ve gelişimler nelerdir?

4. STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme problemleri, okullarda uygulanabilir mi? Ders kitaplarında modellemeyle ilgili etkinliklerle karşılaştınız mı?

5. STEM Bağlamında Matematiksel Modelleme problemleri ile gerçek hayat arasında bağlantı kurabilir misiniz? Açıklayınız.

EK- 7. MATEMATİKSEL MODELLEME DEĞERLENDİRME AŞAMALARI

ETKİNLİK DEĞERLENDİRME RUBRİĞİ

Kodlama	Modelleme Becerilerinin İsimleri ve Açıklamalar
Al	*Verilenleri belirleme ve sadeleştirme (making simplifying assumptions)* Bir problem çözme sürecinde göz önüne alınabilecek bütün varsayımlardan çözüm sürecinde göz önünde bulundurulacak olan en önemlilerini belirleme ve çözüm sürecine katkıda bulunmayacak olan varsayımları göz ardı etme. Problem durumunu sadeleştirerek (şema vs. kullanarak) daha anlaşılır hale getirme
A2	*Hedefi belirginleştirme (clarifying the goal)* Bir problem durumu için düşünülebilecek birçok varsayımdan problem durumunun çözümü hedeflenen kısmı ile ilgili olan varsayımı seçerek hedefi belirginleştirme.
A3	*Problemi formülleştirme* Bir probleme çözüm üretmek için problemi alt problemlere ayırma veya probleme farklı açılardan yaklaşım getirilebilecek şekilde problemle ilgili farklı alt problemler oluşturma
B1	*Değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme* Bir gerçek hayat durumunun matematiksel modelini çıkarmak veya bu probleme bir çözüm bulmak için göz önüne alınması gereken değişkenleri, sabitleri ve parametreleri belirleme
B2	*Matematiksel ifadeleri formülleştirme* Problem durumu içerisinde sözel olarak belirtilen matematiksel ifadelerin cebirsel olarak ifade edilmesi ve cebirsel hesaplamaların yapılması. Örneğin "her birinde n tane ürün olan m müşteri için .....” ifadesinde toplam ürün sayısını veren nxm cebirsel ifadesini yazma ve sonucu bulma
B3	*Bir matematiksel model seçme ve uygulama* Değişkenler, parametreler ve sabitler belirlendikten sonra üzerinde çalışılan problem durumunu ifade edebilecek en uygun matematiksel ifadeyi, fonksiyonu seçme ve bu ifade ile problemin çözümüne ulaşma
C	*Çözümü açıklamada sözel ifadeleri kullanma* Problem durumunu anlama ve çözüm sürecinde matematiksel ifadelerin yanı sıra sözel açıklamalardan yararlanma
D	*Çözümü açıklamak için grafik ve diagram gösterimlerinden yararlanma* Problemin çözümünde grafik ve diagram gösterimlerden yararlanma
E	*Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme* Bulunan çözümün doğruluğunu, yanlışlığını ya da en uygun olup olmadığını gerçek hayat durumu üzerinde test etme ve bunun sonucunda çözüm sürecini tekrar gözden geçirme.

		A_1	A_2	A_3	B_1	B_2	B_3	C	D	E
Problem 1	Yok									
	Doğru									
	Eksik									