



**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**STEM EĞİTİMİNİN 10. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN  
AKADEMİK BAŞARILARI, STEM VE FİZİK TUTUMLARI  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**Ceyda Nur YILMAZ**

**DENİZLİ-2019**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**STEM EĞİTİMİNİN 10. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK  
BAŞARILARI, STEM VE FİZİK TUTUMLARI ÜZERİNE ETKİSİ**

**Ceyda Nur YILMAZ**

**Danışman**

**Doç. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER**

**DENİZLİ-2019**

## JÜRİ ÜYELERİ ONAY SAYFASI

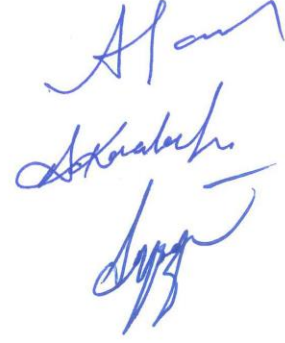
Bu çalışma, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Başkan: Doç. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Aytaç KARAKAŞ

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül ERGÜN



Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 17.07/2019  
tarih ve 39/17...sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Mustafa BULUŞ

Enstitü Müdürü

## ETİK BEYANNAMESİ

Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nün yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi; görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu; başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu; atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi; kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı; bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

İmza  
  
Ceyda Nur YILMAZ

## TEŞEKKÜR SAYFASI

Danışmanlığımı üstlenerek her ihtiyaç duyduğumda, gece gündüz demeden bana zaman ayıran, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım danışman hocam Doç.Dr. Ayşe SAVRAN GENCER'e içten teşekkürlerimi sunarım. Tezin her aşamasında engin görüşlerini bildirerek tezin şekillenmesine destek olan Dr. Öğr. Üyesi Aytaç KARAKAŞ'a, etkinliklerin tasarlanması aşamasında fizik içeriğini inceleyerek değerli vaktini ayıran Dr. Öğr. Üyesi Yüksel ÇEKBAŞ'a, İngilizce çevirilerde yardımcı olan eşim Hakkı YILMAZ'a, her anlamda bana güvendiklerini hissettiren ve destek olan aileme, bu zorlu süreçte her zaman yanımda olan arkadaşlarıma, ders çalışmama bazen engel olsa da, varlığıyla, neşesiyle bu süreci unutturan, oğlum Orhun YILMAZ'a çok teşekkür ederim.

Ceyda Nur YILMAZ

## ÖZET

### STEM Eğitiminin 10.Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarıları, STEM ve Fizik Tutumları Üzerine Etkisi

YILMAZ, Ceyda Nur

Yüksek Lisans Tezi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı,

Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER

Haziran 2019, 166 Sayfa

Bu çalışmanın amacı, 10.sınıf fizik dersindeki elektrik konusunda STEM eğitimi yaklaşımı ile hazırlanan uygulamaların öğrencilerin akademik başarılarına, STEM ve fizik dersi tutumlarına etkisini incelemek ve bu süreçte öğrencilerin STEM eğitimi uygulamaları konusunda görüşlerini değerlendirmektir. Belirtilen amaç doğrultusunda, araştırmada tek grup ön test ve son test deney öncesi desen kullanılmıştır. Araştırma 2018-2019 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde Denizli ili Merkezefendi ilçesine bağlı bir devlet lisesinde okuyan 30 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda çalışmaya gönüllü olarak katılan tek gruba ön test olarak elektrik başarı testi, STEM tutum ölçeği ve fizik tutum ölçeği uygulanmıştır. Uygulama kapsamında, STEM eğitimi temelinde 5E modeli ve mühendislik tasarım süreçleri kullanılarak geliştirilen elektrik konulu hikâyelere, çalışma kâğıtlarına, deney yapraklarına, robotik kodlama materyallerine, deney yönergelerine ve değerlendirme sorularına yer verilmiştir. Çalışma sonunda araştırmaya katılan aynı gruba son test olarak elektrik başarı testi, STEM tutum ölçeği ve fizik tutum ölçeği yeniden uygulanmıştır. Araştırmanın genel amaç ve problemi çerçevesinde elde edilen verilerin istatistik çözümlemesi için SPSS programından yararlanılmıştır. Ayrıca uygulamaların sonunda alınan öğrenci görüşleri yorumlanarak değerlendirilmiştir.

Araştırmanın sonucu olarak; yapılan uygulamaların sonucunda nicel verilerde öğrencilerin akademik başarıları artmış fakat STEM ve fizik tutumları değişmemiştir. Ayrıca ön test ve son test elektrik devreleri başarı testi ile STEM ve fizik tutum arasında anlamlı bir ilişki olmadığı bulunmuştur. Fizik ile STEM tutum ön

testleri arasında ise istatistiksel anlamlı bir ilişki yokken, son testleri arasında pozitif orta derecede anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Ancak nitel veri toplama araçları olan STEM etkinliklerini değerlendirme formu ve STEM uygulamalarını değerlendirmeye yönelik analitik rubrik üzerinde betimsel analiz yapıldığında derse ilgi gösterdikleri, tasarım yapmaktan keyif aldıkları, konuyu daha iyi öğrendikleri, gelecek meslek seçimleri için STEM alanlarının önemli olduğu gibi olumlu tutumlar geliştirdikleri görülmüştür.

Anahtar kelimeler: STEM eğitimi, 5E modeli, mühendislik tasarım süreci, fizik, robotik kodlama

## **ABSTRACT**

### **The Effect of STEM Education on 10th Grade Students' Academic Success, Their Attitude Towards STEM and Physics**

YILMAZ, Ceyda Nur

Master Thesis, Maths and Science Education Institute of Sciences,  
Science Education

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER

June 2019, 166 Pages

The purpose of this study is to examine the effect of implementations prepared through STEM education approach and on electric topic in 10th grade physics class into the students' academic achievement and to evaluate the remarks of students on STEM education implementations in this process. In this research, in accordance with the stated purpose single group pretest-posttest pre-experimental design was used. The research was carried out with the participation of 30 students from a public school in Merkezefendi district of Denizli. Accordingly, electric achievement test, stem attitude scale and physics attitude scale were applied as pre-test to the only group having participated this study voluntarily. Subsequently, 5E Model based on STEM education and stories, worksheets, experiment sheets, materials of robotics coding, instructions of experiment and evaluative questions themed electrics developed through using the processes of engineering designing were included in this implementation. At the end of the study, electric achievement test, stem attitude scale and physics attitude scale were applied as post-tests again to the same group. The programme of SPSS was made use of for the statistical analyse of the data obtained within the frame of general purpose and problem of the research. In addition, the student remarks obtained at the end of the implementations were evaluated with assumptions.

As a result of the research; the students' academic success has improved but STEM attitude and physics attitude did not change as a result of the quantitative data. There is no relationship between the students' electric academic success and STEM and physics



attitudes both in pre and post test scores. Also, there is no statistically significant relationship between the students' STEM and physics attitudes pre test scores but there is a positive moderate significant relationship in their post test scores. When descriptive analysis has been done on the analytical rubric towards STEM implementations evaluation and STEM activities evaluation form which are the other data acquisition tools, it has been observed that students have had a positive attitude, enjoyed designing, learned the subject better, and that STEM fields important for their future careers.

Key words: STEM education, 5E model, the process of engineering designing, physics, robotics coding.

## İÇİNDEKİLER

JÜRİ ÜYELERİ ONAY SAYFASI.....	iii
ETİK BEYANNAMESİ .....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET .....	vi
ABSTRACT.....	viii
İÇİNDEKİLER .....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xvi
BİRİNCİ BÖLÜM: GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.1.1. Problem Cümlesi .....	5
1.1.2. Alt Problemler .....	5
1.2. Araştırmanın Amacı.....	6
1.3. Araştırmanın Önemi .....	6
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	9
1.5. Sayıtlılar.....	9
1.6. Tanımlar.....	10
İKİNCİ BÖLÜM: KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR .....	11
2.1. Kuramsal Çerçeve.....	11
2.1.1. STEM Eğitimi Tanımı .....	11
2.1.1.1. STEM eğitimi ve 21.yy becerileri .....	12
2.1.2. STEM Eğitiminin Tarihsel Gelişimi.....	13
2.1.3. Dünyada STEM .....	15
2.1.4. Türkiye’de STEM.....	19
2.1.5. Bütünleşik STEM Eğitimi ve Modeller .....	22
2.1.5.1. 5E öğrenme modeli ve STEM eğitimi entegrasyonu .....	24

2.1.5.2. STEM eğitimi ve mühendislik tasarım süreci.....	26
2.1.6. STEM Eğitimi ve Eğitsel Robotik Uygulamalar .....	29
2.1.7. STEM Eğitimi ve Simülasyon Tekniği.....	30
2.2. İlgili Araştırmalar .....	31
2.2.1. Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar.....	31
2.2.2. Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar .....	38
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: YÖNTEM.....	42
3.1. Araştırma Deseni .....	42
3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu .....	43
3.3. Veri Toplama Araç ve Teknikleri.....	44
3.3.1. Basit Elektrik Devreleri Başarı Testi.....	44
3.3.2. STEM Tutum Ölçeği .....	45
3.3.3. Fizik Tutum Ölçeği.....	46
3.3.4. STEM Etkinlikleri Değerlendirme Formu.....	46
3.3.5. STEM Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik.....	47
3.4. Veri Toplama Süreci.....	48
3.4.1. STEM Uygulamasının Konu Kazanımlarının Belirlenmesi.....	48
3.4.2. STEM Uygulamasının Kaynak Materyallerinin Belirlenmesi.....	50
3.4.3. STEM Etkinliklerinin Geliştirilmesi.....	50
3.4.4. STEM Etkinliklerinin Uygulanması .....	52
3.4.4.1. Ohm kanunu etkinliği.....	52
3.4.4.2. Elektrik enerjisi etkinliği.....	57
3.4.5. Araştırmanın Uygulama Süresi.....	60
3.4.6. Basit Elektrik Devreleri İçin Veri Toplama Süreci .....	61
3.4.7. STEM Tutum Ölçeği İçin Veri Toplama Süreci.....	61
3.4.8. Fizik Tutum Ölçeği için Veri Toplama Süreci .....	61

3.4.9. STEM Etkinlikleri Değerlendirme Formu için Veri Toplama Süreci .....	62
3.4.10. STEM Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik İçin Veri Toplama Süreci .....	62
3.5. Verilerin Analizi .....	62
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: BULGULAR .....</b>	<b>64</b>
4.1. Basit Elektrik Devreleri Başarı Testine Yönelik Bulgular .....	64
4.2. STEM Tutum Ölçeğine Yönelik Bulgular .....	65
4.3. Fizik Tutum Ölçeğine Yönelik Bulgular .....	66
4.4. STEM Etkinlikleri Değerlendirme Formuna Yönelik Bulgular .....	68
4.5. STEM Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik için Bulgular .....	72
<b>BEŞİNCİ BÖLÜM: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>76</b>
5.1. Tartışma .....	76
5.2. Öneriler .....	83
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>85</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>99</b>
Ek 1. Milli Eğitim İzin Yazısı.....	99
Ek 2. Elektrik Devreleri Başarı Testi İçin İzin. ....	100
Ek 3. Elektrik Devreleri Başarı Testi.....	101
Ek 4. Fen Bilimleri, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM) Tutum Ölçeği İzni.....	109
Ek 5. Fen Bilimleri, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM) Tutum Ölçeği.....	110
Ek 6. STEM Etkinliği Değerlendirme Formu.....	111
Ek 7. STEM Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik İzni .....	112
Ek 8. STEM Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik .....	113
Ek 9. Ohm Kanunu Etkinliği: Giriş Basamağı .....	115
Ek 10. Ohm Kanunu Etkinliği: Keşfetme Basamağı .....	117
Ek 11. Ohm Kanunu Etkinliği: Açıklama Basamağı .....	123
Ek 12. Ohm Kanunu Etkinliği: Açıklama Basamağı Konu Pekiştirme Soruları .....	124
Ek 13. Ohm Kanunu Etkinliği: Derinleştirme Basamağı-1 .....	125

Ek 14. Ohm Kanunu Etkinliği: Derinleştirme Basamağı-2 .....	126
Ek 15. Ohm Kanunu Etkinliği: Derinleştirme Basamağı-3 .....	127
Ek 16. Elektrik Enerjisi Etkinliği: Giriş Basamağı .....	129
Ek 17. Elektrik Enerjisi Etkinliği: Keşfetme Basamağı-1 .....	130
Ek 18. Elektrik Enerjisi Etkinliği: Keşfetme Basamağı-2 .....	131
Ek 19. Elektrik Enerjisi Etkinliği: Açıklama Basamağı .....	132
Ek 20. Elektrik Enerjisi Etkinliği: Derinleştirme Basamağı .....	133
Ek 21. Mühendislik Dosyası .....	134
Ek 22. Tesla'nın Melekleri Adlı Grubun Ohm Kanunu Giriş Basamağı Örnek Cevap Kağıdı.....	135
Ek 23. Tesla'nın Melekleri adlı Grubun Ohm Kanunu Keşfetme Basamağı Örnek Çalışma Yaprakları .....	136
Ek 24. 4+1 Adlı Grubun Ohm Kanunu Keşfetme Basamağı Örnek Simülasyon Çalışması.....	140
Ek 25. 4+1 Adlı Grubun Ohm Kanunu Tincercad Örnek Simülasyon Çalışması .....	141
Ek 26. Farklı Gruplardan Ohm Kanunu Örnek Mühendislik Tasarım Çalışmaları.....	142
Ek 27. Grup Shrodinger'in Ohm Kanunu Mühendislik Tasarım Sunum Çalışması Örneği .....	144
Ek 28. Grupların Elektrik Enerjisi Etkinliği Tasarım Örnekleri.....	148
ÖZGEÇMİŐ .....	150

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. <i>Bybee 'ye Göre 5E Modeli ve Aşamaları</i> .....	26
Tablo 3. 1. <i>Tek Gruplu Ön test-Son test Deneysel Desenin Simgesel Görünümü</i> .....	43
Tablo 3.2. <i>Elektrik Devreleri Başarı Testi Cevap Anahtarı</i> .....	45
Tablo 3.3. <i>Fizik Dersi 10. Sınıf Elektrik Devreleri Konusu Öğretim Programı Konu Kazanımları</i> .....	498
Tablo 3. 4. <i>Teknoloji Tasarım Yedinci ve Sekizinci Sınıf ve Bilişim Bilimi Dersi Kur (1-2) Öğretim Programı Konu Kazanımları</i> .....	49
Tablo 3.5. <i>Mühendislik Fakültesi Yükseköğretim Genelindeki Program Çıktıları</i> .....	49
Tablo 3.6. <i>Matematik Dersi 9.ve 11.Sınıf Öğretim Programı Konu Kazanımları</i> .....	590
Tablo 3. 7. <i>Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları (Ohm Kanunu)</i> .....	55
Tablo 3.8. <i>Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları (Elektrik Enerjisi)</i> .....	59
Tablo 3.9. <i>STEM Eğitiminin 5E Modeli ile Bütünleştirildiği Uygulama Sürecinin Zamana Göre Dağılımı</i> .....	61
Tablo 3.10. <i>Araştırmada Kullanılan Ölçeklerin Ön-Test Son-Test Tanımlayıcı İstatistikleri</i> .....	63
Tablo 4.1. <i>Ön Test- Son Test Elektrik Devreleri Başarı Puanlarının Karşılaştırılması</i> ...	644
Tablo 4.2. <i>Ön Test- Son Test STEM Tutumunun Karşılaştırılması</i> .....	665
Tablo 4.3. <i>STEM Tutum Ölçeğinin Alt Boyutlarının Ön-test Son-test Puanlarının Bağımlı t-testi Karşılaştırması</i> .....	66
Tablo 4.4. <i>Ön Test- Son Test Fizik Tutumunun Karşılaştırılması</i> .....	66
Tablo 4.5. <i>Ön Teste Göre Elektrik Devreleri Başarı Testi, STEM Tutum ve Fizik Tutum Arasındaki İlişki</i> .....	67
Tablo 4.6. <i>Son Teste Göre Elektrik Devreleri Başarı Testi, STEM Tutum ve Fizik Tutum Arasındaki İlişki</i> .....	67
Tablo 4.7. <i>Öğrencilerin Uygulama Sürecinde Yaşadıkları Zorluklar İle İlgili Uygulama Sonrası Görüşlerine Yönelik Frekans ve Yüzde Değerleri</i> .....	68

Tablo 4.8. Öğrencilerin uygulama sürecinde zorlukların üstesinden gelme şekilleri ile ilgili uygulama sonrası görüşlerine yönelik frekans ve yüzde değerleri.....	69
Tablo 4.9. Öğrencilerin Uygulamanın Katkıları İle İlgili Uygulama Sonrası Görüşlerine Yönelik Frekans ve Yüzde Değerleri.....	70
Tablo 4.10. Öğrencilerin Uygulama İçin Önerileri İle İlgili Uygulama Sonrası Görüşlerine Yönelik Frekans ve Yüzde Değerleri.....	72
Tablo 4.11. Gruplar İçin Teknolojik Tasarım Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik Tasarımın Planlanması Performansı .....	73
Tablo 4.12. Gruplar İçin Teknolojik Tasarım Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik Tasarımın Yapımı Performansı .....	73
Tablo 4.13. Gruplar İçin Teknolojik Tasarım Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik Tasarımın Değerlendirilmesi Performansı .....	74
Tablo 4.14. Gruplar İçin Teknolojik Tasarım Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik Toplam Puanları .....	75

## ŞEKİLLER LİSTESİ

<i>Şekil 2.1.</i> Fen merkezli STEM entegrasyon modeli.....	23
---	----



## BİRİNCİ BÖLÜM: GİRİŞ

Bu bölümde, problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın amacı, önemi ve sınırlılıklarına, sayıltılar, tanımlara yer verilmiştir.

### 1.1. Problem Durumu

Bilim ve teknolojiye yaşanan baş döndürücü hızlı değişim, bireysel ve toplumsal ihtiyaçları, öğrenme ve öğretme yaklaşım ve teorilerindeki gelişmeler, bireylerden beklenen görev ve sorumlulukları da değiştirmiştir. Bu değişim bilgiyi üreten, ürettiği bilgiyi hayatta işlevsel olarak kullanabilen, problem çözebilen, girişimci, eleştirel düşünen, iletişim becerilerine sahip, empati yapabilen, topluma hizmet sağlayan kaliteli bir birey olmayı zorunluluk haline getirmiştir. Ortaöğretim fizik dersi öğretim programında bu niteliklere sahip bireylerin yetişmesi için öğretim programlarının yalnızca bilgi aktaran bir programdan ziyade, bilgi ve beceri kazandıran, bireysel farklılıkları dikkate alan, sade ve anlaşılır bir dille hazırlanması önemle vurgulanmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Buna bağlı olarak öğrencilerin aldığı fen bilimleri eğitiminin kalitesi ve niteliği, ülkelerin çağa ayak uydurma ihtiyacı sebebiyle önem kazanmıştır. Amerika ve çoğu Avrupa ülkesi 1980'li yıllardan itibaren, fen bilimleri eğitimi ile öğrencilere salt bilgi aktarmak yerine, bilim/fen okur-yazarı olarak bilimsel düşünme becerilerine sahip bireyler yetiştirmeyi öğretim programlarında amaç edinmişlerdir (Amerikan Bilimin Gelişimi Derneği-American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993).

Küresel anlamda, milletler sürdürülebilir ekonomide büyümeyi desteklemek için inovasyona (teknolojik yenilikler) yatırım yapmaktadırlar. Çoğu ülke, kamu borcunun artması ve buna bağlı olarak işsizliğin artması gibi küresel ekonomik zorlukların etkileri ile mücadele ediyor olsa da, işgücü girdilerinin rolü 21. yüzyıl ekonomisinde zayıflamaktadır. Sadece endüstriler oluşturma potansiyeli işler için inovasyon odaklı büyümenin katma değeri vardır (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü-Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2010). Ülkelerin ekonomik kalkınmalarını büyük

oranda bu teknolojik gelişmelerin belirlediği günümüz koşullarında geleceğin mühendislerini, fen bilimi uzmanlarını yetiştirmek, bilim ve teknoloji okuryazarlığını yaygınlaştırmak büyük önem arz etmektedir (Miaoulis, 2009). İş dünyası tarafından 100 yıl önce bireylerden istenilen beceriler ile bu dönemde beklenen ilgi ve beceriler birbirinden farklı olduğu ve bu becerilerin sürekli olarak değiştiği, yenilendiği görülmektedir (Fan ve Ritz, 2014). Bu bağlamda bugün, bu becerilerin başında problem çözme becerisi, yaratıcılık, etkili iletişim, eleştirel düşünme ve karar verme gibi beceriler gelmektedir ve 21.yy adı altında ele alınan bu beceriler iş dünyasının bireylerden beklediği becerilerdir (Morrison, 2006). 21. yüzyıl bilim ve iş dünyası için bireylerden istenen gerekli nitelikler, yetenekler ve becerilere giden en iyi yol, iyi planlanmış bir eğitim ve müfredattır. Müfredat, okuldaki ve okul dışındaki planlanan faaliyetlerle sağlanan bir dizi öğrenme deneyimi olarak tanımlanmaktadır (Demirel, 2015). Bu nedenle öğrencileri bütüncül olarak eğitmeyi ve onlara 21. yüzyıl becerilerini kazandırmayı hedefleyen ihtiyacı karşılayacak gerçek yaşam becerilerini ve bilimsel süreç becerilerini kazandıran çağdaş bir yaklaşım bulunmaktadır; STEM eğitimidir (Yıldırım, 2016).

STEM, fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik sözcüklerinin İngilizce karşılıklarının (science, technology, engineering, mathematics) ilk harflerinden oluşturulan STEM alanları kısaltması olarak tanımlanmaktadır (Jones, 2014). Bu becerilerin dışında STEM entegrasyonu öğrencilere nitelikli öğrenme içeriği sunduğu için akademik başarılarının artmasında, öğrencilerin STEM alanlarına yönelik olumlu tutum geliştirmesinde, kazandırdığı 21. yüzyıl becerileri ile bu yüzyılın ekonomisi için gerekli beceri ve zorluklara hazırlamada önemli rol oynamaktadır (Yıldırım, 2016). Son yıllarda alan yazında, STEM eğitiminin öğrenciler üzerindeki etkileri ile ilgili çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiş, ancak STEM eğitiminin öğrenci başarısı üzerindeki etkilerini inceleyen çalışma sayısı yeterli bulunmamıştır (Hurley, 2001).

Akgündüz ve diğerleri'ne (2015) göre, STEM Eğitimi Türkiye Raporu'na katkıda bulunan bazı çalışmalarda, ABD'deki STEM okullarında uygulanan programların fen bilimleri ve matematik dersleri temelinde oluşturulduğu, ülkemizde fen liseleri müfredatına

benzetilmektedir, ancak disiplinlerin entegrasyonunun uygulamada büyük ölçüde vurgulanmadığı ifade edilmektedir. Ayrıca bu okullarda uygulanan ders programlarında mühendislik uygulamaları adının geçmesine rağmen, içeriğin mühendislik bilgi ve becerisi kazandıramadığından ve ortaöğretim seviyesinde dersi verebilecek matematik ve fen bilimleri öğretmenlerinin mühendislik eğitiminin bilgi, beceri ve deneyime sahip olmamaları eleştiriler arasındadır. Etkili bir STEM eğitiminde disiplinler arasındaki ayırım ortadan kaldırılarak tam entegrasyonun uyumlu biçimde oluşturulması sağlanması beklenir (Wang, 2012). Bunun yanı sıra, entegrasyon bilgisi, STEM alan bilgisi, pedagoji bilgisi, bağlam bilgisi, 21. yy beceri bilgisinin aynı anda verilmesini içermektedir ve bu farklı alanların aynı anda entegre bir şekilde verilmesi gibi STEM eğitimin entegrasyon süreci de zor ve karmaşık bir süreci kapsamaktadır. Bu yüzden bu kısmın iyi şekilde bilinmesi önemlidir (Beane, 1995).

Yapılan çalışmalara göre STEM alanlarından mezun olan bireylere gelecekte daha fazla ihtiyaç duyulacağına ve buna bağlı olarak bu bireylerin işe alımlarında artış olacağına dair bazı öngörüler bulunmaktadır (Carnevale, Melton ve Smith, 2011). Adkins'e (2012) göre gelecekte olması öngörülen büyük teknolojik gelişmelerin STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmalara bağlı olması düşünülmektedir. Cantrell ve Ewing-Taylor (2009), çalışmalarında STEM ile ilgili uygulamaların ortaöğretim öğrencilerinin bu alanlara yönelmeleri konusunda önemli rol oynadığı görülmektedir.

Öğrencilerinin çoğu fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına ilgi duymamaktadır (National Science Board [NSB], 2008). Özellikle de mühendislik alanında oluşan bu ilgisizliğin en büyük etkeni ise, öğrencilerin ortaokul eğitimi süresince mühendislikle ilgili yeteri kadar bilgi ve içeriğe maruz kalmamalarıdır. Diğer taraftan fen, matematik, mühendislik ve teknoloji entegrasyonu üzerine nitelikli organizasyonların azlığı ve öğretmenlerin müfredat içine konuların entegrasyonu konusunda yeterli bilgi ve birikimlerinin olmamasıdır (Rockland ve diğ., 2010). Obama ülke olarak PISA/TIMSS sınavlarında başarı elde edebilmeleri konusunda 2009-2010 yıllarında yaptığı konuşmasında STEM eğitimi üzerinde durulması gerektiğini önemle vurgulamıştır. Benzer

şekilde Türkiye’de PISA/TIMSS sınavlarındaki başarıyı dikkate alarak 2017 yılında fen bilimleri programına mühendislik uygulamalarının ekleyerek LGS sınav formatını değiştirilmesini sağlamıştır (Milli Eğitim Bakanlığı, [MEB], 2017a). PISA/TIMSS sınavlarında başarılı olan ilk 10 ülkeye bakıldığında STEM eğitime önem verdiği ve eğitim sistemleri incelendiğinde bu ülkelerin çoğunun STEM eğitimini farklı biçimlerde müfredatlarına yerleştirdikleri görülmektedir (Kılınç, Koç-Şenol, Eraslan ve Büyük, 2013).

STEM eğitiminde öğrencilerin seçtikleri fakülte, kariyer basamaklarında önemli bir adımdır. STEM alanında kariyer seçimleri yapmaları konusunda Türkiye’de yapılan bazı araştırmalara göre, Türkiye’de, kariyer seçiminin öncelikle üniversite eğitiminde seçilen alan ile başladığı görülmektedir. Bu nedenle, bireylerin mesleki karar verme süreçlerini hangi bölümlere gideceğini etkileyen faktörlerden biri de, Türkiye’deki merkezi sınav sistemidir (Çapan ve Owen, 2017). Alana olan ilgi, merkezi sistemden alınan puan, kişilik özelliklerine uygunluk, yüksek düzeyde iş olanakları, Lise öğrencilerinin kariyer/bölüm tercihlerini etkileyen faktörler arasında olmaktadır (Korkut-Owen, Kepir, Özdemir, Ulaş ve Yılmaz, 2012).

Özetle; Morrison (2006)’a göre STEM eğitimi, sayesinde disiplinler arası bakış açısı kazanmasında, öğrendikleri bilgilerin kalıcı olmasını, bununla birlikte önceki edinilen bilgileri kullanarak ilişkilendirilmesine, konuları zevkli hale getirmesine, akademik başarılarını arttırmaya yön verecek zihinsel süreçlerini uygulayabilmesine, inovatif bakış açısı geliştirmesine, STEM uygulamaları ile mühendislik alanında bireylere model tasarım elde etme ve modeli geliştirmeye olanak sağlar; kısacası STEM eğitimi Bloom taksonomisinin üst düzey basamaklarına hitap etmektedir. Bireylerin irdeleyebilme kabiliyetlerinin artmasına, mental olarak öğrencilerin mantık yürütmelerini isteyerek özgüvenlerinin artmasına ve buna bağlı olarak teknolojinin ana unsurlarını benimsemelerini sağlar (MEB, 2016). Ayrıca mezun olurken iş bulma kolaylığı, alanı beğenmek de faktörler arasındadır ve bu noktada faktörleri etkileyen en önemli unsurun STEM eğitimi olduğu dikkate alınmaktadır (Şahin, Zoraloğlu ve Şahin, 2011). Alan yazın incelendiğinde, STEM etkinliklerinin genellikle ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirildiği

görülmektedir (Bozkurt-Altan, Yamak ve Buluş-Kırıkkaya, 2016; Ceylan, 2014; Gökbayrak ve Karışan, 2017; Pekbay, 2017). Bu da ortaöğretimde uygulanan STEM çalışmalarının daha da artmasını ihtiyaç haline getirmektedir. Bu çalışmada, uygulanan STEM eğitimi ile ortaöğretim öğrencilerinin STEM ve fiziğe bakışı değerlendirilecek, fizik dersi, elektrik konusuna gösterdikleri akademik başarıları incelenecek ve STEM uygulaması öğrencilerin verdiği bilgiler ışığında yorumlanacaktır.

### **1.1.1. Problem Cümlesi**

STEM uygulamalarının 10.sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, STEM ve fizik dersi tutumları üzerine etkisi nedir?

### **1.1.2. Alt Problemler**

1. Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğrencilerin akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğrencilerin STEM tutumları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğrencilerin fizik dersine olan tutumları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamaları sonucunda ön testte öğrencilerin akademik başarıları ile STEM ve fizik tutum arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
5. Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamaları sonucunda son testte öğrencilerin akademik başarıları ile STEM ve fizik tutum arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
6. Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamalarıyla ilgili öğrencilerin görüşleri nelerdir?

## 1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, ortaöğretim 10.sınıf fizik dersinde elektrik konusunun STEM uygulaması şeklinde verilmesinin akademik başarıya, STEM tutumuna, fizik dersi tutumuna etkisinin ve öğrenci görüşleri açısından incelenmesidir.

## 1.3. Araştırmanın Önemi

Bilimsel bilgiye duyulan ihtiyaç, 21. yüzyılda toplumları bireysellikten dünya vatandaşlığına yöneltmiş, bireylerin çağın gerektirdiği donanım ve nitelikte yetiştirilmesi bireylerden ziyade toplumların temel hedefleri haline gelmiştir (Kaya, 2015). Amaç, fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarına yönlendirilecek bir neslin gelişimi ile birlikte, toplumun da tamamının bu alanlarda okuryazarlığının gelişimini sağlamaktır (Roehrig, Moore, Wang ve Park, 2012). Ülkelerin, problemlerini eğitim alanında getirdiği reform hareketi olan STEM yaklaşımını öğretim programlarına alarak inovasyon yapabilmek için geleceğin bilim insanlarını, mühendislerini ve matematikçilerini daha iyi yetiştirmeyi hedeflemişlerdir (Toulmin ve Groome, 2007). Fen bilimlerinde önemli bir yere sahip olması STEM eğitimi de önemli kılmış, toplumların bilimsel ve teknolojik gelişmelerinde katkı sağlamıştır. Dolayısıyla toplumun ve bireylerin bu ihtiyaçları giderebilmeleri, eğitim yoluyla edinebilmeleri, bütüncül olarak eğitilmeleri için bu becerilerin eğitim programlarında yer alması eğitimde STEM yaklaşımı ile hedeflenmektedir.

STEM eğitimi, öğrencileri bir mühendis gibi farklı disiplinler arasında bir işbirliğine yönelterek, sistematik düşünebilen, iletişime açık, yaratıcı, problemlere uygun çözümler üretebilen, etik değerlere sahip bireyler olarak yetiştirmeyi mühendislik tasarım uygulamaları odaklı fen öğretiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına ait bilgi ve becerilerin entegrasyonu ile sağlamayı amaçlar (Bybee, 2010a). Ülkeler, STEM eğitimiyle öğrencilerin fen bilimleri ve matematik alanlarına olan ilgilerinin artacağına ve buna bağlı olarak bu alanlardaki başarının da artacağı üzerinde durmaktadırlar. Bu nedenle fen bilimleri ve matematik okuryazarlığının geliştirilmesi amacıyla STEM eğitimi

önemli görmüş ve özellikle fen ve matematik alanlarında müfredat değişiklikleri ile müfredatlarına STEM entegrasyonuna gitmişlerdir (Kılınç ve diğ., 2013).

STEM eğitiminde entegrasyon, dört alanın içerik olarak birbiri ile bütünleştirilmesi ya da birinin odağa alınıp diğerlerinin odağa alınan bu disiplinin içeriğinin öğretilmesi için kullanılması olarak düşünülebilir (Moore, Stohlmann, Wang, Tank ve Roehrig, 2013). Ayrıca bu durum dört alanın tamamının değilse de en az iki disiplinin birleştirilmesi şeklinde de oluşturulabilir. Bu yöntemler gösteriyor ki, STEM eğitimi, fen ve matematik derslerinin bölümlere ayrılmasından ziyade bütünleştirilmiş çok disiplinli bir eğitim yaklaşımına doğru değişim olarak görülebilir (Riechert ve Post, 2010).

Ülkeler müfredatlarında STEM eğitimini entegre etse de yine de fen bilimleri ve matematik müfredatları istenilen seviyede değildir (OECD, 2010). Bu durumda en çok yaşanacak zorluk, disiplinler arasındaki entegrasyonu fen bilimleri programı ile sağlamaktır. Bu nedenle STEM entegrasyonu ile ilgili bu çalışma fen bilimleri alt disiplini olan fizik alanı için ihtiyaç olduğu görülmekte ve STEM uygulamalarının araştırmacıların bu alanda daha fazla bilgi sahibi olmaları konusunda önem taşımaktadır.

STEM eğitiminin içinde mühendislik tasarım süreçlerinin kullanıldığı birçok araştırma bulunmaktadır. Araştırmacılar genellikle mühendis ve mühendis algılarının incelendiği, STEM ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkili olduğu ya da olmadığı gibi çalışmalar üzerine çalışmış; genellikle de mühendisliğin fen eğitimi için önemli ve faydalı olduğu yönünde sonuçlarla karşılaşmışlardır (Yıldırım ve Altun, 2015). Görülüyor ki, okullarımızda STEM disiplinlerine ait öğretmenlerin arasında işbirliğinin artması ve öğrencilerin kritik ve yaratıcı düşünme becerilerinin desteklenmesini sağlayacak araştırma-temelli STEM öğretim tasarımlarının geliştirilmesi, STEM eğitimi konusunda ülkemiz şartlarına uyarlanan mesleki gelişim materyallerinin hazırlanması, test edilmesi ve sonuçların paylaşılması gerekmektedir (Çorlu, 2014).

Günümüzde de ABD, Almanya, Finlandiya, Güney Kore, İngiltere, Avusturya gibi dünyanın birçok ülkesi de sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı, teknoloji ve savunma

sanayisindeki gelişmelerin devamını sağlamak için mevcut eğitim sistemlerine mühendislik, bilim ve yenilikçiliğe yatırım yaparak STEM Eğitimi entegre etmişlerdir. ABD, eğitim konusunda öncülük yapmış ve bu konuda farklı girişimler başlatmıştır. STEM, ABD’de eğitim politikası haline gelen bu girişimlerinden biridir (Norris, 2010; İstanbul Aydın Üniversitesi, 2015). STEM alanları, inovasyonun ana amaç ve hedeflerinin desteklenmesi ve gelişmesi için destek görevi üstlenmektedir. Yüksek ticari gelir ile düşük maliyetler elde edilmesi, STEM alanlarının inovasyonu desteklemesi, geliştirme ve iyileştirme süreçlerine katkı sağlaması ile meydana gelmektedir. STEM alanlarının, gayrisafi milli hasıla içerisinde yer almakta olan ticari faaliyet kollarında az veya çok etkisinin olduğu düşünüldüğünde ekonomik büyüme için büyük etken olduğu gerçektir (Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği [TÜSİAD], 2017). ABD, AB ülkeleri ve bazı Asya ülkelerinin STEM modelini kullandıklarını buna bağlı olarak da eğitim seviyelerinin üst düzeyde olduğu buna paralel olarak da ekonomisinde gelişmelerin olduğu gözlenmektedir (Bilekyiğit, 2018).

Ülkemizde ise, STEM alanının uluslararası boyutta rekabet gücünü koruyabilmesi için stratejik öneme sahiptir. İnsan gücünü yetiştirmesi beklenen bu alanlarda uzmanlaşması beklenen öğretmenlerimizin çağın gereksinimlerine uygun olarak eğitilmedikleri hakkında yoğun eleştiriler vardır (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Bu bilgiler ışığında fizik dersi konularından elektrik konusunun Ohm kanunu, elektrik enerjisi, elektriksel güç kavramlarının günlük hayatla ilişkilendirilerek STEM uygulaması ile verilmesi, fizik dersine olan ilgiyi arttırırken öğrencinin öğrenmeyi öğretmesi ve buna bağlı olarak akademik başarıyı arttırması düşünülmektedir. STEM eğitiminin, fen bilimleri dersine entegrasyonunun 5E öğretim modelinin mühendislik tasarım süreci basamakları ile sentezlenerek fizik dersinde kullanılması, ülkemizde yapılan ilk çalışmalar arasında yer aldığı için bu çalışma özgün bir değer taşımaktadır. Yurdumuzda STEM eğitimi adına yapılan çalışmaların diğer ülkelere kıyasla az sayıda olması STEM uygulayıcılarının STEM entegrasyonu konusunda nitelikli bilgiye ulaşmalarını zorlaştırdığı görülmektedir. Bununla birlikte alan yazındaki STEM etkinliklerinin özellikle ortaokul öğrencileri için



tasarlanmış olması (Pekbay, 2017), ortaöğretim düzeyinde hazırlanan STEM etkinliklerinin ortaokul düzeyine oranla az olması bu çalışmayı ihtiyaç haline getirmiştir. STEM uygulaması içinde geliştirilen hikaye, tasarım senaryoları, çalışma yaprakları, deney yaprakları, simülasyon uygulamaları, alıştırmalar soruları, mühendislik tasarım süreci basamakları gibi materyaller öğretmenler tarafından geliştirilebilir özellik taşımaktadır. Ayrıca beyin fırtınası, işbirlikli öğrenme, akran öğrenme, probleme dayalı gibi yöntemlerin de nasıl kullanılacağına dair katkı sunmaktadır. STEM entegrasyonu sağlayan araştırmacılara ve nitelikli bilgi edinmek isteyen öğretmenlere yol gösterecek bir rehber niteliği taşıyacaktır.

#### **1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları**

1. Araştırma Denizli ili Merkezefendi ilçesi Aydem Fen Lisesi'nde yapılmıştır.
2. Araştırma 2018-2019 eğitim-öğretim yılı ikinci dönem Şubat-Nisan ayları ile sınırlıdır.
3. Araştırma elektrik konusu ile sınırlı kalmıştır.
4. Araştırma örnekleme 30 öğrenci ile sınırlıdır.
5. Araştırma uygulama süresi altı hafta ve haftalık üç ders saati ile sınırlıdır.
6. Araştırmanın uygulama öncesi verilen kodlama dersi üç ders saati ile sınırlıdır.

#### **1.5. Sayıtlar**

1. Araştırmada öğrencilerin homojenlik özelliği gösterdiği kabul edilmiştir.
2. Araştırma örnekleminde uygulanan tüm ölçme ve değerlendirme araçlarına öğrencilerin doğru ve içten cevap verdikleri varsayılmaktadır.
3. Araştırmada uygulanan etkinlik ve testler öğrencilerin seviyelerine uygun fizik öğretim programındaki kazanımlara uygun hazırlanmıştır.
4. Araştırmada uygulama esnasında kullanılan ön bilgilerin öğrencilerde eşit düzeyde olduğu kabul edilmiştir.

## 1.6. Tanımlar

**STEM Eğitimi:** Fen ve matematik disiplinlerini merkeze alıp teknoloji ve mühendislik disiplinlerini de içine alan bir yaklaşımdır (Bybee, 2010a).

**5E Modeli:** Öğrencilerin konuya dikkatlerinin çekilmesine, ön bilgilerinin anımsanmasını sağlamaya, bilginin derinlemesine öğrenmeye ve kendi çabalarıyla ulaştığı bilgiyi değerlendirmesine imkân veren bir modeldir (Bybee, 2015).

**Mühendislik Tasarım Süreci:** Mühendislik problemlerini çözmek, özel amaç için bir süreç geliştirme ya da genel anlamda bir araç yapmak için en iyi yolu seçmedeki dinamik süreçtir (Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014).

## İKİNCİ BÖLÜM: KURAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

STEM eğitimi temelinde, 5E öğretim modeli ve mühendislik tasarım süreci bakımından bu çalışmanın amacına uygun olarak kuramsal çerçeve ve ilgili araştırmalar bu bölümde yer almaktadır.

### 2.1. Kuramsal Çerçeve

Bu bölümde, STEM eğitimi tanımı, STEM eğitimi ve 21.yy becerileri, STEM eğitiminin tarihsel gelişimi, dünyada STEM, Türkiye’de STEM, bütünleşik STEM eğitimi ve modeller, 5E öğrenme modeli ve STEM eğitimi entegrasyonu, STEM eğitimi ve mühendislik tasarım süreci, STEM eğitimi ve simülasyon tekniği konularına yer verilmiştir.

#### 2.1.1. STEM Eğitimi Tanımı

“STEM eğitimi, öğrencilerin hem akademik hem de gerçek anlamda aktardıkları ve uyguladıkları fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin uyumlu kavramlarını, yetkinliklerini, eğilimlerini ortaya çıkardıkları ve edindikleri, öğretme ve öğrenmeye yönelik kasıtlı, metadiscipliner bir yaklaşımdır” (Rider-Bertrand, 2015, s.8). Tsupros, Kohler ve Hallinen’e (2009) göre ise, STEM eğitimi kesin akademik kavramların gerçek hayattaki derslerle eşleştiği disiplinler arası bir öğrenme yaklaşımıdır çünkü öğrenciler STEM okuryazarlığı ve bununla yeni ekonomide rekabet edebilme kabiliyeti sağlayan toplum, çalışma ve küresel girişimi uygulamaya geçirirler.

İlk olarak 2001 yılında National Science Foundation (NSF)’in eğitim direktörü olan Judith A. Ramaley tarafından STEM, Science, Technology, Engineering ve Mathematics kelimelerinin kısaltması olarak ifade edilmiştir (Yıldırım ve Altun, 2014). 2001 yılını takip eden yıllarda ise STEM eğitimi popüler olmaya başlamıştır (Yıldırım ve Selvi, 2015). 2005 yılında Türkiye’de STEM eğitime yönelik araştırmalar hız kazanmıştır (MEB, 2006). Özellikle 2012 yılından sonra araştırmalar sayısında önemli artışlar olmuştur (Demirci-

Güler, 2017). MEB 2006 programında Fen Bilgisi olan dersin adı Fen ve Teknoloji olarak değiştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu değişiklikler ile STEM eğitimine geçiş yapmak ve fen ile teknolojiyi bir araya getirmek amaçlanmıştır.

STEM eğitiminin temel hedefi, disiplinler arası entegrasyonu temel alan disiplinler arasında bağlantı kurarak öğrenme sürecinde öğrenen bireylerin, odaklı, ilişkili, amaca uygun, anlamlı ve bütüncül bir yaklaşımla uygulanması şeklinde tanımlanmaktadır (Smith ve Karr-Kidwell, 2000). Temelde ise STEM eğitiminin iki amacı olduğu söylenebilir: öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları problemleri yaratıcı çözümler ile çözebilmelerini sağlamak için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerindeki temel bilgi düzeylerini genişletmek ve üniversitelerdeki STEM mesleklerini seçen öğrenci sayısını arttırmaktır (Thomasian, 2011).

Ülkemizde ise STEM eğitiminin ifade şekli araştırmacılar arasında farklılık göstermektedir. Adıgüzel, Ayar, Corlu ve Özel (2012) yaptıkları çalışmalarında STEM'deki *science* kelimesinin karşılığını *fen* olarak çevirmiş ve STEM olarak ifade etmişlerdir. Yıldırım ve Altun (2014) ise, NSF'nin STEM ifadesinden yola çıkarak *science* kelimesinin karşılığının *fen* yerine *bilim* tanımının kullanılmasının daha doğru bir ifade olacağını dile getirmişlerdir. Benzer şekilde Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde kurulan STEM Merkezine BİTEMM adı verilmiştir.

Günümüzde ise STEM eğitimi, eğitim alanındaki gelişmeler içerisinde önemli bir yer tutmaktadır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). Bu bağlamda STEM eğitimi, 21. Yüzyılın en önemli eğitim faaliyeti olarak kabul edilmekte ve günümüzde gerçekleştirilen çok sayıda eğitim faaliyetini de desteklemektedir (Daugherty, 2013). STEM eğitimi temel olarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında, okul öncesinden doktora sonrasına kadar her seviyedeki formal ve informal eğitim faaliyetlerini kapsar (Gonzales ve Kuenzi, 2012).

**2.1.1.1. STEM eğitimi ve 21.yy becerileri.** 21. yüzyılda bireyin, eğitim ve iş yaşamında başarılı olabilmesi için problem çözen, yaratıcı ve eleştirel düşünebilen, gerekli bilgiye nasıl ulaşabileceğini bilen ve bilgiye ulaşırken teknolojiyi kullanabilen, yeni

fikirlerle açık, başkaları ile işbirliği yapabilen, bu anlamda yüksek iletişim becerisine sahip, öz-yönetimli ve sosyal ve kültürel becerileri gelişmiş, uyumlu, inisiyatif sahibi, sorumluluklarını bilen, üretken ve liderlik beceri yüksek bir birey olması gerekmektedir (Uluyol ve Eryılmaz, 2015).

Bireylerin, 21. yüzyıldaki teknolojik gelişmelerin ve bu gelişmelerin uygulanabilmesi, bir sorun ile karşı karşıya gelmelerinde bu soruna çözüm üretebilmeleri için, yaratıcı, tasarımcı yenilikçi ve eleştirel düşünebilme yeteneğine sahip olmaları bir gereksinimdir (NRC, 2011). Bu nedenle Kanada, Avustralya, Belçika, Finlandiya, İtalya, İrlanda, Norveç, Yeni Zelanda gibi ülkelerin eğitim programlarında bulunan 21. yüzyıl becerileri, Türkiye’de 2004 yılında uygulanmaya başlanmıştır. İlköğretim programlarında bütün disiplinlerde, eleştirel ve yaratıcı düşünme, bilgi teknolojilerini kullanma, iletişim, problem çözme, araştırma, karar verme, girişimcilik becerileri yer almıştır (Ananiadou ve Claro, 2009).

STEM eğitimi, ülke ekonomisinin gelişmesi, yani ülke ekonomisi için itici güç olması, yaşam kalitesinin gelişmesi, yeni endüstrilerin oluşması ve iş fırsatlarının doğmasına verdiği için 21. yüzyılda çok önemli bir mevki elde etmiştir (Landivar, 2013). Tüm STEM disiplinleri 21. yüzyıl becerileri için fırsatlar ortaya koyar. Öğrenciler uyum, karmaşık iletişim, sosyal beceriler, rutin olmayan problem çözme, özyönetim/kişisel gelişim ve sistem düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirebilirler (NRC, 2010).

### **2.1.2. STEM Eğitiminin Tarihsel Gelişimi**

İlk olarak STEM kavramı SME&T olarak dönemin Portland Devlet Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Judith Ramaley tarafından 2001 yılında Ulusal Bilim Kurumu (National Science Foundation [NSF])’nun düzenlediği raporda ifade edilmiştir. Ardından NSF’nin Eğitim ve İnsan Kaynakları Müdürlüğü’nde görevliken yayımladığı raporda STEM kısaltmasını kullanmıştır. Raporun amacı, ABD’de ve gelişmiş ülkelerde sayısal alanlara olan ilginin ve bu alanlardaki meslek seçimlerinin azalmasına karşın, ABD’de bilim ve teknoloji alanında diğer ülkelere göre geri kalmamak, meslek olarak seçen birey sayısını

arttırmak ve eğitimin kalitesini yükseltmek için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını sayısal adı altında birleştirerek geliştirme konusunda görüş bildirmektir (Bozkurt-Altan, 2018). Teknolojik gelişme ve ekonomik taleplerin etkisiyle bu amaç STEM eğitim reformu halini aldı (Yıldırım, 2016). Sonuç itibarı ile ülkelerin STEM eğitimini benimsemelerinin iki temel nedeni gelişen teknoloji rekabeti ve ekonomidir (White, 2014).

2001 yılında ilk olarak söylemlerde yer alsa da hikâyesi çok eskilere dayanmaktadır. 1957 yılında Sovyet Rusya'nın Sputnik'i fırlatma girişimi ile Amerika ve İngiltere'yi harekete geçirmiş ve uzay yarışında geri kaldıkları düşüncesi ile fen bilimleri ve matematik alanları üzerinde çalışmaları yoğunlaştırmışlardır (Yıldırım, 2018).

1960 yılında Nuffield Vakfı adlı İngiltere eğitim çalışmaları yapan vakıf, fen bilimleri projelerine destek vereceğini açıklamış ve bunun üzerine Nuffield biyoloji, fizik, kimya projeleri yapılarak öğretmenlere ve öğrencilere yönelik deneysel kılavuzlar hazırlanmıştır. 1957'de Amerika tarafından Ay yüzeyine iniş gerçekleşmiş, bu başarı STEM için dönüm noktası olmuştur. Ülkeler STEM alanında yüksek seviyede finansman olmuşlar ve bilgisayar okullarda kullanılmaya başlanmıştır. İngiltere ise 1975 yılında, Wales ve Kuzey İrlanda'da öğrencilerin başarısını test etme ve müfredatı gözden geçirmek için Performans Değerlendirme Birimi kurulmuştur. Böylelikle sonucu olarak İngiltere müfredatının ikinci fen müfredatının gözden geçirilmesine neden olmuştur (Yıldırım, 2018).

Teknolojik gelişmelerdeki yarış 21. yüzyıl içinde iyice hızlanmış, Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Japonya'nın 1980'li yıllarda rakip olmasıyla camiaya Çin de ekonomik, teknolojik ve de savunma sanayi alanlarında dünyaya rakip olarak ortaya çıkmıştır. Bu yarış gelişmiş ülkelerin bilim, mühendislik ve yenilikçi sisteme yatırım yapmaya zorlamıştır (National Research Council, 1996). 1982'de Singapur matematiği bilişsel gelişim kuramı temel alarak, günümüzde örnek müfredatlardan biri olmuştur. 1990 yılında da Nuffield Vakfı tarafından tasarlanmış Nuffield Dizayn & Teknoloji projesiyle mühendislik ve teknoloji müfredatına eklenmiştir (Yıldırım, 2018).

Bilim, mühendislik ve yenilikçi sistem yatırımın, gelişmiş ülkelerin amacı haline gelmesiyle, ABD’de çeşitli reform çalışmaları başlatmıştır. Bunlardan en önemlilerinden biri 1996 yılında yayımlanan, fen bilimlerinde kazanımların öğretilmesi hususunda eyaletlere ve okullara yön veren National Science Education Standards adlı öğretim programıdır (NRC, 1996). Öğrencilere araştırmaya dayalı, sorgulayıcı bir öğrenme süreci yaşatmayı amaçlayan program, ABD’de olduğu gibi dünyanın gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerinde de amacı karşılamıştır (Rocard ve diğ., 2007). Bu bağlamda ABD ve AB ülkelerinde, üzerinde çalışılan eğitimin felsefesini, öğrencileri hayata hazırlayan, öğrencilere teknik bilgi ve beceriler veren, modern iş hayatının gereksinimlerine/becerilerine öncelik veren bir eğitim yaklaşımı meydana getirme aşamasında programlar ve projeler başlatılmıştır (Akgündüz, ve diğ., 2015). Bunun neticesinde, uygulamaların en yeni ve gözde olanı STEM eğitimidir (Gülhan ve Şahin, 2016).

### **2.1.3. Dünyada STEM**

Küreselleşmeyle sınırların kalktığı bir dünyada, ekonomideki, teknolojideki ve eğitim-öğretimdeki başarı ve savunma sanayi alanlarındaki liderlik düzeyi zamanla önem kazanmaktadır. Bu konulara istinaden ülkelerin bu alanlarındaki yüksek düzeydeki başarılarının altında bilgi birikimiyle insan gücünün de var olduğu unutulmamalıdır (Bilekyiğit, 2018).

21. yüzyılda meslekler daha fazla bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) gerektiriyor (NRC, 2011). Bu nedenle 21. yüzyılın gerektirdiği özelliklere sahip insan görünüşünün yetiştirilmesinde STEM önemli bir konuma sahiptir. Bu yüzyılın yeni fikirlerini, yeni ürünlerini ve tamamen yeni endüstrilerini meydana getirecek bilim adamları, teknolojisiler, matematikçiler ve mühendisler üretecek, bireylerin yaşanabilir ücretler kazanması ve kendileri, aileleri ve toplulukları için daha iyi kararlar almaları için gereken teknik becerileri ve nicel okuryazarlığı sağlayacaktır. Böylelikle giderek değişen teknolojik dünyada bilinçli tercihler yapmak için tüm vatandaşları hazırlayarak

demokrasimizi güçlendirecektir (Başkanın Bilim ve Teknoloji Danışmanları Konseyi- President's Council of Advisors on Science and Technology [PCAST], 2010). Bu bağlamda STEM eğitimi, inovasyon yeteneğine sahip bir nesil yetiştirme amacı olan ülkelerin gündeminde yer bulmaktadır (Bybee, 2010b). Bu konuda ise başı çeken gelişmiş ülkelerden biri ise Amerika Birleşik Devletleri olmuştur (Akgündüz ve diğ., 2015).

2010 yılında Obama yaptığı konuşmada, ABD'nin eğitim politikası haline getirdiği STEM eğitiminin ülke genelinde uygulanmasının asıl nedeninin, ülke ekonomik gücünün korunmasını sağlamak için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında yetişmiş birey sayısını çoğaltarak STEM Eğitime önem verilmesi gerekliliği üzerinde durmuştur (Norris, 2010). Bunun yanı sıra Obama'ya yönelik yazılan bir mektupta ülkenin geleceği için STEM eğitiminin desteklenmesinin önemi açıkça vurgulanmıştır (Department of Education, 2012). Ayrıca STEM Eğitimi, Amerika Birleşik Devletleri'nde, mevcut teknolojik ve ekonomik gücün korunmasında da önemli unsurlardan biri olarak görülmektedir (MEB, 2016).

Bunu takip eden süreçte ülkeler de farklı planlar ve programlar yapmış ve uygulamaya koymuşlardır (Akgündüz ve diğ., 2015). Bu nedenle birçok okul bünyesinde ve üniversitede çok sayıda STEM Merkezi kurulmuştur. Bu merkezlerde, STEM eğitimleri çerçevesinde proje tabanlı öğrenme, sorgulama tabanlı öğrenme; STEM aktiviteleri ile takım çalışması, tasarım ve inovasyon aktiviteleri, yaratıcı drama, programlama ve STEM ders planı hazırlama atölyeleri yer almaktadır (STEM Akademi, 2013). Günümüzde ise, Amerika Birleşik Devletleri dışında, Japonya, Avrupa Birliği, Almanya, Kore ve Çin gibi gelişmiş ülkeler tarafından ilkokuldan, ortaöğretime ve üniversitelere kadar uygulanmaya başlanmıştır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012).

Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (Uluslararası Matematik ve Fen Bilgisi Çalışmalarında Akım-Trend in International Mathematic and Science Study [TIMSS]) ve Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (The Programme for International Student Assessment [PISA]) gibi uluslararası sınavlarla öğrencilerin başarıları, diğer ülkelerin başarıları ile kıyaslanmaktadır. Bu sınavların amacı eğitimdeki



düzenlerinin, ekonomik açıdan ülkelerin gelişmeleri için gereksinim duyduğu insan gücünü yetiştirme başarısını belirlemektir (Yıldırım, Yıldırım, Ceylan ve Yetişir, 2013).

TIMSS uygulamasında standart ortalamanın 500 puan olarak kabul edildiği sınavda matematik alanında en yüksek başarı puanına sahip ilk üç ülke sırasıyla Kore (613), Singapur (611) ve Çin - Tayvan (609)'dır. PISA 2015 ulusal rapor incelendiğinde ise; fen okuryazarlığı alanında ortalama puanı en yüksek olan ülkeler, Singapur, Japonya, Estonya, Tayvan – Çin ve Finlandiya; en düşük olan ülkeler ise, Tunus, Makedonya, Kosova, Cezayir ve Dominik Cumhuriyeti'dir.

PISA'da öğrencilerin fen öğrenme motivasyonları, ilgileri ve öz yeterlilikleri OECD ülkelerinden Güney Kore de düşük seviyede kalmıştır (OECD, 2007). Suh'a (2011) göre, Güney Kore eğitim sistemindeki geleneksel eğitim programlarıyla sadece ezberlemeye yönelik anlatılan derslerin, öğretilen kavram ve bilgilerin, fen ve matematik dersleri arasında ilişki kurulmadığından, kapsamlı ve derinlemesine öğrenmeyi sağlamamaktadır. Buna çözüm olarak, Güney Kore, Kore Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (Korea's Ministry of Education, Science, and Technology [MEST]) bütünleştirici STEM eğitimine sanatsal bakış açısı da ekleyerek fen ve teknoloji disiplinlerinde nitelikli insan kaynakları için tek noktada birleşen STEAM eğitimi olarak tanımlamıştır (Kang, Kim ve Kim, 2013). Yeniden düzenledikleri eğitim sistemlerinde STEAM disiplinlerinin payı büyüktür. Uygulama esnasında fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik disiplinlerinin entegre edilerek eğitim sistemlerinde verilmesi Güney Kore eğitim sisteminin daha nitelikli olmasını sağlamıştır (Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity, 2011).

Singapur eğitimi, kariyer ve öğrenme yolu ile bireyin hayat standartlarının artırılmasını merkeze almaktadır. İlkokullar, öğrencilere gelecekte STEM kariyerleri izleyebilmeleri için matematik ve fen alanlarında çok iyi temel oluşturmaktadır (Worsham, 2016). Singapur, PISA sınavında matematik ve fen okuryazarlığında ilk yıllardan itibaren yüksek puan alan ülkeler arasındadır ve son olarak PISA 2015'te de en yüksek puanı almıştır. Ülkede STEM eğitiminin önemine yaygın olarak inanılmaktadır; herkese STEM

eğitimine fırsat tanınması ve STEM alanlarında başarının artırılması ülke stratejilerinde özellikle vurgulanmaktadır. Ailelerin olumlu yaklaşımları ğrencilerin STEM katılımını olumlu yönde etkilemektedir. Ayrıca ülkede teknik okullarla ilgili sağlam bir sistem de vardır. Teknik okul mezunlarının % 80'i 2010 yılında yükseköğrenime devam etmiştir. Akademik liselerde ise bu oran % 95 civarındadır. Teknik okullar STEM mesleklerinin önemli bir kaynağıdır (Marginson, Tytler, Freeman ve Roberts, 2013).

Fen eğitimi, Çin'de daima öncelikli strateji olarak yürütülmüştür (Gao, 2015). Çin'in kalkınma stratejilerindeki yükseköğretim için belirlenen görevleri arasında, eğitimin niteliğini arttırmak ve muhasır medeniyet seviyesine yükseltmektir. Çin'i güçlü bir millet haline getirmek, yüksek eğitim refahına çıkarmak ve çağdaşlaşmayı hızlandırmak için bilimde, kültürde ve teknoloji alanında geliştirmeyi hedeflemek görevleri arasında bulunmaktadır (Wang, 2011). Çin Gao Kao Ulusal Sınav Merkezi verilerine göre 10'uncu, 11'inci ve 12'nci sınıfların STEM konularına ilgisinin arttırılmasına yönelik adımlar atılmıştır (MEB, 2016).

Rocard ve diğerleri (2007), yılında yayınladığı Fen Eğitimi şimdi: Avrupa'nın Geleceği için Yenilenen Pedagoji adlı raporda, Avrupa genelinde fen, teknoloji ve matematik alanlarına ilginin azalmakta olduğuna, buna karşı geleceğe dönük çalışmaların yapılması gerektiği üzerinde durmuştur. Örneğin, Hollanda'da 2004-2010 yılları arasındaki eğitim programına STEM stratejik planı eklenerek, ülkede mühendis ve bilim insanı sayısının artması amaçlanmıştır. 2011 yılında STEM eğitimi ile yeni bir strateji programı hazırlayan Fransa ise, çok yönlü disiplinler içeren, disiplinler arası projeler hazırlayarak öğrencilerin ilgisini çekmeyi hedeflemişlerdir (Kearney, 2015).

Smolentseva'a (2015) göre, Rusya eğitim stratejisinde ilk olarak yükseköğrenim enstitülerinin eğitimlerini güçlendirme üzerine yoğunlaştırmış ve yeni programlarla eksiği gidermeye çalışmışlardır. Bu amaçla Rusya Hkmeti STEM eğitimi için üç girişim maddesi sunmuştur. Bunlardan ilki; mühendislik programlarının niteliğini arttırmak, ikincisi; matematik eğitiminin gelişimini sağlamak ve son olarak ncs;

yükseköğrenim enstitülerinin tıp, mühendislik ve fen bilimleri programlarını, üniversitelerin liderliğinde geliştirmektedir (MEB, 2016).

Malezya’da, Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Avrupa Birliği Ülkeleri, Çin, Rusya, Japonya gibi ülkelerin dışında son zamanlarda STEM eğitime önem vermiştir (Murat, 2018). 2009’da OECD tarafından yapılan Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı’nda (PISA), Malezya’nın yakın komşusu olan Singapur fen okuryazarlığında 542 puanla tüm ülkeler arasından 4. olurken, Malezya ise 74 katılımcı ülke arasından 422 puanla 52. Sırada yer almıştır (OECD, 2010). Bunun nedeni olarak Malezya Hükümeti, ortaokul düzeyindeki fen öğrencilerinin azalan kayıtlarını, Malezya’nın ortaokul öğrencilerinin fen başarılarının ve fen okuryazarlığının uluslararası değerlendirme çalışmalarında geride olmasını ve buna çözüm olan STEM eğitiminin güçlendirilmesi hedefine ulaşmada bu zorluklarla karşı karşıya gelmelerini göstermektedir (Meng, Idris, Eu ve Daud, 2013). Bu nedenle Malezya eğitim sisteminde STEM eğitiminin güçlendirilmesi için üç adımlı bir strateji oluşturulmuştur. Birincisi; 2013-2015 yıllarını kapsayan, mevcut eğitim programlarının temellerinin sağlamlaştırılması, teşvik okullarının oluşturulması ve öğrencilerin kayıt yaptırmalarının sağlanması ve bilim akışının sağlanmasını kapsamaktadır. İkincisi; 2016-2020 yılları arasında, etkili ve geniş çerçeveli programın meydana getirilmesi ve son olarak üçüncüsü ise; 2021 ve 2025 yıllarını kapsayan eğitimin değerlendirilmesi ve yol haritasının geliştirilmesidir (Ministry of Education Malaysia, 2013).

#### **2.1.4. Türkiye’de STEM**

Akademik anlamda STEM ile ilgili ilk çalışmalar Bilkent Üniversitesinde görev yapmakta olan Sencer Çorlu ve çalışma grubu üyeleri Tufan Adıgüzel, Cihat Ayar ve Serkan Özel ile başlamıştır (Adıgüzel, Ayar, Çorlu ve Özel, 2012). Ardından Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından 2013 yılından itibaren sınırlı sayıda pilot okul seçilerek STEM projesi başlatılmıştır. Bunun üzerine Türkiye’de yine Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından ilk STEM merkezi kurulmuştur. Bunun sonrasında sırayla birçok

devlet üniversitesinde STEM eğitimi üzerine çalışma yürütülmeye başlanmıştır (Yıldırım, 2016). Dünya ülkelerinde STEM eğitiminde görülen ivmenin paralelinde İAÜ (İstanbul Aydın Üniversitesi) STEM birimi kurmuştur ve STEM laboratuvarı kurma çalışmaları da devam ederken; Hacettepe Üniversitesi, Hacettepe FeTeMM Laboratuvarını kurmuştur (Akgündüz ve diğ., 2015).

Ülkemizin 10. Kalkınma Planı içinde yer alan yenilikçi üretim, istikrarlı yüksek büyüme bölümünde bulunan bilim, teknoloji ve yenilik maddesi ile araştırmacı insan gücünün nitelik ve nicelik olarak geliştiren bireylerin özel sektörde istihdamının genişletilmesi konusuna vurgu yapılmaktadır (Kalkınma Bakanlığı, 2013). Bu doğrultuda öğrencilerin, fiziksel, entelektüel ve kültürel dünyasını zenginleştirmekte ve problem çözme, eleştirel düşünme gibi öz yeterliklerini geliştirmelerini, ülkemizde STEM olarak adlandırılan Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik kelimelerinin kısaltmaları olan STEM eğitimi ile sağlanmaktadır (Çorlu ve Aydın, 2016). STEM eğitimi, gençliğin yenilik adına gerek duyduğu bilgi ve beceriler konusunda kendilerini sürekli geliştirmelerini, artan bilgi ve becerileri ile kullandıkları inovasyonu kazanmalarını sağlayacaktır. İnovasyonun artmasıyla ülke ekonomileri güçlenecek, yeni iş alanları ortaya çıkacak ve teknoloji konusunda ilerleme yaşanacaktır (Fan ve Ritz, 2014).

STEM Eğitimi kimi ülkelerin öğretim reformu olarak eğitim-öğretimin merkezinde yer almasıyla, kimilerinin gençlerinin STEM alanlarına ilgilerini çekmek için destek verilmesiyle, kimilerinin de geleneksel eğitime devam etmekte olan veya yeni yaklaşımlardan mahrum bırakılmış bölgelerin STEM Eğitime dahil edilmesiyle bu süreçte yer bulmaya çalışmaktadır. Türkiye'nin ise bu eğitim yaklaşımına olan ilgisi PISA ve TIMMS sınavları ile öğrencilerin gösterdiği düşük performans neticesinde başlamış, uzun çalışmalar ile kafa yormalar ve özel sektörün girişimleri ile desteklenmiştir. Ancak STEM' in tanımı, öğretim programlarındaki yeri, K-12 eğitime uygulanma şekli ve öğretmenlerin bu konuda eğitimi gibi konular halen kafa karışıklığı yaratmaktadır. Bu nedenle STEM Eğitimi her ülkenin gündeminde fakat değişik yaklaşımlarla yer almaktadır (Aydeniz ve Bilican, 2018).

Dünya ülkelerinin eğitim başarıları uluslararası düzeyde geçerliliği olan TIMSS ve PISA sınavları sonuçlarına göre belirlenmektedir. Bu sınavlar ile ülkelerin eğitim politikaları belirlenmekte ve geleceğe yatırım yapmalarında oldukça yardımcı olmaktadır (Uslu, 2006). Türkiye'nin de katılmış olduğu TIMSS döngülerine ilişkin 8. sınıf matematikvefen bilimleri başarıları incelendiğinde, standart puanın 500 kabul edildiği sınavda, Türkiye'nin 2015 yılında standart puanın altında kaldığı ve 39 ülke arasında 24. ile 21. sıralarda yer aldığı, fen okur-yazarlığı bakımından da 72 ülke arasından 54. sırada görülmektedir. PISA ve TIMMS raporlarına göre, bu durum istatistiksel olarak OECD ülkelerinin başarı ortalamasının altında olduğunu ancak katılımcı ülke sayıları dikkate alındığında Türkiye'nin sıralamasının 2015 uygulamasında, 2006 uygulamasına göre daha iyi olduğu görülmektedir. TIMSS ve PISA sonuçları doğrultusunda ülkeler eğitim politikaları üretmiş ve başarının artmasına yönelik çalışmalara başlamışlardır. Bu çalışmalar neticesinde STEM eğitiminin öğretim programlarına entegre edildiği ülkelerdeki başarının olumlu yönde artış olduğu görülmüştür. Bu sonuç Türkiye gibi ülkelerin dikkatini çekerek, STEM eğitime yönelme gerekliliğini göstermiştir (Yalvaç, 2010).

Ardından ilköğretim okullarında Fen Bilgisi ismi 2005 yılında Fen ve Teknoloji dersi adı altında yapılan bir değişiklik ile değiştirildi. Bilginin öğrenci tarafından oluşturulduğunu savunan yapılandırmacı bir yaklaşım benimsendi ve içerik çok daha fazla değişti (Doğan, 2012; Eskicumalı, Demirtaş, Gür-Erdoğan ve Arslan, 2014). STEM Eğitimi Raporu'nda (MEB, 2016) geçen ifadeye göre, 2005 yılından itibaren Teknoloji ve Tasarım dersi uygulamaya konuldu ve bir noktada STEM' in amaçlarının Teknoloji ve Tasarım dersinin amaçları ile örtüştüğü gözlemlendi. Teknoloji ve Tasarım dersi kapsamında 7. ve 8. sınıflarda yapılan çalışmaların STEM ile ilgili olduğu söylenmekte ve TIMSS ve PISA gibi sınav sonuçlarının iyileştirilmesi için ülkemizdeki STEM eğitiminin bir öncelik olarak kabul edilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde bilimin ilköğretim ve ortaokul düzeyinde bilim fuarları ile gençler için fen bilimleri, matematik, teknoloji ve uzay bilimleri alanlarında yapılacak aktiviteler ile

desteklenmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle STEM eğitimi konusunda başarılı öğrenci ve öğretmenleri ortaya çıkarmak için TÜBİTAK tarafından proje çalışmaları yürütülmekte, bu alanda yarışmalar düzenlenmektedir. Ayrıca, öğrencilere bilimi ve bilim insanını sevdirmek, toplumda bilime yönelik önyargıları gidermek için çeşitli illerde bilim merkezleri açılmaya başlamıştır ve bilim merkezlerinde ders dışı zamanlarda öğrencilerle STEM etkinlikleri yapılmaktadır (STEM Akademi, 2013).

Buna rağmen, Çorlu'ya (2013) göre ülkemizde üniversitelerde STEM eğitimi ile ilgili çalışmaların ve projelerin fazla yaygın olmadığı öne sürülmektedir. Ayrıca STEM eğitim raporunun Haziran 2016'daki yayınına göre de öğretmenlerin hizmet içi ve öğretmen adaylarının bütünlük öğretmenlik bilgilerini artırıcı eğitimlerle STEM eğitimi becerilerini güçlendirmek için yapılan çalışmaların yetersizliğinden bahsedilmiştir.

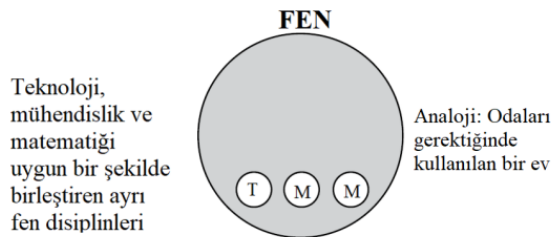
### **2.1.5. Bütünlük STEM Eğitimi ve Modeller**

Eğitimcilerin gerçek hayat problemlerinin çözümünde ayrı ayrı disiplinleri kullanamayacaklarının farkına varmalarıyla öğretim programlarının bütünlükleştirilmesi fikri doğmuştur (Wang, Moore, Roehning ve Park, 2011). Programların bütünlükleştirilmesi, amaçlı olarak farklı alanlardan gelen bilgi, beceri ve tutumların bir arada anlamlı bir biçimde bir kavram olarak verilmesi yaklaşımı ya da öğretim stratejisidir. Öğretim programlarının bütünlükleşmesi çeşitlerinden biri de STEM disiplinlerinin bütünlükleştirilmesi eğitimidir (Dugger, 2010). Wang ve diğerleri'ne (2011) göre, dört disiplin arasındaki engelleri kaldıran bir öğretim yaklaşımı olarak yorumlanan bütünlük STEM eğitiminde, disiplinlerin bütünlükleştirilmesi bir anlamda öğretim programlarının bütünlükleşmesi demektir. Diğer bir ifadeyle bütünlük STEM eğitimi, fen ve matematik disiplinlerini teknoloji ve mühendislik eğitimi ile bütünlükştiren teknoloji ve mühendislik tasarım tabanlı öğrenmeyi ve bu konuların bu öğrenmelerle entegrasyonunu geliştirilebilmeyi ifade eder (Sanders, 2012).

Çorlu'ya (2014) göre bütünlük STEM eğitimi, STEM uygulayıcı öğretmenin uzmanlık bilgisi, ana ders alan pedagojik içerik bilgisi ve temelde profesyonel öğrenme

topluluklarına katılım vasıtasıyla geliştirilen başka bir STEM konusundaki çalışma bilgisi ile sağlanabilir. Model, STEM disiplinleri arasında tüm etkileşimleri dikkate alarak bütünleştirilmesi ile tasarlanmıştır.

Bybee (2013a) için ise disiplinler yönüyle bu model, birden fazla STEM konu alanının işbirliğinde dört farklı biçimde verilebilir; bağımsız disiplinler olarak, bir veya iki disipline vurgu yaparak, bir STEM disiplinini diğer üçünün içine entegre ederek ve dört disiplini birbiri ile karıştırarak inşa edilen bilgi, beceri ve tutumları kapsar. Ancak fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin tamamının kullanıldığı entegre programlar yoluyla okulların ve öğretim programlarının yapısı nedeni ile STEM eğitiminin verilmesi mümkün olmadığı için, STEM eğitimi, öğretim programlarındaki fen ve matematik derslerine, teknoloji ve mühendisliğin entegre edilerek oluşturulan eğitim süreci halini almaktadır (Bybee, 2010a). Çok çeşitli varyasyonlar yer alabileceği gibi STEM, teknoloji, mühendislik veya matematik içeren fen anlamına gelir. Genellikle fen bilgisi öğretmenleri kendi alanlarını merkeze alırken, diğer disiplinleri derslerinde kullanırlar. Bu, öğretmenin baskın disiplin olarak bilimi (veya matematiği) tuttuğu yerdir (Bybee, 2013b). Bybee'ye (2013) göre fen merkezli STEM entegrasyon modeli Şekil 2.1'de gösterilmiştir. Bu nedenle Bybee (2013b), STEM eğitiminin tek bir boyutu ile ya da bütünleşik STEM eğitiminin tüm gerekliliklerine uymasını beklemek yerine okulların, STEM uygulayan kurumların ve STEM uygulayıcıları olan öğretmenlerin bilgi, düşünce ve ihtiyaçlarını da dikkate alarak kendi STEM bütünleşmelerini yapmalarını tavsiye etmektedir. Sonuç olarak belirtilen bu detaylar dikkate alındığında en az iki disiplin ile STEM eğitimi entegrasyonunun mümkün olduğu görülmektedir (NRC, 2014; Bybee, 2010b; Sanders, 2009).



Şekil 2.1. Fen merkezli STEM entegrasyon modeli

STEM entegrasyonu, öğrencilerin öğrenmeye istekli olmalarını sağlayan zengin bir öğrenme ortamında eleştirel ve yenilikçi becerilerin gelişmesine imkan sunarken, öğrenme sürecinde ihtiyaçları olan sosyal etkileşim sayesinde öğrenciler arasındaki başarı farklılıklarının kapanmasına olanak sağlar (Meyrick, 2011; Sanders, 2009). Bütünleşik STEM'in bu çok boyutlu doğası öğrencilerin düşünce ya da davranışlarında, eğitim sisteminde, programda, okulda ya da öğretmenin öğretiminde yer almalıdır (Honey ve diğ., 2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegre edilerek öğretim programlarında kullanılmasının gerekliliği Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK, 2004) tarafından yayımlanan Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları, 2003-2023 Strateji Belgesi'nde de ifade edilmektedir.

Bütünleştirilmiş STEM Eğitimi öğretme-öğrenme modelleri, en iyi entegrasyonu sağlayabilmek için STEM uygulayıcılarına farklı bakış açıları sunar. Proje Tabanlı Öğrenme, STEM SOS Modeli, Probleme Dayalı Öğrenme, Tasarım Temelli Öğrenme, Bağlam Temelli Öğrenme, Tam Öğrenme, 5E Modeli gibi yaklaşım ve modeller entegrasyon sürecinde kullanılmaktadır. STEM disiplinlerinin etkili bütünleştirilmesinde birçok model, yol veya yöntem ortaya atılmış olsa da en iyi yöntemin hangisi olduğuna dair yeterli araştırma bulunmamaktadır (Honey ve diğ., 2014). Daha genel çerçeveden bakıldığında ise, STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesinin STEM uygulayıcıları tarafından öğrenilmesi ve uygulanması programların bütünleştirilmesi için oldukça önemli olmaktadır (Savran-Gencer, Doğan, Bilen ve Can, 2019).

**2.1.5.1. 5E öğrenme modeli ve STEM eğitimi entegrasyonu.** 21. yüzyıldaki teknolojik gelişmelerin uygulanabilmesi adına bireylerin karşılaştıkları bir probleme yaratıcı çözüm bulabilmeleri için, tasarımcı, yenilikçi ve eleştirel düşünme yeteneğine sahip olmaları bir gereksinimdir (NRC, 2011). Ülkemizde 2017 yılında yeni fen bilimleri dersi uygulamaya konulmuş ve bu programın içinde bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri, fen ve mühendislik becerileri ile fen bilimlerini diğer disiplinlerle bütünleştiren, edinilen teorileri uygulamaya ve ürüne dönüştüren bireylerin yetişmesi hedeflenmiştir



(MEB, 2017). Bu nedenle çağın gereksinimleri düşünülerek öğretim programının uygun hale getirilmesi amaçlanmış, bir dizi çalışmalar yapılmış ve son yirmi yıl boyunca eğitim programlarında etkisini gösteren yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı (Bağcı-Kılıç, 2001), 2004 yılından itibaren ülkemizde uygulamaya konulmuştur (MEB, 2005). Yapılandırmacı öğrenme anlayışında, kendisine aktarılan bilgileri, birey direk zihnine almak yerine, sorgulayarak, araştırarak ve yorumlayarak anlamlı yapılandırma ile öğrenme sürecine etkin biçimde katılmaktadır (Ergin, 2006).

Yapılandırmacılık, çağdaş eğitimdeki en etkili öğrenme teorisi olarak bilinen teorilerden biridir. Bu teorinin uygulama biçimlerinden biri, Bybee tarafından geliştirilen 5E öğretim modelidir (Bozdoğan ve Altunçekiç, 2007). 5E Modeli, Piaget'in teoremi üzerine kurulmuş bir eğitim modelidir. Konstrüktivist yaklaşıma uygulanabilecek yapısal olarak geçici aşamalara sahip pratik ve uygulanabilir bir modeldir. Deneysel öğrenmeyi teşvik eder, motive ederek ve öğrencilerin ilgisini çekerek gerçekleştirir. Öğrenciler teşvik edildiği sürece, üst düzey düşünme sürecine katılırlar. Öğretmenin çevreyi yapılandırma pratiği geliştirmesini sağlar ve ayrıca öğrencilerin kendileriyle öğrenilecek konular arasında eleştirel düşünme temelli ve analitik ilişkiler geliştirmesini sağlar. Bu bağlamda, 5E Modeli, potansiyel öğrenme deneyimlerini sistematik ve düzenli olarak yapılandırarak zamana bölünen, yardım eden ve organize eden bir modeldir (Boddy, Watson, Aubusson, 2003). Bu bağlamda 5E Modeli, yapılandırmacı öğrenme teorisi ve deneysel aktivitelere dayandırılmış bir fen dersi öğretim metodu olan Ulusal Fen Eğitim Standartlarının araştırmaları neticesinde yapılandırılmış bir modeldir (Newby, 2004). Bu model: Dikkat Çekme, Ön öğrenmeleri Ortaya Çıkarma, Öğrenme Etkinliğine Girme (Engage), Araştırma, Keşfetme (Explore), Açıklama (Explain), Transfer Etme, Derinleşme (Elaborate), Değerlendirme (Evaluate) aşamalarından oluşmaktadır (Açıslı, Yalçın ve Turgut, 2011; Senemoğlu, 2009).

Tablo 2.1. *Bybee'e (2015) Göre 5E Modeli ve Aşamaları*

Eğitici Modelin Aşamaları	Öğretim Süreci ile Bağları
<i>Giriş:</i> Eğitici görevin bu aşaması öğrenme görevini başlatır. Etkinlik geçmiş ve şimdiki öğrenme arasında bağ kurar, gelecekteki etkinlikleri öngörür ve öğrencileri öğrenme çıktıları üzerinde düşünmeye odaklar. Öğretmen bu aşamada öğrencilerin kavramlarla yüzleşmelerine yaşatarak yardımcı olur.	Öğrenciler anlamlı olayları tanırlar ve zihinsel olarak problem ya da sorun ortaya çıkaran deneyimlerle meşgul olurlar. Etkinlik esnasında, uyumsuzluk, dengesizlik "...merak ettim", "bu nasıl oldu" gibi sorularla öğrenciler tarafından belirtilebilir.
<i>Keşfetme:</i> eğitici modelin bu aşaması öğrenciler içerisinde genel kavramlar, süreçler ve beceriler geliştirip, tanımlayabilecekleri temel deneyimler sağlar.	Öğrenciler onları meşgul eden soruları cevaplamayı ve güncel bilgi ve becerilerini ifade etmeye çalışır. Öğrenme süreci ile ilgili çözüm ararken, gözlem yaparlar, bilgi toplarlar, arkadaşlarıyla problemleri tartışır ve muhtemel açıklamaları düşünürler; dengesizliklerini çözmeye başlarlar.
<i>Açıklama:</i> Bu aşama öğrencilerin dikkatini onların anlamalarının belli bir yönüne çeker ve onlara kavramsal anlayışlarını ifade etme veya becerilerini sergileme imkanı sağlar. Bu aşama öğretmenlere de bir kavram, süreç veya beceriye ait bir tanım ya da etikete giriş yapma imkanı sunar.	Öğrenciler öğretme sürecini yaratan problemlere çözümler veya açıklamalar getirir. Sonra öğretmen yetenek, beceri ve kavramları netleştirir ve açıklar. Öğretmenin açıklaması kısa, net ve basit olmalıdır. Öğrenciler yeni bir denge deneyimler.
<i>Derinleştirme:</i> Bu aşama öğrencilere anlama ve becerilerini değerlendirme; öğretmenlere öğrenme çıktılarını karşı öğrenci gelişimini değerlendirme fırsatı sunar.	Öğrenciler ilgili fakat kavram, beceri ve yeteneklerini gerektiren yeni bir etkinlikle karşı karşıya gelirler. Burada yeni öğrenme süreci önceki aşamalarda geliştirilmiş açıklamaya bağlı olmalıdır.
<i>Değerlendirme:</i> bu aşama öğrencilere anlama ve becerilerini; öğretmenlere öğrenme çıktılarını karşı öğrenci gelişimini değerlendirme fırsatı sunar.	Öğrenciler bilgi ve becerilerini bir değerlendirme içinde ifade eder. Değerlendirme anlamının yeterliliğini ortaya çıkarmalıdır. Değerlendirme içeriği yeni fakat açık biçimde eğitici dizgi içerisinde geliştirilmiş yetenek ve bilgi gerektiren bir etkinlik olmalıdır.

5E öğrenme modelinin kullanılması eğitim programını etkileyeceği gibi, bu modelde uygun entegrasyonu sağlamak önemlidir. Bu nedenle STEM eğitim uygulamasında eğitim programının öğelerinden hedef, içerik, öğrenme-öğretme süreçleri ile ölçme değerlendirme dikkate alınmalıdır (Campbell, 2006). Bu nedenle STEM eğitimini 5E öğretim modeli ile birleştirmek iyi bir entegrasyon sağlayabilir; iyi bir entegrasyon bilgisine ihtiyaç vardır. STEM eğitiminin de temelinde öğrenilen bilgiler ile günlük yaşam arasında bağlantı kurulması ve disiplinler arası bağlantı kurularak öğrenilen bilgilerin transferi söz konusudur. Öğrenciler edindikleri bilgileri diğer disiplinlere transfer ederler; STEM yaklaşımında da tüm disiplinlerin aynı anda kullanılması önemlidir (Selvi ve Yıldırım, 2018).

**2.1.5.2. STEM eğitimi ve mühendislik tasarım süreci.** Mühendis, gerçek dünyaya ait problemleri ele alır ve elde edilmiş sahip olunan bilgileri (fen bilimleri, matematik,

teknoloji ile ilgili kavramları) kullanarak problemleri çözen, kısaca akıl yürüten, tasarlayan kişidir. Bilim insanları etraflarındaki dünyayı gözlemleyerek varlıkların oluş sürecini incelerken, mühendisler hiç var olmamış yeni bir şey yaratmak isterler (Çorlu, 2017). Bir mühendisin tasarım geliştirme sürecinin öğrenme ortamlarına yansıtılması sürecini oluşturan uygulamalar alan yazında tasarım temelli öğrenme olarak tanımlanmaktadır (Bozkurt-Altan, 2018). Mühendisler, matematiği ve fen bilimlerini çalışmalarında kullanırken fen ve matematik alanında çalışan bilim insanları araştırmalarını kolaylaştırmak için onların yaptıkları tasarımları kullanırlar (NAE ve NRC, 2009). ‘Bir mühendisin tasarım süreci fen dersine nasıl uyarlanabilir?’ sorusuna cevap, alanyazında fen öğretiminde mühendislik entegrasyonu içeren yaklaşımlar ile ortaya konulmaktadır (Kolodner, Crismond, Gray, Holbrook ve Puntambekar, 1998). Öğrencilerin sahip oldukları bilgileriyle gerçek hayat problemlerini karşı karşıya getiren, bununla birlikte zihinlerinde oluşan ‘Gerçek hayatta bu bilgi ne işime yarayacak?’ sorusuna cevap bulan eğitimde mühendislik yaklaşımıdır (Çorlu, 2017).

Mühendislikte tasarım, bir yapı, insan yararına bir alet, makine parçası gibi küçük bir parça olabileceği gibi büyük bir yapı, bir ürün imalatı için tasarım süreci ya da atmosferin zararlı etkilerinden korunmak için bir yaşam sistemi geliştirmek gibi karmaşık bir düzenek olabilir (Özçep, 2007). Bu nedenle mühendislik problemlerini çözmek, özel bir amaç ya da genel bir araç yapmak için düzen geliştirmede en iyi yol olan bu dinamik süreç, mühendislik tasarım sürecidir (NAE ve NRC, 2009).

Sınıf seviyeleri arttıkça öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğe yönelik ilgi ve tutumlarının düştüğünü Avrupa Birliği ve ülkemizde yapılan çeşitli araştırmalar göstermektedir (Çavaş, 2012). Brophy, Klein, Portsmore ve Rogers’a (2008) göre mühendislik, yeni şeyler ortaya koymak için bilgiyi kullanma ve kullanım için uygun hale getirme, bunun yanı sıra yeni bir şeyi bilme, nasıl çalıştığını öğrenmedir. Kısacası mühendislik sadece bir tasarım süreci değil aynı zamanda insanların yaşadığı sorunları etkili bir şekilde çözme sürecidir. Çavaş, Bulut, Holbrook ve Rannikmae (2013) yürüttükleri çalışmaya göre, Avrupa Birliği 7. Çerçeve Programı kapsamında bu sorunların

üstesinden gelebilmek ve bilim, matematik, teknoloji ve mühendislik alanında daha fazla gencin kariyer yapmalarını desteklemek için birçok projeyi onaylamışlardır. Bu projelerden biri olan ENGINEER projesi ile mühendislik temellerini kavratmak için bu alanda öğretim materyalleri geliştirmeye çalışmışlardır. Bu projede yöntem olarak mühendislik tasarımı süreci (MTS) modeli kullanılmış ve ortaokul düzeyi öğrencilerin mühendislik ve teknoloji okuryazarlığını geliştirmek için 2003-2004'te Boston Bilim Merkezi tarafından geliştirilen Mühendislik Temeldir (EIE-Engineeringis Elementary) programı oluşturulmuştur. Sonuçlarına bakıldığında ise mühendisliğin fen eğitimine bütünleştirilmesi ile öğrencilerin fen ve teknolojiye olan ilgi ve tutumunun attığı gözlenmiştir.

Mühendislik tasarım süreci farklı araştırmalarda detaylandırılmasına göre 5 aşamadan 9 aşamaya kadar ele alınabilmektedir. Hynes ve diğerleri'ne (2011) göre mühendislik tasarım süreci 9 dinamik döngüsel aşamadan oluşur:

1. Problemin Tanımlanması: Mühendislik tasarım problemi içinde, beklenen tasarımın kriter ve sınırlılıklarını içermektedir.

Kriter, ürün ya da sistemin başarılı bir tasarımı olabilmesi için taşıması gereken nitelik; sınırlılıklar ise, ürün ya da sistemin başarılı bir şekilde tasarlanmasının önündeki olası engellerdir.

2. Probleme Yönelik İhtiyaçların Belirlenmesi: Geçmişte kullanılan çözümler ile yeni çözüm geliştirebilmek için ihtiyaç olabilecek unsurlar araştırılarak tespit edilir.

3. Olası Çözümlerin Geliştirilmesi: Mühendislik tasarım problemlerinin çözüm sürecinde kriter ve sınırlılıklara göre, bulunan birden fazla çözüm yolundan insan ihtiyaçlarına yönelik en yaratıcı çözüm geliştirilmeye çalışılır.

4. En İyi Çözümün Seçilmesi: Birçok olası çözümün belirlenmesinden sonra, çözümlerin tasarıma yönelik kriter ve sınırlılıkları karşılayacağına dair analizler yapılarak karar verilir. Mühendislerin tasarım sürecinde bu durum "optimizasyon" olarak tanımlanmaktadır (NAE ve NRC, 2009).

5. Prototipin Yapılması: Tasarımların görsel tanıtımı ve ayrıntıların açıklanması için prototip oluşturulur. Bir bakıma prototip, kuramsal olarak ortaya atılan çözümlerin uygulamadaki karşılığıdır ve bir sonraki aşamalarda tasarımın geliştirilmesi için önemlidir (Mentzer'den aktaran Bozkurt-Altan, 2018).

6. Çözümü Test Etme ve Değerlendirme: Çözümler kriter ve sınırlılıklarına göre prototipler mühendisler tarafından test edilir ve değerlendirme yapılır. Test sonucuna göre olası iyileştirme yapma durumu belirlenir.

7. Çözümün Sunulması: Mühendisler ile fikir paylaşımı yapılarak çözüm sürecindeki aşamalar için geri bildirim alınır ve bu durum nihai tasarım için kriter ve sınırlılıklara göre pazarlanması için önemlidir.

8. Yeniden Tasarlama/Revize Etme: Mühendisler tarafından yapılan geri bildirim ve değerlendirmelerle, kriter ve sınırlılıklar da göz önüne alınarak en iyi ürün için iyileştirmeler yapılır.

9. Kararın Tamamlanması: Mühendisler tarafından ya da sınıf içi uygulamalarda öğrenciler tarafından en iyi çözümün, nihai sonucun kararı bu aşamada verilir.

Tasarım problemlerinin yapısı, olası çözümlerin geliştirilmesi ve en iyi çözümün seçilmesi gibi basamaklarda detaylı bir biçimde bahsedilen mühendislik tasarım süreci, mühendisliğe özgü tekniklerin kullanılması ve yapının dinamikliği bakımından problem çözme stratejilerden farklıdır (Bozkurt-Altan, 2018).

### **2.1.6. STEM Eğitimi ve Eğitsel Robotik Uygulamalar**

Fen bilimleri dersi sonunda öğrencilerin sahip olması gereken becerileri, araştırma, gözlemlenme, sorgulama, sınıflama, yorumlama, deney yapma, ölçme, hipotez kurma, ilişkilendirme becerileridir. Günümüz teknolojisi ile fen bilimlerinin etkileşimini sağlama konusunda bu becerilere ve bilgiye sahip bireyler için fen öğretiminde, öğrencilerin eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştiren, öğretim zamanından kazanç sağladığı, bazı fen becerilerinin geliştirilmesini desteklediği teknolojiyi kullanmanın önemli olduğu düşünülmektedir (Jimoyiannis ve Komis, 2001). Dünyada Fen Bilimleri eğitiminin

laboratuvar uygulamalarında geleneksel deney araç-gereçlerinin yapamadığı hassas ölçüm, grafik çizme, model oluşturma gibi veri kaydetme, gözlem yapma becerilerine sahip robotik denilen yeni teknolojik yenilik karşımıza çıkmaktadır (Cameron, 2005).

Robot eğitimi uygulamalarının en etkili yollarından biri de STEM eğitimidir. Öğrenciler robotlarla çalışarak, gerçek yaşam problemleri üzerine odaklanırken STEM disiplinlerine uygun zemin oluşturur (Üçgül, 2013); eleştirel düşünme, problem çözme, inovasyon gibi 21. yy becerilerini kullanma ve geliştirme imkanı bulur ve STEM eğitimine dolaylı hizmet eder (Aydın, 2018). Robotlar sayesinde öğrenciler ilgi çekici bir ortamda, yüksek motivasyon ile STEM alanlarında kaliteli bir eğitim süreci geçirir (Barak ve Assal, 2017).

Robotlar eğitimde; iki şekilde, öğrenme nesnesi ve öğrenme aracı olarak karşımıza çıkmaktadır (Temizkan, 2014). Öğrenme nesnesi, amaç itibarıyla robotların parçalarının birleştirilmesi, inşası ve programlanması ile ilgilenirken; öğrenme aracı olarak robotlar, laboratuvarında bir deney aracı olarak kullanılmaktadır (Aydın, 2018). Eğitsel robot uygulamalarında bu iki amaç için de, Arduino, Makeblock, Lego ve Fischer Teknik gibi araçlardan yararlanılmaktadır.

### **2.1.7. STEM Eğitimi ve Simülasyon Tekniği**

Eğitim, teknoloji ve toplumsal kalkınma terimleri arasındaki yapının sorgulanması, teknolojiye dayalı öğrenme alanlarının tasarlanması ve bilişim teknolojilerinin eğitim süreçlerine katkılarının anlaşılması gibi öğrenme olgularının belirlenmesi konusunda önemli bir araçtır (Aycan, Arı, Türkoğuz, Sezer ve Kaynar, 2002). Modern eğitim anlayışında geleceğe nitelikli birey yetiştirilmesi, bilişim teknolojilerinin eğitimde bütünleştirilmesi ve etkili kullanan öğrenci sayısının artırılması için oldukça önemlidir (Üstüner, Ersoy ve Sancar, 2000).

Özellikle fen bilimleri derslerinde teorik içeriğinin yoğun olduğu konularda öğrenciler kavramları yapılandırmakta zorluk çekmektedirler (Yeung, 2004). Bu amaçla ülkemizde öğrencilerin teknolojiyi etkin bir şekilde kullanabilmelerini ve teknolojinin

eğitime entegrasyonunu sağlamak için Fırsatları Artırma Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH) projesi başlatılmıştır (şahin ve Kabasakal, 2018). Amaç, robotik, simülasyon ve bilgisayar yazılımları ile öğrencilerin ilgisini çekmek ve STEM disiplinlerini uygulanma alanı sağlamak ve teknoloji sınıfları oluşturmak adına uygulanan projelerden biridir (Grubbs, 2013).

Simülasyon tekniği, fen ğretiminde güvenirlik, tekrar edilebilirlik, denenebilirlik, gözlemlenebilirlik açısından oldukça tercih edilen, etkili ve kullanışlı bir teknik olduğu öğrenme ıktıları ile gözlenmektedir (Hakerem, Dobrynina ve Shore, 1993; Russell, ve diğ., 2016). Yapılan alışmalar neticesinde, simülasyon destekli öğretimin düz anlatım yöntemine göre akademik başarıyı artırmada daha etkili olduğu, konuyu daha ilgi çekici hale getirerek akılda kalıcı olmasını sağladığı, öğrencilerin temel kavramların doğru ve etkili bir şekilde zihinlerinde yapılandırılmalarını sağladığı ve öğretimin kalitesini artırdığı ifade edilmektedir (Yılmaz ve Eren, 2014).

## 2.2. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde, araştırmanın ana konusu ‘‘STEM eğitimi’’ genel bir çerçeveden ele alınmaktadır. Bu kapsamda araştırma konusu ile benzerlik taşıyan kaynaklar taranmış ve dikkat çeken, konu ile ilgili araştırmalar aşağıda yer verilmektedir.

### 2.2.1. Yurtiçi Araştırmalar

Son yıllarda yapılan bazı çalışmalar göstermektedir ki, ulusal düzeyde STEM eğitimiyle alakalı çalışmalar ülkemizde hız kazanmıştır ve Türkiye Sanayici ve İşadamları Derneği yayınladıkları Türkiye STEM İş Gücü Raporu ile niversitelerin STEM alanlarını arttırması ve STEM işgücünün artırılması gerektiğini önemle vurgulamıştır (Akgündüz ve diğ., 2015).

Fizik eğitimi ve 5E modeli üzerine çalışan araştırmacılara bakıldığında; Ergin, Kanlı ve Tan (2007), GATA Sağlık Astsubay Hazırlama Okulu birinci sınıfta yer alan öğrencilere fizik konularından İki Boyutta Atış Hareketi (Yatay ve Eğik Atış Hareketi)

konusu 5E modeli esas alınarak uygulanmış öğrencilerin öğrenmesindeki etkililik araştırılmış ve sonuçlara dayanarak önerilerde bulunulmuştur. Konu seçimi yapılırken öğrencilerin zorlanabileceği ve askeri öğrenci olmasından nedeniyle ilgi duyabilecekleri fizik konularına dikkat edilmiştir. Fizik eğitiminde 5E modelinin öğrencilerin akademik başarısına etkisinin incelenmesi amacıyla, 2004- 2005 bahar yarıyılında GATA Sağlık Astsubay Hazırlama Okulu 1. sınıfta öğrenim gören 84 öğrenciye her konu için ayrı ayrı çoktan seçmeli başarı testleri uygulanmıştır. Uygulama sonucu yapılan analizlerde 5E modelinin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin, geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen bulgular ışığında önerilerde bulunulmuştur.

Çavaş (2013), tarafından yürütülen çalışma Avrupa Birliği 7. Çerçeve programı tarafından bütçelendirilen ENGINEER projesi kapsamında geliştirilen öğretim materyallerinin tanıtımını yapmak için hazırlanmıştır. Bu projede mühendislik tasarım süreci izlenerek basit ve ucuz malzeme kullanılan öğrenme üniteleri geliştirilmiştir. Eğlenerek öğrenebilecekleri bu materyaller ile öğrencilerin bilim, teknoloji ve mühendislik alanında kariyer ilgilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Marulcu ve Sungur (2013) çalışmalarında, fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik ve mühendislik algılarını ve yöntem olarak mühendislik-tasarıma bakış açılarını inceleyerek katılımcıların yarıya yakını (%45) mühendislik öğrenmenin fen eğitimi için önemli olduğunu düşündüklerini ve kendilerinin mühendislik sürecine aşina olduklarını savunduklarını gözlemişlerdir. Ayrıca mühendislik beceri öğretiminin fen ve teknoloji dersi öğretim programında yer alması ve programın bu kapsamda yeniden düzenlenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Farklı disiplinlerde yapılmış çalışmalara bakıldığında ise, Ceylan (2014), ortaokul 8. Sınıf fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda STEM eğitimi temelinde hazırlanan öğretim tasarımının uygulanmasının, öğrencilerin akademik başarıları, yaratıcılık ve problem çözme becerilerine olan etkisi, yine asitler ve bazlar konusunun mevcut fen bilimleri öğretim programına dayalı öğretim uygulamaları ile desteklenmiş



yapılandırmacı yaklaşımın uygulanması ile karşılaştırarak incelemiş ve öğrencilerin STEM eğitimi konusunda görüşlerini almıştır. Araştırma 2013-2014 eğitim-öğretim döneminde sekizinci sınıfta okuyan 56 öğrenci ile gerçekleşmiş, iki farklı grup olan öntest- sontest kontrol gruplu deneme model kullanılmıştır. Öncelikle sınıflar arasında hazır bulunuşluk testi, fen bilgisi tutum ölçeği ve asitler ve bazlar konusu ön bilgi testi uygulayarak anlamlı fark olup olmadığına bakılmış ve bu yöntemle deney ve kontrol grupları belirlenmiştir. Asitler ve Bazlar konusu açık uçlu başarı testi, asitler ve bazlar konusu çoktan seçmeli başarı testi, bilimsel yaratıcılık testi, problem çözme envanteri ve sadece deney grubunda bulunan öğrencilere STEM eğitimi ile ilgili öğrenci görüşü anketi son test olarak uygulanmış ve deney grubunda bulunan öğrencilerin akademik başarılarının, yaratıcılık ve problem çözme becerilerinin kontrol grubunda bulunan öğrencilere göre daha başarılı oldukları tespit edilmiştir.

Şahin, Ayar ve Adıgüzel (2014), STEM içerikli okul sonrası etkinliklerin özelliklerini, öğrencilerin bu etkinlikler ile olan deneyimlerini ve kazanımlarını ve etkinliklerin öğrenciler üzerindeki etkilerini incelemiştir. Betimleyici, nitel bir durum çalışması sonucunda işbirliği gerektiren, öğrencilere kendilerini adanma ve sahip çıkma olgularını teşvik eden ve bir topluluğun kurulmasına katkıda bulunan okul sonrası etkinliklerinin, öğrencilerin birbirlerinden öğrenmelerine, yeteneklerini geliştirmelerine ve ilgilerinin 21.yy becerilerini içeren STEM alanlarına doğru yönelmesine yardımcı olabileceğini göstermiştir.

Savran-Gencer (2015), mühendislik ve bilim uygulamaları arasındaki farklılıkları ortaya çıkardığı Fen Eğitiminde Bilim ve Mühendislik Uygulaması: Fırıldak Etkinliği çalışmasında, öğrencilerin ilk aşamada bilimsel bir soruyla başlayıp sorgulama yapabilecekleri, ardından değişkenleri belirleyip bu değişkenleri kontrol edebilecekleri, yine test edebilecekleri, elde ettikleri verileri analiz edebilecekleri ve sonunda sunum becerileri içeren bir etkinlik -Fırıldak etkinliği- uygulaması yapmıştır. Bilimsel sorgulama aşamalarını barındıran mühendislik uygulamaları eklediği bu etkinliğe, mühendislik tasarım aşamalarının temel ilkeleri yansıtılmıştır. Çalışmanın uygulanması pilot uygulama

ile başlamış ve Tekirdağ ili, Saray ilçesindeki bir ortaokulda öğrenim gören yedinci sınıf öğrencileri olan 30 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Altı grup ve üç ders saati süresince etkinlik yedi aşama halinde uygulandığı görülmektedir. Bilimsel süreç soru sorarak başlar, bilimsel süreçte bilimsel sorgulama gerçekleşir, bilimsel sorgulamanın özellikleri vurgulanır, etkinlik fen ve matematik disiplinleri ile ilişkilendirilir, mühendislik uygulamasına geçilir, geliştirilen prototip ve modeller test edilir ve ihtiyaç halinde iyileştirme sağlanır, etkinlik sonunda öğrenci gruplarından ve uygulayıcı öğretmeninden alınan görüşler doğrultusunda etkinlik değerlendirilir.

Yine mühendislik uygulamaları üzerine yaptığı çalışmasının sonucu olarak Savran-Gencer (2015), fen sınıflarında uygulanabilecek bu örnek ile prototip modellerin test edilmesi ve yeni modeller oluşturulmasını tecrübe eden öğrencilerde kariyer bilinci kazanmalarını sağlayabileceğini, farklı sınıfta ya da farklı disiplinler ile uygulandığında farklı öğrenme alanları oluşturabileceğini verilere göre öngörmektedir. Ayrıca bu etkinlik, eğitimcilerle bilim ve mühendislik, bilimsel sorgulama uygulamalarının fen sınıflarında uygulanabilecek öğretimsel bir örnek özelliği taşımaktadır.

Yıldırım ve Altun (2015) tarafından yürütülen çalışmada, STEM ve mühendislik eğitimi konusunda bilgi verilmiş ve STEM' in derslere entegrasyonu ele alınmıştır. Bu çalışmada uygulama yarı-deneysel bir çalışma ile yansız atama ile atanan deney ve kontrol grubu üniversite 3. sınıfta okuyan 83 Fen Bilgisi Öğretmen adayları üzerinde uygulanmış ve uygulama sonucunda, STEM Eğitimi ve Mühendislik eğitimin uygulandığı deney grubunun STEM Eğitimi ve Mühendislik uygulamalarının öğrencilerin başarılarını geliştirmede etkili olduğu bulunmuştur.

STEM entegrasyonu üzerine yapmış olduğu Yıldırım'ın (2016) çalışmasının amacı, ortaokul 7. sınıf fen bilimleri dersi Kuvvet ve Hareket ünitesi İş-Enerji ve Basit Makineler öğrenme alanların öğretiminde, fen bilimleri dersine entegre edilmiş STEM eğitimi ve tam öğrenmenin öğrencilerin akademik başarıları, sorgulayıcı öğrenme beceri algıları, fene yönelik motivasyonları, bilginin kalıcılık ve STEM'e karşı tutumlarına etkisini araştırmaktır. Araştırmada karma araştırma yöntemi desenlerinde yakınsayan paralel desen

kullanılmıştır. 2015-2016 eğitim-öğretim yılında Muş İl Milli Eğitim Müdürlüğü'ne bağlı bir ortaokulda öğrenim görmekte olan yedinci sınıf öğrencileri ne ön test olarak akademik başarı testi-I ve akademik başarı testi-II, başarı testleri, fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algı ölçeği, fene yönelik motivasyon ölçeği ve STEM tutum ölçeği uygulanarak üç sınıf arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiş ve ölçekler neticesinde 2 deney ve 1 kontrol grubu tayin edilmiştir. Uygulama süresi olan 8 haftalık süreç sonunda son test olarak aynı testler, akademik başarı testi-I ve akademik başarı testi-II, başarı testleri, fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algı ölçeği, fene yönelik motivasyon ölçeği ve STEM tutum ölçeği ile araştırmacı tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanmış ve bir takım analizler sonucunda, öğrencilerin mühendisliğe karşı olumlu tutum geliştirdikleri, mühendislik mesleğinin sadece erkeklere özgü bir meslek olmadığına dair hem kız hem erkek öğrencilerinin görüşlerinde değişiklik meydana geldiği elde edilmiştir. Ayrıca öğrenci görüşmelerinden çıkarılan sonuca göre, STEM uygulamalarının anlamlı öğrenmeyi sağladığı ve 21. yüzyıl becerilerini de geliştirdiği anlaşılmıştır. Öğretmen ile yapılan görüşmelerden elde edilen verilerin analizleri sonucunda ise, öğretmenlerin STEM uygulamaları konusunda yeterli bilgi ve donanıma sahip olmadığı görülerek, STEM uygulamalarının ilköğretimden itibaren zorunlu hale getirilmesi gerekliliği önemle vurgulanmıştır.

Karakaş (2017), çalışmasında öğretmenlerin STEM entegrasyonuna ilişkin algılarını, sınıf içi STEM entegrasyon uygulamalarını, STEM entegrasyonu sağlama noktasında özyeterlik algılarını ve bu öğretmenlerin STEM entegrasyonu sağladıkları sınıflarda öğrenim görmekte olan öğrencilerin STEM tutumlarını araştırmıştır. Çalışmasında karma yöntem araştırması kullanılarak; sırasıyla STEM entegrasyonunun öğrencilerin STEM tutumlarına olan etkisi, fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu uygulamaları, fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu hakkındaki genel algıları, fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu ile ilgili algıları ve anlayışlarıyla sınıftaki uygulamaları arasında olası bağlantıları ve fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu sağlamaları konusunda öz-yeterlik

algıları incelenmiştir. Araştırma bulguları, fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu algılarının gerçek yaşam problemlerini çözme, uygulama ve mühendislik tasarım süreci üzerine odaklandıklarını göstermektedir.

Korkut-Owen ve Çapan (2017), ortaöğretim öğrencilerinin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarını seçmeyi düşünmelerini konusunda yaptığı araştırmada, ortaöğretim öğrencilerinin eğitim ve kariyer planlarında STEM eğitim alanlarını seçmeyi düşünme ve düşünmeme nedenlerini incelemiş ve 11. Sınıf öğrencilerinden oluşmuş araştırma grubuna uluslararası standart eğitim sınıflamasında yer alan sekiz eğitim alanını kapsayan soru formu kullanılmıştır. Sonuçların değerlendirilmesine bakıldığında öğrencilerin bu alanlarda eğitim almayı seçmeyi ya da seçmemeyi düşünme nedenleri öz-yeterlik, sonuç beklentisi, kişisel hedefler ve sosyal/sistemik etmenler olduğu görülmüş ve pozitif ve doğal bilimleri ve mühendislik üretim ve yapı bilimleri eğitim alanlarını, seçmeyi düşünme ve düşünmeme nedenlerinin başında güçlü biçimde ilginin olduğu belirtilmiştir.

Son yıllarda yapılan çalışmalara bakıldığında ise Aygen (2018), fen bilgisi öğretmen adaylarının bütünlük öğretmenlik bilgilerinin desteklenmesine yönelik gerçekleştirilen STEM uygulamalarının, öğretmen adaylarının STEM öğretimi yönelimleri ve yenilenebilir enerji konusundaki akademik başarılarına etkisi incelenmiştir. 65 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirilen çalışmada 32 deney, 33 kontrol grubu üzerinde, Genel Biyoloji Laboratuvarı dersi kapsamında bir dönem boyunca STEM uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar esnasında sadece yenilenebilir enerji ile ilgili yapılandırılmış etkinlikler kontrol grubundaki öğretmen adaylarına yapılırken, deney grubundaki öğretmen adaylarına eğitici lego setlerini kullanarak yenilenebilir enerji konusuyla ilgili modeller tasarlanmış, tasarlanan modeller üzerinde geliştirmeler yapılmış, araştırmacı rehberliğinde değerlendirmeler yapıp gruplar halinde sunumu istenmiştir. entegre STEM öğretimi yönelim ölçeği ve yenilenebilir enerji başarı testi kullanılarak nicel veriler, nitel veriler ise deney grubu fen bilgisi öğretmen adayları ile süreç boyunca tuttukları günlükler ve öğretmen adayları ile yapılan mülakatlar kullanılarak elde

edilmiştir. Bu verilere göre bu eğitimin sadece öğretmen adayları için değil tüm öğretmenler için gerekli ve önemli olduğu birden fazla disiplinin kullanılmasıyla yeni fikirlere ortam hazırlandığı ve daha iyi ürün elde edildiği, eğitici legoların kullanılmasıyla, ilgi çekme, gözlem, tasarlama, tahminlerde bulunma, tasarımda kolaylık, karşılaşılan problemleri çözebilme, isteklere cevap verebilme, yeni fikirlerin ortaya çıkması ve onları uygulanabilmesi gibi becerilerin geliştiği sonucuna varılmıştır.

Kayalar'ın (2018) mobil teknolojiye dayalı STEM uygulamaları üzerine çalıştığı araştırmasında, mobil teknolojiye dayalı STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının mühendislik tasarım becerileri, sistem düşünme zekâsı ve öğretmenlik öz yeterlikleri üzerine etkisini incelemiştir. Deneysel araştırma modellerinden biri olan ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel araştırma modeli ile seçkisiz (yansız) atama yöntemine göre, bir deney ve bir kontrol grubu olarak iki grup olarak çalışma yapılmıştır; deney grubunda Mobil Teknolojiye Dayalı STEM uygulamaları ile ders işlenirken, kontrol grubunda ise sadece STEM etkinlikleri ile ders işlenmiştir. Çalışmalar sırasında mobil teknolojilerin (kamera, sensör, internet ve uygulamaları... gibi) laboratuvar malzemeleri gibi STEM uygulamalarında yapılan deneylerin ve ölçümlerin kontrollü bir şekilde yapılabilmesine, tasarım sürecine olanak sağladığı gibi yararları görülmüştür. Uygulanan ölçme araçlarından, mühendislik tasarım becerileri ölçeği, sistem zekâ envanteri, öğretmen özyeterlik ölçeği ve mobil teknolojiye dayalı STEM uygulamalarının eksik kalan yönlerinin tespit edilebilmesi için araştırmacılar tarafından uygulamaya yönelik yarı-yapılandırılmış görüşme formu analizleri neticesinde, öğrencilerin mobil teknolojilerdeki sensörleri STEM tasarımlarında kullanmada zorlandıkları, Mobil Teknolojiye Dayalı STEM etkinliklerinin tasarımlarında öğrencilerin beklenen düzeyde alternatif tasarım üretmedikleri, model oluşturamadıkları, oluşturdukları prototipleri geliştiremedikleri ve öğretmen adaylarının STEM etkinliklerinin uygulanabilmesi için eğitilmesi konusunun ülke genelinde yayılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

### 2.2.2. Yurtdışı Araştırmalar

Judson ve Sawada (2000), fen bilimleri derslerinin matematik dersine entegre etmenin yarattığı etkiyi incelemiş ve öğrencilerin matematik derslerinde yüksek kazanım değerlerine ulaştıkları sonucunu ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada matematik öğretmenleri, STEM disiplinleri arasındaki bütünleştirici yaklaşımların, matematik dersindeki başarı için etkili ve gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Wendell (2008), alan yazındaki tasarım temelli öğrenme ve araştırmaya dayalı öğrenme çalışmalarını tasarım temelli öğrenme ve araştırmaya dayalı öğrenme arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak için incelemiştir. Tasarım temelli eğitim ile ilgili çalışmasında tasarım temelli fen eğitiminin gerekliliğini, eğitim yaklaşımlarıyla ilişkisini ve tasarım temelli eğitimin sınıf içi uygulamalarda fen öğretmek için kullanılan yaklaşımlar ile ilgili teorik bilgileri sentezlemiştir.

Schnittka ve Bell (2011), araştırmalarında 8. sınıf öğrencilerinin ısı enerjisi ve ısıtransferi konusundaki kavramsal bilgilerine mühendislik aktivitelerinin etkisini incelemişlerdir. Bir öğretmen tarafından üç sınıf çalışma grubu ile toplamda 71 öğrenci ile yürütülen çalışmada, 27 öğrencinin bulunduğu birinci grupta dersler, öğretmenin önceki öğretim döneminde kullandığı bilimsel araştırma sorgulamaya dayalı aktif öğretim yöntemi, 23 öğrencinin olduğu ikinci grupta, öğretim süreci öncesinde uygulanmış olan test sonuçları ile belirlenmiş kavramlar temel alınarak yapılandırılmış deneyler ile zenginleştirilmiş mühendislik tasarım süreci uygulanırken son grup olan 21 öğrencinin bulunduğu üçüncü grupta ise dersler yalnızca mühendislik tasarım süreci ile yürütülmüştür. Uygulama 12 ders saati sürmüş ve çalışma sonucunda yalnızca tasarım sürecinin kullanıldığı sınıfta ise en az olduğu gözlenirken kavramsal gelişimin özel deneylerle zenginleştirilmiş mühendislik tasarımları ile yürütülen sınıfta en fazla olduğu çalışmada görülmüştür.

Çorlu ve diğerleri (2014), STEM eğitiminin kuramsal bakış açısı ile tanıtılması ve bu amaca istinaden öğretmenlik bilgisi ve bileşik müfredat alanlarında ülkemizde, dünyada yapılmış araştırmaları ve eğitim girişimlerini incelemişlerdir. Çalışmada STEM eğitiminin

teorik çerçevesi ile ilgili yapılan araştırmalardan ve STEM eğitim modelinden, Türkiye’de STEM eğitimine ivme kazandıran unsurlar, okulların ve oğretmenlerin STEM anlayışı ve politik etkiler hususunda ortak fikirlere yer verilmiştir. nerilerinden bir kaçı şoyledir; oğretmen eğitimi programları, oğretmen olmaya uygun içerik veya pedagoji uzmanlarından mezun olmak yerine içerik ve pedagoji uzmanı oğretmenleri mezun etmelidir, Entegre oğretim bilgisi yoluyla oğretmenlik uygulamalarını vurgulayan bir program, meslek öncesi matematik ve fen oğretmenlerini meslek için daha iyi hazırlayabilir. Ayrıca bu programlar hizmet öncesi matematik ve fen oğretmenlerine meslek için pratik yapma olanakları sağlamalıdır.

Navruz, Erdogan, Bicer, Capraro ve Capraro (2014), yaptıkları çalışmada okulların STEM eğitimini kapsayan uzmanlaştırılmış okullar haline dönüştüğünde, oğrencilerin her yıl yapılan Texas Assessment of Knowledge and Skills ’e göre matematik puanlarının nasıl değiştiğini anlamaya çalışmışlardır. Örnekleme, Teksas eyaletinde beş farklı okula devam eden, 7. ila 11. sınıf arasında 142 (62 kız) oğrencinin 4 yıllık Texas Assessment of Knowledge and Skills matematik verilerinden oluşmaktadır. Örnekleme için ilk ölçüm, oğrenciler 2007 yılında 7. sınıftayken, diğer tekrarlanan  ölçüm ise 2008, 2010 ve 2011’de gerçekleşti. Aynı oğrenciler ölçüldüğü için, son ölçüm 2011 yılında 11. sınıftayken yapılmıştır. Öğrencilerin T-STEM Okulu olmadan önce ve olduktan sonrakigelişim farklılıklarını gözlemleyebilmek için 2008-09 akademik yılında T-STEM akademisi olan okullar bilerek seçilmiştir. Bununla birlikte veriler yıllık Texas Assessment of Knowledge and Skills veri tabanından elde edilerek analizi yapılmış ve oğrencilerin Texas Assessment of Knowledge and Skills konusundaki matematik puanlarının nasıl değiştiğini belirlemek iin% 95’i yorumlanmıştır. İlk yılda okul türünün değişmesiyle oğretmenlerin de dönüşüm geçirdiği, buna bağlı olarakhala bilinen stratejilere, tekniklere ve materyallere güvenmeleri ve yöneticilerin T-STEM Akademi modelini nasıl kolaylaştıracadığını oğrenmesi nedeniyle değerlerde değişiklik yaşanmadığı görülmüştür. Sonuçlar, oğrencilerin STEM okul deneyimleri sırasındaki başarılarının 10. sınıftan 11. sınıfa kadar istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğunu ve STEM okuluna katılımı

destekleyen büyüme oranlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu gözler önüne sermiştir.

Yine STEM kariyeri üzerine yapılan çalışmalardan biri olan Bottia, Stearns, Mickelson, Moller ve Parker'ın (2015) araştırmasında öğrencilerin STEM kariyeri takip etmelerinin öneminin lise eğitimi sırasında kaliteli bir STEM eğitimi almaktan geçtiği üzerinde durmaktadırlar. Birçok öğrenci için STEM kariyer niyeti ve neden STEM ana dallarını seçtikleri konusu için lise yılları önemli olmasına rağmen, mevcut literatür öncelikle üniversite yıllarında öğrencilerin deneyimlerine odaklanmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin lisede STEM eğitimi almalarının cinsiyet ve etnik açıdan STEM alanlarına katılımlarını nasıl etki ettiğini ve lisedeyken STEM niyetlerini etkileyen lise yaşantılarını araştırmışlardır. Sonuçlar özellikle cinsiyet ve etnik farklılıkların dikkate alınması ve lise STEM derslerinin zamanlamasının etkisi, STEM sınıflarının özellikleri ile bu şartların öğrencilerin STEM mesleklerini seçmedeki kararları üzerine etkisi analiz edilmiştir. Nicel veriler Kuzey Carolina Üniversitesi'nde öğrenim gören öğrencilerden toplanmış ve bulguları öğrencilerin lisede aldıkları STEM eğitiminin STEM'e ilgilerini çekmede popülasyon oranları ile etkileştiğini göstermektedir. Fizik dersini alma ve lisedeki STEM mesleğine yönelim en çok öğrencilerin STEM'i bir meslek olarak seçme tercihleriyle ilişkilenebilir. Ek olarak özellikle fizik dersi alma kız öğrencilerin STEM kararında önemlidir. Çalışma sonucunda şu öneriler yapılmıştır; lise öğrencilerinin STEM'e ilgilerini çekecek çeşitli öğrenme deneyimleri sağlanmalı, kız öğrencilere fiziğin verilme yöntemi değiştirilmeli ve öğrencilere verilen STEM akademik hazırlığın kalitesi artırılmalıdır.

Christensen ve Knezek (2017), çalışmalarında 800'den fazla ortaokul öğrencileri ile yaptıkları çalışmada gelecekteki STEM işgücünün hazırlamak için bu öğrencilerin STEM eğitimine olan ilgilerini ve STEM alanında kariyer yapma niyetleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu süreçte çalışma, STEM eğilimleri ile ilgili algılarını ve STEM kariyer hedeflerini meydana getirirken sergiledikleri tutumları üzerine bahsetmektedir. Ortaokulları Dünya'yı Kurtarmak İçin isimli proje anketlerini tamamlayan ortaokul öğrencilerinin %46,6'sı son testi sırasında STEM'de kariyer yapma arzularını dile



getirmekte ve cinsiyet farklılıklarına göre tutum incelendiğinde ise erkeklerin kızlara oranla daha fazla STEM’de kariyer yapma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Araştırma sonucunda, Amerika Birleşik Devletleri genelinde öğrencilerin gelecekte sahip olmak istedikleri STEM kariyeri olarak STEM’e yönelik olumlu tutum anlamında bir boşluğun var olduğu görülmektedir. Buna ilave olarak STEM’in kariyer ilgi ve olumlu tutumuna ilişkin görüşlerinde cinsiyet farkının ortadan kaldırılmasına yönelik gelişmenin sağlanabileceği ve Ortaokulları Dünya’yı Kurtarmak İçin projesindeki gibi uygulamalı bilim etkinliklerinin etkili olduğu çalışmada sunmaktadırlar. Ayrıca elde edilen bulgular sonucunda, öğrencilerin farklı yaş grupları ile öğrenme etkinlikleri ve okul ortamları için ilave çalışmalara gerek duyulduğuna dair öneriler sunulmaktadır.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: YÖNTEM

Bu çalışmada ortaöğretim 10.sınıf fizik dersi öğretim programında yer alan Elektrik ünitesi konusunda STEM eğitimi uygulaması yapılmış ve uygulama sonuçları değerlendirilmiştir. Bu bölümde araştırmanın deseni, evren ve örnekleme, veri toplama araçları, veri toplama teknikleri, veri toplama yöntemi ve süreci ile verilerin analizi hakkında bilgiler verilmiştir.

### 3.1. Araştırma Deseni

Bu çalışma 2018-2019 eğitim-öğretim yılı ikinci yarıyıl döneminde Denizli ili Merkezefendi ilçesi Aydem Fen Lisesi'nde fizik dersleri kapsamında Elektrik ünitesi konusu baz alınarak 10.sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Çalışma altı hafta boyunca 30 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, STEM eğitiminde 5E modeli ve mühendislik tasarım süreci kullanılarak 10. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve bununla birlikte STEM tutum ve fizik tutumlarına etkisinin belirlenmesine yönelik nicel araştırma modellerinden deneme öncesi model kullanılmıştır. Çalışmada deney öncesi modellerden tek gruplu ön test-son test modeli kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2007). Tek gruplu ön test son test deseninde çalışma tek grup olarak ve bağımsız değişken uygulanarak çalışma gerçekleşir. Seçkisizlik ve eşleştirme olmayan modelde deney grubuna deney öncesinde ön test, deney sonrasında da son test uygulanır (Gay ve Airasian, 2000). Ön test ve son test sonuçlarının ortalamaları arasındaki fark bağımsız değişkenin, bağımlı değişken üzerindeki etkisini göstermektedir.

Ön test-son test tek gruplu deney öncesi desen modele sahip bu çalışmada, STEM uygulamalarının akademik başarı, STEM tutum ve fizik dersine tutum üzerindeki etkilerini belirlemek için kullanılmıştır. Çalışmanın bağımsız değişkenini STEM uygulamaları oluşturmakta iken bağımlı değişkenlerini akademik başarı, STEM tutum ve fizik dersine tutum oluşturmaktadır. Tablo 3.1. araştırma kapsamında tek gruplu ön test-son test deney öncesi desenin uygulama sürecini ve bu süreçte kullanılan ölçme araçlarını göstermektedir.

Tablo 3. 1. *Tek Gruplu Ön test-Son test Deneysel Desenin Simgesel Görünümü*

Gruplar	Ön test	Uygulama	Son test
Deney Grubu	BEDBT FTÖ STÖ	STEM eğitiminin uygulandığı öğretim	BEDBT FTÖ STÖ

Basit Elektrik Devreleri Başarı Testi: (BEDBT)

Fizik Tutum Ölçeği: (FTÖ)

STEM Tutum Ölçeği: (STÖ)

Araştırmada nicel verilere ek olarak açık uçlu değerlendirme soruları ile öğrencilerin uygulamayla ilgili görüşleri nitel olarak toplanmıştır. Ayrıca uygulama sürecinin değerlendirilmesinde kullanılan rubrik uygulama sürecinin değerlendirilmesine yönelik bulgular nicel ölçeklerden elde edilen bulgularla karşılaştırılıp, bütünleştirilerek yorumlandığı için çeşitleme desenini içermektedir. Süreç içerisinde karma model kullanılması ve birbirinden farklı araştırma desenleri ile desteklenmesi de öne çıkan nedenlerden biridir. Bu nedenle araştırmadan nicel araştırma modelinin kullanılmasının yanı sıra nitel durum çalışması yapılmış ve veri toplama aracı yarı yapılandırılmış görüşme formu ile öğrencilerin görüşleri bireysel olarak alınmıştır. Bu sayede deneysel çalışma esnasında katılımcıların süreç içindeki gelişimlerini ve bakış açılarını takip edebilmek amacıyla nitel veri toplamaya ihtiyaç duyulmaktadır.

### 3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Araştırmanın evrenini 2018-2019 eğitim öğretim yılında Aydem Fen Lisesi'nde öğrenimine devam eden 10. sınıf öğrenciler oluşturmuştur. Örneklem seçilirken iş gücü ve para açısından var olan sınırlılıklar nedeni ile örneklemin kolay ulaşılabilir ve uygulama yapılabilir olması amacıyla seçkisiz olmayan uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Büyüköztürk, Kılıç, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2009). Bu çalışma, Ek 1'de yer alan Denizli Milli Eğitim Müdürlüğü izniyle uygulamaya hazır hale gelmiştir ve araştırmacının fizik dersine girdiği 30 kişilik mevcudu bulunan Aydem Fen Lisesi 10. Sınıf öğrencileri ile yapılmıştır.

### 3.3. Veri Toplama Araç ve Teknikleri

Bu bölümde verileri toplamak için kullanılan testlerin elde edilme şekilleri aktarılmaktadır. Çalışma grubuna öncelikle ön bilgileri ölçmek, son test ile farkı anlamlandırabilmek için ön test kapsamında elektrik başarı testi, STEM tutum ölçeği ve fizik tutum ölçeği uygulanmıştır. STEM uygulamasının ardından son test olarak aynı tekrar uygulanmış ve uygulama öncesi ve sonrası değerlendirilmiştir.

#### 3.3.1. Basit Elektrik Devreleri Başarı Testi

Basit elektrik başarı testi, Şen ve Eryılmaz (2011) tarafından tasarlanmıştır. Bir Başarı Testi Geliştirme Çalışması: Basit Elektrik Devreleri Başarı Testi Geçerlik Ve Güvenirlik Araştırması Çalışması kapsamında geliştirilen ölçeğin amacı basit elektrik devreleri konusunda öğrencilerin başarısını ölçmek için geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı geliştirmektir. İlk önce öğretim programı dikkate alınarak hazırlanmış bir kazanım listesi ardından bu kazanımlara uygun sorular seçilmiş ve test son halini almadan önce uzman görüşleri alınmıştır. 20 öğrenciyle yapılan pilot çalışması sonucunda kapsam geçerliliğini tespit etmek için test belirtke tablosu meydana getirilmiştir. Basit elektrik devreleri başarı testi son halini almasının ardından 11. sınıf 307 öğrenciye uygulanmış, testin güvenilirlik katsayı (Cronbachalpha) 0,896 olarak belirlenmiştir. Başarı testinin ortalama madde güçlük ve ayırt edicilik endeksleri sırasıyla 0,554 ve 0,447 olarak yapılan madde analizi (ITEMAN) ile tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar göstermiştir ki; geliştirilen basit elektrik başarı testi ile geçerli ve güvenilir bir ölçme aracıdır. Netice olarak test, hem müfredata uygunluk hem de bilimselliğe uygunluk noktasında ortaöğretim fizik öğretmenleri için sınıf içinde değerlendirme aşamalarında kullanabilecekleri geçerli ve güvenilir bir veri toplama aracıdır (Ek 3).

30 maddelik çoktan seçmeli ve eşleştirme sorular şeklinde hazırlanmış olan basit elektrik devreleri başarı testinin bu çalışmada (Cronbachalpha) 0,872 güvenilirlik değeri bulunmuştur; güvenilir bir ölçme aracı olduğu kanıtlanmıştır. Ek 2’de araştırmacıdan

alınan izinle basit elektrik devreleri başarı testi uygulanmaktadır. Alınacak maksimum puan 30 iken, minimum puan 0'dır. Başarı testinin cevap anahtarı Tablo 3.2.'de verilmiştir.

Tablo 3.2. *Elektrik Devreleri Başarı Testi Cevap Anahtarı*

1. B	2. E	3. C	4. D	5. B	6. E	7. D	8. B	9. E	10. E
11. A	12. D	13. C	14. B	15. A	16. B	17. D	18. A	19. A	20. A
21. B	22. C	23. D	24. A	25. D	26. Y	27. Y	28. B	29. E	30. C

### 3.3.2. STEM Tutum Ölçeği

Bu çalışmada ortaöğretim öğrencilerinin STEM eğitimine karşı tutumlarını belirlemek için Guzey, Harwell ve Moore (2014) tarafından geliştirilen, Yılmaz, Koyunkaya, Güler ve Güzey (2017) tarafından Students Attitudes toward Science, Technology, Engineering, Mathematics, Education adlı ölçeğin Türkçe'ye uyarlanmasıyla elde edilen STEM tutum ölçeği kullanılmıştır. Ek 4'te görüldüğü gibi araştırmacıdan alınan izin ile kullanılan Ek 5'de yer alan bu ölçek, İngilizce yeterliliğine sahip bir uzman ve fen eğitimi alanında deneyimli İngilizce dil yeterliliğine sahip iki kişi tarafından hazırlanmıştır. Fen ve matematik alanları eğitimi uzmanları iki öğretim üyesinden ve bir fen bilgisi öğretmeninden alınan uzman değerlendirmesi ile ölçek son haline getirilmiştir. Ölçekte 24 madde bulunmaktadır ve bütün maddeler olumlu yapıdadır. Ölçekte hiç katılmıyorum (1) ve tamamen katılıyorum (5) arasında değişen beşli derecelendirme kullanılmıştır. Bu değerler dikkate alındığında maksimum puan 120, minimum puan ise 24'tür.

Beşinci, altıncı ve yedinci sınıflarda eğitim görmekte olan 545 öğrenciye uygulanmış ve çevrilen ölçek, açımlayıcı faktör analizi yapılarak elde edilen sonuçlara göre ölçeğin 24 madde ve dört faktörden oluştuğu sonucuna varılmıştır. Bunlar, sekiz madde ile STEM'in Kişisel ve Sosyal Çıkarımları (14, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24. maddeler), altı madde ile Matematik ve Fen Öğrenimi ve STEM ile ilişkisi (1, 2, 4, 5, 13, 15. maddeler), altı madde ile Mühendislik Öğrenimi ve STEM ile ilişkisi (3, 6, 7, 8, 9, 10. maddeler), dört madde ile Teknoloji Öğrenimi ve Kullanımı (11, 12, 17, 18. maddeler) olarak dört boyutta bağımlı örneklem t-testi ile incelenmektedir. STEM'in Kişisel ve Sosyal Çıkarımları 0,81, altı madde ile Matematik ve Fen Öğrenimi ve STEM ile İlişkisi

0,75, altı madde ile Mühendislik Öğrenimi ve STEM ile İlişkisi 0,76, dört madde ile Teknolojinin Öğrenimi ve Kullanımı 0,70 Cronbach alfa değerleri ile boyutların da güvenilirliği kabul edilmiştir. STEM tutum ölçeğinin genel Cronbach alfa değerli güvenilirlik katsayısı 0,86 olarak bulunmuş ve bu ölçeğin, geçerli ve güvenilir bir ölçek olduğu ifade edilmiştir (Yılmaz ve diğ., 2017). Bu çalışmada da 24 madde ile STEM tutum ölçeğinin 0,862 güvenilirliğe sahip bir ölçek olduğu görülmektedir.

### 3.3.3. Fizik Tutum Ölçeği

Bu çalışmada kullanılan fizik tutum ölçeği, alınan izinler doğrultusunda Özyürek ve Eryılmaz'ın (2001) kullandığı iki ölçekten biridir. Temel olarak öğrencilerin fiziğe yönelik tutumlarını değerlendirmek için fizik tutumları ölçeği ve fizik öğretmenlerinin özelliklerini değerlendirmek için fizik öğretmen özellikleri ölçeği kullanılmıştır. Bu çalışmada ise araştırmacıların hazırlamış olduğu ölçeklerden yalnızca fizik tutum ölçeği kullanılmıştır.

Fizik tutum ölçeğinin güvenilirlik katsayısının 0.85 olarak güvenilir bulunduğu rapor edilmiştir. Bu ölçek genel olarak fiziğe karşı tutumu ölçmekte olup, ölçekte 16 olumlu ve 8 olumsuz yargı bildiren 24 madde bulunmaktadır. Dolayısıyla ölçekten alınabilecek puan en fazla 120 en az 24 dür. Fizik tutum ölçeği 5'li likert tipinde olup olumlu yargıdan olumsuz yargıya doğru; kesinlikle katılıyorum, katılıyorum, kararsızım, katılmıyorum, kesinlikle katılmıyorum şeklinde 5'den 1'e kadar numaralandırılarak toplam puanları elde edilmiştir. Bu çalışmada sonunda fizik tutum ölçeğinin, 5'in, tamamen katılıyorum, 4'ün, katılıyorum, 3'ün, kararsız, 2'nin, kısmen katılmıyorum ve 1'in ise tamamen katılmıyorum olduğu maddenin 5 puanlık bir Likert ölçeğidir. Bu çalışmada ise 24 madde olarak kullanılan fizik tutum ölçeğinin 0.888 ile güvenilir bulunduğu görülmüştür.

### 3.3.4. STEM Etkinlikleri Değerlendirme Formu

Öğrencilerin STEM etkinliklerinin uygulanması süreci ile ilgili düşüncelerini belirlemek için açık uçlu sorulardan oluşan Ek 6'da verilen STEM etkinlikleri değerlendirme formu hazırlanmıştır. Değerlendirme formu soruları ilgili alan yazın

taraması incelendikten sonra oluşturulmuş ve uzman görüşü alınmıştır. Öğrenci görüşme formunda dört soru sorularak öğrencilerin etkinlik sürecinde karşılaştıkları zorluklar, tasarım süreci ve tasarım sonucu ile ilgili sorular yöneltilmiştir. Değerlendirme formu uygulama sonunda tüm öğrencilere dağıtılarak yazılı olarak görüşlerini ifade etmeleri istenmiştir. Her bir etkinlik sonunda değerlendirme formu bir ders saati/40 dakika uygulanmıştır. Öğrencilerin değerlendirme ile ilgili ortaya çıkan görüşlerinden oluşan nitel veriler betimsel analiz ile değerlendirilmiştir. Öğrencilerin yorumları bir uzman ve araştırmacı tarafından tek tek incelenmiş, frekansları ve yüzde değerleri belirlenerek analiz sonucunda yorumlanmıştır.

### **3.3.5. STEM Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik**

Öğrencilerin performanslarını değerlendirmek için Aydın ve Karaçam (2015) çalışmasından Ek 7’de yer alan izinle, Ek 8’deki STEM uygulamalarını değerlendirmeye yönelik analitik rubrik kullanılmıştır. Elde edilen veriler betimsel analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Yıldırım ve Şimşek’e göre (2016), betimsel analiz yaklaşımı, sağlanan verilerin daha önceden belirlenen kriter ve beklenen becerilere göre özetlenip yorumlandığı, sistematik ve net bir biçimde tanımlandığı dört aşamadan oluşan bir analiz sürecidir.

Rubrik hazırlanırken, malzemelerin kullanım şekilleri ile tasarımın hedeflendiği şekilde yapılıp yapılmadığı, tasarım sırasında zamana uygun hareket ettikleri, etkinlik süresince yapılan grup çalışmaları gibi özellikler temelinde alınan notlar detaylandırılarak rubrikte kullanılmak üzere hazırlandı. Böylece araştırmacıların elinde bir tasarım sürecinde meydana gelen tüm performans göstergeleri ile ilgili bir havuz oluşturuldu. Uzmanların görüşleri alındıktan sonra rubrikte yer alması gereken bilgilere karar verilmiştir. Bu süreç rubriğin kapsam ve yapı geçerliğini sağlamıştır. Elde edilen rubriğin güvenilirliği, katsayılarının 0,83 ile 0,97 arasında değiştiği puanlayıcılar arasındaki Pearson korelasyon ile tespit edilmiş, bu ilişkinin  $\alpha=0,01$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu

bulunmuş ve bu bulgular ışığında rubriğin öğrencilerin teknoloji tasarım süreçlerini değerlendirmede geçerli ve güvenilir bir ölçek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

### 3.4. Veri Toplama Süreci

Bu çalışmada, yapılandırmacı yaklaşımın temelleri üzerine oturtulmuş STEM eğitiminin 5E öğrenme modeli ile bütünleştirildiği ve mühendislik tasarım süreçlerinin modelin içinde kullanıldığı bir entegrasyon sağlanmıştır. Geliştirilen STEM uygulaması, altı hafta ve 18 ders saati süresi ile sınıf ve laboratuvarında uygulanmıştır.

#### 3.4.1. STEM Uygulamasının Konu Kazanımlarının Belirlenmesi

Çalışmada Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2018) yer alan 10. sınıf Elektrik konusu kazanımları incelenmiş ve STEM uygulamaları bu doğrultuda hazırlanmıştır. Ancak mevcut öğretim programındaki kazanımlar STEM entegrasyonu sürecinde yeterli olmadığı düşünülerek, matematik, teknoloji tasarım, bilişim teknolojileri ve yükseköğretim mühendislik dersleri öğretim programı konu kazanımlarını da içererek, kapsamlı bir çalışma boyutuna ulaşmıştır. Tablo 3.3.'te fizik dersi 10.sınıf öğretim programında yer alan elektrik konusu kazanımlarına yer verilmiştir.

Tablo 3.3. *Fizik Dersi 10.Sınıf Elektrik Devreleri Konusu Öğretim Programı Konu Kazanımları*

Alt Öğrenme Alanı	Kazanımlar
10.1.2. ELEKTRİK DEVRELERİ	<p>10.1.2.1. Elektrik Akımı, direnç ve potansiyel farkı arasındaki ilişkiyi analiz eder.</p> <p>a) Voltmetre ve ampermetrenin direnç özellikleri ile devredeki görevleri açıklanır.</p> <p>b) Öğrencilerin basit devreler üzerinden deney yaparak elektrik akımı, direnç ve potansiyel farkı arasındaki ilişkinin (Ohm Yasası) matematiksel modelini çıkarmaları sağlanır.</p> <p>c) Elektrik devrelerinde eşdeğer direnç, direnç, potansiyel farkı ve elektrik akımı ile ilgili matematiksel hesaplamalar yapılması sağlanır.</p> <p>10.1.2.3. Elektrik enerjisi ve elektriksel güç kavramlarını ilişkilendirir.</p> <p>a) Elektrik enerjisi ve elektriksel güç ilişkisi ile mekanik enerji ve mekanik güç ilişkisi arasındaki benzerliğe değinilir.</p> <p>b) Bir direncin birim zamanda harcadığı elektrik enerjisi ile ilgili hesaplamalar dışında matematiksel hesaplamalara girilmez.</p>



Tablo 3.4.'te STEM eğitiminin teknoloji alt alanı olan Teknoloji Tasarım Dersi Öğretim Programı (Ortaokul 7 ve 8. Sınıflar) (MEB, 2018b) ve Bilişim Teknolojileri Öğretim Programı (MEB, 2018c) konu kazanımlarına yer verilmiştir.

Tablo 3.4. *Teknoloji Tasarım Yedinci ve Sekizinci Sınıf ve Bilişim Bilimi Dersi Kur (1-2) Öğretim Programı Konu Kazanımları*

Alt Öğrenme Alanı	Kazanımlar
7. A. 2. Temel Tasarım	TT. 7. A. 2. 3. Tasarım ilkelerini bir ürün üzerinde göstererek açıklar.
7. B. 1. Tasarım Odaklı Süreç	TT. 7. B. 1. 5. Tasarım geliştirme kriterlerini söyler.
2.1. Robot Programlama	TT. 7. B. 1. 7. Tasarımı oluşturmak için gerekli aşamaları açıklar.
1.2. Problem Çözme ve Algoritmalar	TT. 7. B. 1. 10. Taslak, model, maket ve prototip kavramlarını örnekleyerek açıklar.
	TT. 7. B. 1. 13. Tasarımı değerlendirdikten sonra elde ettiği verilerden hareketle tasarımını yeniden yapılandırır.
	TT. 7. B. 1. 14. Tasarımını kullanıcıya ulaştırmak üzere tanıtım ve pazarlama imkânlarını değerlendirir.
	1.2.3.6. Verilen problemin çözümü için uygun akış şemaları oluşturur.
	2.1.6.1. Blok tabanlı yazılımların temel yapısını ve özelliklerini açıklar.
	2.1.6.2. Blok tabanlı programlama yapılarının çalışma mantığını açıklar.
	2.1.6.3. Geliştirme yapılan bilgisayarla robot arasında bağlantı oluşturur.

Tablo 3.5.'de STEM eğitiminin mühendislik alt alanı olan Mühendislik Fakültesi Yükseköğretim Genelindeki Program Çıktılarına (YÖK, 2019) yer verilmiştir.

Tablo 3.5. *Mühendislik Fakültesi Yükseköğretim Genelindeki Program Çıktıları*

Alt Öğrenme Alanı	Kazanımlar
Program Çıktıları	1. Mühendislik problemlerini tanımlar, formüle eder ve formülü çözer.
	2. Matematik, fen ve mühendislik bilgilerini uygulama becerisi kazanır.
	3. Matematik, fen ve ilgili mühendislik konularında bilgi birikimi kazandırma
	4. Mühendislik problemlerini tanımlama, formüle etme ve çözme becerisi kazanır.
	7. Etkin bir biçimde iletişim kurma becerisi kazanır.
	8. Mühendislik uygulamaları için gerekli teknikleri, becerileri ve modern mühendislik araçlarını kullanma becerisi kazanır.

Tablo 3.6.'de STEM eğitiminin Matematik alt alanı olan Matematik dersi 9. ve 11.sınıf Öğretim Programı (MEB, 2018d) konu kazanımlarına yer verilmiştir.

Tablo 3.6. *Matematik Dersi 9.ve 11.Sınıf Öğretim Programı Konu Kazanımları*

Alt Öğrenme Alanı	Kazanımlar
9.3.5. Denklemler ve Eşitsizliklerle İlgili Uygulamalar 11.1.2. Trigonometrik Fonksiyonlar	9.3.5.1. Oran ve orantı kavramlarını kullanarak problemler çözer. a) Oran, orantı, doğru orantı, ters orantı kavramları ile oran ve orantıya ait özellikler hatırlatılır. 9.3.5.2. Denklemler ve eşitsizlikler ile ilgili problemler çözer. a) Gerçek hayat durumlarını temsil eden sözel ifadelerdeki ilişkilerin cebirsel, grafiksel ve sayısal temsilleri ile ilgili uygulamalar yapılır. 11.1.2.4. Trigonometrik fonksiyon grafiklerini çizer. 11.2.1.3. Analitik düzlemde doğruları inceleyerek işlemler yapar.

### 3.4.2. STEM Uygulamasının Kaynak Materyallerinin Belirlenmesi

Konu içeriğinin düzenlenmesi ile 10. Sınıf fizik dersi elektrik konusu kazanımları ve kaynak materyallerin temelinde oluşturulan test, çalışma, deney ve tasarım çalışma yapraklarının hazırlanma aşamaları bu bölümde anlatılmıştır ve çalışmaya eklenmiştir.

Milli Eğitim Bakanlığı Bakanlık Talim Terbiye Kurulu (TTK) tarafından hazırlanan fen bilimleri, fizik, matematik, teknoloji ve tasarım dersi öğretim programları için hazırlanan ders kitaplarından yararlanılmıştır. Ayrıca TTK onaylı test kitapları, uzun ÖSYM soru tipleri incelenmiş, Fırsatları Arttırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH) projesi kapsamında geliştirilen Eğitim Bilişim Ağı (EBA), Vitamin Eğitim, Khan Academy, Phet Interactive gibi web tabanlı öğretim siteleri kullanılmıştır.

### 3.4.3. STEM Etkinliklerinin Geliştirilmesi

STEM eğitiminde öğrenme- öğretme süreçleri açısından düşünüldüğünde, STEM disiplinlerini bir arada kullanmayı desteklemek, edinilen bilgileri günlük hayata transfer edebilmek ve mühendislik tasarım sürecini uygulamaya koyabilmek adına 5E öğrenme modelinin kullanılması eğitim programının tüm alanlarını etkilemektedir. Bu nedenle öğretim programının temelini içeren hedef, içerik, öğrenme-öğretme süreçleri ve değerlendirme süreçlerini dikkate alarak entegrasyon yapılmalıdır (Campbell, 2006). STEM eğitiminde 5E öğrenme modelinin kullanılması durumunda, öğrenci araştırır, konuya odaklanır, bilgiyi düzenleyip derinlemesine öğrenir ve edindiği bilgileri yeni duruma uyarlar (Bybee, 1997). Bu bağlamda STEM eğitimi, 5E Öğretim Modeli ile alt basamaklarında mühendislik tasarım süreci kullanılmış ve Fen Bilimleri, Teknoloji,

Matematik ve Mühendislik alanları ile bütünleştirilmiştir. STEM eğitimi ile bütünleştirilmiş 5E öğretim modeli uygulaması geliştirilirken 5E modelinin alt basamaklar olan Giriş, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme ve Değerlendirme basamakları kullanılmıştır. STEM eğitimi, Derinleştirme basamağında mühendislik tasarım süreci basamakları kullanılarak sağlanmıştır. Bu kapsamda STEM eğitimi ile bütünleştirilmiş 5E öğretim modeline uygun elektrik konusunda iki etkinlik geliştirilmiştir.

İlk STEM uygulaması olan Ohm Kanunu Etkinliği ile kazanımlarla ilişkili olarak öğrencilerden ön bilgileri, direnç, gerilim, akım gibi kavramları kullanarak 5E öğretim modeli basamakları çerçevesinde Ohm Kanunu modeline ulaşmaları beklenir. Buradaki amaç elektrik devrelerinde, eşdeğer direnç, direnç, potansiyel farkı ve elektrik akımı kavramları üzerinde oran kurma, doğru orantı, ters orantı, trigonometrik fonksiyon grafiklerinin çizilmesi gibi matematiksel bağıntıların kullanılarak ohm kanunu modellerine STEM entegrasyonu ulaşılmasını sağlamaktır. Ayrıca bu süreçte öğrencilerin 5E modelinin basamaklarında edindikleri elektrik konusu bilgi ve kavramları, teknolojinin getirilerini kullanarak ve mühendislik tasarım süreci ile yaratıcılığı sistemli hale getirerek tasarım yapmaları hedeflenmektedir.

İkinci etkinlik olan Elektrik Enerjisi etkinliğinde bir önceki etkinlikte elde edilen Ohm Kanunu verileri kullanılarak elektrik enerjisinin elde edilmesi ve enerjinin matematiksel hesabı STEM entegrasyonun kullanılması ile amaçlanmıştır. Bir önceki uygulamada kullanılan 5E öğretim modeli bu uygulamada da kullanılmış ve modelin her basamağında elektrik enerjisi konusu üzerine etkinlik yaptırılmıştır. STEM'in alt alanı mühendislik için ise, iki etkinlikte de Arduino elektrik devre elemanları aracılığı ile önceki öğrenilen direnç, akım, gerilim kavramlarının kullanılması sağlanarak öğrencilere tasarım yaptırılması hedeflenmektedir.

### 3.4.4. STEM Etkinliklerinin Uygulanması

Bu bölümde uygulanan 5E öğretim modelinin basamakları anlatılmış ve kullanılan çalışma yaprağı, deney yaprağı gibi materyaller eklerde gösterilmiş ve her bir basamakta öğrenci üzerinde etki ettiği STEM yaklaşımına ait disiplinlere yer verilmiştir.

Deney grubu öncelikle beşer kişilik altı gruba ayrılarak, öğrencilerden gruplara isim bulmaları istenir. Grup 1: PPG, Grup 2: Anti Lepistes, Grup3: Tesla'nın Melekleri, Grup 4: Pieces of Engineer, Grup 5: 4+1 ve Grup 6: Schrödinger şeklinde grup isimleri verilmiştir. Gruplar kendi içlerinde görev paylaşımlarını bu aşamada yapabilirler. Her gruba Mühendislik Dosyası adında bir dosya verilir ve dosyaların üzerindeki etikete grup isimlerini yazmaları söylenir (Ek 21). Öğrencilerin konu bitene kadar yaptığı bütün etkinlikleri, tasarıları, ön bilgileri, araştırmaları, bütün sorular ve cevapları bu dosyada yer alır. Buradaki amaç, öğrenme aşamasında tasarlayacakları ürünlere giden yolda araştırmalarına kaynak olması ve öğrencilerin bu süreçte özdenetimlerini yapabilmeleridir. Ardından STEM uygulamasına geçilir.

**3.4.4.1. Ohm kanunu etkinliği.** İlk uygulama olan Ohm Kanunu Etkinliğinde, Ohm Kanunu konusunu öğrenmede 5E öğrenme modelinin beş alt basamağına (giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme) STEM disiplinlerinin paylaşılması amaçlanır. Giriş, keşfetme basamaklarında akım, gerilim, direnç kavramlarının birbiri ile ilişkileri üzerinde durulurken, açıklama basamağında öğretmen rehberliğinde edinilen bilgilerin zihinde sağlamlaşması sağlanır. Derinleştirme basamağında da, bir dizi çalışma yaprağı, deney yaprağı, simülasyon gibi yöntemler ile elde edilen Ohm kanunu kavramlarının, yeni duruma uyarlanması sağlanmalıdır. Bu nedenle öğrencilere lunapark tasarlama konusu üzerinden grup çalışmaları yaptırılır ve bu basamakta öğrencilerden direnç, üreteç, led ışık gibi malzemeleri kullanarak istenen kriter ve sınırlılıklara uygun tasarımlar üretmeleri istenir. Yaratıcılık, problem çözme, eleştirel düşünme gibi becerilerin sistemli ilerlemesi mühendislik tasarım süreci basamakları ile sağlanmıştır. Mühendislik tasarım süreci basamakları, öğrencilerin tasarıma gittiği yolda bir rehber kimliği

taşımaktadır. Son basamak olan değerlendirme basamağında ise etkinlik sonu hazırlanan tasarımlar öğretmen tarafından değerlendirilir.

#### *Giriş Basamağı (1 Ders Saati)*

Bu basamakta öğrencilerin ilgisini çekmek için Ek 9'da verilen Danseden Bacaklar adlı hikâyeye Billy Aronson'un Bilimsel Gaflar (Tübitak Yayınları) adlı kitabından esinlenerek hazırlanmıştır. Öğrencilerin konuya ilgilerini çekebilmek ve ön bilgilerini kontrol edebilmek için, öğrencilerden Danseden Bacaklar adlı hikayeyi okuyup, devamında verilen soruları cevaplandırmaları istenir. Grupların örnek cevapları Ek 22 'de yer almaktadır.

*Fen Bilimleri Disiplini:* Konuya dikkat çekmek, ilgi, merak uyandırmak için elektriğin tarihsel gelişimi olan Danseden Bacaklar adlı hikâyede geçen akım kavramının Galvani'nin kurbağalarında nasıl etki sağladığı ve pilin icadı eğlenceli bir yazım dili ile anlatılmıştır. Verilen sorular ve cevapları mühendislik dosyasına ön bilgilerin tespit edilip, yeni öğrenilecek bilgiye hazırlık olarak kalması için yerleştirilir.

*Teknoloji Disiplini:* Öğrencilerin Danseden Bacaklar hikâyesindeki elektriğin tarihsel gelişimi soruları cevaplayabilmeleri için teknolojiden yararlanmaları beklenir.

#### *Keşfetme Basamağı (3 Ders Saati)*

Keşfetme basamağında öğrencilerin aktif olarak birlikte çalışmalarını ve çözüm yollarını birlikte bulmalarını sağlamak için fen disiplinine yönelik uygulamalar yapılmıştır. Bu basamakta öğrenciler öğretmen tarafından sanal deney ortamına maruz bırakılmış ve giriş basamağında kafalarında oluşan zihinsel karmaşayla mücadele etmeleri sağlanmıştır. Bu amaçla Ek 10'da verilen Ohm Kanunu Etkinliği keşfetme basamağı çalışma yaprakları hazırlanmış, devre çizimleri oluşturulmuş ve bu çizimlerin Phet (Physics Education Technology-Fizik Eğitim Teknolojisi) Interactive Simulations adlı web tabanlı öğretim sitesindeki simülasyonları kullanarak devre elemanlarından istenen değerlerinin yazılması için önceden öğretmen tarafından hazırlanan tablolara doldurmaları istenmiştir. Bu aşamada öğrencilerin doldurdukları çalışma yaprakları ve sorular cevaplarıyla birlikte mühendislik dosyasına konur.

*Fen bilimleri disiplini:* Burada çalışma yaprağında sorulan seri bağlı ve paralel bağlı devreler öğrenci tarafından simülasyon üzerinde hazırlanır ve yine simülasyondaki ölçme araçlarıyla elde edilen gerilim, akım değerleri tablo üzerindeki boş alanlara yazılır. Ayrıca bu değerlerin grafik üzerinde gösterilmesi ile sayı-uzay ilişkileri kurma becerisini arttırmaktadır. Yapılan bu sanal deneyler ile gözlem yapma, verileri kaydetme, sınıflama yapma, ölçme yapma, sınıflama, tahmin etme, sonuç çıkarma gibi bilimsel süreç becerilerini kullanmaları sağlanmıştır. Ek 23'te örnek olarak Tesla'nın Melekleri adlı grubun keşfetme basamağı çalışma yaprakları gösterilmektedir.

*Teknoloji disiplini:* Bu aşamada öğrencilerin ampermetre ve voltmetre kullanmalarını sağlamakla teknoloji okur-yazarlığı geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu nedenle [https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc\\_en.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_en.html) sayfasındaki doğru akım simülatör kullanılarak gerçeğe yakın bir keşif elde etme amaçlanır, çalışma yaprağında verilen devreler bu simülasyon üzerinden kurulur. Ek 24'de 4+1 adlı grubun simülasyon çalışması yer almaktadır.

#### *Açıklama Basamağı (2 Ders Saati)*

Açıklama basamağında öğrencilere kazanılan bilgilerin pekiştirilmesi için Esen Yayınlarının animasyonlarını kullanarak konu ile ilgili video izlettirilmiştir. Bu aşamada grup isimleri tahtaya yazılarak öğrencilerin çalışma yaprağına verdikleri cevaplar not edilir. Öğrencilerdeki eksik bilginin tamamlanması ya da yanlış bilginin düzeltilmesi için soru- cevap yöntemi kullanılır. Elde edilen sonuçlar diğer grupların ifadeleri ile kıyaslanır. Öğretmen bulunan sonuçları da dikkate alarak doğru yasa ve modelleri ifade eder. Öğrenci bu modeller, kuramlar ve yasalar ile kendi sonuçlarını özetler. Ek 12'deki sorular tahtaya yazılır ve öğrencilerin çözmesi beklenir. Bu aşama aynı zamanda STEM entegrasyonunun yapıldığı derinleştirme basamağına hazırlık aşamasıdır.

*Teknoloji disiplini:* Öğrenilenleri pekiştirmek için Ohm kanunu ile ilgili <https://www.youtube.com/watch?v=BNxvq0dLjAo> video izlettirilir (Ek 11). Ayrıca <https://www.youtube.com/watch?v=Lc5EGpDeAnY> video ile seri ve paralel bağlı devrelerde lambaların akım şiddeti ve potansiyel fark (gerilim) ilişkisini öğretir. Böylelikle

Ohm Kanunu ve Seri ve Paralel Bağlı Devreler konu içeriği öğrencilerin sonuçları ile desteklenerek öğretmen tarafından verilmiş olur.

*Derinleştirme Basamağı (3 Ders Saati)*

Bu basamakta Ek 13'te gösterilen Ohm Kanunu teklif mektubu ve Ek 14'te gösterilen mektup içinde elektrik tasarım senaryosu hazırlanmıştır. Tablo 3.7.'de verilen mühendislik tasarım süreci aşamalarını, Arduino devre elemanları ve blok kodlama programını kullanarak yapacakları tasarı için izleyeceklerdir (Ek 15). Öğrenciler tarafından elde edilen ve öğretmen tarafından verilen bilgiler ışığında, öğrenciler gerçek yaşam becerilerini kullanmaları için bir problem ile karşılaştırılır. Bu problem, teklif mektubu şeklinde öğrenci gruplarına dağıtılır ve gruplardan probleme bir uzman gibi bakmaları istenir ve mektup öğrencilerin kendilerini bir mühendis gibi hissetmeleri için zarf içinde gönderilmiştir. Basamaklardan elde edilen çıktılar mühendislik dosyasında saklanmalıdır. Bu basamakta yapılan etkinliklerin fizik temelinde teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri ile STEM eğitimini kapsadığı görülmektedir.

Tablo 3.7. *Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları (Ohm Kanunu)*

1. Problemi tanımlayınız. Tasarım için ihtiyacınız olan kriter ve sınırlılıkları belirleyip yazınız.	Kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi mühendislik tasarım sürecinin daha iyi anlaşılması için gereklidir. İyi tanımlanmış problemler için çözüm ortaya koyulması daha kolay olacaktır. Örneğin, tasarruflu ve gösterişli bir lunapark
2. Geçmişe yönelik yapılmış çalışmaları inceleyerek probleme yönelik ihtiyaçları belirleyiniz.	İlk akla gelen çözümü yazmak yerine geçmişteki bilgiler ışığında araştırma yapılır ve çözümler için malzeme temini sağlanır. Örneğin internet üzerindeki direnç okuma sayaçları ile direnç değerlerini okur ve içinden kullanacağı direnci seçer. Örneğin seri bağlı bir direnç ve bir led ışıkta, tasarruflu bir led için akım şiddeti küçük olmalı dolayısıyla direnç büyük olmalı gibi
3. Belirlediğiniz kriter ve sınırlılıklara göre olası çözüm yolları maddeler halinde yazınız.	Bu maddede öğrencilere olası çözümlerinin kolaylıkla hesaplayarak denenebilmesi için çalışma yaprağındaki tabloya olası çözümler yazılabilir. Buradan kriter ve sınırlılıklarına en uygun devre elemanı seçilerek çözüm yolu tespit edilir.
4. Oluşturduğunuz çözüm yollarından en iyi çözüm yolunu yazınız.	Tabloya göre kriterlere uygun en iyi çözüm yolu seçilir ve prototip oluşturmaya geçilir. Örneğin, gerilim ve akım değerine göre farklı renklerde led ve direnç değeri seçilir.
5. Devre taslağını Tincercad (prototip) programını kullanarak oluşturunuz.	Tincercad, arduino projelerini taslak olarak sunan bir çizim programıdır. Örneğin oluşturulan modelin (devre şemasının) çizimi bu program ile sağlanır.
6. Çözümü test edin ve grup arkadaşlarınızla değerlendirin.	Bu aşamada mühendisler çözümlerini kriter ve kısıtlamalar doğrultusunda prototipler aracılığıyla test eder ve değerlendirir. Örneğin tasarruflu ve gösterişli mi?

(devamı arkadadır)

Tablo 3.7. *Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları (Ohm Kanunu)*(devamı)

7. Tasarımın, prezi sunum programı ve Tincercad programı ile oluşturulan taslağın sunumunu yapınız.	Burada sunum ile tüm mühendislik tasarım süreci paylaşılır ve diğer öğrencilerin/mühendislerin düşünceleri dikkate alınır. Bu maddeye pazarlama süreci de denilmektedir.
8. Oluşturduğunuz modelde eksik görülen durumlar var mı? Varsa çözüm yolunuzu tekrar gözden geçirerek modeli yeniden tasarlayınız.	Yapılan değerlendirme ve geribildirimler ile en iyi çözüm yoluna ulaşmak için iyileştirmeler yapabilirler. Örneğin, direnç veya led değerlerini değiştirmek gibi.
9. Nihai tasarımınızı raporlaştırarak ve mühendislik dosyanızı teslim ediniz.	Devre taslağı sunum verileri dosyaya koyulur ve teslim edilir.

*Fen Bilimleri Disiplini:* Öğrencilerden, keşfetme aşamasında edindikleri Ohm Kanunu ve Seri-Paralel Devreler ve ardından açıklama aşamasında bunlara eklenen Eş Değer Direnç konularının gerçek hayata uyarlamaları beklenir. Bu aşamada öğrencilerin bu kavramlardan ve mühendislik dosyalarında bulunan verilerden yola çıkarak; (1) bir devrede seri bağlamanın akım-gerilim açısından avantaj ve dezavantajının ne olduğu, (2) bir devrede paralel bağlamanın akım-gerilim açısından avantaj ve dezavantajının ne olduğu ve (3) seri ve paralel bağlanan devrelerin eşdeğer direncinin nasıl hesaplandığı noktalarında konuya hakim olduğu görülür.

*Teknoloji Disiplini:* Ayrıca Tincercad programının kullanımı ile gerçek devre elemanlarının üç boyutlu çizimi ile karşılaşılırlar (Ek 25). Ohm kanununa uygun tasarımlar, tasarruflu ve oyuncak sayısı fazla olma kriteri taşıma özelliklerine göre powerpoint sunusu olarak hazırlarlar (Ek 27). Mühendislik tasarım süreci basamaklarında prezi adlı sunum programından bahsedilmiştir ancak öğrencilerin sunum programına hakim olmamaları nedeniyle powerpoint sunum programını tercih ettikleri görülmektedir. Problem çözümüne giden yolda internet, kitap, dergi gibi kaynaklardan öğrenci araştırmaya teşvik edilmelidir.

*Mühendislik Disiplini:* Burada öğrenciye tasarımı için mühendislik tasarım süreci basamakları yönerge kâğıdını doldurmaları için iki ders saati süre verilir. Elektronik devreler aracılığı ile tasarruflu ve uygun devre elemanlarını kullanarak gerçek yaşam problemlerine çözüm arar ve mühendis yaratıcılığı ile tasarımlarını yapar (Ek 26).

*Değerlendirme Basamağı (3 Ders Saati)*



Derinleştirme basamağında ise, STEM uygulamaları dereceli puanlama anahtarının hazırlanması ile öğrencilerin süreç ve tasarımlarının ölçülmesi hedeflenmiştir. Bu aşamada öğrencilerin etkinlik boyunca kazandığı beceriler ve mühendislik tasarım süreci değerlendirilir. Ek 8'deki rubrik kullanılmaktadır.

**3.4.4.2. Elektrik enerjisi etkinliği.** İkinci uygulama olan Elektrik Enerjisi etkinliğinde, elektrik enerjisi konusunu öğrenmede 5E öğrenme modelinin beş alt basamağına (giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme) STEM disiplinlerinin paylaştırılması sağlanır. Giriş, keşfetme basamaklarında birimler üzerinden enerji ve güç kavramlarının gerilim ve ön bilgiler ile desteklenmesi, açıklama basamağında öğretmen rehberliğinde edinilen ön bilgilerin zihinde sağlamlaşması sağlanır. Derinleştirme basamağında da, tasarım sonucu elde edilen ev elektrik sistemi mühendislik tasarım süreci aşamaları kullanılarak ürün haline getirilir. Son basamak olan değerlendirme basamağında ise etkinlik sonu hazırlanan tasarımlar öğretmen tarafından değerlendirilir.

#### *Giriş Basamağı (1 Ders Saati)*

Bu aşamada öncelikle öğrencilere gruplara ayrılmaları istenir. Elimizdeki elektrik faturaları gruplara dağıtılır ve incelemeleri istenir. Burada amaç enerji ve güç kavramının farkını birimlere bakarak anlamaya çalışmalarını sağlamaktır. Bir sonraki aşamada yapılacak etkinliklere zemin hazırlamak için Ek 16'da yer alan fatura okuma etkinliği soruları öğrencilere kağıt üzerinde yöneltilerek beyin fırtınası yapmaları sağlanır.

*Fen bilimleri Disiplini:* Faturalarda yazan birim fiyat, ilk endeks ile son endeks değeri ve buna bağlı olarak değişen enerji biriminin orantısal değişiminin öğrencide ilgi uyandırılması sağlanır. Öğrencilerden keşfetme basamağına hazırlık olarak, evlerindeki bir elektrik faturasına bakıp yazan bilgileri ayrı verilen çalışma yaprağındaki birinci tabloyu doldurmaları istenir (Ek 17). Ayrıca yine çalışma yaprağında bulunan ikinci tabloya, evlerindeki elektrikli ev aletlerinin üstünde ya da garanti belgesinde yazan verilerle doldurmaları istenir.

#### *Keşfetme Basamağı (1 Ders Saati)*

Bu basamakta öğrencilerin giriş basamağında doldurdıkları çalışma yaprağına ek olarak bir çalışma yaprağı daha dağıtılır ve soruların cevaplanması istenir.

*Matematik Disiplini:* Öğrenciler güç, enerji birimlerinin günlük hayatta karşılıklarına çıktığı durumları inceler ve iki büyüklüğü kıyaslar. Orantısal olarak enerjinin değişimi hesaplayarak güç ve enerjinin birimlere dayanarak doğru orantılı olarak değiştiğini keşfeder ( Ek 18).

#### *Açıklama Basamağı (1 Ders Saati)*

Bu basamakta tahtaya öğrencilerin ifadeleri, grup isimlerinin altına yazılır. Buldukları tanımlar, grafikler ve formül yazılır ve yanlış bir ifade varsa öğretmen tarafından düzeltilir.

*Teknoloji Disiplini:* Bununla ilgili internet üzerinde bulunan bir video izlettirilir.

<https://www.youtube.com/watch?v=vydtsm0nRQg&t=342s> video ile güç ve enerji arasındaki ilişki bağlantısı kurmaları sağlanır (Ek 19).

*Fen bilimleri Disiplini:* Bu bilgiler ışığında soru-cevap yöntemini kullanarak öğretmen konuyu genel çerçeveleriyle özetler ve derinleştirme basamağında yapacağı etkinliğin hazırlığı için elektrik enerjisi ve elektriksel güç kavramlarının gerilim ve akım ile doğru orantılı olduğu konusunda bilgi verir.

#### *Derinleştirme Basamağı (2 Ders Saati)*

Bu basamakta öğrencilerden bütün STEM disiplinlerine hizmet eden bir tasarım yapılması istenir. Ek 20’de yer alan Elektrik Enerjisi teklif mektubu senaryosu gruplara dağıtılarak bir mühendis gibi sorumluluk almaları sağlanır. Ardından önceki etkinlikte Ek 15’te kullanılan mühendislik tasarım süreci basamakları çalışma yaprağı dağıtılarak tasarım süreci başlatılmış olur. Tablo 3.8.’de yer alan incelendiğinde beklenen becerilerden de anlaşıldığı gibi sürecin bütün STEM disiplinlerini kapsadığı görülmektedir.

Tablo 3.8. *Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları (Elektrik Enerjisi)*

1. Problemi tanımlayınız. Tasarım için ihtiyacınız olan kriter ve sınırlılıkları belirleyip yazınız.	Kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi mühendislik tasarım sürecinin daha iyi anlaşılması için gereklidir. Örneğin, ev elektrik sistemi için gerekli kriterler ve sistem için ihtiyaç duyulan devre elamanlarının sınırlılıkları
2. Geçmişe yönelik yapılmış çalışmaları inceleyerek probleme yönelik ihtiyaçları belirleyiniz.	İlk akla gelen çözümü yazmak yerine geçmişteki bilgiler ışığında araştırma yapılır ve çözümler için malzeme temini sağlanır. Örneğin hali hazırda evlerde kullanılan elektrik sistemlerinin yapısı
3. Belirlediğiniz kriter ve sınırlılıklara göre olası çözüm yolları maddeler halinde yazınız.	Bu maddede öğrencilere olası çözümlerinin kolaylıkla hesaplayarak denenebilmesi için çalışma yaprağındaki tabloya olası çözümler yazılabilir. Örneğin, buradan kriter ve sınırlılıklarına en uygun akımda ve dirence sahip devre elemanı seçimi
4. Oluşturduğunuz çözüm yollarından en iyi çözüm yolunu yazınız.	Tabloya göre kriterlere uygun en iyi çözüm yolu seçilir ve prototip oluşturmaya geçilir. Örneğin, gerilim ve akım değerine göre farklı renklerde led ve direnç değeri seçilir.
5. Devre taslağını Tincercad (prototip) programını kullanarak oluşturunuz.	Tincercad, arduino projelerini taslak olarak sunan bir çizim programıdır. Örneğin oluşturulan modelin (devre şemasının) çizimi bu program ile sağlanır.
6. Çözümü test edin ve grup arkadaşlarınızla değerlendirin.	Bu aşamada mühendisler çözümlerini kriter ve kısıtlamalar doğrultusunda prototipler aracılığıyla test eder ve değerlendirir. Örneğin tasarruflu ve gösterişli mi?
7. Tasarımın, prezi sunum programı ve Tincercad programı ile oluşturulan taslağın sunumunu yapınız.	Burada sunum ile tüm mühendislik tasarım süreci paylaşılır ve diğer öğrencilerin/mühendislerin düşünceleri dikkate alınır. Bu maddeye pazarlama süreci de denilmektedir.
8. Oluşturduğunuz modelde eksik görülen durumlar var mı? Varsa çözüm yolunuzu tekrar gözden geçirerek modeli yeniden tasarlayınız.	Yapılan değerlendirme ve geribildirimler ile en iyi çözüm yoluna ulaşmak için iyileştirmeler yapabilirler. Örneğin, direnç veya led değerlerini değiştirmek gibi...
9. Nihai tasarımınızı raporlaştırarak ve mühendislik dosyanızı teslim ediniz.	Devre taslağı sunum verileri dosyaya koyulur ve teslim edilir.

*Fen Bilimleri Disiplini:* Ohm Kanunu Etkinliği de dahil olmak üzere edinilen elektrik kavramları akım-gerilim oranı, seri paralel devrelerin avantajları, elektrik enerjisi ve elektriksel gücü etkileyen nicelikler bu aşamada aktif olarak kullanılır. Öğrencilerden beklenen tasarruflu ev sistemi, paralel bağlı devre oluşturmak ile az akım geçecek büyük direnç değerleri kullanmaktır. Buna bağlı olarak ev aletlerinin gücünün üzerinden geçen akım ve çektiği gerilim ile doğru orantılı olduğu sonucuna varılmıştır.

*Teknoloji Disiplini:* Burada tasarlanan modelin pazarlanması amacıyla Tincercad programı ile çizim yapılmış, prezi sunum programı kullanılarak değerlendirme sürecine hazır hale getirilmiştir. Ayrıca tasarım esnasında kullanılan blok tabanlı kod sistemi robotu çalıştırma anlamında önemlidir.

*Matematik Disiplini:* Arduino elektrik devre elemanlarını kullanarak tasarladıkları ev modellerinin enerji ile güç ve zamanın oranı ilişkisi kurularak parasal karşılığı hesaplanır.

*Mühendislik Disiplini:* Arduino elektrik devre elemanları başlı başına yeni nesil öğrenme nesnesi ve öğrenme aracıdır. Bu devre elemanları kullanılarak evlerde kullanılan gerilimi eşit dağıtan paralel bağlı bir elektrik ev sistemi tasarımları beklenir. Burada kullanacakları led lamba ve dirençler tasarruflu değerlerde seçilmelidir.

#### *Değerlendirme Basamağı (1 Ders Saati)*

Bu aşamada öğrencilerin etkinlik boyunca kazandığı beceriler ve mühendislik tasarım süreci tasarladığı elektrik ev sistemi incelenerek değerlendirilir. Mühendislik tasarım süreci basamakları, öğrencilerin tasarıma gittiği yolda bir rehber kimliği taşımaktadır. Öğrencilerden birinin tasarımı Ek 28'de, uygulamalardan sonra veri toplama aracıyla ölçekler öğrencilere uygulanmıştır. Bu uygulamalar ışığında toplanan veriler analiz edilmiştir.

### **3.4.5. Araştırmanın Uygulama Süresi**

Yapılandırmacı öğrenme anlayışı temelinde bireylerin bilgileri yorumlayarak, edindikleri bilgileri uygulayarak, yeni durumlara uyarlayarak ve sorgulayarak bilgiyi anlamlı hale getirmeleri için çalışmada STEM eğitiminin 5E öğrenme modeli ile bütünleştirilmesi sağlanmıştır. Uygulamadan önce öğrencilerle iki ders saatinde etkinliğe hazırlık amaçlı Arduino ile led yakma ve direnç kullanımı çalışması yapılmıştır. Bu çalışma uygulamaya pratiklik kazanmak tasarımlarını daha hızlı yapmak adına, uygulamaya hazırlık süreci içinde yer verilmiştir.

Uygulama 11 Şubat 2019 tarihinde başlamış, 22 Mart 2019 tarihinde uygulamaya son verilmiştir. Fizik, fen bilgisi, teknoloji ve tasarım, bilişim teknolojileri, dersleri öğretim programı ile genel mühendislik kazanımlarına göre hazırlanmış Elektrik konulu etkinlik 6 haftalık bir çalışma süresi içerisinde uygulanmıştır. STEM uygulaması öncesi uygulama içeriğinde kodlama bilgisine yer verildiği için, iki ders saati temel blok kodlama

teknikleri öğretilmiştir. STEM eğitiminin 5E modeli ile bütünleştirildiği uygulama sürecinin zamana göre dağılımı dört haftada (12 ders saati) tamamlanan birinci STEM uygulaması olan Ohm Kanunu Etkinliği ile iki haftada (6 ders saati) tamamlanan ikinci STEM uygulaması olan Elektrik Enerjisi Etkinliği için Tablo 3.9.'da gösterilmiştir.

Tablo 3.9. *STEM Eğitiminin 5E Modeli ile Bütünleştirildiği Uygulama Sürecinin Zamana Göre Dağılımı.*

Hafta	Uygulama	Ders Saati
1. hafta	Elektrik Devreleri Başarı Testi, STEM Tutum ve Fizik Tutum ön testi	3 ders saati
2.3.4 ve 5. Haftalar	Ohm Kanunu Etkinliği	12 ders saati
6. ve 7. Haftalar	Elektrik Enerjisi Etkinliği	6 ders saati
8. Hafta	Elektrik Devreleri Başarı Testi, STEM Tutum ve Fizik Tutum son testi	3 ders saati

#### 3.4.6. Basit Elektrik Devreleri İçin Veri Toplama Süreci

Öğrencilere akademik bilgiler öğretmek veya onların özdenetimli bireyler haline gelmesini sağlamaya çalışmak, öğrencilerde yürütücü bilişsel beceriler sahip olmadıkça zordur. Basit elektrik devreleri başarı testi ön test olarak uygulanmış ve ardından uygulamaya geçilmiştir. Uygulama sonunda STEM uygulaması ile öğrencideki anlamlı farkın olup olmadığı son test ile izlenmiştir.

#### 3.4.7. STEM Tutum Ölçeği İçin Veri Toplama Süreci

Dört disiplini içeren STEM eğitimi, bu alanlardaki kariyer meslekleri için iyileştirici bir özelliğe sahiptir. Özellikle mühendislik ve eğitim süreçlerinin bir araya gelmesiyle sağlar (Koyunlu Ünlü, Dökme ve Ünlü, 2016). Bu bağlamda ön test olarak uygulanmış STEM tutum ölçeğinin son test olarak bu aşamada uygulanması ile STEM eğitiminin öğrencide anlamlı bir fark yaratıp yaratmadığı gözlenmiştir.

#### 3.4.8. Fizik Tutum Ölçeği için Veri Toplama Süreci

Fen bilimlerinin ve onun alt alanlarından biri olan fizik, bir doğayı anlama ve anlamlandırma biçimidir. Evreni anlama, açıklama ve bir dizi tahminlerde bulunma fiziği

diğer disiplinlerden ayırmakta, fiziğin anlaşılması ve gelecek nesillere aktarılması ise ilgi ve tutumların artırılması ile sağlanmaktadır (Nalçacı, Akarsu ve Kariper, 2011). Bu nedenle bu çalışmada yapılan STEM uygulamasının bu disiplinlere olan ilgiyi artırması, fizik dersine olan ilgiyi artırma ve bilgiyi zorlanmadan edinme noktasında yol göstermesi beklenmektedir. Çalışmada ön test olarak uygulanan fizik dersi tutum ölçeği ile son test olarak uygulanan fizik dersi tutum ölçeği kıyaslanarak anlamlı farkın olup olmadığı izlenmiştir.

#### **3.4.9. STEM Etkinlileri Değerlendirme Formu için Veri Toplama Süreci**

STEM uygulamasının yapıldığı bu çalışmada, öğrencilerin uygulamadan keyif aldıkları, zorlandıkları, önerileri ve öğrencilere bilgi ve beceri yönünden katkıları değerlendirilmek üzere uygulama bitiminde anket yazılı olarak sunulmuştur. Akademik çalışmalarda öneri niteliğinde olan bu anket nitel analiz ile değerlendirilmiştir.

#### **3.4.10. STEM Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik için Veri Toplama Süreci**

Öğrencilerin performanslarını değerlendirmek için Aydın ve Karaçam (2015) çalışmasından yararlanılarak dereceli puanlama anahtarı (rubrik) kullanılmıştır. Elde edilen veriler betimsel analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Rubrik iki STEM uygulamasının sonunda da yapılmış aynı kriterler ile hem süreç hem de tasarım değerlendirilmiştir.

### **3.5. Verilerin Analizi**

Anket yoluyla elde edilen tüm veriler SPSS programı ile değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler güvenilirlik analizine tabi tutulmuştur. Çalışmada kullanılan ölçek ve boyutlarının normal dağılıp dağılmadığı tespit etmek için çarpıklık ve basıklık değerlerine ve Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk analizi sonuçlarına bakılmıştır. Ölçeklerin normal dağılım göstermesinden dolayı bağımlı t-testi kullanılmıştır. Basit elektrik devreleri başarı testi, STEM tutum ve fizik tutum arasındaki ilişkiyi incelemek için Pearson

korelasyon anlamlılık testi kullanılmıştır. Betimsel analizler ortalama ( $\bar{X}$ ) ve standart sapma (s.s.) ve kategorik değişkenler frekans ( $f$ ) ve (%) olarak verilecektir. STEM etkinlikleri değerlendirme formu verileri nitel analiz kullanılarak değerlendirilmiştir. STEM uygulamalarını değerlendirmeye yönelik analitik rubrik verileri kriterlere göre değerlendirilmiştir. Tablo 3.10.'da araştırmada kullanılan ölçeklerin ön-test son-test tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir.

*Tablo 3.10. Araştırmada Kullanılan Ölçeklerin Ön-Test Son-Test Tanımlayıcı İstatistikleri*

Ölçekler (Ön Test)	N	Ortalama	Std.Sapma	Çarpıklık	Basıklık
Elektrik Devreleri Başarı Testi (Ön test)	30	15,3000	2,87858	,979	1,928
STEM Tutum Ölçeği (Ön test)	30	95,8667	11,90981	-,286	,331
Fizik Tutum Ölçeği (Ön test)	30	83,9667	13,85761	,231	-,465
Elektrik Devreleri Başarı Testi (Son test)	30	25,3667	3,41885	-1,734	1,729
STEM Tutum Ölçeği (Son test)	30	95,9667	10,29055	-,607	,892
Fizik Tutum Ölçeği (Son test)	30	86,8333	12,84411	-,215	-,617

Tablo 3.10. incelendiğinde araştırmada kullanılan ölçeklerin tanımlayıcı istatistiklerine yer verilmiştir. Tabachnick ve Fidell (2013)'e göre; basıklık ve çarpıklık değerleri +2,0 ile -2,0 arasında olursa ölçeğin normal dağılım olduğu ve parametrik testlerden yararlanılması gerektiği ifade edilmiştir. Bu yüzden basıklık ve çarpıklık değerleri +2,0 ile -2,0 arasında olmasından dolayı çalışmada bağımlı t-testi kullanılmıştır.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: BULGULAR VE YORUM

Araştırmanın bu bölümünde STEM Eğitiminin 5E modeli ile bütünleştirilmesi ile hazırlanan uygulamanın 10. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, STEM ve fizik tutumlarına etkisinin gözlenmesi amaçlanmıştır. Bu bölümde, tek gruplu ön test ve son test deney grubuna uygulanan test, ölçekler, form ve uygulama sonrası elde edilen veriler analiz edilmiştir. Ön test ve son test olarak uygulanmış basit elektrik devreleri başarı testi, STEM tutum ölçeği, fizik tutum ölçeği ve STEM uygulaması sırasında elde edilen veriler analiz edilmiştir.

### 4.1. Basit Elektrik Devreleri Başarı Testine Yönelik Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi “Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğrencilerin akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklinde belirtilmiştir. Bu doğrultuda öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanan basit elektrik devreleri başarı testi puanlarının öncesi ve sonrasında istatistiksel olarak farklılığın olup olmadığına bağımlı örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 4.1.’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. *Ön Test- Son Test Elektrik Devreleri Başarı Puanlarının Karşılaştırılması*

	$N$	$\bar{X}$	$Ss$	$Sd$	$t$	$p$
Ön test	30	15,3000	2,87858	58	-12,337	0,000
Son test	30	25,3667	3,41885			

Tablo 4.1. incelendiğinde ön test ve son test elektrik devreleri başarı puanları t-testi ile karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde ön test ve son test elektrik devreleri başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tablodan anlaşılmaktadır ( $p < 0,05$ ). Başka bir ifade ile öğrencilerin son test başarı puanları ön test başarı puanlarına göre daha yüksektir.



#### 4.2. STEM Tutum Ölçeğine Yönelik Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi “Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğrencilerin STEM tutumları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklinde belirtilmiştir. Bu doğrultuda öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanan STEM tutum ölçeği puanlarının öncesi ve sonrasında istatistiksel olarak farklılığın olup olmadığına bağlı t-testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 4.2.’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. *Ön Test- Son Test STEM Tutumunun Karşılaştırılması*

	<i>N</i>	$\bar{X}$	<i>Ss</i>	<i>Sd</i>	<i>T</i>	<i>P</i>
Ön test	30	95,8667	11,90981			
				58	-,035	0,972
Son test	30	95,9667	10,29055			

Tablo 4.2.’de STEM tutum ölçeğinin ön test ve son testi bağımlı t-testi ile karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde ön test ve son test STEM tutumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir ( $p>0,05$ ). Başka bir ifade ile öğrencilerin STEM’e karşı tutumları değişmemiştir.

STEM tutum ölçeğinin alt boyutlarının ön test ve son test puanlarının ortalaması ve bağımlı t-testi ile karşılaştırılması Tablo 4.3.’te verilmiştir. Tablo 4.3. incelendiğinde, STEM tutum ölçeğinin alt boyutlarının ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Fakat STEM tutum ölçeğinin STEM’in Kişisel ve Sosyal Çıkarımları (Boyut 1), Matematik ve Fen Öğrenimi ve STEM ile İlişkisi (Boyut 2) ve Mühendislik Öğrenimi ve STEM ile İlişkisi (Boyut 3) alt boyutlarında öğrenci tutumları ortalama değerlerinde az da olsa bir artış olduğu görülmektedir. Ancak Teknoloji Öğrenimi ve Kullanımı alt boyutu ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında öğrenci tutumları ortalama değerlerinde az da olsa bir düşme olduğu görülmüştür.

Tablo 4.3. *STEM Tutum Ölçeğinin Alt Boyutlarının Ön-test Son-test Puanlarının Bağımlı t-testi Karşılaştırması*

	<i>Boyutlar</i>	<i>N</i>	$\bar{X}$	<i>Ss</i>	<i>Sd</i>	<i>T</i>	<i>p</i>
Ön-test	Boyut I	30	4,1583	0,55508	29	-,287	,776
Son-test	Boyut I	30	4,1875	0,49431	29		
Ön-test	Boyut II	30	3,7333	0,57168	29	,820	,419
Son-test	Boyut II	30	3,9500	0,49393	29		
Ön-test	Boyut III	30	3,7111	0,77895	29	-1,056	,299
Son-test	Boyut III	30	3,9556	0,65789	29		
Ön-test	Boyut IV	30	4,0333	0,58255	29	,844	,406
Son-test	Boyut IV	30	3,9083	0,76136	29		

### 4.3. Fizik Tutum Ölçeğine Yönelik Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi “Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğrencilerin fizik dersine olan tutumları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklinde belirtilmiştir. Bu doğrultuda öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanan fizik tutum ölçeği puanlarının öncesi ve sonrasında istatistiksel olarak farklılığın olup olmadığına bağımlı örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 4.4.’te gösterilmiştir.

Tablo 4.4. *Ön Test- Son Test Fizik Tutumunun Karşılaştırılması*

	<i>N</i>	$\bar{X}$	<i>Ss</i>	<i>Sd</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Ön test	30	83,9667	13,85761			
Son test	30	86,8333	12,84411	58	-,831	0,409

Tablo 4.4. incelendiğinde ön test ve son test fizik tutumu t-testi ile karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde, ön test-son test fizik tutumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir ( $p>0,05$ ). Başka bir ifade ile öğrencilerin son teste fizik dersine karşı tutumları değişmemiştir.

Araştırmanın dördüncü alt problemi “Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamaları sonucunda ön testte öğrencilerin akademik başarıları ile STEM ve fizik tutum arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?” şeklinde belirtilmiştir. Bu doğrultuda

Tablo 4.5. incelendiğinde ön teste göre basit elektrik devreleri başarı testi, STEM tutum ve fizik tutum arasındaki ilişki incelenmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde, basit elektrik devreleri başarı testi ile STEM tutum ve fizik tutum arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmektedir ( $p>0,05$ ). Benzer şekilde STEM tutum ve fizik tutum arasında da anlamlı bir ilişki yoktur ( $p>0,05$ ).

Tablo 4.5. *Ön Teste Göre Elektrik Devreleri Başarı Testi, STEM Tutum ve Fizik Tutum Arasındaki İlişki*

	Başarı	STEM Tutum	Fizik Tutum
Başarı	1	,171	-,017
STEM Tutum	,171	1	,288
Fizik Tutum	-,017	,288	1

\* istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

Araştırmanın beşinci alt problemi “Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamaları sonucunda son teste öğrencilerin akademik başarıları ile STEM ve fizik tutum arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?” şeklinde belirtilmiştir. Bu doğrultuda Tablo 4.6.’da son teste göre elektrik devreleri başarı testi, STEM tutum ve fizik tutum arasındaki ilişki incelenmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde, elektrik devreleri başarı testi ile STEM tutum ve fizik tutum arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı anlaşılmaktadır ( $p>0,05$ ). Buna karşın STEM ve fizik tutum arasında pozitif orta derecede anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ( $p<0,05$ ). Başka bir ifade ile öğrencilerin fizik dersine tutumları arttıkça STEM tutumları da artmaktadır.

Tablo 4.6. *Son Teste Göre Elektrik Devreleri Başarı Testi, STEM Tutum ve Fizik Tutum Arasındaki İlişki*

	Başarı	STEM Tutum	Fizik Tutum
Başarı	1	,142	,084
STEM Tutum	,142	1	,534*
Fizik Tutum	,084	,534*	1

\* istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

#### 4.4. STEM Etkinlikleri Değerlendirme Formuna Yönelik Bulgular

Araştırmanın altıncı alt problemi “Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamalarıyla ilgili öğrencilerin görüşleri nelerdir?” şeklinde belirtilmiştir. Bu doğrultuda araştırmanın dördüncü veri toplama aracı olan STEM etkinlikleri değerlendirme formu deney grubunda her öğrenciye STEM etkinliği sonunda uygulanmış, bu cevaplar doğrultusunda frekans ve yüzde değerleri hesaplanarak analiz sonuçları paylaşılmıştır.

Anket formunda birinci soru olarak öğrencilere “Elektrik etkinliğinde sizi en çok ne zorladı?” şeklinde yöneltilmiş ve öğrencilerin uygulama sürecinde yaşadıkları zorluklar ile ilgili görüşleri doğrultusunda frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.7.’de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Öğrencilerin Uygulama Sürecinde Yaşadıkları Zorluklar İle İlgili Uygulama Sonrası Görüşlerine Yönelik Frekans ve Yüzde Değerleri

Öğrenci Cevapları	N	F	%
Zorlanmadım	30	10	33
Verileri kâğıda dökmek sıkıcı ve zordu	30	10	33
Arduino ve ölçüm cihazlarını kullanmakta zorlandım	30	9	30
Teknik arızalar yaşanması tasarım sırasında zaman kaybettirdi	30	6	20
Takım çalışmasında birlik sağlamak zorladı	30	5	17

Tablo 4.7. incelendiğinde, öğrencilerin %33 ile STEM uygulamalarını yaparken zorlanmadığı ve yine %33 ile çalışma yapraklarına değerleri yazarken zorlandıkları yönünde en fazla görüş bu oranlarda karşılaşılmıştır. Bu sonuçlara göre, öğrencilerin %30’u Arduino ve ölçüm cihazlarını kullanırken zorlandığını belirtirken, %20’si ise teknik arızalar yaşanmasının tasarım esnasında zaman kaybettirdiğini ifade etmiştir. Bu konuda Öğrenci-1 şu şekilde ifade etmiştir:

*Arduino-Uno eğitimi almamıza rağmen pratiklik açısından öncesinde yeterli çalışmamız olmadığı için tasarımlar esnasında direnç, led ışık gibi devre elemanlarını seçerken ve multimetreyi kullanırken zorlandım (Değerlendirme Formu, Öğrenci-1).*

Yaşanan teknik arızaların uygulama esnasında zaman kaybettirdiği ve arızayı giderebilmek için uğraştıkları konusunda şikâyette bulunan öğrencilerden biri olan Öğrenci-7 düşüncelerini şu şekilde ifade etmiştir:

*Uygulamada beni en çok yoran, bilgisayarın devreye bağlanmaması ve kurduğumuz blok tabanlı kodlama programının her ders silinmesi bizim de yüklememiz oldu (Değerlendirme Formu, Öğrenci-7).*

Öğrencilerin %17'si takım çalışmasında birlik sağlayamadıklarını iletişim anlamında sıkıntı yaşadıklarını belirtmiş akran dayanışması, iletişim becerileri konusunda yetersiz kaldığını belirtmiştir. Bu grupta yer alan öğrencilerden Öğrenci-17 şu şekilde ifade etmiştir:

*Grup olarak çalışırken görev paylaşımı yapamadık. Bu nedenle etkinlik bir kişi üzerinden yürüdü ve verim alamadık. Grup elemanlarının iletişim yönünden iyi kişilerden olması gerekirdi (Değerlendirme Formu, Öğrenci-17).*

Anket formunun birinci sorusunda sorulan, “uygulamada yaşanan zorluklar” sorusuna karşılık ikinci soru olarak öğrencilere “Bu zorlukların üstesinden nasıl geldiniz?” şeklinde yöneltilmiştir. Öğrencilerin uygulama sürecinde yaşadıkları zorlukların üstesinden gelme şekilleri ile ilgili görüşleri doğrultusunda frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.8.’de gösterilmiştir.

Tablo 4.8. Öğrencilerin uygulama sürecinde zorlukların üstesinden gelme şekilleri ile ilgili uygulama sonrası görüşlerine yönelik frekans ve yüzde değerleri

Öğrenci cevapları	N	f	%
Teknolojiyi kullanarak problemleri çözdük	30	25	83
Öğretmenin rehberliği ile problemleri çözdük	30	21	70
Görev paylaşımı ile problemleri çözdük	30	18	60

Tablo 4.8. incelendiğinde öğrencilerin STEM uygulamaları sırasında karşılaştıkları zorlukların üstesinden gelme şekilleri en fazla %83 ile teknolojiyi kullanarak çözmek olmuştur. Bu sebeple öğrencilerin zorlandıkları bir konuda teknolojiyi kullanmaları, teknolojinin öğrenmelerine katkı sağladığını göstermektedir. Bu da STEM uygulamasının teknoloji boyutunu desteklediğine bir kanıt niteliğindedir. Teknolojiyi kullanarak problemleri çözen Öğrenci-5 görüşünü şu şekilde sunmaktadır:

*Mühendislik tasarım süreçleri kısmında Arduino-Uno devre elemanlarının özellikleri konusunda araştırmamız gerektiğini düşündük ve internette dirençlerin büyüklüklerini, lambaların gerilim değerlerini öğrenme, blok tabanlı kodlama programları yeniden yüklenme gibi işlevleri internet aracılığı ile araştırarak tasarımımızda kullandık (Değerlendirme Formu, Öğrenci-5).*

Öğrencilerin %70'i uygulama anında sorun yaşadıklarında problemlerini öğretmen rehberliğinde çözebildiklerini, %60'ı ise kendi aralarında görev paylaşımı, akran öğrenmesi ile zorluklarla baş edebildiklerini ifade etmişlerdir. Bu anlamda Öğrenci-8 etkinlik sırasında zorlukların üstesinden nasıl geldiklerini şu şekilde anlatmıştır:

*Uygulamada öncelikle görev paylaşımı yaparak takıldığımız noktalarda ve tasarım sırasında aynı anda konuşmayı, kargaşayı önledik. Bir zorlukla karşılaştığımızda kendi aramızda görevlerimize göre araştırma yaptık ve çözdük. Çözemediğimiz zaman size sorarak sonuca ulaşmaya çalıştık (Değerlendirme Formu, Öğrenci-8).*

Anket formunda yer alan üçüncü soru “Uygulamanın size katkıları neler olmuştur? Olumlu gördüğünüz basamakları yazınız.” şeklinde yöneltilmiştir. Öğrencilere uygulamanın katkıları ile ilgili görüşleri doğrultusunda frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.9.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.9. Öğrencilerin Uygulamanın Katkıları İle İlgili Uygulama Sonrası Görüşlerine Yönelik Frekans ve Yüzde Değerleri

Öğrenci Cevapları	N	f	%
Deney yapmak bana fizik dersini sevdirdi	30	30	100
Arduino devre elemanlarını kullanmak keyifliydi	30	27	90
Konuyu daha iyi anladım	30	27	90
Yaratıcılık, problem çözme becerisi kazandım	30	25	83
Ekip çalışması yapmak eğlenceliydi	30	20	66
Mühendislik mesleğine ilgim arttı	30	19	63
Tasarım yapmak,sorumluluk almak mühendis gibi hissettirdi	30	17	56
Elektrik konusunun günlük hayattaki karşılığını gördüm	30	16	53

Tablo 4.9. incelendiğinde STEM uygulamalarının mevcut öğretim programına göre deney, gözlem ve tasarım yapılması açısından farklı olduğu sonucu, öğrencilerin deney yapmanın dersi sevdirdiği şeklinde yanıt verilmesinin %100 olmasından anlaşılmaktadır. Öğrencilerin %90'ı elektronik devre elemanlarını sevmiş, aynı oranla bir kısmı da bu gibi nedenler sayesinde konuyu daha iyi anlamıştır. Öğrenci-12 bu konu ile ilgili görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir:

*Deney ve gözlem yapmak, veri toplamak gibi beceriler sayesinde Ohm Kanunu gibi formüllere kendim ulaştım. Bu nedenle formülün nereden geldiğini öğrendim ve bu durum benim formülü, diğer bilgileri unutmamamı sağlayacak. Bir de Arduino elektronik devre elemanları ile tasarım yapmak, mühendis gibi ev tasarlamak öğrendiklerimizi uygulamamızı sağladı (Değerlendirme Formu, Öğrenci-12).*

Öğrencilerin %83'ü yaratıcılık, problem çözme gibi becerileri kazandığını, %66'sının ekip çalışması ile çalışmanın eğlenceli olduğunu, bu sayede iletişim becerilerini arttırdığını ve arkadaşlık ilişkilerini güçlendirdiğini önemle vurgulamışlardır. Öğrenci-30 bu konu ile ilgili görüşünü şu şekilde ifade etmiştir:

*Ekip çalışması yaparak sorumluluğumuzu paylaştık. Eğlenerek konuyu öğrenmeye çalıştık. Tasarım yaparken sırasıyla görevlerimizi yerine getirdik ve anlaşarak sonunda güzel bir ev inşa ettik (Değerlendirme Formu, Öğrenci-30).*

Öğrencilerin % 63'ü mühendislik mesleğine ilgisinin arttığından bahsederken, %56'sı da buna benzer olarak tasarım yapmanın, iş sorumluluğu almanın mühendisliği sevdiğini ve kendilerini mühendis gibi hissettirdiğini belirtmiştir. Buna bağlı olarak Öğrenci-19 şunları söylemiştir:

*Etkinliğe başladığımızda yalnızca deney yapacağız sanıyorduk ama bize verilen teklif mektupları ile birer mühendis gibi bizden tasarım yapmamızı istendi. Elektronik devre elemanları ile uygulama yapmak mühendislik süreç basamakları ile mühendislerin çalıştığı gibi çalıştık. Mühendislik mesleği ilgi çekmeye başladı (Değerlendirme Formu, Öğrenci-19).*

Öğrencilerin %53'ü okulda gördükleri konuların gerçek hayatta nerede kullanıldığını öğrendiğini belirtmiştir. Öğrencilerin en büyük problemi okulda edindikleri bilgilerin nerede kullanıldığı yönünde bilgi sahibi olmamalarıdır. Buna kanıt olarak Öğrenci-3 şunları ifade etmiştir:

*Elektrik enerjisi, Ohm kanunu konusunun nerelerde kullanıldığını, hesaplamaların nerelerde yapıldığını, tasarruf için işimize yarayan bilgilerin ne olduğunu öğrenmiş olduk (Değerlendirme Formu, Öğrenci-3).*

Anket formunda yer alan dördüncü soru "Kendinizi bu etkinliği düzenleyen öğretmen olarak hayal ediniz. Etkinlikte neleri farklı yaptınız?" şeklinde yöneltilmiştir. Öğrencilerin uygulama için önerileri ile ilgili görüşleri doğrultusunda frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.10.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.10. Öğrencilerin Uygulama İçin Önerileri İle İlgili Uygulama Sonrası Görüşlerine Yönelik Frekans ve Yüzde Değerleri

Öğrenci Cevapları	N	f	%
Mühendislik Tasarım Süreci için daha uzun süre verilebilir	30	25	83
Diğer disiplinlerde de STEM uygulamaları yapılmalı	30	20	66
Öğretmen daha fazla rehberlik etmeli	30	11	36
Arduino eğitimi, uygulama öncesinde daha uzun süre verilmeli	30	9	30

Tablo 4.10. incelendiğinde öğrencilerin % 83'ünün öğrencilerin mühendislik tasarım sürelerini uzatmak istediği ve sürelerin yetersiz geldiği çıkarımından, tasarım yapma süreleri daha fazla olabilir önerisine sahip olduğu görülmüştür. Konu ile ilgili Öğrenci-13 şu şekilde görüşlerini sunmuştur:

*Bu etkinlikte tasarım yapmak sürecin ayrılmaz bir parçası olduğu için bu sayede biz de öğrenciler olarak daha fazla aktif olduğumuzu hisseder ve yeterli sürede verimli sonuçlar çıkarabiliriz (Değerlendirme Formu, Öğrenci-13).*

Öğrencilerin çoğunluğunun yani %66'sının diğer disiplinlerde de STEM uygulamalarının yapılması gerektiğini belirttiği görüldü. Öğrencilerin öğrenme sürecine aktif olarak katıldıklarını hissetmeleri bu tip uygulamaların diğer disiplinlerde de ilgi çekici olabileceğini göstermiştir. Öğrenci-15 bu konuda şu şekilde ifade etmiştir:

*Deney yapmaktan keyif aldık ve konuyu kolaylıkla öğrenebildik. Keşke diğer derslerde de deney yapabilirsek okul daha keyifli bir ortam, dersler ilgi çekici olurdu (Değerlendirme Formu, Öğrenci-15).*

Öğrencilerin %26'sı öğretmenin bu süreçte daha fazla rehberlik etmesi gerektiğini, %30'u ise Arduino eğitiminin, uygulama öncesinde daha uzun süre verilmesi gerektiğini, uygulama esnasında pratikliğin yeterli olmadığı yönünde ifade etmiştir. Bu konuda Öğrenci-27 şöyle ifade etmiştir:

*Etkinlik öncesinde Arduino devre elemanlarıyla yaptığımız dersler yeterli değildi. İlk etkinlikte zorlandık ikinci etkinlikte tasarımları daha pratik yaptık (Değerlendirme Formu, Öğrenci-27).*

#### 4.5. STEM Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik için Bulgular

Aydın ve Karaçam (2015) çalışmasından kullanılan dereceli puanlama anahtarı kullanılmıştır. Elde edilen veriler betimsel analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bu rubrik iki STEM uygulamasının sonunda da yapılmış aynı kriterler ile hem tasarım süreci hem de



tasarım değerlendirilmiştir. Gruplar için teknoloji tasarım uygulamaları değerlendirmeye yönelik analitik rubrik incelendiğinde uygulama sonunda kullanılan rubrik ile 3 ana performans değerlendirilmiş olup, birinci performans tasarımın planlanması, ikinci performans tasarımın yapımı, üçüncü performans ise tasarımın değerlendirilmesi boyutunu kapsamaktadır. Performanslar dört farklı performans seviyesi ile değerlendirilip her seviye artarak birden dört puana kadar gitmektedir. Bu bağlamda en fazla puan alan öğrenci 40 puanla, en az puan alan öğrenci ise 10 puanla değerlendirilmiştir.

Tablo 4.11. *Gruplar İçin Teknolojik Tasarım Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik Tasarımın Planlanması Performansı*

Grup Adı	Takım Çalışması Yapma	Tasarımın Özgün Olması	Tasarıma İlişkin Çizim ve Hesaplama Yapma	Toplam Puan
PPG	2	4	2	7
Anti Lepistes	2	2	2	6
Tesla Melekleri	4	3	4	11
Pieces of Engineer	3	4	4	11
4+1	2	3	3	8
Schrödinger	3	3	3	9

Tablo 4.11.'de tasarımın planlanması ana performansı incelendiğinde grupların takım çalışması ve takım görevi anlamında yetersiz olduğu ancak tasarıma ilişkin çizim ve hesaplama yapmakta başarı gösterdikleri ve buna bağlı olarak ortaya özgün bir tasarımın çıktığı görülmektedir. Bu anlamda Tesla'nın Melekleri adlı grup tasarımın planlanması performansından 11 puan ile en yüksek, Anti Lepistes adlı grup ise altı puanla en düşük puanı almıştır.

Tablo 4.12. *Gruplar İçin Teknolojik Tasarım Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik Tasarımın Yapımı Performansı*

Gruplar	Malzemeyi ve Süreyi Etkili Kullanma	Tasarım Sürecinin Etkili Bir Şekilde Yönetimi	Paydaşlar Arası İş Birliği Yapabilme	Tasarımın Test Edilmesi ve Geliştirilmesi	Güvenlik Önlemlerinin Alınması	Toplam Puan
PPG	3	3	2	4	4	16
Anti Lepistes	3	4	2	3	4	16
Tesla'nın Melekleri	3	2	4	4	4	8
Piece of Engineer	1	2	3	2	3	12
4+1	1	1	1	2	3	8
Schrödinger	3	4	4	3	4	18

Tablo 4.12.'de tasarımın yapımı performansı incelendiğinde PPG ve Anti Lepistes adlı grupların tasarım anlamında, tasarımın planlanmasına karşılık daha başarılı olduğu yükselen puanlarına göre görülmektedir. Tesla'nın Melekleri adlı grup tasarımın planlanmasında yüksek puan alırken, tasarımı yapımından düşük puan almışlardır. Bu da gösteriyor ki, işbirliği ve görev paylaşımında problem yaşamazlarken tasarım sırasında kullandıkları devre elemanlarını kriterlere uygun seçemedikleri için istenilen ölçüde tasarım test edilip geliştirilememiştir. Ayrıca tasarım sürecinin etkili bir şekilde kullanılmaları tasarım performansının kalitesinin azalmasına neden olmuştur. Bu performansa ait bir diğer başlık güvenlik önlemlerinin alınmasıdır. Bu noktada kullanılan Arduino devre elemanları herhangi bir tehlikeye maruz kalılabilecek materyaller olmadığı için öğrencilerin güvenlik önlemi alması gibi bir ihtiyaç duyulmamıştır ve bu nedenle puanların yüksek verildiği görülmektedir.

Tablo 4.13. *Gruplar İçin Teknolojik Tasarım Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik Tasarımın Değerlendirilmesi Performansı*

Gruplar	Kontrol Listesinin Oluşturulması ve Değerlendirme Amaçlı Kullanılması	Biçim ve Estetik Açısından Gerçekçi Olması	Toplam Puan
PPG	4	3	13
Anti Lepistes	3	4	14
Tesla'nın Melekleri	1	1	8
Piece of Engineer	2	2	4
4+1	2	3	5
Schrödinger	3	4	7

Tablo 4.13.'de tasarımın değerlendirilmesi alt performansına ait puanlar verilmiştir. Puanlara bakıldığında Pieces of Engineer adlı grubun başarı göstermediği, diğer performanslara da bakıldığında tasarımın test edilip geliştirilmesindeki başarısızlığına ve tasarım sürecinin etkili bir şekilde kullanılmamasına bağlanabilir. Bu performans için öğrencilerin özdeğerlendirmelerinin öğretmen tarafından değerlendirilmesi şeklinde de yorumlanabilir. Tesla'nın Melekleri grubunun tasarım planlanmasında gösterdikleri

başarıyı tasarım yapımı ve tarsiimin değerlendirilmesi performansında göstermedikleri, burada aldıkları dört puana bakılarak söylenebilir.

Tablo 4.14. *Gruplar İçin Teknolojik Tasarım Uygulamalarını Değerlendirmeye Yönelik Analitik Rubrik Toplam Puanları*

Gruplar	Toplam puan
PPG	36
Anti Lepistes	36
Tesla'nın Melekleri	27
Piece of Engineer	27
4+1	21
Schrödinger	24

Genel anlamda rubrikten alınan toplam puanlara bakıldığında Tablo 4.14.'te, 36 puanla en yüksek puan alan PPG ve Anti Lepistes grubu olmuştur. Bu iki grup da tasarımın planlanması sırasında yüksek performans gösterememişler ancak tasarımın yapımı ve tasarımın değerlendirilmesi alt performanslarında yüksek gayret göstererek puanlarını arttırmışlardır. Bu noktada tasarımı test etme, geliştirme ve zamanı etkin bir şekilde kullanmanın tasarımın estetik ve kalitesini arttırdığı görülmektedir. Düşük puan alan 4+1 adlı grup incelendiğinde tasarımı planladıkları özgünlüğü tasarımın kendisinde ve estetiğinde göstermemişlerdir. Tasarımın istenilen sürede bitmemesi ve işbirliği noktasında gelişigüzel, plansız çalışmaya katılmaları gibi unsurların tasarımlarının amaca hizmet edebilirliği, estetik, biçim olarak başarılı sonuç elde edememelerini etkilediği aldıkları 21 puan baz alınarak söylenebilir.

Bu rubrik analizi sonucunda öğrenciler hem kendilerinin hem de öğretmenler öğrencilerinin teknolojik tasarım sürecinde hangi seviyede olduklarını görmektedirler. Böylece tasarım sürecinin bütünü adına ilgili seviyenin üstüne çıkabilmek ve süreç boyunca neler yapılması gerektiğine ilişkin öğrencilere fikir vermektedir.

## BEŞİNCİ BÖLÜM: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmanın alt problemlerine yönelik olarak veri toplama araçlarından elde edilen bulgulara ait sonuçlar sunulmuş ve alan yazındaki araştırmalarla karşılaştırılarak tartışılmıştır.

### 5.1. Tartışma

Bu çalışmada, 2018-2019 eğitim öğretim yılı ikinci dönem ortaöğretim 10.sınıf fizik dersinde elektrik konusunun STEM eğitiminin 5E öğretim modeli ile bütünleştirilmesi sonucunda akademik başarıya, STEM tutumuna, fizik dersi tutumuna etkisi ve öğrenci görüşleri ile STEM eğitimi incelenmiştir. STEM uygulamasında çalışma yaprakları, deney yaprakları, mühendislik tasarım süreci basamakları gibi yöntemler kullanılmıştır. Uygulamanın süreç ve tasarım değerlendirmesi STEM uygulamaları dereceli puanlama anahtarı ile grup değerlendirmesi yapılmıştır. Uygulama sonunda öğrencilerin açık uçlu anket formu kullanılarak alınan görüşleri bireysel olarak frekans ve yüzdelerle nicelikleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Araştırmanın birinci alt problemi olan “Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğrencilerin akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusunun analiz sonuçları incelendiğinde basit elektrik devreleri başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Başka bir ifade ile öğrencilerin STEM uygulamasından sonra akademik başarılarında bir artış meydana gelmiştir. Alan yazında STEM entegrasyonunun akademik başarıyı arttırdığı yönünde çalışmalar yer almaktadır.

Aygen (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının bütünleşik öğretmenlik bilgilerinin desteklenmesine yönelik STEM uygulamaları gerçekleştirmiştir. Yapılan analizde t-testi sonuçlarına göre, STEM uygulamalarının yapıldığı deney grubunda fen bilgisi öğretmen adaylarının, STEM uygulamalarının yapılmadığı kontrol grubu fen bilgisi öğretmen adaylarına oranla akademik başarıları ve STEM öğretimine yönelim düzeylerinin yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumda bütünleşik öğretmenlik bilgilerinin desteklenmesi amacıyla gerçekleştirilen STEM uygulamasının öğretmen adaylarının STEM yönelimlerinin ve STEM uygulanarak gerçekleştirilen yenilenebilir enerji konusundaki akademik başarılarının artırılmasında etkili olduğunu söyleyebiliriz. Bu çalışma sonuçlarını destekler nitelikte STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı düzeylerini arttırdığına ilişkin çalışmalarda

yer almaktadır. Yıldırım (2016), STEM uygulamalarını 7. sınıf öğrencileri üzerine yaptığı çalışmada, tam öğrenmenin öğrencilerin akademik başarılarında incelemiştir; STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada, STEM uygulamalarına göre daha başarılı olduğunu görmüştür. Kısacası STEM uygulamalarının bilgi, kavrama ve uygulama düzeylerinde öğrencilerin akademik başarılarını arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca akademik başarıyı inceleyen bir diğer çalışma olan Ceylan (2014) yapmış olduğu çalışmada ortaokul sekizinci sınıf fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda STEM eğitimi temelinde hazırlanan öğretim tasarımının uygulanmasının öğrencilerin akademik başarılarını incelemiştir ve STEM etkinliğinin uygulandığı deney grubunun, STEM etkinliğinin uygulanmadığı kontrol grubuna göre daha başarılı olduğunu tespit etmiştir. Akademik başarının nicel analizlerde etkilenmediği bir çalışma da Judson'un (2014) çalışmasıdır. STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisini araştırmış ve STEM uygulamalarının yapıldığı okullardan biri dışındaki diğer STEM uygulanmadığı okullar arasında akademik başarı açısından bir farklılığın olmadığını bulmuş ancak, öğrencilerle yapılan grup görüşmeleri sonucunda öğrencilerin akademik başarılarının arttığı sonucuna varılmıştır.

Araştırmanın ikinci alt problemi olan “Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğrencilerin STEM tutumları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusunun analiz sonuçları incelendiğinde, STEM tutum ölçekleri ön test ve son test t-testi ile karşılaştırılmış, ön test ve son test STEM tutumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. STEM tutum ölçeğinin dört farklı boyuttaki, STEM'in kişisel ve sosyal çıkarımları, matematik ve fen öğrenimi ve STEM ile ilişkisi, mühendislik öğrenimi ve STEM ile ilişkisi, teknoloji öğrenimi ve kullanımı maddelerine ön test ve son test nicel analiz yapılmış, bunlardan yalnızca biri, teknoloji öğrenimi ve kullanımında tutumun azaldığı görülmüştür. Bulgular, STEM etkinlikleri değerlendirme formundaki görüşlerle paralellik göstermektedir.

STEM uygulaması sonrası STEM tutum testinin kişisel ve sosyal görüşleri boyutuna karşı öğrencilerin olumlu tutum geliştirdiği, STEM alanlarına ilgilerinin arttığı ve gelecek mesleki seçimlerinde STEM alanlarını tercih etmek istedikleri yönünde görüş geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenci görüşleri paralelinde bu boyut incelendiğinde öğrencilerin “mühendislik mesleğine ilgim arttı” cevapları ile tercihlerin desteklendiği görülmüştür. Wyss, Heulskamp ve Siebert (2012), yaptıkları çalışmada ortaokul öğrencilerinin STEM kariyerlerini sürdürme konusundaki ilgilerinin, bu mesleklerde bilgi sahibi olmakla alakalı olup olmadığını araştırmışlardır. Bu araştırma iki aşamada

gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada STEM mesleklerinden uzmanlar öğrencilere mesleklerini tanıtarak videoya kaydetmişler ve ikinci aşamada ise kaydedilen videolar 8 hafta boyunca öğrencilere izlettirilmiştir. Yapılan anketler neticesinde, video görüşmelerinin öğrencilerin STEM alanlarındaki mesleklere olan ilgilerini arttırdığı görülmüştür. Owen ve Eraslan-Çapa (2017), Uluslararası Standart Eğitim Sınıflaması'na göre STEM alanlarını kapsayan müsbet ve doğal bilimler (MDB) ile mühendislik üretim ve yapı bilimleri (MÜY) eğitim alanları olarak ayrı ayrı ele alınmış, MDB ve MÜY alanlarını seçmeyi düşünmeme nedenleri sıralaması ise ilgi, öz-yeterlik, sosyal/sistemik etmenler ve kişisel hedefler olarak elde edilmiştir. Murat'ın (2018) fen bilgisi öğretmen adayları üzerinde yaptığı çalışmasında STEM'e tutum incelenmiş ve STEM'e yönelik tutumlarının genel olarak olumlu olduğu belirlenmiştir. Cinsiyet değişkenine göre kadın ve erkeklerin STEM'e yönelik tutumları arasında farklılık görülmemiştir. Bilekyiğit (2018), biyoloji dersinde gerçekleştirilen STEM etkinliğinin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi öğrencilerinin kariyer ilgilerine etkisini incelediği çalışmasında, STEM yaklaşımı uygulanan deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre akademik başarı ortalamalarının lehine olduğu görülmüştür. Ayrıca araştırmanın diğer bir nicel çalışması STEM Kariyer İlgi Ölçeği verilerine göre deney grubunda puan ortalamasının kontrol grubuna göre daha fazla artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Matematik ve fen öğrenimi ve STEM ile ilişkisi alt boyutu incelendiğinde tutumun arttığı, öğrenci görüşleri olan "Arduino devre elemanlarını kullanmak keyifliydi", "diğer disiplinlerde de STEM uygulamaları yapılmalı", "elektrik konusunun günlük hayattaki karşılığını gördüm", "deney yapmak bana fizik dersini sevdirdi", "yaratıcılık, problem çözme becerisi kazandım" gibi ifadelerinden de çıkarılabilir. Ayrıca STEM eğitiminde sıklıkla kullanılan Arduino devre elemanlarının kullanılmasının ve basit kodlama etkinliklerinin derse olan ilgiyi arttırdığı öğrenci görüşlerinden anlaşılmaktadır. Alan yazında STEM eğitiminin fen disiplinine karşı tutumu etkisini yönünde birçok araştırma mevcuttur. Judson ve Sawada (2000), matematik dersini fen bilgisi dersine entegre ederek öğrencilerde dersler üzerine yarattığı etkiyi incelemişlerdir. Öğrencilerin matematik derslerine ilgilerinin arttığı, dolayısıyla istatistiksel anlamda yüksek kazanım seviyelerine ulaştıklarını ve STEM disiplinleri arasındaki entegrasyonun matematik başarısı için etkili ve gerekli olduğunu ortaya koymuşlardır. Keçeci ve diğ. (2017) tarafından yapılan çalışmada, kodlama eğitimi, eğitsel oyun destekli kodlama öğreniminden oluşan STEM eğitimi uygulamaları, rehberli ve sorgulamaya dayalı eğlenceli fen etkinliklerinin 5. sınıf öğrencilerinin kodlama öğrenimine olan tutumlarına etkisini tespit etmek ve tüm

uygulamaların öğrencilerin duyu ve düşüncesine olan etkisini incelemişlerdir. Eğitsel Oyun Destekli Kodlama Öğrenimine Yönelik Tutum Ölçeği ve öğrenci günlükleri yorumlandığında, ölçek analizinde kodlamaya yönelik ilginin arttığı, öğrenci günlüklerinden yapılan çıkarımlara göre ise öğrencilerin kodlamaya yönelik ön yargılarının uygulama sonrasında silindiğinin aksine zevkli ve kolay bulduklarını ifade ettikleri görülmüştür. Ayrıca eğlenceli ve zevkli buldukları fen etkinliklerini evde aileleri ile yaptıklarını da günlüklerinde ifade etmişlerdir.

STEM tutumunun bir diğer alt boyutu olan mühendislik öğrenimi ve STEM ile ilişkisi de nicel verilerde kısmi artış göstermiştir. Öğrencilerin değerlendirme formundaki görüşlerde belirttikleri “mühendislik tasarım süreci için daha fazla süre verilebilirdi”, “Arduino eğitimi, uygulama öncesinde daha uzun süre verilmeli” gibi ifadelerinden, kullanılan materyallerin karar aşamalarında uzun zaman kaybetmeleri, yapmaları istenen tasarımlar için zorlanmaları ve ve STEM ile ilişkisi boyutu ile beklenenden daha az olumlu tutum göstermiştir. Buna rağmen, “Arduino devre elemanlarını kullanmak keyifliydi”, “tasarım yapmak, sorumluluk almak mühendis gibi hissettirdi” ifadesinde belirttikleri gibi, öğrencilerin tasarım sürecinde hoş vakit geçirdiklerini, öğrencilere verilen mühendislik dosyası ve mektup zarfı ile kendilerini mühendis gibi hissettiklerini, sorumluluk aldıklarını ve bu bağlamda konuyu yaparak yaşayarak öğrendikleri için daha iyi öğrendiklerini belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, İrkıçatal (2016) fen bilimleri alt alanı fizik konularından Kuvvet ve Hareket ünitesinin basit makineler konusundaki mühendislik tasarım süreci doğrultusunda uygulanan STEM içerikli okul sonrası etkinliklerin 7. sınıf öğrencilerinin mühendislik anlayışları incelenmiş çalışmanın sonucunda STEM içerikli okul sonrası etkinliklerin Basit Makineler konusunda öğrencilerin mühendislik tutumlarında olumlu bir etki yarattığı tespit edilmiştir. Wendell ve diğ. (2010), fen konularını mühendislik içerikli öğretim programı kullanarak LEGO oyun maketleri ile zenginleştirerek uygulamış, geleneksel yöntemle karşılaştırmış ve mühendislik içerikli programın fen konularının öğretiminde daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

STEM tutumunun son boyutu teknoloji öğrenimi ve kullanımı nicel olarak incelendiğinde ise anlamlı fark görülmemiş ancak öğrencilerin yeni nesil eğitim teknolojileri ile keyif aldığını yalnız prezi ve tincercad gibi programları kullanırken pratiklik açısından zorlandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin değerlendirme formundaki görüşleri incelendiğinde “teknolojiyi kullanarak problemleri çözdük” ifadesinden yola çıkarak eksik bilgilerini teknolojiyi kullanarak tamamladıkları, ancak “Arduino ve ölçüm cihazlarını kullanmakta zorlandım”, “teknik arızalar yaşanması tasarım

sırasında zaman kaybettirdi” ifadelerinden ve rubriklerde aldıkları puanlar ile kıyaslandığında ürünlerinde istenilen sonuca ulaşamadıkları, prezî sunum programı yerine ürün tanıtımında power point kullanmaları gibi problemler, STEM’in teknoloji öğrenimi ve kullanımı tutumunu değiştirmedeğinin kanıtları olarak gösterilebilir. STEM’ in teknoloji boyutu üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, Kayalar (2010), araştırmasında amacı mobil teknolojiye dayalı STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının mühendislik tasarım becerilerine etkisi incelendiğinde, deney grubuna Mobil Teknolojiye Dayalı STEM uygulamaları ile ders işlenmiş; kontrol grubuna ise sadece STEM etkinlikleri ile ders işlenmiştir. İki grupta da öğrencilerin istenen düzeyde model oluşturamadıkları ve oluşturdukları revizyonları yapamadıkları görülmüştür. Deney grubundaki öğrencilerin mobil teknolojilerdeki sensörleri STEM tasarımlarında kullanmada az da olsa zorlandıkları görülmüş ve iletişim becerilerinde kontrol grubunun deney grubuna göre başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tantu (2017), yapmış olduğu tez çalışmasında STEM eğitimi için mobil uygulamaların değerlendirilmesi konusunda Türkiye’nin değişik illerinden öğretmen görüşleri mülakat soruları ve mobil uygulama değerlendirme formu kullanarak incelenmiş ve araştırma sonucunda mobil teknoloji kullanmanın STEM eğitime olumlu etkisi olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca mobil uygulamaların STEM uygulamalarında ilgi çekme, bilimsel ölçümler yapma, içerik sunma, içerik geliştirme ve değerlendirme amacıyla kullanıldığı ortaya konulmuştur.

Araştırmanın üçüncü alt problemi olan “Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğrencilerin fizik tutumları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusunun analiz sonuçları incelendiğinde, elde edilen bulgulardan ön test ve son test fizik tutumu t-testi ile karşılaştırıldığında, fizik tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Başka bir ifade ile öğrencilerin son testte ön teste göre fizik dersine karşı tutumu değişmemiştir. Aynı durum STEM tutum ön test ve son test farklılığında da gerçekleşmiştir. Bunun nedeninin uygulamanın yapıldığı okulun fen lisesi olması buna bağlı olarak öğrencilerin hali hazırda ortaöğretimde fen lisesini tercih etmelerinin fen bilimlerine duydukları ilgi olması gösterilebilir. Alan yazında fizik tutumun incelendiği araştırmalara bakıldığında, Karakuyu ve Tortop (2010) sınıf öğretmenliği öğretmenleri ile çalışmış, öğrenme stillerinin öğretmen adaylarının fizik dersindeki başarılarına ve derse yönelik tutumlarına etkisini incelemiş ve öğretmen adaylarının olumlu tutum geliştirdikleri sonucuna ulaşmıştır.



Araştırmanın dördüncü ve beşinci alt problemleri sırasıyla “Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamaları sonucunda ön testte öğrencilerin akademik başarıları ile STEM ve fizik tutum arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?” ve “Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamaları sonucunda son testte öğrencilerin akademik başarıları ile STEM ve fizik tutum arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?” sorularıdır. Bu doğrultuda ön test ve son testte basit elektrik devreleri başarı testi, STEM tutum ve fizik tutum arasındaki ilişki incelenmiş ve analiz sonuçlarına göre basit elektrik devreleri başarı testi ile STEM tutum ve fizik tutum arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı; STEM tutum ve fizik tutum arasında ise ön testte bir ilişki yokken, son testte pozitif orta derecede anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür.

Fen eğitiminin günlük yaşamın bir parçasını oluşturması sebebiyle kişilerin günlük hayattan kazanımlar elde etmesi oldukça önemlidir. Bu süreçte günlük yaşamın bir parçası olan elektrik konusu da önem kazanmaktadır. Elektrik konusu lise düzeyindeki öğrenciler için temel beceri oluşturabilmesi amacıyla öne çıkarılan ve STEM alanında kolaylıkla etkinlik tasarlanmasını sağlayan bir konudur. Bu anlamda yorumlama ve işbirliğine dayanmaktadır. Bu bağlamda probleme dayalı öğrenme ortamındaki STEM aktivitelerini kolaylaştırmaktadır. Bu şekilde bilgiyi daha etkin bir şekilde öğrenecekler ve koruyacaklardır. Mühendislik göz önüne alındığında, öğrenciler hem ölçek hem de görüşme sonuçlarında olumlu tutumlar göstermiştir. STEM tutum ölçeğinin mühendislik alt boyutunda gerçekleşen puan artışını destekler niteliktedir. Bu sonuçlar, probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin mühendisliğe yönelik tutumlarını geliştirdiğini göstermektedir.

Öğrencilerin yapılan uygulamaların sonucunda katıldıkları STEM tutum ölçeğindeki maddeler fen derslerine olan katkıların yanı sıra, matematik, teknoloji gibi alanlarda da öğrencilerin bakış açılarına dair sonuçlar elde etmek üzerine uygulanmıştır. Elde edilen bulgularda öğrencilerin okulda ya da okul dışında daha fazla matematik ile ilgili eğitimler almak isterim önermesine verdikleri cevap kapsamında bu uygulamalar sürecinin öğrenciler üzerinde ileriye yönelik olumlu tutum ve etkilerinin oluştuğunu ve bu süreçte öğrencilerin görev ve sorumluluklardan kaçınmadıklarını göstermektedir. STEM tutum ölçeği ile öğrencilerin, elektrik konusundaki başarı durumları kıyaslandığında paralel olarak ilerlediği ve öğrencilerin olumlu bakış açılarında başarılarının da arttığı gözlemlenmiştir. Marulcu ve Sungur’un (2013) çalışmasında 2011-2012 akademik yılında Erciyes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen ve Bilgisi Öğretmenliği bölümünde son sınıfta öğrenim gören 44 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarından mühendisliğin önemi, mühendisliğe aşinalık, mühendisliğin özellikleri, mühendislerin özellikleri ile ilgili

soruları cevaplamaları istenmiş ve elde edilen bulgulardan fen ve teknoloji dersi öğretim programının mühendislik becerilerinin öğretimini de içerecek şekilde yeniden düzenlenmesi gerektiği, eğitim fakültelerinde fen ve teknoloji öğretmeni yetiştiren programlarında da mühendislik sürecinin öğretilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu konuda gelecekte yapılacak çalışmalarda mühendislik süreciyle fen konu ve kavramlarının nasıl öğretilebileceğine yönelik çalışmaların geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Araştırmanın altıncı alt problemi olan “Onuncu sınıf fizik dersi elektrik konusunda STEM uygulamalarıyla ilgili öğrencilerin görüşleri nelerdir?” sorusunun analizi için uygulama sonunda, STEM uygulamaları kapsamında yapılan uygulamalara yönelik olarak öğrencilerle görüşme yapılmıştır. Yapılan görüşmeler sonucunda öğrencilerin belirttiği görüşlere dayanarak, uygulamalar kapsamında konuları Arduino elektirik devre elemanları ile eğlenerek, yaparak-yaşayarak, görev paylaşımı yaparak ekip çalışması ruhu kazandıkları, deney yaparak, tasarım yaparak ve sorumluluk alarak anlamlı ve kalıcı bir şekilde öğrendikleri görülmüştür. Ayrıca uygulanan etkinliklerde kullanılan mühendislik tasarım süreç basamakları, çalışma yapıları, senaryolar gibi teknikler öğrencilerin öğrendikleri konuları günlük yaşamla ilişkilendirdiklerini göstermiştir.

STEM uygulamalarının öğrencilerin elektrik devrelerine karşı becerilerini geliştirdiği, yaratıcılıklarını arttırdığı, yaşam ve meslek becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı da tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin merak duygusunu arttırdığı, öğrencilerin zeka gelişimlerine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Günlük yaşamın bir parçası olan elektrik devrelerinin tamiri veya oluşacak arıza tespiti konusunda fikir yürütmeye başladıkları tespit edilmiştir. STEM uygulamalarının öğrencilerin gelişmelerine katkı sağladığı tespit edilse de ancak uygulama sırasında bazı olumsuzluklarının yaşandığı da görülmüştür. Kişilerarası ve işbirliği becerilerinde sıkıntıların yaşandığı, uygulamalar sırasında sınıf düzenini bozucu durumların ortaya çıktığı ve çalışmalar sırasında zaman sorunlarının yaşandığı tespit edilmiştir.

STEM uygulamasında kullanılan mühendislik tasarım süreci basamaklarının değerlendirilmesi rubriğin alt performansında görülmektedir. Etkinliğin 5E öğrenme modelinin derinleştirme basamağında uygulanan mühendislik tasarım süreci çalışma yapıları incelendiğinde basamaklarında sıralamayı takip etmeyen grupların tasarımın değerlendirilmesinde de düşük puan aldığı analitik rubrikte görülmektedir. Bu nedenle mühendislik tasarım süreçlerinin nitelikli ürün ortaya koyma konusunda önemli olduğu kanıtlanmaktadır.

Ergin, Kanlı ve Tan (2007), çalışmalarında ortaöğretim düzeyinde askeri okulda birinci sınıfta yer alan öğrencilerin fizik dersinde, 5E modeli esas alınarak, İki Boyutta Atış Hareketi (yatay ve eğik atış hareketi) konusunda uygulanan dersin, öğrencilerin öğrenmesindeki etkililiği araştırılmış ve konularak önerilerde bulunulmuştur. Konu seçimi yapılırken, uygulama yapılan öğrencilerin sonucu yapılan analizlerde 5E Modeli'nin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin, geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. Öğrencilerin askeri öğrenci olması nedeniyle hem onların ilgisini çekecek, hem de anlamakta zorlandıkları İki Boyutta Atış Hareketi (yatay ve eğik atış hareketi) konularına ilgi duydukları görülmüştür.

Çalışmada STEM etkinliklerini değerlendirmeye yönelik analitik rubrik ile STEM etkinlikleri değerlendirme formu incelendiğinde, analiz sonucu elde edilen bulgular paralellik göstermektedir. Bu bağlamda etkinlikte görev paylaşımı yapabilen, tasarımda özgün olan, tasarıma ilişkin çizim ve hesaplama yapma yetisine sahip gruptaki öğrencilerin değerlendirme formu incelendiğinde öğrencilerin ekip çalışması yapmaktan zevk aldıkları ve sorumlulukları paylaşarak istenilen düzeyde tasarım yaptıkları görülmüştür.

Sonuç olarak, yapılan uygulamaların sonucunda nicel verilere göre öğrencilerin akademik başarıları artmış, STEM tutum ve fizik tutumları değişmemiş ancak nitel veri toplama araçları olan STEM etkinlikleri değerlendirme formu ve STEM uygulamalarını değerlendirmeye yönelik analitik rubrik üzerinde betimsel analiz yapıldığında öğrencilerin derse daha çok ilgi gösterdikleri, tasarım yapmaktan keyif aldıkları, konuyu daha iyi öğrendikleri, gelecek kariyerleri için STEM alanlarının önemli olduğu gibi olumlu tutumlar geliştirdikleri görülmüştür.

## 5.2. Öneriler

STEM eğitime yönelik literatür taraması yapıldığında çalışmaların sayısında özellikle son yıllarda oldukça artış olduğu görülmektedir. Ancak bu çalışmalar genellikle ortaokul düzeyinde ve fen bilgisi dersi üzerine yapılmış çalışmalardır. STEM uygulamalarına yer verilen bu çalışmada, ortaöğretim öğrencileri ile akademik başarıları, STEM ve fizik tutumları üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmanın bu bölümünde araştırmanın sınırlılıkları ve elde edilen sonuçlar dikkate alınarak şu öneriler belirlenmiştir.

1. Araştırma ortaöğretim 10. sınıf öğrencileri üzerinde uygulanmıştır. Farklı sınıf seviyeleri ile aynı uygulamalar yapılabilir.

2. Araştırma ortaöğretim fen lisesi öğrencileri ile yapılmıştır. Bu uygulama farklı ortaöğretim okul türünde yapılabilir.

3. Araştırmanın süresi, iki hafta ön test ve son test olmak üzere, altı hafta STEM uygulamaları şeklindedir. Bu süre çalışmadaki etkinlik yoğunluğuna göre altı hafta ile sınırlı kalmıştır. Daha uzun süre ile aynı çalışma uygulanabilir.

4. STEM uygulaması fizik dersi ile sınırlandırılmıştır. Farklı ortaöğretim programlarında aynı uygulama yapılabilir.

5. Uygulamada çalışma yaprakları, deney yaprakları, örnek soru çözümü, mühendislik tasarım süreçleri, simülasyonla öğrenme, soru-cevap, beyin fırtınası, hikaye gibi farklı yöntem ve teknikler bir şekilde verilmiştir. Bu süreç dahilinde farklı uygulama yöntem ve teknikler kullanılabilir.

6. STEM eğitiminde öğretmen rehberdir ve öğretmenin rolü önemlidir. Bu nedenle öğretmenin STEM etkinliklerinde rolü yönergeler şeklinde belirlenebilir.

7. Uygulamada mühendislik tasarım süreci basamaklarında farklı eğitim yöntemi ve materyalleri kullanılabilir.

## KAYNAKLAR

- Açışlı, S., Yalçın, S.A. ve Turgut, Ü. (2011). Effects of the 5E learning model on students' academic achievements in movement and force issues. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 2459-2462.
- Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Çorlu, M. S. ve Özel, S. (2012). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitimi: Disiplinlerarası çalışmalar ve etkileşimler*. The X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde.
- Adkins, R. C. (2012). *America desperately needs more STEM students. Here's how to get them*. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/forbesleadershipforum/2012/07/09/america-desperately-needs-more-stem-students-heres-how-to-get-them/#37605a037497>
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). *Günümüz modası mı yoksa gereksinim mi?*. STEM eğitimi Türkiye raporu. İstanbul Aydın Üniversitesi, STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. New York: Oxford University Press.
- Ananiadou, K., & Claro M. (2009). *21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries*. OECD Education Working Papers. Paris.
- Aycan, ř., Arı, E., Türkoğuz, S., Sezer H. ve Kaynar Ü. (2017). Fen ve fizik öğretiminde bilgisayar destekli simülasyon tekniğinin öğrenci başarısına etkisi: yeryüzünde hareket örneği. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 15, 57-70.
- Aydeniz, M. ve Bilican, K. (2018). STEM eğitiminde global gelişmeler ve Türkiye için çıkarımlar. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi* içinde (4. Baskı, s.85). Ankara: Pegem Akademi.
- Aydın, F. ve Karaçam, S. (2015). Gruplar için teknolojik tasarım uygulamalarını değerlendirmeye yönelik bir analitik rubrik çalışması. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 132-147.
- Aydın, M. (2018). Lego robotik uygulamaları ile STEM eğitimi. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi* içinde (4. Baskı, s. 376-396). Ankara: Pegem Akademi.
- Aygen, M. B. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bütünleşik öğretmenlik bilgilerinin desteklenmesine yönelik STEM uygulamaları*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Bağcı-Kılıç, G. (2001). Oluşturmacı fen öğrenimi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 1, 7-22.
- Barak, M., & Assal, M. (2017). Robotics and STEM learning: Students' achievements in assignments according to the P3 tax taxonomy-Practice, problem solving, and

projects. *International Journal of Technology and Design Education*, Articles not assigned to an issue (Articles not assigned to an issue).

- Beane, J. A. (1995). *Curriculum integration and the disciplines of knowledge*. Bloomington: Phi Delta Kappa International
- Bilekyiğit, Y. (2018). *Biyoloji dersinde gerçekleştirilen STEM etkinliğinin mesleki ve teknik anadolu lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına ve kariyer ilgilerine etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman.
- Boddy, N., Watson, K., & Aubusson, P. (2003). A trial of the five es: A referent model for constructivist teaching and learning. *Research in Science Education*, 33, 27–42.
- Bottia, M. C., Stearns, E., Mickelson, R. A., Moller, S., & Parker, A. D. (2015). The relationships among high school STEM learning experiences and students' intent to declare and declaration of a STEM major in college teachers. *College Record Volume*, 117(3), 1-46.
- Bozdoğan, A. E. ve Altunçekiç, A. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının 5E öğretim modelinin kullanılabilirliği hakkındaki görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(2), 579-590.
- Bozkurt-Altan, E., Yamak, H. ve Buluş-Kırıkkaya, E. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde kullanılmasına yönelik bir öneri: tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Bozkurt-Altan, E. (2018). Tasarım temelli fen eğitimi ve probleme dayalı STEM uygulamaları. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi* içinde (4. Baskı s. 169-204). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2018). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Veri analizi el kitabı*, Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemleri*, Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Bybee, R. W. (1997). National standards and school science and mathematics. *School Science and Mathematics*, 97(6), 281-340.
- Bybee, R. W. (2010a). What is STEM Education. *Science*, 329(5995), 996. doi: 10.1126/science.1194998
- Bybee, R.W. (2010b). Advancing STEM education: a 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W. (2013a). An issue of equity: Assessing the cultural knowledge of pre-service teachers in teach for America. *Critical Education*, 4(13), 28-44.

- Bybee, R. W. (2013b). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Bybee, R. W. (2015). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
- Cameron, R. G. (2005). *Mindstorms robotlab: Developing science concepts during a problem based learning club*. The master thesis. The University of Toronto Department of Curriculum Teaching and Learning, Canada.
- Campbell, M. (2017). *The effects of the 5E learning cycle model on students' understanding of force and motion concepts*. Unpublished master thesis. University of Central Florida Department of Teaching and Learning Principles, Florida.
- Cantrell, P., & Ewing-Taylor, J. (2018). Exploring STEM career options through collaborative high school seminars. *Journal of Engineering Education*, 98(3), 295-303.
- Carnevale, A. P., Melton, M., & Smith, N. (2011). *STEM Science, Technology Engineering, Mathematics*. Issued Report. George Town University, Center on Education and the Workforce. Washington.
- Cavaş, B. (2012). The meaning of and need for inquiry based science education (IBSE). *Journal of Baltic Science Education*, 11(1), 4-6.
- Cavaş, B., Bulut, Ç., Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2013). Fen eğitimine mühendislik odaklı bir yaklaşım: ENGINEER projesi ve uygulamaları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1), 13-14.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Uludağ Üniversitesi Eğitim bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Christensen R. & Knezek G. (2017). Relationship of middle school student STEM interest to career intent. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*. 3(1), 1-13.
- Corlu, M. S. (2013). Insights into STEM education praxis: an assessment scheme for course syllabi. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 13(4), 2477-2485.
- Corlu, M., & Aydın, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 20-29.
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). FeTeMM eğitimi ve alan öğretmen eğitime yansımaları. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.

- Çorlu, S. (2017). *STEM Kuram ve Uygulamalarıyla* (2. Baskı). İstanbul: Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık.
- Daugherty, M. K. (2013). The Prospect of an “A” in STEM Education. *Journal of STEM Education*, 14(2), 10-15.
- Demirci-Güler, M. P. (2017). *Fen bilimleri öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Demirel, Ö. (2015). *Eğitimde program geliştirme kuramdan uygulamaya*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Department of Education (2012). *U.S. department of education strategic plan: For fiscal years 2011-2014*. Washington, D.C.
- Doğan, Y. (2012). Fen ve teknoloji dersi programında belirtilen yapılandırmacı etkinliklerin benimsenme düzeyi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 20(1). 167-186.
- Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=9DDFE96EEBE6A7DE4805EEBA6760EBAB?doi=10.1.1.476.5804&rep=rep1&type=pdf> 6th
- Ergin, İ. (2017). *Fizik eğitiminde 5E modelinin öğrencilerin akademik başarısına, tutumuna ve hatırlama düzeyine etkisine bir örnek: İki boyutta atış hareketi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ergin, İ., Kanlı, U. ve Tan, M. (2007). Fizik eğitiminde 5E modelinin öğrencilerin akademik başarısına etkisinin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 191-209.
- Eskicumalı, A., Demirtaş, Z., Gür-Erdoğan, D. ve Arslan, S. (2014). Fen ve teknoloji dersi öğretim programları ile yenilenen fen bilimleri dersi öğretim programlarının karşılaştırılması. *International Journal of Human Sciences*, 11(1), 1077-1094.
- Fan, S., & Ritz, J. (2014). International views of STEM education. In *PATT-28 Research into Technological and Engineering Literacy Core Connections* (1st ed. pp. 7- 14). Orlando: International Technology and Engineering Educators Association.
- Gao, Y. (2012). *STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)*. Report of Taiwan. University of Melbourne, Centre for the Study of Higher Education (CSHE), Australian Council of Learned Academies, Australia.
- Gay, L.R., & Airasian, P. (2000). *Education Research. Competencies for Analysis and Application*. U.S: Science and Education Publishing.
- Goldsworthy, A. (2016). *Teaching students how to investigate, paper presented at the annual meeting of science conference*, University of Nicosia, Cyprus.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). Science, technology, engineering and mathematics



(STEM) education: A primer. Retrieved from <https://www.fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf>

- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017). Altıncı Sınıf Öğrencilerinin FeTeMM Temelli Etkinlikler Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi (ALEG)*, 3(1), 25-40.
- Grubbs, M. (2013). Robotics intrigue middle school students and build stem skills. *Technology and Engineering Teacher*, 72(6), 12-16.
- Guzey, S. S., Harwell, M., & Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271-279.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen, teknoloji, mühendislik, matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Hakerem, G., Dobrynina, G., & Shore, L. (1993). The effect of interactive, three dimensional, high speed simulations on high school science students' conceptions of the molecular structure of water. *Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Atlanta, United States.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press.
- Hynes, M., Postmore, M., Dare, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. Research report. Utahstate University, Utah.
- Hurley, M. M. (2001). Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. *School Science and Mathematics*, 101(5), 259-268.
- İrkıçatal, Z., (2016). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) içerikli okul sonrası etkinliklerin öğrencilerin başarılarına ve FeTeMM algıları üzerine etkisi*. Yüksek lisans tezi. Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- İstanbul Aydın Üniversitesi. (2015). *STEM eğitimi*. Çalıştay Raporu. İstanbul.
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: A case study on students understanding of trajectory motion, *Computer and Education*, 36(2), 183-204.
- Jones, J. I. (2014). *An overview of employment and wages in science, technology, engineering, and math (STEM) groups*. Retrieved from <https://www.bls.gov/opub/btn/volume-3/an-overview-of-employment.htm>.
- Judson, E. (2014). Effects of transferring to stem-focused charter and magnet schools on

- student achievement. *The Journal of Education*, 107(4), 255-266.
- Judson, E., & Sawada, D. (2016). Examining the effects of a reformed junior high school science class on students' math achievement. *School Science And Mathematics*, 100(8), 419-425.
- Kalkınma Bakanlığı. (2013). *10. kalkınma planı (2014-2018)*. Ankara.
- Kang, M., Kim, J., & Kim, Y. (2013). Learning outcomes of the teacher training program for steam education. *Korean Journal of the Learning Sciences*, 7(2), 18-28.
- Karakaş, A. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) uygulamalarının fen öğretimine yansımaları*. Yayınlanmamış doktora tezi. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Kaya, E. (2015). *Güneş sistemi ve ötesi: Uzay bilmecesi ünitesi için bilişsel yük kuramı İlkelerine göre geliştirilen teknoloji destekli rehber materyallerin etkililiğinin belirlenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kayalar, A. (2018). *Mobil teknolojiye dayalı FeTeMM uygulamalarının öğretmen adaylarının mühendislik tasarım becerilerine, sistem düşünme zekâsına ve öğretmenlik özyeterliklerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Karakuyu, Y. ve Tortop, H. S. (2010). Öğretmen adaylarının öğrenme stillerinin fizik dersine yönelik tutum ve başarılarına etkisi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(1), 47-55.
- Korkut-Owen, F., & Çapan, B.E. (2017). Ortaöğretim öğrencilerinin fen teknoloji matematik ve mühendislik alanlarını seçmeyi düşünme nedenleri. *Yaşadıkça Eğitim*, 31(2), 23-40.
- Kearney, M., & Maher, D. (2013). Mobile learning in math teacher education: Using ipads to support pre-service teachers' professional development. *Australian Educational Computing*, 27(3), 76-84.
- Keçeci, G., Alan, B. ve Kırbağ-Zengin. F. (2017). 5. sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 1-17.
- Kılınç, A., Koç-Şenol, A., Eraslan, M. ve Büyük U. (2013). Robotik destekli fen öğretimi: Bilsen örneği. *International Symposium on Changes and New Trends in Education Symposium Proceedings Book*, 65-75.
- Kolodner, J. L., Crismond, D., Gray, J. Hoolbrook, J., & Puntambekar, S. (1998). Learning by design from theory to practice. *In proceedings of the International Conference of the Learning Sciences*. Retrieved from <http://www.cc.gatech.edu/projects/Ibd/htmlpubs/Ibdtheorytoprac.html>
- Korea Foundation Forthe Advancement of Science and Creativity. (2011). *STEAM*

*Education. Research reports. Korea.*

- Korkut-Owen, F., Kepir, D. D., Özdemir, S., Ulaş, Ö. ve Yılmaz, O. (2012). Üniversite öğrencilerinin bölüm seçme nedenleri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(3), 135-151.
- Korkut-Owen, F. ve Çapan, B. (2017). Ortaöğretim öğrencilerinin mesleğe ilişkin akılcı olmayan düşünceleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 47, 360-386.
- Koyunlu-Unlu, Z., Dokme, I., & Unlu, V. (2016). Adaptation of the science, technology, engineering, and mathematics career interest survey (STEM-CIS) into Turkish. *Eurasian Journal of Educational Research*, 63, 21-36.
- Landivar, L.C. (2013). *The relationship between science and engineering education and employment in STEM occupations*. American Community Survey Reports. Census Bureau.
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). *STEM: Country comparisons, international comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education*. Final report. Australian Council of Learned Academies, Melbourne.
- Martin, D. J. (2006). *Elementary science methods. a constructivist approach*. Thomson Higher Education 10. Belmont: Davis Drive.
- Meng, C., Idris, N., Eu, L., & Daud, F. (2013). Secondary school assessment practices in science, technology, engineering and mathematics (STEM) related subjects. *Journal of Mathematics Education*, 6(2), 58-69.
- Mentzer, N. (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 103-136.
- Meyrick, K.M. (2011). How STEM education improves student learning. *Meridian K12 School Computer Technologies Journal*, 14(1), 1-6.
- Miaoulis, I. (2009). Engineering the K-12 curriculum for technological innovation. IEEE-USA Today's Engineer Online. Retrieved from <http://www.todaysengineer.org/2009/Jun/K-12-curriculum.asp>.
- Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı (4. ve 5.sınıflar)*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2006). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı (6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı, Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (2016). *STEM Eğitimi Raporu*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2017). *İlköğretim fen ve*

*teknoloji dersi öğretim programı (4. ve 5. sınıflar)*. Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2018a). *Ortaöğretim fizik dersi öğretim programı (9, 10,11 ve 12. Sınıflar)*. Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2018b). *Teknoloji ve tasarım dersi öğretim programı (7. ve 8. sınıflar)*. Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2018c). *Bilgisayar bilimi dersi öğretim programı*. Ankara.

Milli Eğitim Bakanlığı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2018d). *Ortaöğretim matematik dersi öğretim programı (9, 10,11 ve 12. Sınıflar)*. Ankara.

Ministry of Education Malaysia. (2013). *STEM education: policies and prospects toward achieving international standard and meeting national development needs*. Malaysia Education of Blueprint 2013-2025. Malaysia.

Moore, T.J., Stohlmann, M.S., Wang, H. H., Tank, K. M., & Roehrig, G.H. (2013). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In: J. Strobel, S. Purzer, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Research into practice*. Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.

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.

Morrison, J. S. (2006). Ties STEM education monograph series: attributes of stem education. *Teaching Institute For Essential Science*, 443, 421-1076.

Murat, A. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının 21.yüzyıl becerileri yeterlik alguları ile STEM'e yönelik tutumlarının incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman.

Nalçacı, İ. Ö., Akarsu, B. ve Kariper, İ. A. (2011). Ortaöğretim öğrencileri için fizik tutum ölçeği derlenmesi ve öğrenci tutumlarının değerlendirilmesi. *Journal of European Education*, 1(1).

National Academy of Engineering & National Research Council (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press.

Next Generation Science Standards Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states by states*. Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council. (1996). *The national science education standards*. Washington, DC: National Academy.

National Research Council. (2010). *Standards for K-12 engineering education?*

Washington DC: The National Academic Press.

- National Research Council. (2011). *The importance of STEM education, successful STEM education: A workshop summary*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- National Research Council. (2015). *National Science Education Standards: Observe, Interact, Change, Learn*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Board, National Science Foundation. (2018). *Science and engineering indicators 2018*. Arlington, VA.
- Navruz, B., Erdogan, N., Bicer, A., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Would a STEM school 'by any other name smell as sweet'? *International Journal of Contemporary Educational Research*, 1(2), 67-75.
- Newby, D. E. (2004). *Using inquiry to connect young learners to science*, National Charter Schools Institute. Retrieved from [http://www.nationalcharterschools.org/uploads/pdf/resource\\_20040617125804\\_Using%20Inquiry.pdf](http://www.nationalcharterschools.org/uploads/pdf/resource_20040617125804_Using%20Inquiry.pdf)
- Norris, T. (2010). Obama says STEM education critical for competing with asia. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2007). *Measuring innovation: A new perspective*. Annual report. Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2010). *Measuring innovation: A new perspective*. Annual report. Paris.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2017). *PISA 2017 science competencies for tomorrow's world*. Analysis. Paris: OECD.
- Owen, F. K., Kepir, D. D., Özdemir, S., Ulaş, Ö. ve Yılmaz, O. (2012). Üniversite öğrencilerinin bölüm seçme nedenleri, *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(3), 135-151.
- Özçep, F. (2017). *Bilim ve mühendislik: Tarihsel gelişim ve felsefesi*. <http://www.istanbul.edu.tr/eng/jfm/özcep/BilimMühendislik.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Özyürek, A. ve Eryılmaz, A. (2001). Öğrencilerin fizik dersine yönelik tutumlarını etkileyen etmenler. *Eğitim ve Bilim*, 26(120), 21-28.
- Pekbay, C. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri*. Yayınlanmamış doktora tezi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- President's Council of Advisors on Science and Technology. (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in STEM (science, technology, engineering and math) for America's 165 future*. Executive Report. Washington, D.C.
- Rider-Bertrand, J. (2015). *A K-12 STEM program audit of the radnor town ship school district*. RTS STEM Denetim Raporu. Wayne, PA.
- Riechert, S., & Post, B. (2010). From skeletons to bridges ve other STEM enrichment exercises for high school biology. *The American Biology Teacher*, 72(1), 20-22.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Henriksson, H. W., & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A new pedagogy for the future of Europe*. European Commission Directorate General for Research Information and Communication Unit, Belgium.
- Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L., Hirsch, L.S. & Kimmel, H. (2010). Advancing the "E" in K-12 STEM education, *The Journal of Technology Studies*, 36(1), 53-64.
- 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.
- Russell, J. W., Kozma, R. B., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N., & Davis, J. (2016). Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic, and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts, *Journal of Chemical Education*, 74(3), 330-334.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sanders, M. E. (2012). Integrative STEM education as best practice. *Explorations Of Best Practice In Technology, Design, & Engineering Education*, 2, 103-117.
- Savran-Gencer, A. (2015). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(1), 1-19.
- Savran-Gencer, A., Doğan, H., Bilen, K. ve Can, B. (2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45, 38-55. doi: 10.9779/PUJE.2018.221
- Schnittka, C., & Bell, R. (2011). Engineering dizayn and conceptual change in science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*, 33(13), 1861-1887.
- Selvi, M. ve Yıldırım, B. (2018). STEM öğretme-öğrenme modelleri. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi* içinde (4. baskı, s. 205-242). Ankara: Pegem Akademi.
- Senemoğlu, N. (2013). *Gelişim öğrenme ve öğretim. Kuramdan uygulamaya*. Ankara:

Yargı Yayınevi.

- Smith, J., & Karr-Kidwell, P. (2000). The interdisciplinary curriculum: a literary review and a manual for administrators and teachers. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443172.pdf>
- Smolentseva, A. (2015). Bridging the gap between higher and secondary education in Russia. *International Higher Education*, 19. doi: 10.6017/ihe.2000.19.6863
- STEM Akademi. (2013). *Etkinlik tasarımları*.  
<http://www.stemakademi.com.tr/urun-ve-hizmetler/atolye-kurulumlari/sayfasından> erişilmiştir.
- Suh, Y. (2011). *Promotion and challenges of STEAM education*. Retrieved from <http://eng.kedi.re.kr/khome/eng/archives>
- Şahin, G., Zoraloğlu, Y. R. ve Şahin-Fırat, N. (2011). *Üniversite öğrencilerinin yaşam amaçları, eğitsel hedefleri, üniversite öğreniminden beklentileri ve memnuniyet durumları*, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 17(3), 429-452.
- Şahin, A., Ayar, M. C. ve Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297-322.
- Şahin, K. ve Kabasakal, V. (2018). STEM eğitim yaklaşımında dinamik matematik programlarının (geogebra) kullanımına yönelik öğrenci görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(STEMES'18), 55-62.
- Şems, D. (2017). *Lise 1 biyoloji dersi canlıların temel bileşenleri konusunun öğretiminde yapılandırmacı yaklaşımın etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şen, H. C. ve Eryılmaz, A. (2011). Bir başarı testi geliştirme çalışması: Basit elektrik devreleri başarı testi geçerlik ve güvenirlik araştırması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 8(1), 1-39.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*. Boston: Pearson Publishing.
- Tantu, Ö. (2017). *Evaluating mobile apps for STEM education with in-service teachers*. Yayınlanmamış doktora tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Temizkan, M. (2014). *Eğitimde yenilikçi yaklaşımlar robot uygulamaları*. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Thomasian, J. (2011). *Building a science, technology, engineering, and math education agenda: An update of state actions*. National Governors Association. Washington, D.C.

- Toulmin, C. N. ve Groome, M. (2017). *Innovation America. Building a Science, Technology, Engineering and Math Agenda*. National Governors Association. Amerika.
- Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). *STEM education: A project to identify the missing components*. Intermediate Unit 1: Center for STEM Education and Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach. Carnegie Mellon University, Pennsylvania.
- Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği. (2017). *2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi*. STEM raporu. İstanbul.
- Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu. (2004). *Ulusal bilim ve teknoloji politikaları 2003-2023 strateji belgesi*. Ankara.
- Uluyol, Ç. ve Eryılmaz, S. (2015). 21. yy becerileri ışığında FATİH projesi değerlendirmesi. *Gazi üniversitesigazi eğitim fakültesi dergisi*, 35(2).
- Uslu, G. (2006). *Ortaöğretim matematik dersinde probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin derse ilişkin tutumlarına, akademik başarılarına ve kalıcılık düzeylerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Üçgül, M. (2013). History and educational potential of LEGO mindstorms nxt. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 127 – 137.
- Üstüner, I.,Ş., Ersoy, Y. ve Sancar, M. (2016). *Fen/fizik öğretmenlerinin hizmet içi eğitimi ve sempozyumlardan beklentileri*. IV. FenBilimleri Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı, 311-316.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 2.
- Wang, M. T. (2012). Educational and career interests in math: a longitudinal examination of the links between perceived classroom environment, motivational beliefs, and interests. *Developmental Psychology*, 48, 1643–1657.
- Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Qualifying paper. Tufts University. Retrieved from [https://www.academia.edu/35542853/Fen\\_Eğitiminde\\_Robotik\\_Kullanımı\\_ve\\_Bilimsel\\_Süreç\\_Becerilerini\\_Geliştirmeye\\_Yönelik\\_Etkisi](https://www.academia.edu/35542853/Fen_Eğitiminde_Robotik_Kullanımı_ve_Bilimsel_Süreç_Becerilerini_Geliştirmeye_Yönelik_Etkisi)
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). Incorporating engineering design into elementary school science curricula. *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Louisville, KY.
- White, D.W. (2014). What Is STEM education and why is it important?. *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-9.



- Worsham, E. (2016). Investigation of the S.T.E.M. graduation discrepancy in the U.S. and Singapore. Retrived from <http://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1183&context=discovery-day>
- Wyss, V. L., Heulskamp, D., & Siebert C. J. (2012). Inreasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(4), 501-522.
- Yalvaç, E. (2010). *İlköğretim ikinci kademe matematik programına yönelik etkinliklerin bazı cebir konularının öğretimi üzerindeki etkileri*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Yeung, S. (2004). Teaching approaches in geography and students' environmental attitudes. *The Environmentalist*, 24, 101–117.
- Yıldırım, H. H., Yıldırım, S., Ceylan, E. ve Yetişir, M. İ. (2013). *PISA 2012 ulusal ön raporu*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2014). STEM eğitimi üzerine derleme çalışması: Fen bilimleri alanında örnek ders uygulamaları. *VI. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi Bildiri Kitapçığı*. 238-247.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi, *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2015). Adaptation of STEM attitude scale to Turkish. *Turkish Studies-International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 10(3), 1117-1130.
- Yıldırım, B. (2016). *7. sınıfta fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen teknoloji mühendislik matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. İstanbul: Seçkin Yayıncılık
- Yıldırım, B. (2018). *Teoriden pratiğe STEM eğitimi* (1. Basım). İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Yılmaz, M. ve Eren, A. (2014). Sınıf öğretmen adaylarına basit elektrik devreleri konusunun simülasyon ve laboratuvar uygulaması teknikleriyle öğretimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 84-99.
- Yılmaz, H., Yiğit-Koyunkaya, M., Güler, F. ve Güzey, S. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) eğitimi tutum ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması. *Kastamonu Education Journal*, 25(5), 1787-1800.

Yüksek Öğretim Kurumu. (2019). *Mühendislik fakültesi program çıktıları*. Ege Üniversitesi, İzmir.  
<https://ebys.ege.edu.tr/ogrenci/ebp/organizasyon.aspx?kultur=trTR&Mod=1&ustbirim=5&birim=1&altbirim=1&program=2626&organizasyonId=31&mufredatTurId=932001#Anchor3> sayfasından erişilmiştir.