

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ**

**FEN, TEKNOLOJİ, MÜHENDİSLİK, MATEMATİK (STEM)  
UYGULAMALARININ FEN ÖĞRETİMİNE YANSIMALARI**

**Aytaç KARAKAŞ**

**Danışman**

**Prof. Dr. Hüseyin BAĞ**

**Bu çalışma BAP tarafından 2014EĞBE015 nolu Doktora tez projesi olarak desteklenmiştir.**

**Bu çalışma Tübitak – 2214/A Yurt Dışı Doktora Sırası Araştırma Burs Programı kapsamında desteklenmiştir.**

## DOKTORA TEZİ ONAY FORMU

Bu çalışma, İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda jürimiz tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Salih ÇEPNİ

Üye: Prof. Dr. Hüseyin BAĞ

Üye: Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI

Üye: Doç. Dr. Bilge CAN

Üye: Doç. Dr. Serkan SEVİM

İmza



Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 02/11/2017 tarih ve 37/5.. sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Şükran TOK

Enstitü Müdürü

## ETİK BEYANNAMESİ

Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- 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 yararlanması 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.

  
Aytaç KARAKAŞ

## TEŞEKKÜR

Lisans ve Doktora eğitimim süresince engin bilgi ve tecrübeleriyle yolumu aydınlatan, değerli görüşleriyle beni bir an olsun yalnız bırakmayan, öğrencisi olmanın gururunu ve onurunu her zaman hissettiğim, her yönüyle örnek almaya çalıştığım danışmanım ve değerli hocam Prof. Dr. Hüseyin BAĞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma süresince bana vakit ayıran, değerli bilgi ve görüşleriyle katkılarını esirgemeyen değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Salih ÇEPNİ ve Sayın Doç. Dr. Bilge CAN hocalarıma çok teşekkür ederim.

Araştırmada bana her konuda yardımcı olan, değerli bilgi birikimleriyle çalışmama katkıda bulunan değerleri hocalarım Sayın Doç. Dr. Serkan SEVİM ve Sayın Doç. Dr. Ayşe SAVRAN GENCER'e teşekkür ederim.

Araştırma sürecinde desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma, çalışma grubunu oluşturan öğretmenlere ve öğrencilerine teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın her aşamasında yanımda olan, manevi desteğini her an yanımda hissettiğim değerli eşim Hatice KARAKAŞ'a ve bugünlere gelmemi sağlayan en büyük hazinem sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

### Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM) Uygulamalarının Fen Öğretimine Yansımaları

Aytaç Karakaş

Kaliteli STEM eğitimi, Ülkemizin küresel alanda rekabet edebilmesinde ve öğrencilerimizin 21. yüzyıl işgücünün taleplerine hazırlanmasında kilit bir rol oynamaktadır. STEM, öğrenciler arasındaki iş birliği, iletişim, eleştirel ve yaratıcı düşünce düzeylerini artırmak için gerçekçi bir problem çözme yaklaşımı kullanır. Bu nedenle okullarda STEM entegrasyonu kullanılması beklenmektedir. Bununla birlikte, öğretmenler, bilgi ve tecrübe eksikliğinden dolayı STEM entegrasyonunu kendi sınıflarında uygulamada çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadırlar. Bu nedenle, kaliteli STEM entegrasyonu eğitimi öğretmenlerin sınıflarında başarılı bir şekilde STEM entegrasyonu uygulamaları yapmaları ve öğrencilerinin STEM disiplinlerine yönelik olumlu tutum geliştirmeleri konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Bu yüksek kaliteli eğitimleri sağlamak için STEM entegrasyonu ile ilgili öğretmenlerin algılarını ve sınıf içi uygulamalarını anlamak önemlidir.

Bu çalışmanın amacı; öğretmenlerin STEM entegrasyonuna ilişkin algılarını, sınıf içi STEM entegrasyon uygulamalarını, STEM entegrasyonu sağlama noktasında öz-yeterlik algılarını ve bu öğretmenlerin STEM entegrasyonu sağladıkları sınıflarda öğrenim görmekte olan öğrencilerin STEM tutumlarını araştırmaktır. Bu çalışmada karma yöntem araştırması kullanılmıştır. Bu çalışma, aşağıdaki araştırma sorularını ele almaktadır: 1) STEM entegrasyonunun öğrencilerin STEM tutumlarına olan etkisi nedir? 2) Fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu uygulamaları nelerdir? 3) Fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu hakkındaki genel algıları nelerdir? 4) Fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu ile ilgili algıları ve anlayışlarıyla sınıftaki uygulamaları arasında olası bağlantılar mevcut mudur? 5) Fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu sağlamaları konusunda öz-yeterlik algıları nedir?

Bu çalışma, Öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelik tutumlarını, öğretmenlerin algılarını ve sınıf içi uygulamalarını keşfetmeyi amaçlamaktadır. Araştırmada elde edilen bulgular, fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu algılarının gerçek yaşam problemlerini çözme, uygulama ve mühendislik tasarım süreci üzerine odaklandıklarını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** STEM Entegrasyonu, Öz-yeterlik, Tutum, Fen Eğitimi

## **ABSTRACT**

### **Reflections of the implementations of Science, Engineering, Technology and Maths (STEM) on Science Teaching**

Aytaç Karakaş

Quality STEM education plays a key role in the global competitiveness of Turkey and preparing our students for the demands of the 21st century labor force. STEM utilizes a realistic problem-solving approach to increase collaboration, communication, critical and creative thinking levels among students. Thus, STEM integration is expected to be realized in schools. However, due to the lack of knowledge and experience, teachers are faced with various difficulties in implementing STEM integration in their classrooms. Therefore, quality STEM integration education plays a crucial role in the implementation of STEM integration applications successfully in classrooms and in development of positive attitudes towards STEM disciplines by the students. To provide the abovementioned high quality education, it is imperative to understand the perceptions of teachers on STEM integration and in-classroom applications.

The objective of the present study was to investigate teachers' perceptions on STEM integration, in-classroom STEM integration applications, their self-efficacy perceptions about implementation of the STEM integration, and attitudes of the students in STEM-integrated classrooms towards STEM. In the present study, mixed research methodology was utilized. This study addressed the following research questions: 1) What is the impact of STEM integration on students' attitudes towards STEM? 2) Which STEM integration applications are used by science teachers? 3) What are the general perceptions of science teachers about STEM integration? 4) Are there connections between the perceptions of science teachers about STEM integration and their in-classroom applications? 5) What are the self-efficacy perceptions of science teachers on implementing STEM integration?

The present study aimed to explore students' attitudes towards STEM disciplines, teachers' STEM perceptions and in-classroom applications. Study findings demonstrated

that the perceptions of science teachers on STEM integration were focused on solving real-life problems, and application and engineering design processes. Through STEM integration focused vocational learning, self-efficacy skills and skill to master STEM applications of the teachers would improve and thus, they would be able to prepare their students for the 21st century labor force.

**Key Words:** STEM Integration, Self-efficacy, Attitude, Science Education



## İÇİNDEKİLER

DOKTORA TEZİ ONAY FORMU.....	iii
ETİK BEYANNAMESİ.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xv
BİRİNCİ BÖLÜM: GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.1.1. Problem Cümlesi.....	7
1.1.2. Alt Problemler.....	7
1.2. Araştırmanın Amacı.....	7
1.3. Araştırmanın Önemi.....	7
1.4. Varsayımlar.....	9
1.5. Araştırmanın Sınırlılıklar.....	9
1.6. Tanımlar.....	10
İKİNCİ BÖLÜM: ALANYAZIN TARAMASI.....	11
2.1. STEM'in Tanımı ve Kökeni:.....	11
2.2. STEM'in Önemi.....	15
2.2.1. Niiçin STEM.....	17
2.2.2. STEM Eğitiminin Arzu Edilen Nitelikleri.....	20
2.3. Öğrenme Teorisi ve STEM.....	20
2.4. STEM Entegrasyonu.....	23
2.4.1. STEM Entegrasyonun Amacı.....	24
2.4.2. STEM Entegrasyonu Bakış Açılıarı.....	25

2.4.3. STEM Entegrasyonunu Destekleyici Kanıtlar.....	27
2.4.4. STEM Okul Kriterleri.....	32
2.4.5. Müfredat ve Kazanımlar.....	34
2.4.6. Öğrenci Başarısı ve STEM.....	35
2.4.7. Mesleki Gelişim ve STEM Okulları.....	36
2.4.8. Öğrenci Katılımı ve STEM.....	37
2.5. STEM Eğitiminin Uygulama Zorlukları.....	39
2.6. Tasarım Temelli Eğitim.....	50
2.7. 21. Yüzyıl Becerileri.....	52
2.8. Öz-Yeterlik Algısı.....	55
2.9. İlgili Araştırmalar.....	58
2.9.1. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar.....	58
2.9.2. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar.....	60
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: YÖNTEM.....	70
3.1. Araştırmanın Deseni.....	70
3.2. Çalışma Grubu.....	71
3.3. STEM Entegrasyonu Eğitimi.....	72
3.4. Verilerin Toplanması.....	74
3.4.1. Görüşmeler.....	74
3.4.2. STEM Tutum Ölçeği.....	76
3.4.3. Sınıf Gözlemleri.....	77
3.5. Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği.....	77
3.6. Verilerin Analizi.....	78
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: BULGULAR VE YORUM.....	80
4.1. Ortaokul Öğrencilerinin STEM Entegrasyonu Öncesi ve Sonrası Tutumları.....	80
4.2. Cinsiyet Değişkenine Göre STEM Tutumlarındaki Değişiklikler.....	83
4.3. Öğretmen Değişkenine Göre STEM Tutumlarındaki Değişiklikler.....	84

4.4. Tek Durum Analizi .....	85
4.4.1. Görüşme Sonuçları.....	85
4.4.1.1. Berrin'in STEM Entegrasyonu Hakkındaki Görüşleri.....	85
4.4.1.2. Ayşe'nin STEM Entegrasyonu Hakkındaki Görüşleri.....	96
4.4.1.3. Haluk'un STEM Entegrasyonu Hakkındaki Görüşleri.....	105
4.4.1.4. Faik'in STEM Entegrasyonu Hakkındaki Görüşleri.....	113
4.4.1.5. Meral'in STEM Entegrasyonu Hakkındaki Görüşleri.....	121
4.5. Çapraz Vaka Analizi .....	139
4.5.1. STEM Entegrasyonunun Odak Noktası Gerçek Yaşam Problemlerini Çözmektir.....	141
4.5.2. STEM Entegrasyonun Odak Noktası Teorik Bilgidir.....	145
4.5.3. STEM Entegrasyonunun Odak Noktası Mühendislik Tasarım Sürecidir...	147
4.5.4. STEM Entegrasyonunun Odak Noktası Yaşam Boyu Kullanılabilecek Beceriler Geliştirmektir.....	152
4.5.5. STEM Derslerine Matematiği Dahil Etmek Zordur.....	154
4.5.6. Teknoloji Entegrasyonu.....	157
4.5.7. STEM Entegrasyonunda Ortaya Çıkmış Zorluklar.....	158
4.6. Fen Bilgisi Öğretmenlerinin STEM Entegrasyonu Sağlamaları Konusunda Öz-Yeterlik Algıları Nedir?.....	162
<b>BEŞİNCİ BÖLÜM: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>165</b>
5.1. Tartışma ve Sonuç.....	165
5.1.1. Fen Bilgisi Öğretmenlerinin STEM Entegrasyonuna Yönelik Zihinsel Modelleri.....	168
5.1.2. Fen Bilgisi Öğretmenlerinin STEM Entegrasyonuna Yönelik Zihinsel Modellerinin Müfredat Entegrasyonu Üzerine Mevcut Literatür İle İlişkilendirilmesi.....	172
5.2.Öneriler.....	175
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>178</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>197</b>
<b>EK A: STEM Tutum Ölçeği .....</b>	<b>197</b>

EK B: Örnek Çalışma Kağıtları .....	200
EK C: Ön Görüşme Soruları.....	220
EK D: Son Görüşme Soruları.....	221
EK E: Öğrencilerin Derslerde Doldurdıkları Çalışma Kağıtları.....	222
EK F: Öğrenci Çalışmalarına Ait Fotoğraflar.....	233
EK G: Yasal İzin.....	237
EK H: Özgeçmiş.....	238

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Katılımcı Öğretmenlerin Demografik Özellikleri.....	72
Tablo 3.2. STEM Entegrasyonu Eğitim Programı.....	73
Tablo 3.3 Ön Görüşme Soruları.....	75
Tablo 3.4. Son Görüşme Sorularından Bir Örnek.....	76
Tablo 4.1 Matematik Bileşeni İçin Ön test- Son test Sonuçları.....	80
Tablo 4.2. Mühendislik Bileşeni İçin Ön test- Son test Sonuçları.....	81
Tablo 4.3. Fen Bileşeni İçin Ön test- Son test Sonuçları Sonuçları.....	81
Tablo 4.4. 21. Yüzyıl Bileşeni İçin Ön test- Son test Sonuçları.....	82
Tablo 4.5. STEM Tutumları Ön test-Son test Eşleştirilmiş t Testi Sonuçları.....	82
Tablo 4.6. Öğrencilerin STEM Tutumlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t Testi Sonuçları.....	83
Tablo 4.7. Öğretmen Değişkenine Göre Öğrencilerin STEM Tutumları Tek yönlü Varyans Analizi.....	84
Tablo 4.8. Öğretmenlerden 7 Kategoride Elde Edilen Örüntüler.....	130

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 5. 1. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonuna Yönelik Zihinsel Modelleri.....	168
---	-----

# BİRİNCİ BÖLÜM

## GİRİŞ

### 1.1. Problem Durumu

Değişme, gelişme ve yenileşme hızının giderek artmakta olduğu çağımızda toplumların bu çağın özelliklerini anlamaları, hızlı değişimlere ayak uydurmaları daha da önemli bir zorunluluk hâline gelmiştir. Günümüzde insanlık, artık "bilgi toplumu" denilen bir aşamaya ulaşmış bulunmaktadır. Bu aşamada toplumun iyi yetişmiş, bilgili, araştırmacı, üretken ve yaratıcı insan gücüne olan ihtiyacı daha da artmıştır (XIII. Millî Eğitim Şûrası, 1990). Aynı zamanda bilim ve teknolojiadaki gelişmelerin sayısının artmış olması gelişim hızını takip etmekte zorlanır hale getirmiştir (Şahin, 2007). Bilim ve teknolojiye meydana gelen gelişmeler toplumsal yapıda hızlı değişimlerin oluşmasını da beraberinde getirmektedir. Toplumsal yapının değişime uğraması ile birlikte bu yapıyı oluşturan kurumların, -daha da indirgenildiğinde- eğitim sisteminin de değişime uğraması zorunlu bir hal almaktadır. Bu değişim ve yenileşme hareketi karşısında çağın ihtiyaç duyduğu insan nitelikleri de değişim göstermektedir. Yeni toplum düzeninde; eğitim ve bilgi değerinin yükselmesi bireyde kendini yetiştirme, geliştirme ve bireysel yeteneklerini sonuna kadar kullanma arzusunu ön plana çıkarmıştır. Uluslar, sürdürülebilir ekonomik büyümeyi teşvik etmek için yeniliğe (teknolojik gelişmelere) yatırım yapmaktadırlar (Schleigh, Bossé, ve Lee, 2011). Birçok ülke, işsizliğin artması ve devlet borcunun daha da yükselmesi gibi küresel ekonomik zorlukların etkilerinden mustarip olurken, emek girdisinin rolü de 21. yüzyıl ekonomisinde azalma göstermektedir (Becker ve Park, 2011).

Uluslar, 21. Yüzyılda rekabet edilebilir olmaları için bir yenilikçi olan STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) işgücüne ihtiyaç duymaktadır. Yenilik, çeşitli STEM becerilerin bütünleşmesinden meydana gelir ve disiplinlerin ötesine de geçer. Yenilik, nadiren tek başına ortaya çıkan oldukça etkileşimli ve birden çok akademik disiplini ilgilendiren süreç/üründür ve sıkıca yaşama bağlıdır. Günümüzde, iktisadi yenilik için STEM eğitiminin önemi üzerine ilgili kişiler arasında açık bir fikir birliği bulunmaktadır. K-12 düzenlemelerindeki STEM eğitim ve öğretimi, yaşamla ilgili ve öğrencileri bilgiye dayanan ekonomiye hazırlayan disiplinler-arası bilgi ve becerileri geliştirir.

Yirmibirinci yüzyıl eğitiminde önemli gelişmeler arasında yer alan STEM eğitimi; öğretme ve öğrenme için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içeriğini ve becerilerini bütünleştiren bir yaklaşımdır. STEM kısaltması ülkemizde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik açılımının kısaltması olan FeTeMM şeklinde adlandırılmıştır (Çorlu, 2014). Bu çalışmada STEM kısaltılması kullanılacaktır.

STEM kavramı, 4 alanın (Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) birbiri ile olan sembolik bir ilişkisini verirken (Basham ve Marino, 2013) STEM eğitimi, öğretim ve öğrenmenin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları içinde öğretilmesini savunan bir terimdir (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). 1990’larda fen, matematik, mühendislik ve teknoloji için Fen, Matematik, Mühendislik ve Teknoloji (SMET) (science, mathematics, engineering, and technology) kısaltmasını kullanmıştır. Daha sonra (SMET) kısaltması karalama, iftira atma anlamına gelen “SMUT” kelimesini andırdığı için değiştirilmiş zamanla STEM (STEM) kavramı ortaya çıkmıştır (Sanders, 2009). STEM içinde yer alan alanlar nedir diye sorulduğunda, geniş aralıktaki disiplinlerden bahsedebiliriz. Her ne kadar bu disiplinler (Chen ve Weko, 2009)’a göre matematik, fen, mühendislik, teknoloji, sosyal bilimler, psikoloji, ekonomi, sosyoloj, ve politika gibi alanlar olsa da, temelde 4 alan üzerinde durulmaktadır: Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik. STEM eğitimi kavramı ise bu 4 kavramın ötesinde öğrencileri bu çeşitli disiplinler arasında bir iş birliğine yönelterek, var olan probleme çözüm bulabilmelerini kapsar (Basham ve Marino, 2013).

STEM eğitim ve öğretimin kuramsal (teorik) taslağını öğretim programının bütünleşmesi sağlamaktadır. Öğrenme ve öğretim programının bütünleştirilmesi teorileri, konu alanının gerçek hayatla ilişkilendirildiği ve öğretim programının bütünleşmesi yoluyla öğrencilere daha anlamlı bir öğretim sunduğu Dewey’in yenilikçi gelenekçini yanını yansıtmaktadır (Beane, 1997). John Dewey’in söylediği “Okul yaşamla iç içedir ve tüm öğrenmeler birbirleriyle ilişkilidir.” sözü, deneysel kanıtların eksik olmasına rağmen, okul konularında öğretim müfredatının bütünleşmesi daha geniş öğrenme çıktıklarına yol açtığına dair sezgisel olarak inancı olan eğitimcilere ilham vermiştir (Frykholm ve Glasson, 2005). Öğretim programının bütünleşmesi üzerine yapılan deneysel araştırmayı yürütmek için en büyük engel, bilim insanlarının arasındaki öğretim programının bütünleşmesi ile ilgili farklı tanımlamalardır (Williams, 2011). Bu bağlamda, bazıları alana özgü bilgilerde oldukça geniş olan öğretim programının



bütünleşmesini önerirken diğer öğretim programı bütünleşme modelleri ise disiplinler arası yaklaşımlar yoluyla K-12 okul müfredatındaki köklü değişiklikleri önerir (Hartzler, 2000). Benzer şekilde birçok araştırmacı, öğretimlerinde bütüncül yaklaşımları önemsemek için öğretmenlerin hazır bulunuşluk düzeylerindeki eksikliklerini dikkate almamaktadır. Buna rağmen, öğretim programının bütünleşmesi, eğitimcilere, yaşama güçlü bir bağ bağlanmış bir mevcudiyet olarak dört STEM disiplinini anlamak için yardımcı olur (Schleight, Bossé, ve Lee, 2011).

STEM'in dört disiplini arasındaki ilişkiyi keşfeden yaklaşımlar olarak tanımlanan bütünleştirici yaklaşımlar, özellikle öğrencilere daha zengin öğrenme yaşantıları sağlamak için bu dört disiplin arasındaki bağlantının nasıl yapılacağı ile ilgilenir (Figliano, 2007; Sanders, 2009). Birçok bilim insanı ve eğitimci bütünleştirici yaklaşımların öğrencilerin STEM'i etkili bir şekilde öğrenmelerine ve üniversite başarılarında ihtiyaç duydukları yirmibirinci yüzyıl becerilerini geliştirmelerine yardım edeceği konusunda hem fikirdir. Yapılan araştırmalar, bütünleştirici yaklaşımların öğrencilerin STEM disiplinlerini öğrenmeye olan ilgilerini ve başarılarını arttırdığını göstermektedir (Becker ve Park, 2011).

STEM eğitimindeki bütünleştirici yaklaşımlar, STEM disiplinlerindeki öğretmenlerin bütünleştirici yaklaşımların etkileri hakkında yeterince bilgiye sahip olmamaları (Coleman, 2005; Gitomer, Lathman, ve Ziomek, 1999), STEM öğretmenleri arasındaki isteksiz işbirliği, okulun yapısal sınırlılıkları ve eğitim materyallerinin eksikliği (Starkweather, 2011), okul yöneticilerinin bütünleştirici yaklaşımları öğrencilerin STEM disiplinlerindeki başarılarını arttıracak yöntemler olarak görmemeleri (Daugherty, 2009) gibi bazı engellerle karşılaşabilir. Tüm bunlar, STEM disiplinlerinin başarılı bir şekilde bütünleşmesinde sadece STEM öğretmenlerinin tutumlarının değil, okul idaresinin de desteğinin büyük oranda etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, ortaokul ve lise düzeyindeki standart sınavlar da uygulama noktasındaki engellerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Clark ve Ernst, 2007; Judson ve Sawada 2000; Zubrowski 2002). Bu anlamda, Sanders (2009), STEM eğitiminde bütünleştirici yaklaşımların ilköğretim basamağından itibaren uygulanmasının eşsiz fırsatlar sunması bakımından çok uygun bir dönem olduğunu belirtmiştir. Bu doğrultuda STEM eğitimi, öğrencilere dünyayı parçalardan ziyade, bir bütün olarak anlamalarını sağlayarak dört disiplin arasında bulunan engelleri, birleşmiş bir öğretme ve öğrenme anlayışı içine

bütünleştirerek kazandırır (Lantz, 2009). Dolayısıyla STEM eğitimi, bu dört disiplin arasındaki bilginin sentezini vurgulayarak bütünleştirici olma özelliğine sahiptir (ITEA, 2009, Israel, Maynard, Williamson, 2013).

Hartzler (2000), bütünleştirici öğretimin öğrenci başarıları üzerindeki etkisi ile ilgili yürüttüğü bir meta analiz çalışmasında mühendislik tasarımı temelinde öğretilen fen ve / veya matematik çalışmalarının başarıyı, ilgiyi ve öz-yeterliliği arttırdığını göstermiştir. Elliott, Oty, ve McArthur (2001), bütünleştirici yaklaşımlar ile yaptıkları araştırmada, öğrencilerin matematiğe karşı tutumları ve matematik dersinden elde ettikleri başarılar arasında pozitif bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Judson ve Sawada (2000), bir matematik dersini fen bilgisi dersiyile bütünleştirmenin yarattığı etkiyi inceleyerek, öğrencilerin fen derslerinde istatistiksel anlamda yüksek kazanım seviyelerine ulaştıklarını ifade etmişlerdir. Fen bilgisi öğretmenleri, STEM disiplinleri arasındaki bütünleştirici yaklaşımların, fen dersindeki başarı için etkili ve gerekli olduğunu belirtmektedirler. Buna ek olarak, Farrior (2007), STEM derslerini birbirleriyle bütünleştiren yaklaşımların, günlük yaşamdaki fen uygulamalarını anlamaları konusunda öğrencilerin istek ve ilgisini arttırdığını gözlemlemişlerdir. Bu doğrultuda, fen dersine karşı olan ilginin artmasının, öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelme noktasında önemli olduğu düşünülmektedir (Becker ve Park, 2011).

Müfredat Zenginleştirme ve Farklılaşma ile Başarı Açığını Kapatmak (2008) isimli çalışmalarında Beecher ve Sweeney'ye göre genel başarıyı etkileyebilecek faktörler arasında müfredatın titizliği, öğrenme ortamı ve öğrencilerin beklentileri yer almaktadır. Öğrencilerin eğitime yönelik bu yeni yaklaşım çoğu okulda bulunan geleneksel yaklaşımdan farklıdır.

Tsupros, Kohler ve Hallinen'in (2009) fikrinden yola çıkarak, STEM eğitimi STEM okuryazarlığı geliştirmek için okul, topluluklar ve küresel girişim arasında bağlantılar kuran, Fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bir bütünlüğü olarak ele alınmalıdır. Bir STEM müfredatına, öğrencileri deneyleri tasarlamak ve yapmak, verileri analiz etmek ve yorumlamak ve iletişim kurmak için aktif olarak STEM bilgilerini uygulamaya teşvik eden gerçek dünya problemleri rehberlik etmelidir (Sander, 2009; Smith ve Karr-Kidwell, 2000; Wineburg ve Grossman, 2000).

STEM müfredatının uygulanması, müfredat paradigmasında bir değişiklik gerektirmekte, zira tarihsel öğretim ve öğrenme perspektifine karşı çıkmaktadır; bununla birlikte öğrencileri küresel bir dünyanın zorluklarına hazırlamak için öğretimdeki bu değişikliğe ihtiyaç duyulmaktadır.

4 STEM disiplininin 2 veya 3 ünü vurgulayan müfredat entegrasyonunu araştırmak için çok araştırma yapılmış olsa da (Davison, Miller ve Metheny 1995; Huntley, 1998; LaPorte ve Mark, 1993; Lonning ve DeFranco, 1997; Niess, 2005) Fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin nasıl bir araya getirileceği konusunda net değildir. Dahası, K-12 STEM entegrasyonuna yönelik birkaç araştırma çalışması, STEM entegrasyonunun ortak bir tanımını kullanmaz. STEM entegrasyonunun nasıl algılandığına ve öğretmenlerin sınıflarına STEM entegrasyonunu nasıl uyguladığı konusunda daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir (Dugger, 2011; Williams, 2011). STEM entegrasyonu için net bir teorik çerçeve eksikliğinin (Dugger, 2011; Williams, 2011) yanı sıra müfredat düzenlemeleri ve sınıf uygulamaları (Venville, Wallace, Rennie, ve Malone, 1999) kullanılması gereken konulara acil ilgi gösterilmesi gerekmektedir.

Fen ve matematik müfredatının entegrasyonu araştırmacılar ve eğitimciler tarafından geniş bir biçimde tartışılmaktadır (Davison, ve diğ, 1995; Huntley, 1998; Lonning ve DeFranco, 1997). Örneğin, eğitimciler, fen ve matematiğin bütünleştirilmesinin, öğrencilere matematik kavramlarının somut örneklerini vermesine yardımcı olduğuna ve öğrencileri fen ve matematik öğrenmeye motive ettiğine inanıyorlardı (Watanabe ve Huntley, 1998). Diğer araştırma çalışmaları, fen ve matematik entegre müfredatındaki mühendislik problemlerinin çözümlenmesinin öğrencilerin fen ve matematik öğrenmelerini geliştirdiğini önermektedir (Bottoms ve Uhn, 2007; Schaefer, Sullivan ve Yowell, 2003). Ayrıca, fen ve matematiğe teknoloji eklemek, bilimsel ve matematiksel olarak müfredatı ve öğretilimi zenginleştirebilir (National Council of Teachers of Mathematics, 2000; National Research Council, 1996).

STEM eğitiminin sınıflara entegre edilmesi, çocuklara öğrenime yönelik uygulamalı, araştırmaya dayalı bir yaklaşımla mühendislik ve matematik alanlarında öğrenme fırsatı tanırken aynı zamanda akademik başarılarını artırarak pozitif değişimi etkileme gücüne sahiptir (Dugger, 2011; Williams, 2011).

Minnesota P-20 Eğitim Ortaklığı'na (2011) göre, "STEM'i öğrencilerinin öğrenme deneyimlerine entegre etmek suretiyle öğrenciler okuma-yazma ve aritmetik alanlarında temel becerileri daha iyi kavrayacak ve muhafaza edecek, gelecekteki başarı için gittikçe daha fazla ihtiyaç duyulan bu becerileri geliştirecek ve lise, üniversite, kariyer ve vatandaşlık açısından daha iyi hazırlanacaktır. "(s.20).

Ülkemizin STEM eğitimi için Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanmış doğrudan bir eylem planı bulunmamakla birlikte 2015-2019 Stratejik Planında STEM'in güçlendirilmesine yönelik amaçlar bulunmaktadır. TÜSİAD (2014) ülkemiz için STEM eğitiminin önemli olduğunu ve STEM eğitimi stratejisinin belirlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu stratejide ise öncelikle STEM alanında eğitim görececek öğrenci sayısını artırma ve bu doğrultuda istihdam yaratma faaliyetlerinin planlanması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, inovasyon çalışmalarının yapılabilmesi için, AR-GE yatırımlarının desteklenmesi sağlanmalıdır. Eğitim alanında ise, STEM eğitime geçilmesi ile birlikte, öğrencilerin daha nitelikli bir eğitime kavuşmaları ve 21. yy. becerilerini (problem çözme, eleştirel düşünme vb.) edinmeleri beklenmektedir (TUSIAD, 2014).

Küresel bir pazarda rekabetçi kalabilmek için öğrencilere yönelik beklentiler artmışsa, öğretmenler, sınıflarındaki yeni 21. yüzyıl öğrencilerinin ihtiyaçlarını karşılamak üzere donatılmış olmalıdır. Bu amaçla, başarı için gerekli araçlarla donatılmış olmalarını sağlamak açısından eğitimcilerle yönelik mesleki öğrenim son derece önemlidir (Becker ve Park, 2011).

Fen ve mühendislik gibi STEM disiplinlerini öğretmek entegre bir yaklaşım olarak kabul edildiğinden, fen öğretmenlerinin tüm STEM disiplinleri ile ilgili içerik bilgisine sahip olmalarının yanı sıra STEM entegrasyonunu sınıflarında uygulamak için yeni öğretim stratejileri, teknikleri ve becerileri geliştirmeleri gerekir (Lantz, 2009).

Fen Bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonunu sağlamak için gerekli bilgi ve tecrübeyi kazanmaları için mesleki gelişimin sürdürülmesi, bu konuda öz-yeterlik algılarının arttırılması fen derslerinde STEM entegrasyonunun uygulanmasında yaşanan problemleri gidermek için kilit bir rol oynamaktadır (Loucks-Horsley, Love, Stiles, Mundry, ve Hewson, 2003).

### 1.1.1. Problem Cümlesi

Öğretmenlerin STEM entegrasyonuna ilişkin algıları, sınıf içi STEM entegrasyon uygulamaları, STEM entegrasyonu sağlama noktasında öz-yeterlik algıları nedir? ve STEM entegrasyonun öğrencilerin STEM tutumları üzerinde etkisi nedir?

### 1.1.2. Alt Problemler

- Fen Bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyon uygulamaları nelerdir?
- Fen Bilgisi öğretmenlerinin genel STEM entegrasyonu algıları nelerdir?
- Fen Bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu ile ilgili algıları ve anlayışlarıyla sınıftaki uygulamaları arasındaki olası bağlantılar mevcut mudur?
- Fen Bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu sağlamaları konusunda öz-yeterlik algıları nedir?
- STEM Entegrasyonunun, ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin STEM tutumlarına olan etkisi nedir?
- Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin STEM tutumları cinsiyet değişkenine göre STEM entegrasyonu öncesi ve sonrası anlamlı farklılık göstermekte midir?
- Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin STEM tutumları öğretmen değişkenine göre STEM entegrasyonu öncesi ve sonrası anlamlı farklılık göstermekte midir?

## 1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı; öğretmenlerin STEM entegrasyonuna ilişkin algılarını, sınıf içi STEM entegrasyon uygulamalarını, STEM entegrasyonu sağlama noktasında öz-yeterlik algılarını ve bu öğretmenlerin STEM entegrasyonu sağladıkları sınıflarda öğrenim görmekte olan öğrencilerin STEM tutumlarını araştırmaktır.

## 1.3. Araştırmanın Önemi

STEM disiplinlerini öğretme, entegre bir yaklaşım olarak göz önünde bulundurulduğunda, fen bilgisi öğretmenleri STEM konularıyla ilgili alan bilgisine sahip olmanın yanı sıra sınıflarında STEM entegrasyonunu sağlamak için yeni öğretme

stratejileri, teknikleri ve becerileri geliştirme yeteneğine ihtiyaç duyarlar. Yapılan araştırmalar eğitimde entegre yaklaşımı kullanmanın öğrencilerin başarıları üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Özdilek ve Özkan (2008), çalışmalarında birçok öğretim stratejisinin birlikte kullanıldığı entegre bir yaklaşımla hazırladıkları öğretim tasarımının öğrencilerin öğrenme düzeyleri üzerindeki etkisini araştırmışlar ve araştırma sonucunda geliştirilen öğretim tasarımının uygulandığı öğrencilerin mevcut program ile öğrenim gören öğrencilere göre başarılarının daha yüksek düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir.

Okullarımızda STEM entegrasyonuna uygun bir programın geliştirilmesi ve STEM eğitime elverişli bir ortam oluşturma öğrencilerin disiplinler arasında bağlantı kurmalarını, öğrenmeye karşı istekli olmalarını, matematik ve fen'deki başarılarının artmasını ve STEM disiplinlerinin öğretimini ve öğrenimini geliştirilmesini sağlar (Gallant, 2010; Riskowski vd., 2009; Satchwell ve Loepp, 2002). Elliot, Oty, McArthur ve Clark (2001)'in yürüttükleri çalışmada STEM entegrasyonunun öğrencilere bu disiplinler arasında anlamlı bağlantılar oluşturabilme imkânı sağladığını ifade etmişlerdir.

4 STEM disiplininin 2 veya 3'ünü vurgulayan müfredat entegrasyonunu araştırmak için birçok çalışma yapılmış olsa da ((Davison, Miller, ve Metheny, 1995, 1995; Huntley, 1998; LaPorte ve Mark, 1993; Lonning ve DeFranco, 1997; Niess, 2005) fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin birlikte nasıl yapılacağı konusu net değildir. Dahası, STEM entegrasyonuna yönelik araştırma çalışmaları, STEM entegrasyonunun ortak bir tanımını kullanmamaktadır. STEM entegrasyonunun nasıl kavramsallaştırıldığı ve öğretmenlerin sınıflarında STEM entegrasyonunu nasıl uyguladığı üzerine daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir (Dugger, 2011; Williams, 2011). STEM entegrasyonu için net bir teorik çerçeve eksikliği bulunmaktadır. (Dugger, 2011; Williams, 2011).

STEM entegrasyonu üzerinde anlaşmaya varılan çerçevelerin eksikliği göz önüne alındığında, kaliteli STEM entegrasyonu için bir model henüz geliştirilmemiştir. Devletler, STEM eğitiminin kalitesini yükseltmek için önemli yatırımlar yapmaya devam ediyorken, yüksek kalitede STEM uygulamalarının nasıl uygulanabilir olacağı noktasında, öğretmenlere ve araştırmacılara önemli bilgiler sağlamak için, STEM ile ilgili öğretmenlerin öz-yeterlikleri, anlayışları, algıları, STEM uygulamalarının sınıf içine nasıl dâhil edilmesi gerektiği ve öğrencilerin STEM tutumları üzerinde araştırma yapmak oldukça önemlidir. Bu çalışmaya önem katan diğer araştırmalar, öğretmenlere yönelik

STEM uygulamaları eğitimi sona erdikten sonra bu eğitimlerin etkilerine vurgu yapmayı ihtiyaç duymuşlardır. Bu bağlamda bu çalışmanın sonuçları, fen sınıflarında sürdürülebilir değişiklikleri amaçlayan mesleki gelişim programları ile geleceğin öğretmenine gideceği yönle ilgili bilgi vermesi açısından önemlidir.

STEM entegrasyonunu anlamak için, STEM entegrasyonu ile ilgili öğretmenlerin güncel bilgi, algı, sınıf uygulamaları ve STEM entegrasyonu uygulanan sınıflarda öğrenim gören öğrencilerinin STEM tutumları araştırılmalıdır.

#### **1.4. Varsayımlar**

Araştırma sırasında, öğrencilerin ve öğretmenlerin veri toplama araçlarına verdikleri cevaplarda içten davrandıkları, çalışma grubunun araştırmaya isteyerek katıldığı, ayrıca, tüm katılımcıların bireysel deneyimleri hakkında birinci elden bilgi sağlayabileceğini varsayılmıştır.

#### **1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları**

1. Bu araştırma Denizli iline bağlı üç farklı ortaokulda öğrenim gören 7. sınıf öğrencileri ile,
2. Elektrik ünitesinin içeriği ile sınırlıdır.

Bu araştırma, Denizli ilinde 3 farklı okulda gerçekleşti ve sonuçlar tam nüfusa genelleştirilemez. Araştırma, farklı okullardan gelen diğer öğretmenlerin deneyimlerini temsil etmeyen 5 öğretmen ile sınırlıdır. Ek olarak, katılımcıların perspektifleri, farklı program tasarımları ve deneyim seviyeleri nedeniyle diğer öğretmenlerden önemli ölçüde farklılık gösterebilir.

Araştırma sürecinden kaynaklanabilecek önyargı olasılığı bulguların genelleştirilebilirliğini etkileyebilir (Merriam, 2002). Ön yargıları en aza indirmek için, araştırmacı öğretmenlerle görüşmeler gerçekleştirdi ve veri doygunluğuna ulaşana kadar buna devam etti. Görüşmeler ve üçgenleme, önyargı riskini azaltmakta ve verilerin güvenilirliğini arttırmaktadır (Bogdan ve Biklen, 2007).

## 1.6. Tanımlar

STEM: STEM eğitimi bir çalışma alanıyken aynı zamanda proje tabanlı, işbirlikçi ve gerçek dünya sorunlarını çözmeye odaklanmış bir öğretim ve öğrenme yöntemidir. STEM programları inovasyonu, problem çözmeyi, eleştirel düşünmeyi ve yaratıcılığı vurgulular"(TSIN, 2012, What is STEM paragraph 8). Türkçe'ye FeTeMM (Fen, teknoloji, Mühendislik ve Matematik) olarak çevrilmiştir.

Mühendislik: "Nesneleri, süreçleri tasarlamak için sistematik ve çoğunlukla iteratif bir yaklaşım benimsenen, insan istek ve ihtiyaçlarını karşılamak için bir araya getirilen sistemlerdir "( National Research Council,, 2012).

Öz-yeterlik: Bandura'nın Sosyal Öğrenme Kuramı'nda ortaya attığı bir kavramdır. Bandura'ya göre özyeterlilik, bireyin belli bir performansı göstermesi için gerekli etkinlikleri düzenleyip başarılı bir biçimde gerçekleştirme kapasitesi hakkında kendine ilişkin yargısıdır (Lee, 2005, s. 490).

21. Yüzyıl becerileri: Öğrencilerin ortak çalışma yapmalarına, gerçek dünya problemleri üzerinde çalışmalarına ve toplulukla etkileşime girmelerine olanak tanıyan becerilerdir. (Rotherham ve Willingham, 2009, p.2).

Mühendislik Tasarım Süreci: Mühendislerin, mühendislik ile ilgili problemleri çözmek için takip ettikleri bir dizi adıma "Mühendislik Tasarım Süreci" denir (Engineering is Elementary, 2015)



## İKİNCİ BÖLÜM

### ALANYAZIN TARAMASI

#### 2.1. STEM'in Tanımı ve Kökeni:

2001 yılından beri STEM kısaltması eğitim kelime hazinesinin yaygın bir parçası olmuştur (Fioriello, 2014). Bununla birlikte STEM eğitim tarihi, “Himayemizi bilim ve edebiyatın geliştirilmesinden daha fazla hak eden hiçbir şey yoktur” diyen birleşik devletlerin birinci Başkanı George Washington’a dayanmaktadır (Gonzalez ve Kuenzi'nin belirttiği gibi, 2012, s.1). Bu durum, STEM eğitiminin, eğitimcilerin ve kıdemli liderlerin düşüncelerinde var olduğunu kanıtlamaktadır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). ABD’de 1950 yılında imzalanan Ulusal Bilim Vakfı yasasının amacı, fen bilimlerinin ilerlemesini desteklemek, ulusal sağlık, refah ve barışı tesis etmek ve ulusal savunmayı ve diğer hedefleri güvence altına almaktır (National Science Foundation, 2014). Bu yasayla birlikte, Ulusal Bilim Vakfı, fen bilimleri eğitimi desteklemek için fon sağlamaya ve bağış yapmaya başlamıştır (National Science Foundation, 2014). 1957 yılında Sovyetler Birliği, ABD’de STEM eğitime yönelik dönüm noktaları açan Sputnik uydusunu fırlatmıştır (Woodruff, 2013). Bu durum, diğer ülkelerin gerisinde kalan Amerika Birleşik Devletleri’nin korkusu sonucu fen bilimleri ve teknolojinin ele alınmasına sebep olmuştur (Woodruff, 2013). STEM eğitiminin bir sonraki dönüm noktası ise, Ulusal Bilim Vakfı, Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi ve Uluslararası Teknoloji ve Mühendislik Eğiticileri Birliği tarafından standartların oluşturulması olmuştur (Woodruff, 2013). Tüm bu örgütler, sınıfta uygulanacak kılavuzlar oluşturmuşlardır (Woodruff, 2013). 2007’de Ulusal Akademiler, STEM eğitimiyle ilgili kongresel ilginin yoğunlaşmasını destekleyen Daha Parlak bir Ekonomik Gelecek İçin Mühendislik Yapan ve İş Veren bir Amerika sloganıyla “Rising Above the Gathering Storm” raporunu yayımlamışlardır (Gonzales ve Kuenzi, 2012). Rapor aynı zamanda ulusal refah ve güç tehdidi konusunda da uyarıda bulunmuştur (Gonzales ve Kuenzi, 2012). Bu rapor, Amerika’nın STEM eğitim programlarına izin veren yasayla rekabet etmesine yol açmıştır (Gonzales ve Kuenzi, 2012). STEM’e olan ilginin 2009 yılında, o dönemin başkanı Barack Obama Yeni girişimlerde bulunmak için Eğitim sloganını dile getirdiğinde devam ettiği anlaşılmıştır (Federal Inventory of STEM Education, 2011). Bu, Amerika Birleşik Devletleri’nin fen bilimleri ve matematik başarı sıralamasında

dünyanın lideri olabilmesi için tasarlanmıştır (Federal Inventory of STEM Education).  
Bu girişimin öncelikleri şunlardır:

1. Özel sektörün eşsiz kapasitesini geliştirmek için bir koalisyon inşa etmek
2. Sonraki on yılda yeni ve etkin 100,000 STEM öğretmeni yetiştirmek
3. STEM yatırımını vitrine çıkarmak ve desteklemek
4. Çeşitliliği çok olan bir STEM beceri havuzu oluşturmak için katılımı genişletmek (Federal Inventory of STEM Education, 2011).

Amerika, ana hatlarıyla belirtilen zorlukları aşmak için uzun süre önce adım atmaya başlamıştır. Çocukların mucit ve yenilikçi bireyler olmaları için teşvik edecek kilit güçlerle bağlantı kuran birçok kamu-özel ortaklıklar bulunmaktadır (The White House, 2013). STEM eğitiminin geleceği raporda ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Eğitim ve Teşvik Et(İlham Ver): 2014 yılında Fen Bilimleri ve Teknoloji Üzerine ABD başkanının Danışmanları Konseyi tarafından yazılan Amerika'nın geleceği için K-12 STEM Eğitimi raporunda STEM Eğitimi hakkındaki tavsiyeleri şöyle özetlemiştir:

1. Matematik ve Fen Bilimlerinde ortak standartlar için devletin rehberlik ettiği mevcut hareketi desteklemek.
2. Sonraki on yılda öğrencileri eğitebilecek ve teşvik edebilecek 100,000 STEM öğretmenini işe almak ve yetiştirmek.
3. STEM uzman öğretmenler kurulları kurarak ulusun ilk yüzde beşinde yer alan STEM öğretmenlerini belirlemek ve ödüllendirmek.
4. Eğitim için gelişmiş araştırma projeleri ajansı kurarak yeniliğe götürecek teknolojileri kullanmak.
5. Sınıf dışında bireysel ve grup tecrübeleri aracılığıyla teşvik fırsatları yaratmak.
6. Gelecek on yılda yeni 1000 adet STEM odaklı okul inşa etmek.
7. Güçlü ve stratejik ulusal bir liderlik sağlamak (President's Council of Advisors on Science and Technology, 2014, s. 8-9).

Bu raporun amacı, Birleşik Devletlerin STEM eğitiminde lider olabilmesi için gereken aşamalar ve faaliyetler üretmektir (President's Council of Advisors on Science and Technology, 2010).

Türkiye'de 2016 yılında yayınlanan STEM eğitim raporunda Ülkemizin STEM eğitimi için Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanmış doğrudan bir eylem planı bulunmamasıyla birlikte 2015-2019 Stratejik Planında STEM'in güçlendirilmesine yönelik amaçlar bulunmaktadır (STEM eğitim Raporu, 2015). Söz konusu raporda TIMSS ve PISA gibi sınavların sonuçlarının daha iyi hale gelebilmesi için ülkemizde STEM eğitiminin öncelikli olarak ele alınması gerektiği ifade edilmiştir (STEM eğitim Raporu, 2015).

Ülkemizde STEM eğitimiyle ilgili olarak, TÜBİTAK tarafından çeşitli illerde bilim merkezleri açılmaya başlamıştır. Bilim merkezleri, öğrencilere bilimi ve bilim insanını sevdirecek, toplumda bilime yönelik önyargıları ortadan kaldırmayı hedeflemektedir. Bu maksatla kurulan bilim merkezlerinde, ders dışı zamanlarda öğrencilerle STEM etkinlikleri yapılmaktadır (STEM Akademi, 2013).

TÜSİAD (2014) da ülkemiz için STEM eğitiminin önemli olduğunu ve STEM eğitimi stratejisinin belirlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu stratejide ise öncelikle STEM alanında eğitim göreceğ öğrenci sayısını artırma ve bu doğrultuda istihdam yaratma faaliyetlerinin planlanması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, inovasyon çalışmalarının yapılabilmesi için, AR-GE yatırımlarının desteklenmesi sağlanmalıdır. Eğitim alanında ise, STEM eğitime geçilmesi ile birlikte, öğrencilerin daha nitelikli bir eğitime kavuşmaları ve 21. yy. becerilerini (problem çözme, eleştirel düşünme vb.) edinmeleri beklenmektedir (TUSIAD, 2014).

STEM eğitimi hiçbir zaman lisansa dayalı düzenlemelere sahip bağımsız bir konu alanı öğretimi şeklinde amaçlanmamıştır (Sanders, 2009). Literatüre göre, STEM'in özü yapılandırmacı ve bilişsel öğrenme teorilerine dayanan mühendislik tasarım sürecidir (Bandura, 2001; Dewey, 1967; DOD, 2012; Sanders, 2009). STEM kavramları, STEM ile ilgili disiplinleri birbirine bağlayan, uygulamalı, araştırmaya dayalı, gerçek dünya ve proje tabanlı disiplinler arası çalışma programlarıdır (Hoachlander ve Yanofsky, 2011). STEM'in disiplinler arası bir programdan daha kapsamlı olduğu ve teknoloji standartlarının fen ve matematik müfredatına aşılmasından çok daha fazla bir anlama

geldiği düşünülmektedir (Shaughnessy, 2012). Morrison'a (2006) göre STEM, bütüncül, tutarlı bir öğretim ve öğrenim paradigmasına yönelik bir çaba olup yeni anlayış alanlarına sahip çok yönlü, kompleks bir bütün sunmaktadır. Tüm disiplinlerin ve STEM konularının entegrasyonu ile dört disiplin arasındaki geleneksel engeller kaldırılmıştır (Kaufman, Moss, Osborn., 2003; Sanders, 2009).

Bazıları STEM'i disiplinler arası, problem çözücü, yenilikçi, yaratıcı, kendine güvenen, mantıklı düşünme ve teknolojik açıdan okuryazar bir öğrenme sistemi olarak düşünmektedir (Hoachlander ve Yanofsky, 2011). STEM'in dört disiplininin ortak faktörleri problem çözümü, kanıtlardan yola çıkarak tartışma ve çatışan görüşlerin uzlaştırılmasıdır. Amaç ise öğrencileri üniversitede STEM alanlarında eğitim almaya ve bununla ilgili kariyer planlamasına hazırlamaktır (National Center on Education and the Economy, 2008).

STEM'in dört disiplininin ortak faktörleri tasarımcıların da ortak gereklilikleridir (Bequette ve Bequette, 2012; Wynn ve Harris, 2012). En etkili yöntem ise STEM'in erken yaşlardan itibaren başlayarak tüm çocuklara yönelik müfredata entegre edilmesidir (Dorph, Shields, Tiffany-Morales, Hartry ve McCaffrey, 2011). Erken yaşta bu problem çözme sürecini öğrenmek suretiyle öğrenciler okulda, meslek hayatında ve yaşamlarında sorunlarla başa çıkmayı öğrenirler. Bequette ve Bequette (2012), geleceğin yüksek teknolojiye dayalı işgücünü hazırlarken STEM'in okulla endüstriyi daha iyi bağladığını belirtmiştir.

STEM literatürü STEM kavramlarının Mühendislik Tasarımı Süreci (MTS) olarak adlandırılan, mühendisler tarafından projeleri tasarlarken ve inşa ederken kullanılan kavramlar olduğunu göstermektedir (Cantrell, Pekcan, Itani, ve Velasquez-Bryant, 2005; ITEEA, 2006). MTS, mühendisliği vurgulayan ve üst düzey düşünme becerilerini, matematik ve fen bilgisinin entegrasyonunu ve uygulanmasını, teknolojinin entegrasyonunu ve öğrenimin tüm öğrenciler açısından farklılaşmasını teşvik eden düşünce sürecidir (Bequette ve Bequette, 2012; Cantrell, ve ark., 2005; ITEEA, 2006). Tüm konular, uygulamalı, proje tabanlı öğrenme kullanılarak entegre edilmiştir. Öğrenciler yalnızca katılmakla kalmaz, aynı zamanda gerçek dünya problemlerine çözüm üreten problem çözücü haline gelirler. Mühendislik tasarım sürecinin uygulanması, öğrenci başarısını ve öğrenmeye yönelik tutumlarını başarıyla geliştirebilir (Cantrell ve ark., 2005). Bu mühendislik tasarım süreci, araştırma, tasarım,

üretim planlaması ve değerlendirmeyi içeren çok adımlı bir süreçtir (ITEA, 2006). Süreç, beyin fırtınası, planlama, tasarım, yaratma ve değerlendirme yoluyla bir fikri oluşturmayı veya bir sorunu çözmeyi içermektedir. Çözümler doğru veya uygun değilse, döngü gerekli iyileştirmeleri yaparak tekrar başlar.

## 2.2. STEM'in Önemi

Kay'ın (2010) 21. Yüzyıl Becerileri Çerçevesi, liberal sanatları ve dünya tarihini içeren kapsamlı bir müfredat sunarken, Dünya'da son eğitim reformları STEM eğitimine odaklanma eğilimindedir. Örneğin, ABD Ulusal Fen Öğretmenleri Derneği'nin icra direktörü Dr. Francis Eberle (2010), fen dersinin önemini "hayatın her alanını kuşatan ve dünyanın niçin bu şekliyle var olduğuna ilişkin öğrencilerin merak etmesine, soru sormasına ve bağlantı kurmasına yardımcı olan bir konu" şeklinde tanımlamıştır" (s.62). STEM eğitiminin önemi hakkındaki bu açıklama, politika ve uygulama arasında derin bir bölünmeye işaret etmektedir. Ulusal Araştırma Konseyi'nin (2012) belirttiği gibi, standart sınavlara dayalı bir yaklaşım "öğrencilerin fen ve mühendislik uygulamaları hakkında bir anlayış geliştirme gereksinimlerini ihmal etmektedir oysa bu gereksinim fen'i anlamak açısından içerik bilgisi kadar önemlidir" (s. 10).

Eğitim politikası her ne kadar bir başlangıç noktası olabilirse de bu politikanın yürürlüğe konması için öğrencilerin kendilerini STEM becerileriyle amaçlı bir şekilde etkileşime girmeye teşvik eden yüksek kaliteli dersler tasarlayabilecek kalifiye öğretmenlere erişmeleri gerekmektedir (Johnson, 2007; Weiss ve ark., 2003). Crawford ve ark. (2005), çok sayıda düşük seviyeli, anlatım tabanlı hizmet öncesi fen eğitim programı ile geleceğin bu öğretmenlerinin daha üst düzey düşünme ve öğrencileriyle birlikte sorgulama yapmaya odaklanmalarına ilişkin beklenti arasında bir kopukluk tanımlaması yapmıştır (Board on Science Education, 1996). Bu kopukluk sadece öğretmen eğitimi programlarında değil, eğitim kültüründe de açık bir şekilde gözükmektedir. Bunun spesifik bir örneği olarak Ulusal Araştırma Konseyi'ne (2012) göre, "fen eğitimi... derinlikten çok genişliğe odaklanarak belirgin verileri vurgulamakta ve öğrencilere bilimin nasıl yapıldığını deneyimlemek için ilgi çekici fırsatları sağlamamaktadır" (s.1). Diğer bir deyişle, okullarından mezun olan öğrenciler çok çeşitli bilimsel gerçekleri ezberden anlatabilirler, ancak bir bilim insanı olmanın ne demek olduğu konusunda ya hiç ya da çok az fikir sahibidir. Ulusal Araştırma Konseyi özel

olarak fen eğitimiyle ilgilenmesine rağmen, sorgulamaya kıyasla bilgi vurgusu STEM disiplinleriyle kesişen bir konudur.

Birçok kuramcı, eğitimci ve siyasetçi, STEM eğitiminin ve sorgulama ve problem çözme gibi 21. yüzyıl becerilerini vurgulamanın önemli olduğunu kabul etmekle birlikte, bu vurgu öğretmenlerin hazırlanması ve pedagojik inanışlarına da dâhil edilmelidir.

Bybee (2013) STEM eğitiminin STEM okur yazarı bir toplum oluşturmayı hızlandırması, 21. yüzyıl yeterlikleriyle donatılmış iş gücünü mükemmelleştirmesi ve ileri araştırmalarla yeniliğe odaklanması gerektiğinden bahsetmiştir. Odak, STEM konuları olan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik üzerindedir. STEM eğitimi, bilgi ekonomisine odaklanmayı haklı çıkaran sebeplerdendir. Araştırmacılar neden bilgi ekonomisinde başarılı olmak için STEM disiplinlerine ihtiyacımız olduğuna dair bir sebep vermiştir. Ayrıca STEM konularının öğrencilerin öğrenimini, iş alanlarını, uluslararası rekabet güçlerini iyileştireceğini ve günümüz STEM ile ilgili sorunlarına yanıt verebilecek bir toplum oluşturmaya yardımcı olacağını eklemiştir.

Weiss ve ark., (2003) Ulusal Fen Vakfı tarafından desteklenen 364 adet K-12 matematik ve fen dersini kapsayan bir çalışmada "okulların öğrencilere yüksek kalitede matematik ve fen eğitimi verme idealinden çok uzak" olduğu sonucuna ulaşmıştır (104). Bu sonuç, araştırmacıların dersleri değerlendirmelerine ve gözlemledikleri çoğu matematik ve fen dersinin "öğrencilerin matematik / fen bilgisi içeriğiyle bağ kurması; öğrenmeye elverişli bir ortam yaratması; tüm öğrencilerin derse erişimlerini sağlaması ve öğrencilerin matematik / fen içeriğini anlamalarına yardımcı olması" gibi maddelerden birini veya tamamını gerçekleştiremediğini belirlemelerine dayanmaktadır: (xi). Ayrıca Weiss ve ark. çalışmalarında öğretmenlere genellikle neyi öğretmeleri gerektiğinin oldukça açık bir şekilde söylenmiş olmasının yanında, nasıl öğretecekleriyle ilgili olarak bir miktar hareket alanı verildiğini de belirtmişlerdir. Bu ayırım, 21. yüzyıl becerilerinin müfredatta yer almasını sağlamanın yanı sıra STEM eğitiminin iyileştirilmesi için de önemli olabilir.

Fen ve matematiğin entegrasyonu, her iki disiplinin anlaşılması için önem arz etmektedir çünkü bu disiplinler birbirlerini bütünler ve daha iyi anlaşılmasını sağlar Aynı şekilde, mühendislik kavramlarının öğrenci müfredatına dahil edilmesi, öğrencilerin konuya daha hakim olmalarına yardımcı olur. Müfredat programına

mühendislik eğitiminin dahil edilmesinin; matematik ve fen eğitiminde başarı sağlama, mühendislik tasarımında anlayış ve bu disipline yönelik ilginin artması ayrıca teknolojik olarak bilgi sahibi olma gibi faydaları vardır. Bu faydalara ilave olarak, mühendislik kavramları ile ilgili farkındalıkta artmış olur.

### **2.2.1. Niçin STEM?**

STEM ile ilişkili kariyer alanlarında gelecekteki düşük sayıda mesleki yönelim ve eğitimde rekabetçilik konusundaki endişeler STEM eğitime yönelik hareketi başlatmıştır (NRC, 2007).

Genel inanişaya göre, artmakta olan matematik ve fen gereksinimlerinin yanı sıra, eğitimde ortaya çıkan teknoloji ve mühendislik kavramları öğrencileri STEM alanlarında ileri eğitim ve iş olanaklarına daha iyi hazırlayacaktır (Brown ve ark., 2011). STEM eğitimi disiplinlerinde öğrenim görmekte olan öğrencilerin çoğunluğu programlarını tamamladıktan sonra STEM alanlarına girmemektedir (Library of Congress, 2008, NRC, 2007). Öğrenciler, lise yıllarında farklı STEM alanları arasında içerik olarak bağlantılı dersler alırsa, üniversitede bir STEM alanını tamamlama olasılıkları daha yüksektir (NRC, 2011).

STEM okullarında başarıyı etkileyen başlıca hususlar öğrenmeyi destekleyen kültürler, okul koşulları ve etkili STEM öğretimidir. STEM potansiyel olarak, yalnız içerik parçalarını öğrenmek yerine kendi öğrenimlerini üstlenme ve dünyayı anlaması için öğrencilere fırsatlar sunar (Bybee, 2010). STEM eğitimi, öğrencilerin konuşup tartışmalara katıldığı, tartışmaları şekillendirdiği ve problemleri çözdüğü deneyimler sağlar. Öğrenciler sürekli olarak soru, deney ve tasarım sürecine katılır ve öğrenmeyi destekleyecek güçlü kanıtlar ortaya çıkarır ve biriktirir (Wang, Moore, Roehrig, ve Park, 2011).

Tüm STEM disiplinleri, 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi için fırsatlar sunar ve öğrencilerin geleceği için önemli olabilir (Bybee, 2010). K-12 eğitiminde mühendisliğin artan kabulü öğrencileri doğrudan problem çözme ve yenilikle buluşturmaktadır. Öğrenciler bilimi en iyi şekilde uygulamalı araştırma öğrenimiyle öğrenirler (Dewey, 1997).

STEM eğitimini öğretmek isteyen kişiler, bu eğitimin sadece bilgi sunulması ve yaygınlaştırılmasının ve teknikler geliştirilmesinin ötesinde olduğuna inanmaktadır. Morrison'a (2006) göre STEM öğrenimi proje tabanlıdır ve öğrencileri anlamlı öğrenme ve bağımsız düşünceye yönlendirir. STEM'le birlikte disiplinler arası öğretim, sınıfları gerçek dünyanın bir yansıması şeklinde oluştururken sosyal işbirliği sağlamakta ve öğretim grubunun boyut ve kompozisyonunda değişikliklere imkân vermektedir (Morrison, 2006). Bu öğretim biçimi, gerçek zamanlı veriler gibi birincil kaynakları ve teknolojiyi bütünleştirir ve fen, yazı ve teknolojiye yönelik eğitim standartlarını karşılamak amacıyla yazma sürecini derslere katan değerlendirmeler sağlar (Sanders, 2009).

Öğretmenler STEM konu alanlarında deneyimden yoksun oldukları için dersin nasıl öğretilceğini anlamada yardıma gereksinim duymaktadırlar (Berlin ve White, 2012). İlkokul veya ortaokul düzeyinde STEM öğretmek, öğretmenlerin çoğunluğunun sahip olduğundan farklı bir bilgi ve beceri temelini gerektirmektedir (Berlin ve White, 2012). Eğitimin ilk yıllarındaki matematik ve fen gelecek STEM öğreniminin temelini oluşturur, ancak öğretmenler bu alanlarda öğrencilere öğretim yapma konusunda genellikle yetersizdir (California Department of Education, 2012). Aynı zamanda öğretim ve öğrenime yönelik olarak sınıf müfredatına STEM'i tatbik etme hususunda büyük oranda hazırlıksız ve tedirgindir (Cotabish, Dailey, Hughes ve Robinson, 2011).

Okul düzeyindeki sınıf kısıtlılıkları ve okumaya odaklanış öğretmenlerin çoğunluğu açısından STEM içerik alanlarının öğretilmesini engellemektedir. Mali zorluklar ve zorunlu etkinlikler genel olarak eğitim kurumlarının öğretmen yetiştirmeye dönük zaman veya araçları elde etmesine engel olmaktadır (Dugger, 2010).

STEM ile entegre bir öğrenim, öğretmenler, yöneticiler ve üniversite fakülteleri için gelişmeye devam edecek bir öğrenme topluluğuyla birlikte çalışmak için bir fırsat sunmaktadır (Sanders, 2009). Birçok eğitimci, STEM eğitiminin tipik öğretmen odaklı sınıfı, öğrencilerin problem çözme ve keşfedici öğrenme yoluyla çözüm bulmaya aktif olarak katılmalarını gerektiren öğrenci merkezli bir sınıfa dönüştüreceğine inanmaktadır (Cunningham ve Cordeiro, 2006). Daha fazla teknoloji araçlarının ve kaynakların okullara entegre edilmesiyle birlikte öğretmenler STEM alanındaki eğitimden büyük fayda sağlayabilirler.



Yarının STEM eğitim liderleri, STEM konularının disiplinler arası bağlantılarını ve sınıf içindeki rollerini daha iyi anlamalıdır (Cunningham ve Cordeiro, 2006; Dugger, 2010; Sanders, 2009). STEM eğitimi için en etkili öğretim ve öğrenim metodunu bulmak, eğitimcileri STEM eğitimindeki öğrenciler için daha etkili bir öğretim ve öğrenim biçimine yönlendirecektir (Singer, 2011). STEM'de hızlandırılmış akıcılık yeni öğretmenler için son derece önemlidir (Berlin ve White, 2012; Brown ve ark., 2011).

NSF tarafından finanse edilen iki yıllık bir araştırmaya göre öğretmenler güçlü mesleki öğrenim toplulukları geliştirecek şekilde okullarında birlikte veya takım halinde çalıştıklarında STEM öğretimi daha etkili olmakta ve öğrenci başarısı artmaktadır (National Commission on Teaching and America's Future, 2011). Bugünün öğrencileri yeni bilgi geliştirmek, sorunları çözmek ve sürekli yeni beceriler kazanmak için işbirliği içinde çalışacakları bir geleceğe hazırlanmaktadır. Başarılı olabilmek için öğrencilerin gelecekte çalışacakları organizasyonlara benzeyen okullar oluşturmayı bilen eğitimciler ihtiyacı vardır (Fulton ve Britton, 2011).

Öğretim kalitesi ve motivasyonun iyileştirilmesi, günümüz öğrencilerini üniversite ve kariyer başarısı için hazırlamak açısından toplum için en önemli yatırımdır (Fulton ve Britton, 2011). Sınıflarda tekli uygulamaya dayalı geleneksel öğretim, öğretmenlerin günlük çalışmalarına entegre işbirliğine dayalı uygulama yoluyla içerik bilgilerini ve pedagojik becerilerini sürekli geliştirdikleri okul kültürlerine geçmek zorundadır. Araştırmaların gösterdiğine göre işbirliği, öğrencilerin öğrenimini desteklemekte ve güçlü öğrenim topluluklarında çalışan öğretmenler kariyerlerinden daha çok tatmin olmakta, daha yüksek olasılıkla başarılı eğitimciler haline gelmekte ve öğretmenlikte kalmaktadırlar (National Commission on Teaching and America's Future, 2011).

STEM entegrasyonu sağlanan dersler, öğrencilere ilgi çekici bir bağlama sahip olan içerik ile anlamlı öğrenme imkanı sağlar, öğrencilerin, problem çözme becerilerini içeren ve gerçek hayatla ilişkilendiren bir amaç doğrultusunda mühendislik tasarım sürecine katılmalarını sağlar, öğrencilerin hatadan ders çıkarmalarına ve sonra yeniden tasarlanma fırsatına sahip olmalarına imkan verir, öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı sağlar, iletişim becerilerini ve ekip çalışmasını teşvik eder. Bunlara ilave olarak öğretmenlerin konular arasında bağlı veya birbiriyle ilişkili büyük amaçlar üzerine odaklanmalarına imkan vermektedir.

### 2.2.2. STEM Eğitiminin Arzu Edilen Nitelikleri

Eğitimciler STEM eğitiminin ne yapması gerektiği konusunda çeşitli fikirlere sahiptir. Örneğin, STEM eğitimi, kişinin sorunlarını ve çözümlerini belirlemede, formel ve formel olmayan ortamlarda öğrenmede kendi yeteneklerine güvenini tesis eder, öz yeterliğini teşvik eder, aile ve toplum katılımını destekler (Wang ve diğ., 2011). STEM, öğrencilerin STEM ile ilgili kariyer keşiflerini ve başarılı lise sonrası istihdam, eğitim veya her ikisine yönelik hazırlıklarını geliştirir (California Department of Education, 2012). California Department of Education 'a (2012) göre STEM eğitimi, STEM alanlarına ve mesleklerine yönelik farkındalığı ve okul içi-okul dışı öğrenim fırsatlarına ilişkin bağlantıları geliştirerek başarıya götüren anaokulundan başlayıp ortaokul sınıflarına kadar alınan kurslara giriş ve temel teşkil eder (Nathan ve ark., 2010'da belirtildiği gibi). STEM eğitimi ile öğrenciler STEM kariyer seçeneklerinin yapısı, zorlukları ve heyecanı hakkında fikir sahibi olurlar (Bursal ve Paznokas, 2006). STEM öğrenimi, öğrenenlere sivil yaşamın ilgili yönlerinde düşünmek ve harekete geçmek için beceri ve güven sağlar ve STEM alanlarında ileri öğrenim fırsatları arayan bireyleri yükseköğretim kurumlarındaki başarı için hazırlar (Dejarnette, 2012; Shaughnessy, 2012).

Fen ve matematiğin başarılı entegrasyonu büyük ölçüde öğretmenlere bağlıdır. Birçok öğretmen kendi dersinin içerik bilgisinde boşluklara sahiptir ve matematik ve fen öğretmenlerinden bir başka konu öğretmelerini istemek yeni bilgi boşlukları ve zorlukları meydana getirebilir. Fen ve matematik eğitiminde etkin uygulamalarla ilgili araştırmalardan öğrenilen hususlar STEM entegrasyonundaki etkili uygulamalara dönük iç görü sağlamaktadır.

### 2.3. Öğrenme Teorisi ve STEM

Dewey (1997), akıl, el ve kalbin dâhil olduğu öğrenmeyi savunmuştur. Eğitim ve öğrenim, sosyal ve etkileşimli süreçlerdir ve öğrenme yalnızca içerik bilgisinin edinileceği bir yer değil, aynı zamanda nasıl yaşanılacağına da öğrenileceği bir yerdir. Dewey (1997), bilgi sunumu ile öğrencilerin ilgi ve deneyimleri arasında bir denge kurarak aktif sorgulama üzerinden öğrenmeyle ilgili uygulamalı öğrenmenin bir savunucusu oldu (Dewey, 1997).

Bandura (2001) 'e göre teknoloji, bir sosyal öğrenim biçimidir ve daha üst düzey düşünme oluşturulmasında kritik önem taşır. Sosyal öğrenme teorisi STEM eğitiminin uygulanması için uygun olup üç temel kavrama sahiptir: gözlem yoluyla öğrenme, iç zihinsel durumların süreci ve davranış değişikliklerinin otomatik olmadığını bilmesi (Gredler, 2009). Bandura'nın sosyal öğrenme teorisine göre insanlar yeni bilgi ve davranışları başkalarını modelleyerek öğrenmektedir.

Fen ve matematik, öğrenciler ve öğretmenler açısından öğrenilmesi genellikle zor derslerdir ve yetersizlik veya yılmılık duygularına neden olabilir (Bursal ve Paznokas, 2006). Öz-yeterlilik, bir öğrencinin yeteneklerine olan inancına işaret eder ve öğrenciyi motive eder (Gredler, 2009). STEM eğitimi, öğrencilerin başarılı olduklarında öz yeterlilik hissi oluşturmalarına yardımcı olur (Bandura, 2001). Gredler'e (2009) göre öz yeterlilik önemlidir, çünkü bireyin aktivite seçimini, gayretini, sebatını ve başarısızlık toleransını etkiler. Öğrenme davranışlarının temel bileşenleri bir davranış modeli, o modelin güçlendirilmesi ve öğrencinin model alınan davranışları bilişsel olarak işleyişi ile başlar (Bandura, 2001).

Öğretmenlerin teknoloji alışkanlıkları öğrenci çıktılarında fark yaratır (Grunwald Associates, 2010). Öğretmenler teknoloji araçlarını kullanmaya ve öğrencileri ile birlikte teknoloji de değişirken sürekli yeni beceriler kazanmaya hazır olmalıdırlar. Mühendislik, eğitimde bir problem çözme ve yenilikçilik sürecidir (Technology and Engineering Educators Association, 2011). Teknoloji ve mühendislik eğitimi, pek çok açıdan fen ve matematik içinde harmanlanır (Technology and Engineering Educators Association, 2011).

STEM eğitimi, öğretmenlerin zor konularda öğrencilerle birlikte ustalaşmasına imkan sağlayarak öğrenmeye yönelik yapılandırmacı bir yaklaşımı desteklemektedir (Becker, K., ve Park, K. (2011; Capraro ve Slough, 2008; Cunningham ve Cordeiro, 2006). STEM eğitiminin doğası, modelleme, kişisel katılım, öz-yeterlilik ve uygulamalı, proje temelli öğrenmeyi-yapılandırmacı ve bilişsel öğrenmenin tüm unsurlarını içerir (Bandura, 2001).

STEM eğitimi, öğrencilere gerçek dünya çerçevesinde karmaşık problem çözümlerine katılma ilhamı verir. Açık uçlu, sorgulama temelli ve uygulamalı öğrenme, karmaşık düşünme ve iş birliğine dayalı öğrenmeye olanak sağlar. STEM, öğrenmenin

sorumluluğunu öğrencilere veren ve böylece bir anlayış çerçevesi geliştirmelerine yardımcı olan bir öğrenim yaklaşımını teşvik eder (Nathan ve ark., 2010). STEM, öğretmenleri konuşmacı olmaktan ziyade kolaylaştırıcı olmaya teşvik eder (Capraro ve Slough, 2008).

Öğrencilerin matematik ve fen bilimleri alanında kabiliyetli olmaları konusunda teşvik edilmesi, devletlerin aynı zamanda rekabet gücünü koruması için bilim insanları, mühendisler, mimarlar ve teknoloji uzmanları gibi gelecek nesil STEM meslek adamları yetiştirmesine yardımcı olacaktır (Connections Learning, 2015, s.2). Destekçiler, daha fazla öğrencinin STEM alanlarına yönlendirilmesi ve eğitim kariyerlerinde fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik derslerine katılmalarını sağlanması gerektiğini söylemektedirler (Yednak, 2015). STEM'in uzun süreli faydaları, öğrencilere bugünün toplumuyla alakalı anlamlı bir müfredat sunarak onların eğitilmesini içermektedir (Chen, 2011). Aynı zamanda araştırma, erken STEM eğitiminin öğrencilere bağımsız yeniliği öğrettiği ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişmesine olanak sağladığını göstermektedir (Chen, 2011). STEM zamanla, hükümet liderlerinden, eğitimcilerden, iş adamlarından ve öğrencilerden destek almaya başlamıştır (Chen, 2011). Buna ek olarak, STEM mezunları okul dışında iyi maaşlı bir iş bulabilme potansiyeline sahiptirler (Chen, 2011). 2015 yılının haziran ayında yazar Waldron aşağıdaki maddeleri STEM eğitiminin ilk 15 faydasını belirtmiştir:

1. Güncel kalmanızı sağlar.
2. Yenilikçi olmanızı sağlar.
3. STEM eğitimiyle fark yaratabilirsiniz.
4. Güzel sanatlarda başarı sağlamanıza yardımcı olur.
5. Kozmetik endüstrisi geniştir.
6. Eğitim eşitliğini teşvik eder.
7. Okul müfredatına hazırlar.
8. Moda endüstrisinde daha iyi bir iş bulmanıza yardımcı olabilir.
9. Güven arttırıcısıdır.

10. Size daha yüksek bir gelir sağlar.
11. Daha iyi bir iş bulma fırsatı sağlar.
12. Yazarlar için mükemmeldir.
13. Gelişen bir alandır.
14. Daha iyi bir dünya şekillendirir.
15. Günlük yaşantımızın bir parçasıdır (para.2)

Devletler açısından STEM'in en önemli faydası, Ülkenin küresel çapta rekabet etmeye, iş oluşturmaya ve ekonomik büyümede başarı elde etmeye devam edebilmesini sağlamaktır (Chen, 2011).

#### **2.4. STEM Entegrasyonu**

STEM ifadesi dünyanın farklı bölgelerinde çok farklı şekillerde gelişmiştir. STEM, ABD'deki çıkış noktasında "ABD'nin küresel siyasi üstünlüğüne karşı siyasi bir geri dönüş" olarak ortaya çıkmışken, Birleşik Krallık'ta beşerî sermaye olarak düşünülmüştür (Blackley ve Howell, 2015 s.102). Ancak yüksek işlevli eğitim sistemleri ve büyüyen ekonomileriyle Asya ülkeleri (örn. Çin, Japonya) ise fen ve teknolojiyi hem üniversite hem de endüstriyel araştırma ve gelişim müfredatlarında büyük ölçüde vurgulamaktadır. STEM, okullarda ilk olarak S.T.E.M şeklinde, "tarihi birer olgu olan" dört disiplini "bir araya getirmek" suretiyle ortaya konmuştur (Moore ve Smith, 2014. s. 7). Ancak mühendislik ne ilk ne de ortaokul müfredatlarında bir konu olarak geçmediği (Bybee, 2010) ve o dönemde "teknoloji"nin yorumlanması konusunda tartışmalar olduğu için (Williams, 2011) zamanla STEM'in odağı değişerek SteM halini almıştır. Yani mühendislik ve teknoloji ihmal edilerek sürekli olarak fen ve matematik öğretilmiştir. Bahsettiğimiz bu belirsiz bağlam, eğitim camiasının STEM eğitimindeki dört temel disiplini ivedi birer eğitim girişimi olarak görüp bunların karşılıklı etkileşimini inceleyerek STEM'in arkasındaki siyasi planları yok saymasına neden olmuştur. Yakın zamanda K-12 Bilim Eğitimi Yapısına dayalı (NRC, 2012) Gelecek Nesil Bilim Standartlarının (NGSS) (Next Generation Science Standards Lead States, 2013) ortaya çıkmasıyla birlikte mühendislik tasarımı da fiziki bilimler, hayat bilgisi, yerbilim ve uzay biliminin yanında yerine almıştır. Böylece ilk ve ortaokul öğretmenlerinin, fen bilgisi

eğitimlerinde mühendisliği entegre etmek için farklı yaklaşımlar geliştirme gerekliliği ortaya çıkmıştır. ABD'deki K-12 sınıflarındaki entegre STEM politikaları ve uygulamalarına ise şu anda K-12 Fen Eğitimi Yapısı (NRC, 2012) ve bunun sonucunda ortaya çıkmış Gelecek Nesil Fen Standartları (Next Generation Science Standards Lead States, 2013) yön vermektedir. Bu belgeler, fen eğitiminde artık teknoloji ve mühendislik uygulamalarının da dahil edildiği yeni bir yapısal düzenleme olduğunu öne sürmektedir. Fen ve mühendislik uygulamalarının dahil edilmesi ise yeni ve entegre öğrenim deneyimleri oluşturmaları ve sağlamaları gerektiği için öğretmenlere hem yeni fırsatlar hem de yeni zorluklar yaratmaktadır. Mühendisliğin STEM'in entegrasyonu konusunda motive edici bir etken olmasına rağmen mühendislik ve feni etkin biçimde derslere entegre edebilmek hala büyük bir zorluktur (Guzey, Moore ve Harwell. 2016). NGSS'deki uygulama, çapraz kavramlar ve disiplinler alan fikirlerin dahil edilmesiyle birlikte, STEM entegrasyonunun sınıflarda nasıl oluştuğunu sürekli olarak anlama gerekliliği doğmuştur ve büyük çaplı değerlendirmeler çok daha gerekli hale gelmiştir (Moore ve Smith, 2014).

#### **2.4.1. STEM Entegrasyonunun Amacı**

Entegre STEM eğitiminin ardındaki itici güç ekonomik ve sosyal öz varlık argümanlarından kaynaklanmaktadır. Ekonomik gerekçelere göre STEM donanımlı iş gücünü genişletmek için STEM alanlarındaki gelişmiş eğitim ve kariyerlerin artması gerekirken, sosyal öz varlık gerekçeler ise tüm öğrencilerin bilimsel okur yazarlığının gelişmesi gerektiğini savunmaktadır (NRC, 2011). Bununla birlikte bu gerekçe, mevcut ve gelecekte oluşabilecek küresel ve sosyal zorlukların üstesinden gelmek için gerekli STEM becerileri konusunda sürekli artan bir talep oluşması fikrini de savunmaktadır (English, 2016; NRC, 2014). Zollman (2012) da STEM entegrasyonunun amacını benzer şekilde (1) yeni teknolojik ve bilimsel gelişmeler konusundaki toplumsal ihtiyaçların, (2) ulusal güvenlik için ekonomik ihtiyaçların ve (3) hedeflerini gerçekleştirmiş, üretken ve bilgili bir vatandaş olmak için kişisel ihtiyaçların karşılanması olarak tanımlamıştır. STEM eğitimi reformunu diğer eğitim reform teşebbüslerinden ayrı olarak görebilmek için şu üç temel amacın anlaşılması önemlidir: (1) ekonomik zorluklara karşılık vermek, (2) küresel düzeydeki teknolojik ve çevresel sorunların çözümü için STEM bilgisine olan talebin farkına varılması ve (3) 21. yüzyıl iş gücü becerilerini geliştirmek için gerekli bilgilere odaklanması (Bybee, 2013).

Bybee (2013) açıkça STEM eğitimi reformunun en kapsamlı hedefinin STEM bilgisine sahip bir toplum oluşturmak olduğunu belirtmiştir. Bybee'e göre STEM bilgisine sahip olmak, (1) bireylerin gerçek dünya sorunlarını tanımlama, açıklama ve bunlara değinme konusundaki bilgi, beceri ve tavırlarını geliştirmelerini; (2) STEM disiplinlerinin karakteristik özelliklerini anlamalarını; (3) STEM disiplinlerinin maddi, entelektüel ve kültürel ortamları nasıl şekillendirdiğini anlamalarını ve (4) düşünceli bir dünya vatandaşı olarak STEM konularıyla ilgilenmelerini gerektirmektedir. Sonuç olarak "STEM okur yazarlığını" artırma amacı güden STEM hareketinin arkasındaki daha kapsamlı amacın STEM disiplinlerine daha çok ilgi çekme, öğrencilerin STEM disiplinlerindeki performansını iyileştirme ve STEM iş gücü iletişimine olan erişimi artırma konularında başı çektiğini görüyoruz. Lakin STEM okuryazarlığı, geleneksel disiplinlere bağlı bir fen, teknoloji, mühendislik ve matematik görüşünden daha fazlasıdır. STEM okuryazarlığı aynı zamanda yerel, ulusal ve küresel bağlamlardaki bilgilerin kullanımı ve uygulanışına da odaklanmaktadır. Ayrıca STEM okur yazarlığına 21. yüzyıl becerileri ve uyum sağlama, çok yönlü iletişim, rutin olmayan sorun çözme, öz yönetim ve sistem düşünme gibi yeteneklerinin geliştirilmesi de dahildir (Bybee, 2013).

#### **2.4.2. STEM Entegrasyonuna Bakış Açıları**

Entegrasyon, gerçek dünya sorunlarıyla ilişkilerini arttırmak için farklı konu alanlarındaki içeriklerin bir araya getirilmesiyle ilgili yaklaşımlara dayalı çok sayıda farklı şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bybee (2013) en yaygın dokuz STEM yaklaşımının kendine has özelliklerini açıklamıştır ancak bunu yaparken hiçbir sistemin bir diğerinden üstün olmadığını da belirtmiştir.

Bybee'nin (2013) ilk modelinde STEM temel olarak tek bir disiplinin (örn. fen veya matematik) temsilcisi olarak açıklanmıştır. Bu model uluslararası STEM literatüründe yaygın olmakla birlikte çoğunlukla gelişen fen eğitimi vurgulanırken görülmektedir. İkinci STEM modeli ise fen ve matematiğe kendi ayrı alanlarındaki geleneksel okul konuları olarak değinmektedir. Üçüncü STEM modeli, fen bilgilerini teknoloji, mühendislik ve matematiği bir araya getiren temel disiplin olarak göstermektedir ve bu da Bybee'ye (2013) göre entegrasyona giden ilk adımdır. Dördüncü STEM modelinden ise dört farklı disiplinin bir arada oluşu olarak bahsedilmiştir. Bu model ile kümelenmiş eğitim modeli vurgulanmaktadır. Beşinci STEM modeli, fen bilgisi

ve matematiği teknoloji ve/veya mühendisliği vurgulayan başka bir programla bağlantıları olan tek başına bir sistem olarak sunulmuştur. Bu bakış açısının sık görülen örneklerinden biri olarak mesleki ve teknik eğitim deneyimlerine temel fen bilgisi ve matematik konularını da dahil etmek için teknoloji ve mühendislik projelerinin kullanımını verebiliriz. Altıncı STEM modeli disiplinler arasında koordinasyon sağlanması olarak uygulanmaktadır. Yedinci STEM modeli ise yeni ve daha kompleks bir STEM dersinin oluşmasını sağlayan iki veya üç disiplin birleşimini temsil etmektedir. STEM entegrasyonunun sekizinci modeli, disiplinler derslerin, ünitelerin veya konuların sıralanmasıyla entegre edilirken, disiplinler arasında tamamlayıcı şekilde örtüşmeler aramaktadır. Son STEM modeli küresel boyuttaki büyük sorunlara değinmek için kullanılan transdisipliner bir yaklaşımı temsil etmektedir.

Bybee'nin dokuz modelinin aksine Vasquez, Sneider ve Comer (2013), STEM ğretim ve öğrenimini entegrasyon düzeylerini arttıran bir eğik düzlem olarak tanımlamışlardır. Eğik düzlemin en alt kısmında ise farklı konulara dair içerik ve becerilerin farklı dersler/sınıflarda öğretildiği disiplinler yaklaşım bulunmaktadır. Bu disiplinler yaklaşım, Bybee'nin STEM alanlarından iki veya dördünün bir arada olduğu birleşimleri temsil eden ikinci ve dördüncü modellerine benzemektedir. Eğik düzlemde yukarı çıkınca ise multidisipliner yaklaşımı görürüz. Bu yaklaşım STEM disiplinlerindeki bilgilerden yararlanır ancak her bir disiplin ortak bir temaya ilişkin olarak kendi alanında kalmaya devam eder. Bu, Bybee'nin nc, beşinci ve altıncı modelleriyle paraleldir. Eğimde daha yukarı çıktığımızda ise disiplinlerarası STEM entegrasyonuyla karşılaşırız. Bu yaklaşım, Bybee'nin yedinci ve sekizinci STEM modellerine benzer şekilde disiplinler arasındaki bağlantıları sentezleyip uyumlayarak koordine ve tutarlı bir bütün haline getirir. Eğik düzlem en tepesinde ise Bybee'nin dokuzuncu modeline benzeyen transdisipliner entegrasyon bulunmaktadır. Geleneksel disiplinler yaklaşımların aksine, Vasquez (2014/2015) hem çoklu disiplinli hem de disiplinler arası STEM entegrasyonunun değerli olduğunu öne sürmüştür. Vasquez, en entegre STEM modeline doğru ilerlerken, aslında multidisipliner veya disiplinlerarası yaklaşımlardan transdisipliner yaklaşıma geçmenin fazlasıyla "basit" (s.14) bir adım olduğunu söylemiştir.

Sander (2009), iki veya daha fazla STEM konusunu entegre ederek STEM ğretimine farklı bir yapı sunmakla beraber STEM dışı konuları dahil etme esnekliğini



de sağlamıştır. Sander'in STEM entegrasyonu yapısı, Vasquez ve arkadaşlarının (2013) disiplinlerarası yaklaşımına da uygundur ve ayrıca Bybee'nin entegre disiplinlerin sekizinci modeli olarak ortaya sürdüğü yapıyı da içermektedir. Sander'ın (2009) iki ya da daha fazla disiplini birbirine bağlamak için öne sürdüğü STEM eğitimi tanımının hemen ardından ise Merrill (2009) "STEM öğretimi ve öğreniminin yerinde ve teknolojik araçlar, ekipman ve prosedürlerin insanların istek ve ihtiyaçlarına yardımcı olmak için yenilikçi yollarla kullanıldığı gerçek içerik ve sorunlara odaklandığını" öne sürmüştür. Brown, Brown, Reardon ve Merrill (2011) STEM entegrasyonunu da benzer şekilde şöyle tanımlamıştır:

Tüm öğretmenlerin, özellikle de teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) öğretmenlerinin, öğrenim ve öğretime entegre bir yaklaşım uyguladığı, alanlara özel konuların ayrılmadığı ve dinamik, akıcı bir çalışma olarak ele alındığı, standartlara dayanan ve okul düzeyinde bir meta-disiplin (s.6).

Merrill'in (2009), Brown ve arkadaşlarının (2011) STEM modeli, Vasquez ve arkadaşlarının (2013) transdisipliner yaklaşımı ile aynı eksendedir. En son araştırmalar da STEM entegrasyonuna dair anlayışımızı çok daha ileri taşımıştır. Moore ve Smith (2014), STEM entegrasyonunun genelden özele tanımlarından hareketle STEM entegrasyonunu iki şekilde tanımlayarak Sander'in (2009) çalışmasını elden geçirmişlerdir: (1) mühendislik tasarımının matematik ve fen öğreniminde bir motive edici olarak kullanıldığı bağlam entegrasyonu ve (2) matematik ve fen içeriklerinin de mühendislik ile birlikte öğrenme hedeflerinin bir parçası olduğu içerik entegrasyonu (bkz. Şekil 2.4). Moore ve Smith'in (2014) içerik entegrasyonu da Vasquez ve arkadaşlarının (2013) disiplinlerarası yaklaşımıyla uyumludur ancak içerik entegrasyonu transdisipliner bir yaklaşımı temsil etmektedir.

### **2.4.3. STEM Entegrasyonunu Destekleyici Kanıtlar**

Entegre STEM eğitimi için kanıt niteliğindeki destekleyici maddeler mevcut literatürde raporlanıp analiz edilmiştir.

*STEM Kariyerlerine Sürekli İhtiyaç Duyulması.* STEM çalışanlarına duyulan ihtiyaç literatürde oldukça iyi biçimde belgelenmiştir. Langdon McKittrick, Beede, Khan, ve Doms (2011), 2011 öncesindeki on yılda STEM mesleklerindeki büyümenin STEM'le ilgisi olmayan mesleklere kıyasla üç kat daha büyük olduğunu raporlamıştır. Bunun

devamında ise STEM mesleklerinde 2008'den 2018'e kadar %17 büyüme beklendiğini söylemişlerdir. STEM olmayan mesleklerde ise bu büyüme yalnızca %9,8 oranındadır. ABD Eğitim Bakanlığı bünyesindeki Akademik Rekabet Gücü Konseyi Raporu'nda (2007) da ABD'nin ekonomik rekabet gücü ve ülke okullarının geleceğin mühendisleri, bilim insanları, teknologları ve matematikçileri olacak STEM alanlarında okuyuzar vatandaşlar yetiştirme gücü hakkında giderek artan bir endişe olduğu belirtilmiştir. Rapor ayrıca bahsedilen türlerde uzmanlara, ABD'nin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanındaki liderliğini sürdürülebilmesi için yadsınamaz bir ihtiyaç duyulmaktadır (ABD Eğitim Bakanlığı, 2007). Ülkemizde ise STEM eğitime yönelik alanlardan mezun olanların çalıştırılma oranının ortalama %19 olduğu tespit edilmiştir (TUSIAD, 2014). ÖSYM'nin verileri incelendiğinde, Türkiye'de STEM alanından mezunların oranının da %19 olduğu görülmektedir. Şirketlere özellikle hangi alanlarda katkı yaptıklarına bakıldığında, STEM alanında çalışanlar ile STEM dışı alanlarda çalışanlar arasında anlamlı farklılık olduğu gözlemlenmiştir (TUSIAD, 2014). TÜSİAD (2014) da ülkemiz için STEM eğitiminin önemli olduğunu ve STEM eğitimi stratejisinin belirlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Stearns ve arkadaşları (2012), Ülkelerin neden STEM alanlarında mezunlar yetiştirmediğini gösteren faktörler bulmuştur. Bu faktörler şunlardır: 1) STEM kariyerlerini izleme konusundaki yetersiz sosyal ve ekonomik teşvikler, 2) Liselerde alınan STEM disiplinlerinin lise sonrasındaki STEM ilgisini arttırmaması ve 3) STEM derslerinin içerik, problem çözme, proje ve yenilik yerine mevcut müfredatı ezberletmeye odaklanmış olması. Yazarlar, ülkelerin olarak STEM eğitim müfredatının ve entegrasyonunun kalitesini arttırmaya odaklanması gerektiği sonucuna varmışlardır (Stearns ve arkadaşları, 2012).

*Öğrencilere Faydaları.* Ulusal Mühendislik Akademisi'nin, K-12'de STEM eğitimi: Durum, olasılıklar ve araştırma gündemi (2014) adlı raporunda, raporu oluşturan komitenin başkanı Margaret Honey, komitenin entegre STEM konusunda kesin ve tartışılmaz açıklamalar yapmadığını belirtmiş ancak öğrencilere yardımcı olmak için STEM disiplinleri arasında doğal olarak oluşan bağlantıları kullanma konusunda heyecan verici bir potansiyel gördüklerini söylemiştir.

Hurley (2001) entegre fen ve matematik öğretimini entegre edilmedikleri durumlardaki öğrenci performanslarıyla karşılaştıran 31 çalışmayı toplu analiz

yöntemiyle incelemiştir. 20. yüzyılın tamamında yapılan araştırmaları kapsayan karışık metodoloji çalışması, beş tür entegrasyonun varlığını ortaya çıkaran kanıtlar bulmuştur: 1) ardışık - burada fen ve matematik sırayla planlanıp öğretilmektedir, 2) paralel - burada fen ve matematik paralel kavramlar aracılığıyla eş zamanlı olarak planlanıp öğretilmektedir, 3) kısmi - fen ve matematik kısmen birlikte, kısmen ayrı ayrı öğretilmektedir, 4) gelişmiş - ya fen ya da matematik ana öğretim disipliniyken, diğer disiplinler de öğretim boyunca görünür durumdadır, 5) toplu - fen ve matematik planlı eşitlikte olacak şekilde birlikte öğretilir. Bu meta analizde hem fen hem de matematiği entegre etmenin olumlu bir etkisi olduğuna karar verilmiştir (Hurley, 2001).

Scott (2012) ise seçilmiş 10 STEM okulundan her biri için bütünsel bir tanım oluşturmak için karşılaştırmalı bir vaka çalışması yöntemi kullanmıştır. Okullar ise kriter temelli bir seçim yöntemiyle kararlaştırılmıştır ve ana seçim kriterleri de şunlardır:

1) okul özellikle bir STEM Okulu olarak işlemektedir ve 2) okul yalnızca yetenekli ya da başarılı öğrenciler için değil, tüm öğrenciler için bir STEM disiplinleri anlayışı oluşturma amacındadır. Bu karşılaştırmalı vaka çalışmasının sonucunda, incelenen STEM okullarındaki öğrencilerin ders sonu finallerde diğer okullardaki yaşlılarından çok daha iyi bir performans sergilediği ve sınavlarda da daha yüksek sonuçlar aldığı görülmüştür (Scott, 2012).

Becker ve Park (2011), STEM disiplinlerinin entegrasyonunun öğrenci başarısı için faydalı olup olmadığını görmek için bir meta analiz yürütmüşlerdir. Raporda, STEM konuları arasındaki bütüncül yaklaşımların etkisini inceleyebilmek için 28 çalışma seçilmiş ve 33 bireysel etki boyutu hesaplanmıştır. Buradaki bulgular ise STEM öğrenimi için bütüncül yaklaşımlar kullanıldığında öğrenci başarısının olumlu yönde etkilendiğini göstermiştir. Ancak yazarlar, meta analize dahil edilen çalışmaların sayıca azlığını çalışmalarını sınırlayan bir etken olarak görmüşlerdir. Sayının az olmasının sebebi ise seçim kriterlerini karşılayan çalışmalardan nicel kanıtlar sunanların çok az olmasıdır. Yazarlar ayrıca çalışmaların sayıca az olmasının sonuçların şişirilmesine ve yanıltıcı olmasına neden olabileceğini de belirtme ihtiyacı duymuşlardır (Becker ve Park, 2011).

*Arttırılmış Bilgi/kavram Öğrenimi.* Literatürdeki bulgular, entegre STEM'in bilgi ve kavramsal eğitimi arttırma potansiyeli olduğunu göstermektedir. Ulusal Akademi Raporu, K-12'de STEM eğitimi: Durum, olasılıklar ve araştırma gündemi (2014), STEM

kavramları ve yöntemlerinin entegrasyonunun STEM disiplinlerindeki kavramsal öğrenimi arttırdığını keşfetmiştir. Az örnekleri olan az sayıda çalışma kullanılmış olmasından dolayı dikkatli olunması önerilse de, raporun yazarları bunları potansiyel olarak gelecek vadeden bulgular olarak görmektedir.

Pfeiffer, Overstreet ve Park (2010) ise iyi düzenlenmiş Probleme dayalı öğrenme (PDÖ) aktivitelerinin öğrenimi arttırdığını öne sürmüştür. Pfeiffer ve arkadaşları (2010) ayrıca okul müfredatı STEM PDÖ'lerine odaklandığında, PDÖ projelerinin öğrencilerin diğer derslerde öğretilen içerikler arasında bağlantı kurmasına yardımcı olarak öğrenci anlayışını iyileştirdiğini de öne sürmüşlerdir.

Sherrod, Dwyer ve Narayan (2009), matematiğin fen müfredatına entegre edilmesiyle yalnızca öğrencilerin matematik anlayışını iyileştirmekle kalmayıp matematiğin nasıl kullanılacağını da göstereceğini iddia etmiştir. Wilhelm ve Walters (2006) da matematik fen bilgilerine entegre edildiğinde, müfredatın tamamlayıcı hale geldiğini ve öğrencilerin hem matematik hem de fen öğrenimlerinin geliştiğini bulmuştur.

*Artan Olumlu Tutum/Motivasyon.* Literatür incelemesinde, entegre STEM'in öğrenci tutumları da dahil olmak üzere öğrenci motivasyonunu da arttırdığı bulunmuştur. Alparslan Şahin (2003) de Teksas'taki çoklu okul tüzüğünü kullanarak STEM kulüplerini incelemiştir. Çalışmada, dördüncü sınıftan on ikinci sınıfa tüm öğrencilerin bir bilim fuarı projesi oluşturması beklenen ve STEM'le ilgili kulüplere katılımın teşvik edildiği okul sonrası programları incelemek için çoklu tüzük okul sisteminin olduğu 36 kampüste uygulanan bir anket tasarımı kullanılmıştır. Şahin (2013) STEM kulüplerine katılan öğrencilerin, katılmayanlara kıyasla daha yüksek oranda STEM alanları seçtiğini görmüştür. Şahin (2013) STEM kulüplerine katılan öğrencilerin, katılmayanlara kıyasla daha iyi bir performans sergilediğini ve lise sonrası daha yüksek oranda STEM alanları seçimi yaptığını görmüştür.

Hayden, Ouyang, Scinski, Olszewski ve Bielefeldt (2011) yüksek İspanyol öğrenci katılımı bulunan yedinci ve sekizinci sınıf fen derslerinde kullanılan iQuest programıyla ilgili bir rapor hazırlamıştır. Proje daha çok kız çocukları ve STEM alanlarında yeterince temsil edilmeyen azınlıklara yönelik olarak tasarlanmıştır. İquest projesi, entegre STEM içeriklerine yer veren Kaliforniya Devlet Üniversitesi San

Marcos'taki yaz kamplarının öğrencilerin ilgilerini çektiğini ve fen ve teknolojiye karşı tutumlarında olumlu bir etki bıraktığını göstermiştir.

Ulusal Mühendislik Akademisinin Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects (2009) adlı raporu, STEM disiplinlerini bir yığın olarak düşünmemeyi, aksine disiplinlerin entegre edilmelerini ve mühendisliğin STEM disiplinlerini entegre etme aşamasında motive edici bir bağlam olarak hizmet etmesini sağlamayı önermişlerdir. STEM eğitiminin inanılan faydalarından birisi, öğrencilerin gerçek dünya sorunları çözebilmeleri ve STEM alanları arasında STEM alanlarına olan ilgiyi arttırabilecek bağlantılar kurabilmesidir (Brown, Brown, Reardon ve Merrill, 2011).

Rockland ve arkadaşları (2010) robotiği, teknoloji, bilgisayar bilimi, mühendislik ve fen bilgilerini kapsayan bir alan olarak görmektedir. New Jersey Teknoloji Enstitüsündeki projeleri, biyomedikal mühendislik sorunlarını çözmek için laboratuvarlarında ROBOLAB programlama yazılımı bulunan okullar için LEGO ® MINDSTORMS ® kullanarak Medibotics müfredatını oluşturmuştur. Robotiğin entegre doğası nedeniyle, robotlar sınıflarda motivasyon ve öğrenimi arttırmak için birer araç olarak kullanılabilir.

DeJarnette (2012), öğrencilerin ortaokul seviyesinde erkenden STEM'le tanıştırılması konusundaki araştırma ve mevcut teşviklerle ilgili literatürü incelemiş ve entegre STEM müfredatında bulunan interaktif Probleme dayalı öğrenme aktivitelerinin yenilikçi ve öğrenciler için de heyecan verici olduğu sonucuna varmıştır. Ayrıca entegre STEM'in öğrenciler için ileri matematik ve fen dersleri alma ve ileride de STEM kariyerleri seçme konusunda olumlu tutumlara sahip olacağına inanmaktadır.

Nebraska Omaha Üniversitesindeki EUREKA! projesi de STEM içeriklerinin motivasyonu arttırdığına dair kanıtlar sunmaktadır. Bu projeden elde edilen anekdotal kanıtlar, projedeki azınlık kadın öğrencilerin STEM kavramlarını öğrenme konusunda ilgilerinin ve motivasyonlarının arttığını göstermiştir (Squires ve Mitchell, 2015).

Proje için yapılan anket verileri de, öğrencilere fen, matematik, mühendislik ve teknoloji aktiviteleri yapmayı sevip sevmediklerini sorarak bu durumu doğrulamıştır. Bu sorulara verilen cevaplar hem "Acemi" hem de "Kıdemliler" için proje öncesi test ve proje sonrası test arasında büyük ölçüde olumlu kazanım oluştuğunu göstermiştir. Ancak

Acemiler matematiğe yönelme konusunda hiçbir motivasyon göstermezken, Kıdemliler de teknolojiye yönelme konusunda hiçbir motivasyon göstermemiştir. Genel olarak hiçbir kategoride, STEM aktiviteleriyle alakalı motivasyonda olumsuz bir etki görülmemiştir (Squires ve Mitchell, 2015).

*Okullar İçin Müfredat Hedefleri.* Ulusal Mühendislik Akademisi raporu, K-12'de STEM eğitimi: Durum, olasılıklar ve araştırma gündemi (2014), entegre STEM eğitiminin değinmesi gereken birkaç öğrenci hedefi belirlemiştir. İlk hedef STEM alanlarının toplumdaki rollerine dair farkındalık, her bir STEM alanıyla ilgili temel bilgi sahibi olma ve her bir disiplinin nasıl uygulanacağını anlamakta dahil olmak üzere STEM okur yazarlığı kazanmaktır. Rapor, diğer hedefleri de şöyle belirlemiştir: (a) 21. yüzyıl yeterlikleri geliştirmek, (b) hazır bir STEM iş gücü oluşturmak, (c) STEM alanlarına duyulan ilgi ve arzuyu arttırmak ve (d) STEM disiplinleri arasındaki bağlantıları gösterebilme yeteneği edinmek (Ulusal Mühendislik Akademisi, 2014). Bu rapor, eğitim sistemindeki STEM müfredat alanlarının, STEM'i öğrenim ve öğrenci başarısını arttıracak şekilde gerçek dünya sorun ve problemleriyle öğretmek daha fazla entegre edilmesi gerektiğini savunmaktadır. Mark Sanders (2009), entegre STEM'deki öğrenci başarısı, ilgisi ve motivasyonu alakalı, STEM eğitiminin daha fazla uygulanması ve bu konuda daha fazla araştırma yapılmasına yetecek kanıt olduğunu iddia etmektedir.

Entegre STEM eğitimi kavramını destekleyecek çok sayıda kanıt bulunmaktadır. STEM kariyerlerine olan ilginin ve STEM kariyerlerini seçen birey sayısının artırılması ihtiyaçları, STEM'in öğrencilere motivasyon, ilgi ve kavramsal bilgilerin iyileştirilmesi açısından faydaları ve entegre STEM eğitiminin öğrenciler için belirlenen hedefleri de oldukça iyi biçimde belgelenmiştir. Bulgular entegre edilmiş STEM'in eğitim sistemimizin günümüzde yüz yüze kaldığı sorunlardan bazılarını da değinebileceği ve hatta bunları çözebileceğini göstermektedir. Ancak özellikle öğrenci başarısını incelemek ve entegre STEM eğitiminin en iyi nasıl uygulanacağını belirlemek için daha fazla araştırmaya hala ihtiyaç duyulmaktadır.

#### **2.4.4. STEM Okul Kriterleri**

Başarılı bir STEM eğitim entegrasyonuna sahip olabilmek için, uygulanması gereken birçok nitelik bulunmaktadır (Carnegie Science Center, 2014). Carnegie Bilim Merkezi tarafından rapor edildiği gibi, STEM eğitiminin dört temel özelliği yerine

getirildiğinde STEM eğitiminde başarılı olunacaktır. Bu dört özellik, “işbirlikçi, uygulamalı, problem çözme ve proje tabanlı” özelliklerdir (Carnegie Science Center, 2014, s.15). Öğrencilerin işbirliğine dayalı öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin gelecek mesleklerde karşılaşacakları gerçek dünya ortamına benzemektedir (Carnegie Science Center, 2014). Öğretmenler de farklı perspektiflerin faydalarını sağlamak için işbirliği yapmalı ve birlikte öğretim gerçekleştirmelidirler (Carnegie Science Center, 2014). Uygulamalı STEM eğitimi, fen bilimlerini, teknolojiyi, mühendislik ve matematik alanlarını keşfetmeleri için öğrencilere birçok yol sunmaktadır (Carnegie Science Center, 2014). Bu durum, ezber ve test ile karşılaştırıldığında daha çok öğrencinin katılımını sağlar (Carnegie Science Center, 2014). STEM eğitiminin problem çözme aşaması, öğrencilere zorluk çıkarma ve söz konusu sorunu nasıl çözeceklerini öğrencilere fark ettirme aşamasıdır (Carnegie Science Center, 2014). Son olarak proje tabanlı öğrenme, bir projenin tamamlanması için yönergelerin sağlanması aşamasını içerir (Carnegie Science Center, 2014). Bu dört temel özelliğe ek olarak STEM, “erken dönemlerde başlamalı, etkinliklere dahil edilmeli, STEM müfredat dışı etkinlikler sunulmalı ve öğretmenler mevcut kazanımlar içerisinde STEM’i entegre etmelidirler” (Carnegie Science Center, 2014, s.17). Sonuç olarak STEM eğitiminin nihai hedefi, bir sonraki nesil-işbirlikçi problem çözücülerini arttırmaktır (Carnegie Science Center, 2014). Hanover Araştırması (2012) tarafından tamamlanan bir diğer rapor, STEM programlarındaki en iyi uygulamaların, “eğitim teknikleri, müfredat ve programlar, ders dışı etkinlikler, son derece vasıflı öğretmenlerin önemi ve uzun süreli program sürdürülebilirliğini” kapsadığını belirtmiştir (s.10). STEM okullarında genellikle kullanılan bazı yaygın eğitim teknikleri, “geleneksel öğretmen öğretimi, proje tabanlı öğrenme, atölye ya da laboratuvara dayalı öğrenme ve teknoloji destekli öğrenme araçlarının kullanımı” teknikleridir (Hanover Araştırması, 2012, s.10). Bunun başarılı bir STEM eğitimi için standartlara dayalı müfredatta olması gerektiği iddia edilmiştir (Hanover Araştırması, 2012). Bu durum, matematik ve fen bilimlerinde daha derin bilgilere vurgu yapan CCSS’nin kabulüyle kanıtlanmıştır (Hanover Araştırması, 2012). Yüksek vasıflı STEM öğretmenleri STEM eğitimi için oldukça önemlidir (Hanover Araştırması, 2012). Sınıf dışı etkinlikleri de öğrencilerde STEM ilgisini uyandırma konusunda önemli bir rol oynamaktadır (Hanover Araştırması, 2012). Bu etkinlikler, yaz programlarını, okul sonrası zenginleştirme etkinlikleri ve bilim fuarlarını içermektedir (Hanover Araştırması, 2012).

### 2.4.5. Müfredat ve Kazanımlar

Birleşik Devletlerin K-12 müfredatın uluslararası müfredatlar ile karşılaştırıldığında yapılan çalışmalar büyük farklılıklar göstermektedir. Diğer ülkelerin, her seviyede yer alması için içeriği detaylandıran resmi ulusal müfredat standartlarına sahip olduğu ortaya konmuştur (STEM Smart, 2014, s.2). Ele alınan bu müfredat, STEM derslerinde gerçekleşen öğrenmeyi kolaylaştırmaktadır (STEM Smart, 2014). Bununla birlikte eğitimciler, okul bölgelerine izleyecekleri bir taslak sağlayacak olan ortak standartların benimsenmesini istemektedirler (STEM Smart, 2014). K-12 Fen Bilimleri Eğitimi Ulusal Araştırma Konseyi Çerçevesinin gelişimi de, eyaletlerin fen bilimleri müfredatını geliştirmelerine yardımcı olacak bir ulusal kılavuz oluşturmaktadır (STEM Smart, 2014). Bu ulusal kılavuz, yurt çapındaki okul bölgelerinin zamanla mantıksal olarak ayrılan önemli konulara odaklanmalarına ve daha derin bir anlayışa sahip olmalarına olanak sağlayacaktır (STEM Smart, 2014). En iyi Uygulama Özeti K-12 STEM Eğitim Programı, oldukça etkili olan STEM programlarını tanımlamaktadır (Hanover Araştırması, 2012). Etkili olarak seçilebilmesi için programların aşağıdaki dört kriteri karşılaması gerekmektedir:

1. Zor İçerik ve sorgulamaya dayalı, deneysel ve açıkça tanımlanan Müfredat.
2. Aktif öğrenciler olarak öğretmenlerin ve öğrencilerin birlikte çalıştığı sorgulamaya dayalı öğrenme ortamı.
3. Hedeflerin açıkça tanımlandığı ve başarının hedeflere göre ölçüldüğü tanımlanmış çıktılar ve değerlendirme.
4. Sürdürülebilir Bağlılık ve güçlü liderlik ve yerli kaynaklarla birlikte topluluk desteği (Hanover Araştırması, 2012, s.13).

Araştırma, “uyumlu ve düzgün bir müfredatın” herhangi bir okulda STEM girişiminin başarılı olabilmesi için oldukça önemli olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır (Hanover Araştırması, 2012, s.12). STEM eğitim desteğindeki bu kriterler, STEM’in “tüm STEM derslerinin birbirleriyle ilişkili bir doğaya sahip olduğunu ve bireysel dersleri bağımsız dersler olarak görmekten ziyade disiplinler arası bir yaklaşımın uygulanması gerekliliği” taşıdığını savunmaktadır (Hanover Araştırması, 2012, s.8). Herschbach (2011), STEM’i temsil eden özel bir müfredatın olmadığını, bunun yerine STEM



eğitimini açıklayan sayısız patikanın olduğunu söylemiştir. Bunun yanında ‘‘fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarıyla uzaktan ilişkili olan eğitim girişiminin uygulamalı olarak her eşidi, STEM yeniliği olarak sayılmaktadır’’ (Herschbach, 2011, s.98). Sonuç olarak, bu tanım eksikliği STEM eğitim entegrasyonunu ve ilerleyişini tehdit eden bir unsur olarak tanımlanabilir (Herschbach, 2011). Herschbach (2011), STEM eğitiminin, STEM’in tüm disiplinlerinde öğrenilen içeriği uygulayacak bütüncül bir müfredat tasarımı olduğunu ima etmeyi sürdürmüştür. Herschbach (2011)’e göre, bütüncül müfredat iki alanda düzenlenebilir: ilişkili ya da geniş (kapsamlı) müfredat. İlişkili müfredat, her dersin kendi alanını ayrı olarak muhafaza ettiği en popüler mfredattır (Herschbach, 2011). Bu yaklaşım kolaylıkla okullardaki mevcut eğitim programlarına uyarlanabilmektedir (Herschbach, 2011). STEM eğitiminin geniş alan örüntüsünde, ilişkili ama farklı konulara sahip bir grup, tek bir çalışma alanında düzenlenmiştir’’ (Herschbach, 2011, s.101). Buna, biyoloji, fizik ve kimya gibi diğer fen bilimlerindeki birimler dahil olmak üzere genel fen bilimleri kursu rneği verilebilir (Herschbach, 2011).

#### **2.4.6. Öğrenci Başarısı ve STEM**

Öğrenci başarısını belirlemek ya da ölçmek kolay değildir (Cunningham, 2012). Öğrenci başarısı, ‘‘belirli bir zamanda öğrencinin öğrendiği akademik bilginin tamamının ölümü’’ olarak tanımlanabilir (Cunningham, 2012, s.1). Öğrencilerin başarısı, tipik olarak okuma, dil sanatları, matematik, fen bilimleri ve tarih alanlarında standart değerlendirmeler üzerine performansla llmektedir (Cunningham, 2012). STEM eğitim poplaritesindeki artışa rağmen, STEM eğitiminin akademik başarısı üzerindeki etkileri belirlemek için belgelenen çok az araştırma yapılmıştır (Becker ve Park, 2011). Bir meta analiz araştırması, ‘‘STEM dersleri arasındaki bütüncül yaklaşımların, öğrencilerin öğrenmesi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu’’ göstermiştir (Becker ve Park, 2011, s.23). Bununla birlikte araştırmacılar, STEM eğitim etkilerini değerlendirmek için daha fazla araştırmanın yapılması gerektiğini iddia etmişlerdir (Becker ve Park, 2011). Texas’ta matematik testlerindeki performansı incelemek için Biçer ve arkadaşları (2014) tarafından bir başka çalışma yapılmıştır. STEM okullarına giden ğrenciler, STEM okullarına gitmeyen aynı seviyedeki öğrencilerle karşılaştırılmıştır (Biçer ve ark., 2014). Araştırmacılar, STEM akademilerine katılan öğrencilerin matematik dersinde ‘‘STEM derslerini vermeyen okullardaki akranlarından

daha iyi performans gösterdiklerini” keşfetmişlerdir (Biçer ve ark., 2014, s.16). İncelenen test puanları, Texas’taki tüm öğrencilerin her yıl lisede almaları gerektiği duruma dayalı performans testleridir (Biçer ve ark., 2014).

#### 2.4.7. Mesleki Gelişim ve STEM Okulları

STEM eğitimini okullara dâhil edilmesi ile birlikte STEM eğitiminde bulunan öğretmenlerin mesleki gelişim önemi git gide artmaktadır (Shapiro, 2012). Mesleki gelişim, “öğrencinin başarısının artırılmasında öğretmenlerin ve okul müdürlerinin etkinliğinin geliştirilmesi konusunda kapsamlı, sürdürülebilir ve yoğun bir yaklaşım” olarak tanımlanmaktadır. Hanover Araştırması, en iyi uygulanabilir STEM öğretmen geliştirme tekniklerini belirtmek için bir liste yapmıştır:

- . Aktif- Değerlendirme ve öğrenme gözlemiyle ilgili somut görevleri uygulamada öğretmenler aktif olarak katılırlar.
- . İşbirlikçi- Öğretmenlerin fikirlerini ve uygulamaları paylaşmaları için süre tanımak.
- . Öğrenci merkezli- öğretmenlerin sorularından, danışmanlığından ve deneyimlerinden yararlanmak
- . Öğrenci merkezli-öğretmenin mevcut çalışmasına öğrencilerle birlikte ekleme yaparak geliştirmek
- . Konuyla ilgili (bağıntılı)- öğretmenlerin sınıflarda deneyimledikleri problemlere değinmek
- . İçerik odaklı- öğretmenin bilgisini ve spesifik bir konuyu öğretme kapasitesini geliştirmek.
- . Pedagoji odaklı- belirli uygulama alanlarında model olma, eğitimlik yapma ve problem çözmeyi sağlamak.
- . Uygun bir şekilde Yapılandırılmış- mesleki gelişime katılmaları ve mesleki gelişimi işlemeleri için öğretmenleri yeteri düzeyde bir süre planlamak (s.19).

Öğrencinin STEM bilgisini arttırmak için STEM öğretmenlerinin becerilerinin geliştirilmesi gerekir (Nadelson, Seifert, Moll ve Coats, 2012). Dahası, “STEM’in kalitesinin artırılması, öğretmenlerinin devam eden mesleki gelişimiyle ilişkilidir” (Nadelson ve ark., 2012, s.69). Buna ek olarak Nadelson ve ark. (2012), “öğretmenlerin rahatlığı, öğretme motivasyonları ve STEM’de öğrenci öğreniminin, öğretmenin STEM içeriğine ve müfredatına yönelik kapasitesini arttırmaya yönelik mesleki gelişimdeki rahatlık ve ilgili değişkenlerle ilgilenmek için iyi bir neden sunduğunu iddia etmişlerdir” (s.70). Mesleki gelişim, iş hayatında uygulamaları güçlendirmeye devam etmek için okulların ve eğitimcilerin sık kullandığı bir stratejidir (Nadelson ve ark., 2012). Son olarak maksimum bir etki yaratmak için mesleki gelişim uzun bir sürede tamamlanmalıdır (Fisher, Frey ve Pumpaian, 2012). Fisher ve ark. (2012), “öğrenci öğrenimine adanmış bir kültürün, eşit ölçüde öğretmen öğrenimine de adanması gerektiğini kabul etmişlerdir” (s.163). Öğretmenlerin öğrenci öğretiminde doğrudan bir etkiye sahip oldukları göz önünde bulundurulduğunda, öğrenciler için kaliteli bir STEM eğitimi sağlayabilmeleri için öğretmenlere gerekli kaynakları tedarik etmek oldukça önemlidir (Avery ve Reeve, 2013)

#### **2.4.8. Öğrenci Katılımı ve STEM**

Öğrenci katılımı, “öğrencilerin öğrendiğinde ya da kendilerine bir şey öğretildiğinde gösterdikleri dikkat, merak, tutum, iyimserlik ve tutku derecesi” olarak tanımlanabilir (The glossary of education reform, 2014). Öğrenci katılım konusunun popülerliği artmaya devam etmektedir. Sonuç olarak bu konu birçok yolla ele alınmaktadır (The glossary of education reform, 2014). Bahse konu katılım, fikri katılım, duygusal katılım, davranışsal katılım, fiziksel katılım ve sosyal katılım gibi katılımları içermektedir (The glossary of education reform, 2014). Fikri katılım, öğrenci ilgisini çeken ya da öğrenci merakını tetikleyen tasarım dersleri veya projelerdir (The glossary of education reform, 2014). Duygusal katılım, öğrenme sürecini sağlayacak olan öğrencilerin olumlu duygularının teşvik edilmesini kapsamaktadır (The glossary of education reform, 2014). Öğrenciler sürekli olarak aynı şeyi yaptıklarında oluşabilecek potansiyel çözülmeyi azaltabilecek davranışsal katılım, sınıf rutinine yenilik katmaktadır (The glossary of education reform, 2014). Sosyal katılım, öğrencileri bir partnerle ya da bir grup içinde çalıştırma yoluyla gerçekleştirilebilir (Eğitim Reformu Terimler Sözlüğü, 2014). Öğrenci katılımını teşvik etmek için Marzano (2013), öğretmenlerin daha önce söz

edilen katılım türleri içinde bulunan dört soruyu kendilerine sormaları gerektiğini savunmuştur.

1. Güvenli, dikkat çekici ve enerjik bir ortam sağlayabiliyor muyum?
2. Bir şeyleri ilginç kılabilir miyim?
3. İçeriğin neden önemli olduğunu gösterebiliyor muyum?
4. Öğrencilerin başarı için bireysel çabanın önemli olduğunu fark etmelerine yardımcı olabiliyor muyum? (s.82).

Günümüzde STEM, öğrencilerin daha aktif olmalarını sağlayacak öğrenme ortamları sağlamaktadır (Royal, 2013). Bunu yaparak öğrenciler kendi öğrenme süreçleriyle ilgilenmektedirler (Royal, 2013). Aktif olarak kendi öğrenme süreçlerine katılan öğrenciler, ne öğrendiklerini daha iyi hatırlamaktadırlar (Royal, 2013). Öğretmenlerin tüm öğrencilerle etkileşimde bulunabilmeleri için Goldston (2014) dört tavsiyede bulunmuştur:

1. Öğrenmeyi kolaylaştırmak için öğrenci girdi ve ilgilerini kullanın.
2. Bireysel soruları ve sorunları söylemeleri için öğrencileri cesaretlendirin.
3. Bir öğrenci çalışmasını tamamladığında seçmeli sorular önerin.
4. Kendi katılımınıza öncelik verin. (para.4)

STEM eğitimi araştırmacıları, etkin, merak uyandıran bir STEM eğitimi sağlama noktasında oldukça önemli olan birçok kilit faktör keşfetmişlerdir. Öncelikle, “öğrencilerin erken yaşlarda ilgisini harekete geçirir, bildiklerinin üzerine ekler, ilgilerini devam ettirmeleri için fen bilimleri ve matematik uygulamalarına katılma olanakları sunar” (STEM Smart, 2014, s.2). Eğitimcilerin, sadece en önemli fen bilimleri ve matematik içeriğini kapsamayan aynı zamanda sıkılmış, dikkati dağılmış ve motive olamamış öğrencileri sürece katan öğretimin zorluğunu fark edebilmeleri için önemlidir (STEM Smart, 2014).

## 2.5. STEM Eğitiminin Uygulama Zorlukları

Uygulama zorlukları, öğretmen kalitesi, öğretmen eğitim/mesleki gelişimi, bütünleşme hesap verme sorumluluğu, öğretmen algıları, teknoloji okul yazarlığı ve yeterliliği, mühendisliğe maruz kalma ve standartların uyumu gibi politik sorunların irdelenmesinde yatmaktadır. Bahsi geçen tüm bu zorluklar, STEM eğitim programındaki kalite eksikliğini etkilemektedir. STEM uygulayıcıları, STEM eğitim programlarının başarısında ve üniversite seviyesindeki STEM dallarında öğrencilerin hazırbulunuşluğu ve kararlığında önemli bir rol oynamaktadır.

*Öğretmen Kalitesi.* Öğretmen kalitesi, STEM eğitiminin başarıyla yürütülmesinde hayati bir öneme sahip olmakla birlikte aynı zamanda öğrenci başarısını etkileyen oldukça önemli bir faktördür (Berlin ve White, 2012; Gonzales ve Kuenzi, 2012; Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012). Gonzales ve Kuenzi (2012) tarafından rapor edilen istatistikler, ortaokul öğretmenlerinin öğrettikleri konuda daha az bilgi sahibi olabildiklerini ortaya çıkarmıştır. Kelly, Brenner ve Pieper'e (2010) göre, öğretmenler matematiğin zor bir ders olduğunu belirtmişlerdir. Diğer yandan Robelen (2012) ise fen bilimlerinin uygulanmasının öğretmenler için zor bir iş olduğunu vurgulamıştır. Ortaokul seviyesi göz önünde bulundurulduğunda, STEM öğretmen kalitesine oldukça önem verilmektedir. Robelen (2012), Ortaokul seviyesinde STEM eğitiminin eksikliğini açıklamak için çeşitli nedenleri sürülmüştür. Standart test puanlarıyla ölçülen okuma ve matematik dersinde öğrenci başarısını oluşturmak için baskılar sebebiyle öğretmenler fen bilimleri eğitimine daha az zaman harcamaktadırlar (Beaudoin, Johnston, Jones, ve Waggett, 2013). Sorgulamaya dayalı fen bilimleri öğretimi, probleme dayalı öğrenme ve mühendislik tasarımı, fen bilimleri derslerinde yaygın olmayan yaklaşımlardır (Dejarnette, 2012). Mandoza Diaz Cox ve Adams. (2013), öğretmenlerin tasarım, mühendislik ve teknoloji (TMT) hakkındaki algıları ile ilgili araştırmalarında, öğretmenlerin STEM bağlantılı kavramları öğrenme ve öğretme konusunda ilgili olduklarını belirtmişlerdir. Dahası Dejarnette (2012), öğretmenlerin öğrencilerine STEM eğitimini sağlamak için destek çıkma konusunda istekli olduklarını vurgulamıştır. Hizmet öncesi ve tecrübeli öğretmenlerin, öğrencileri uygulamalı STEM eğitimi uygulamalarına dâhil etmek için yeteri uzmanlığa sahip değildirler. Dejarnette (2014), Öğretmenler ile STEM mesleki gelişim olanaklarının sunulduğu daha yüksek eğitim kurumları arasındaki ilişkinin, tasarım ve sorguya dayalı öğrenme modellerinde pedagojik uygulamaları

geliştirebildiğini iddia etmiştir. Öğretmenlerin STEM öğrenmelerine yönelik mesleki gelişim, öğretmenlerin STEM uygulamalarına uygun bir öğrenme ortamı yaratmaları için yeteri düzeyde kendilerine güveni sağlayabilmektedir. Djarnette (2012)'ye göre, eğitim seviyesi daha yüksek bir topluluğun desteği, fen bilimleri ve matematik derslerinde ilkokul öğrencilerinin başarısını büyük oranda etkileyebilmektedir.

STEM eğitim çalışmaları, tüm öğrencilerin fen bilimleri ve matematiksel başarılarını desteklemeli ve olumlu yönden etkilemelidir. Bazı öğrenciler, özellikle kırsal bölgelerde, okullarının coğrafik konumu nedeniyle diğerlerine nazaran daha dezavantajlıdır. Kırsal bölgelerde yaşayan öğrenciler, nitelikli öğretmenlerin eksikliğinden dolayı şehirde yaşayan akranlarına kıyasla fen bilimleri ve matematik yeterlik seviyelerini edinememişlerdir (Goodpaster, Adedokun, ve Weaver, 2012). Goodpaster ve ark. (2012)'ye göre, kırsal toplumların temel sorunu, belirli bir amaç için oluşturulan STEM disiplinlerini öğretecek nitelikli öğretmenlerin eksikliği olmuştur. Bu eksikliklerden dolayı, köy okullarında STEM derslerini öğretmeleri için STEM dışında uzmanlık alanlarından seçilen öğretmenlere ihtiyaç duyulmuştur. Goodpaster ve ark. (2012), altı kırsal, hizmet içi lise fen bilimleri ve matematik dersi öğretmenleriyle, Indiana eyaletinin kırsal alanlarında bulunan okullarda STEM öğretiminin zorlukları hakkındaki deneyimleri ve algılarına ilişkin olarak bir röportajın gerçekleştirildiği bir çalışma yapmışlardır. Bu röportajın soruları, genel olarak köy okullarının ve spesifik olarak STEM konularının öğretimiyle ilgili olmuştur. Verilerin analizi, sorunları iki kategoriye ayırmıştır: okul faktörleri ve mesleki faktörler. Araştırmacıların bulguları, bu kırsal topluma farklı bir öğretim ve öğrenme stili uygulamaya çalıştıklarında katılımcıların, öğrenmeye karşı mukavemet gösterdiklerini ortaya çıkarmıştır. Goodpaster ve ark. (2012), fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimini önemli ölçüde etkileyen bu kırsal toplumlarda normların sahip olduğu güçlü etkinin var olduğu sonucuna ulaşmışlardır. En nihayetinde STEM öğretmenleri, doğası gereği konuyla ilgili ve deneysel olan müfredatı uygulama noktasında yaratıcı ve yenilikçi olmaları için hazır olmalıdırlar (Goodpaster ve ark., 2012). Goodpaster ve arkadaşlarının (2012) yaptıkları çalışmada eğitimciler, kalıplaşmış okul yapısını, değişime yönelik inatçı tutumları, yetersiz öğrenci performansını, okul yöneticileriyle ilgili politikaları ve sorunları ve okul faktörlerine ilişkin olarak tatmin edici olmayan maaş ve yardım alma ile ilgili görüşleri tanımlamışlardır. Buna ek olarak Goodpaster ve arkadaşlarının gerçekleştirdikleri çalışma (2012), mesleki faktörlerin dikey ve yatay mentörlük

eksikliğini, ek planlama süresi ihtiyacı ve çoklu ders için öğrenme materyal desteği, kırsal alanlarda öğretmenlerin mesleki gelişimine bir engel olarak görülen coğrafik izolasyondan dolayı üniversite kaynaklarını kullanma yetersizliğini içinde barındırdığını ortaya çıkarmıştır.

*Öğretmen Eğitimi/Mesleki Gelişim.* Öğretmen kalitesini arttırmak, öğretmen eğitimiyle başlar. Öğretmen eğitimi (öğretmen yetiştirme), öğrenci başarısı için oldukça önemlidir. Eğer STEM, fen bilimleri ve matematik derslerindeki öğrenci başarısını etkiliyorsa, öğretmenler önceden eğitilmeli, bu konuda kendilerine güvenmeli ve bilgili olmalıdırlar (Carr, Bennet, Strobel, 2012). Öğretmen bilgi eksikliğini giderebilmek için yerel üniversitelerle işbirliği yapan bir çok devlet, öğretmenlerine hizmet içi mühendislik olanakları sunmuştur. Page, Lewis, Autenrieth ve Butker-Purry (2013), Teksas Avcı Üniversitesi'nde (TAMU) bir hizmet içi programını değerlendirmişlerdir. Yaz Araştırma Programı Öğretmenlerin Mühendislik Alanında Deneyimlerini (E3) Geliştirmesi (Page ve ark., 2013) olarak adlandırılan bir mesleki gelişim olanağına katılmaları için lise öğretmenleri davet edilmiştir. Programın amacı, öğretmenler ve üniversite araştırma topluluğu arasında bir işbirliği kurmaktır. Öğretmenleri mühendislik araştırmasına dâhil etme fırsatını sunmanın ve bu sayede elde ettikleri deneyimleri sınıf uygulamalarına dönüştürme olanağını tanımanın oldukça yararlı olduğu kanıtlanmıştır (Mativo ve Park, 2012; Page ve ark., 2013). Page ve ark. (2013), E3'ün lisedeki STEM öğretmenleri üzerindeki etkisini incelemiş ve tüm katılımcıların E3 programından kaynaklanan mesleki gelişim fikirlerini belirttiklerini ortaya çıkarmışlardır. Öğretmenler böyle programlara katılmanın neticesinde elde edilen kısa ve uzun vadeli birçok faydayı tanımlarken, bu gözlemlerden elde edilen en genel olanları şunlardır: (a) STEM öğretmenleri, mühendislikle ilgili temel bilgileri ve mühendisliğin değerini topluma yayabilmektedir ve (b) öğrencilerin mühendislik alanında eğitim alma şansını ve bu alanda çeşitli mesleklere ulaşılabilirliğini arttırabilmektedir. Benzer çalışmalar (ör, Berlin ve White, 2010, 2012; Mativo ve Park, 2012; Nadelson ve ark., 2012), mühendislik alanıyla ilgili mesleki gelişim faydalarını destekleyerek benzer sonuçları vermiştir. Nadelson ve ark. (2012), 230 4-9. sınıf öğretmenine yönelik dört gün süren i-STEM projesini yapmışlardır. Bu proje, öğretmenlerin memnuniyetsizliği ve STEM içeriğini öğretme konusunda güven eksikliğinden dolayı yürütülmüştür. Çalışma sonucunda öğretmenlerin hizmet içi eğitim yetersizliğinden şikâyet ettikleri vurgulanmıştır. Başarılı bir STEM'in uygulanması, STEM içeriğini, pedagojik rahatlığı ve olumlu algıları

öğretme noktasında kolaylık sağlayan anlamlı mesleki gelişimle ilişkilidir (Berlin ve White, 2010). Öğretmenleri için bu faktörler, etkili öğretim ve öğrencilerin akademik başarılarıyla sonuçlanmaktadır.

Mativo ve Park (2012), mühendislik tasarım sürecinin nasıl öğrenildiği ve hizmet öncesi öğretmenler tarafından nasıl uygulandığını anlamayı amaçladıkları çalışmalarından elde ettikleri benzer çıktıları sergilemişlerdir. Hizmet içi öğretmenleri, mühendislik tasarım sürecini merkeze alan Georgia Üniversitesinde bir kursa kayıt olmuşlardır. Çalışmadaki katılımcılara, mühendislik tasarım kursuna yönelik öğrenci algısını belirlemek için ders sonu anketi uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, katılımcıların kurstan edindikleri fikirleri ve projeleri kendi sınıflarına uygulama isteklerini göstermiştir. Bilgi, beceri ve bu program süresince geliştirilen yaratıcılık kombinasyonu, öğretmenleri gelecekteki öğrencilerini problem çözmeleri için çeşitli yollar keşfetmeleri konusunda rehberlik edecek güvenle donatmıştır. Hizmet öncesi ve hizmet içi mesleki gelişim etkilerini ölçen boylamasına çalışmalar (ör., Berlin ve White, 2012; Zhang, McInerney Frechtling, 2011), oldukça benzer sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Örneğin, yedi yıllık dönemde Berlin ve White (2012), STEM disiplinlerini öğretmek için eğitim gören öğretmenlerin tutumlarını ve algılarını analiz etmişlerdir. Berlin ve White'ın çalışmalarında yer alan katılımcılar, 229 katılımcı ve yedi gruptan oluşmuştur. Bu katılımcılardan 137'si hizmet öncesi fen bilimleri ve/veya teknoloji öğretmenleri; 92'si ise hizmet öncesi matematik öğretmenleridir. Berlin ve White (2012), MSAT eğitim programının tamamlanması üzerine hizmet öncesi öğretmenlerin STEM derslerinin planlanmasında, tasarlanmasında ve uygulanmasında daha gerçekçi bir zorluk anlayışına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Berlin ve White (2012), katılımcılar STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesine değer verse de, genel süreçte yer alan belirli bir seviyede karmaşıklığın olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Çalışma, hem hizmet öncesi hem de hizmet içi öğretmenlerinin STEM eğitim entegrasyonunun karmaşıklığı ve yetersizliğiyle ilgilenebilmeleri için desteğe ihtiyaç duyduklarını göstermiştir (Berlin ve White, 2012). Hizmet öncesi eğitimcilerinin STEM eğitimini uygulamaları için gerekli olan spesifik kavramlara ve becerilere maruz kalmaları amacıyla öğretmen eğitim programlarının, revizyondan geçirilmesine gereksinim duyulmuştur. Berlin ve White (2012)'ye göre, STEM süreçlerindeki zorluk, öğretmen adaylarını gerekli becerilerle tanıştıracak daha iyi eğitim stratejilerle donatmak için daha yüksek eğitim enstitülerini gerekli kılmıştır. Tüm STEM öğretmenleri, uygulama sürecindeki bazı zorlukları



azaltacak kaynaklara erişim ihtiyacı duymuştur. Berlin ve White (2012), alan bilgisinin de STEM eğitiminin uygulanmasında hayati bir parça olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmenlere, STEM derslerini kolaylaştırma konusunda kendilerinde güven bulmaları için sınıf çalışmasının sağlanması gerekmiştir. Scott (2012), Amerika Birleşik Devletleri'nde etkili STEM liselerinin ortak özelliklere sahip olduğunu ileri sürmüştür. Örneğin, öğretmenler geniş kapsamlı, ortak çalışmaya dayalı bir mesleki gelişime katılırlar. Zhang ve ark. (2011), sponsoru Ulusal Bilim Vakfı olan yüksek eğitim kurumları ve yerel K-12 okulları arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için boylamasına bir çalışma yapmışlardır. Matematik ve Fen İlişkisi, Mesleki gelişim ve mentörlük yoluyla öğretmen eğitimini geliştirerek öğrenci başarısını pekiştirme amacıyla K-12 STEM öğretmenlerini STEM üniversite fakültesine ortak eden bir reform çabası olmuştur. Çalışma, üçü fen bilimleri, ikisi matematik ve üçü hem fen bilimleri hem de matematik derslerine odaklanan toplamda sekiz durum çalışması projelerinden oluşmuştur. Zhang ve ark. (2011)'e göre, STEM fakültesi, sınıf öğretmenlerine hizmet içi mesleki gelişim ve mentörlük eğitimlerini sağlamıştır. STEM fakültesi, müfredatı standartlara uygun hale getirmiş, STEM alanında zorlayıcı kurslar almaları için cesaretlendirmek için tasarlanan uygulamalara katılmış ve teknolojinin sınıfta nasıl kullanılacağına yönelik rehberlik sunmuştur. Araştırmacılar, anketler, röportajlar ve sınıf gözlemleri dahil yıllık yer görme ziyaretleri gerçekleştirmişlerdir (Zhang ve ark., 2011). Çalışmadan elde edilen bulgular, STEM fakültesinin katılımının, öğretmenlerin pedagojisi, güveni ve alan bilgisi üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir. Sonuçlar aynı zamanda, istatistiksel olarak fen bilimleri ve matematiksel performansta yıllık olarak gerçekleşen önemli bir büyüme ortaya koymuştur. İş birliği yoluyla stratejileri hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmenlere sağlayarak, verimliliği arttıracak ve entegrasyon yönetimindeki zorluğu azaltacaktır. Nadelson, Seifer, Hettinger ve Coats (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, verilerin analizi, hizmet içi öğretmenlerin STEM'i öğretileri için internet sitelerinden destek alma tercihinde bulduklarını ortaya koymuştur. Nadelson ve ark. (2013), öğretmenlerin, usta öğretmenlerden, danışmanlardan ya da yöneticilerden destek arama eğilimlerinin, ikinci sırada yer aldığını rapor etmişlerdir. Öğretmenlerin online forumlar ve sanal topluluklar tercihi en alt sırada yer almaktadır (Nadelson ve ark., 2013). STEM eğitim uzmanları (ör, Berlin ve White, 2010; Nadelson ve ark., 2012; Nathan, Srisurichan, Walkington, Wolfgram, Williams ve Alibali, 2013; Roehrig, Moore, Wang, ve Park, 2012) uygulama sorunları zor olsa da, STEM entegrasyonunda bilgili ve kendine güvenen gibi gerekli becerilerle öğretmenleri donarak bu sorunlar aşılabılır.

*STEM (eğitimi) Entegrasyonu.* STEM, dört disiplinin entegrasyonundan meydana gelir: fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik, ancak Wang ve ark. (2011)'e göre bu konular daha çok okullarda ayrı bir Şekilde ğretilmelidir. STEM entegrasyonu, doğrudan matematik ve fen bilimlerinin akademik baŐarisını etkilediği için gerekli yöntemdir. Becker ve Park (2011), STEM entegrasyonu üzerine yapmış oldukları çalışmada ilkokul, ortaokul ve lise seviyelerinde ğrenci başarısı üzerindeki etkisini incelemiŐlerdir. Elde ettikleri bulgular, STEM konularına yönelik bütüncül bir yaklaşım iş birliğine dayalı bir Şekilde uygulandığında ğrenci başarısı üzerinde olumlu bir etki bıraktığını ortaya koymuştur. Entegrasyon ile ilgili etkinliklerin ve çalışmaların betimsel analizini dâhil ederek STEM eğitim entegrasyonuna kararlı bir Şekilde odaklanan periyodik yayımlanan birçok makale (Brown, 2012) (a), ve (b) STEM entegrasyonuna aynı zamanda entegrasyonu etkileyen öğretmenlerin tutum ve algılarına ithaf olunmuŐ var olan birçok Mesleki gelişim programlarından dolayı STEM entegrasyonunun önemi apaçık ortadadır. Berlin ve White'ın (2010) fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) entegrasyonu hakkındaki hizmet öncesi öğretmenlerin tutumları ve algılarına yönelik çalışmalarında belirttikleri gibi STEM entegrasyonunun uygulanabilirliği öğretmenler açısından büyük bir sorun haline gelmiştir. STEM entegrasyonuna odaklı yüksek lisans derecesinde lisans verme programına kayıt edildikten sonra öğretmenlerle görüşmeler yapılmıŐtur. Berlin ve White'ın (2010), çalışmalarında yer alan katılımcılar,  gruptan oluşan, ilk üç yıllık programa kayıtlı hizmet öncesi öğretmenlerden oluşmuştur. 81 hizmet öncesi öğretmenlerinden 39'u kadın, 42'si erkek, 53' fen bilimci ve 28'i matematikçidir. Bunlar fen bilimleri ve matematik lisans öğrencileri olmalarına rağmen, ilk olarak öğretmenler, programın ilk yılının sonunda STEM entegrasyonunun daha zor olacağını hissetmişlerdir (Berlin ve White, 2010). Başlangıçta ifade edilen hizmet öncesi öğretmenlerin tutumları ve algıları, STEM entegrasyonu yüksek lisans programının üç yılı tamamlandığında deđiŐmiŐtir. Berlin ve White'a (2010) göre, öğretmenler, entegrasyonun öğrenciler açısından birleşmiş bir eğitim programı sağlamak için gerekli ve faydalı olduğunu fark ederek, STEM entegrasyonuna yönelik öncesine kıyasla daha düşünceli ve tedbirli bir yaklaşım ortaya koyan zorlukları ve engelleri tanımlamışlardır. Diğer araştırmacılar (r, Nathan ve ark., 2013; Asghar, Ellington, Rice, Johnson ve Prime (2012) benzer bağlantılar ortaya koymuşlardır. Nathan ve ark. (2013), amaçlı STEM entegrasyonunun, ana kavramlar arasında bir anlam bütünlüğü inşa etmeye bağlı olduğunu onaylamıŐlardır. Bu anlam bütünlüğünün öğrenme çıktılarını etkileyen mühendislik uygulamaları ve önemli STEM

kavramları arasında var olup olmadığını belirlemek için öğretmenlerin pedagojik eylemleri ve öğrencilerin yanıtlarının analiz edilmesinden sonra, Nathan ve ark. (2013), fenin, teknolojik nesnelere, mühendislik tasarımların ve matematik ifadelerinin, STEM entegrasyonuna yönelik etkili bir mekanizma ürettiklerini bulmuşlardır. Öğretmenler tarafından kullanılan bir anlam bütünlüğü inşa eden ifadeler, araç gereçler ve malzemelerin, öncelikle STEM'in ilgili kavramlarının birlikte düzenlenmesi nedeniyle öğrencilerin algısını kolaylaştırdığı doğrulanmıştır (Nathan ve ark., 2013). Bu durum, STEM eğitimcilerin karşılaştıkları zorluklardan birini ifade etmiştir: bütüncül bir yaklaşımdan STEM'in uygulanması, böylece öğrenciler tüm STEM disiplinlerinin kavramsal ifadeleri arasındaki bağlantıyı kavrayabilirler. Bundan dolayı STEM öğretim ve öğrenme dinamiği, büyük ölçüde yönetenlerin etkinliğine bağlı olmaktadır.

*Öğretmen Algıları.* Stohlmann ve ark. (2012)'ye göre, öğrenci başarısını ve STEM entegrasyonunu etkileyen en büyük faktör, öğretmen etkinliğidir. Birçok çalışma (Kelley ve ark., 2010; Mativo ve Park, 2012; Nadelson ve ark., 2012; Nathan ve ark., 2010; Stohlman ve ark., 2012; Wang ve ark., 2011), öğretmen güven eksikliğinin STEM müfredatının uygulanmasında öğretmen etkinliğini azalttığını gösteren sonuçlar vermiştir. Stohlman ve ark. (2012), STEM alan bilgisinin planlanmasında, düzenlenmesinde ve edinilmesinde yardımcı olacak öğretmenlere yönelik tamamlayıcı destek programlarını önermişlerdir. Wang ve ark. (2011), STEM eğitime geçme noktasında en büyük engelin, STEM eğitimcilerin takip edeceği kılavuzların veya izleyeceği modellerin eksikliği olarak ifade etmişlerdir. Bu durumun da öğretmen etkinliğini etkilediği aşikârdır. Öğretmenlerin STEM entegrasyonu, uygulanması, uygulamaları ve algıları hakkındaki bilgileri, öğrencilerle nasıl ilgilendiklerini ve öğretme metodolojilerinde nasıl yansıtıldıklarını belirlemektedir. Öğretmenleri STEM eğitiminin disiplinler arası yaklaşımına maruz bırakmak, etkinliklerini arttıracaktır. Asghar, Ellington, Rice, Johnson ve Prime tarafından yürütülen bir çalışmada, STEM'in uygulanma zorlukları, STEM'in öğretiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı (PDÖ) disiplinler arası bir alan olarak öğretmenlerin kullanma girişimleriyle ortaya çıkarılmıştır. Bu araştırmanın bulguları, STEM öğretmenlerinin mesleki gelişimi olarak probleme dayalı yaklaşımın kullanılabilirliğini belirlemiştir. Asghar ve ark. (2012)'ye göre, doğası gereği STEM uygulaması, disiplinler arası bir uygulama olup özgün bir problem çözme tekniğini ele almaktadır. Bundan dolayı Asghar ve ark. (2012), sürdürülebilir bir STEM eğitim programı geliştirmek isteyen eğitimcilerin ve eğitim kuruluşların, disiplinler arası

bir yaklaşımla bunu yerine getirmeleri gerektiğini savunmuşlardır. Bu yaklaşım, STEM sınıflarına probleme dayalı öğrenme'yi dahil ederek başarılı bir şekilde uygulanabilir (Asghar ve ark., 2012). Asghar ve ark. (2012)'in yaptıkları araştırma analizi, PDÖ (Probleme dayalı Öğrenme) mesleki gelişim programına katılan Maryland eyaletinden gelen öğretmenlerin tutumlarını ve algılarını ortaya çıkarmıştır. Maryland'ın 25 okul sisteminden 20'sinden gelen katılımcılar, beş günlüğüne atölye çalışmalarına katılmışlardır. Sınıf eğitiminde PDÖ kullanma noktasında yaşadıkları rahatlık seviyesini belirlemek için katılımcılardan önce ve sonra nitel veriler toplanmıştır. Başlangıçta katılımcılar, münferit bir varlık olarak PDÖ ve STEM disiplinleri arasında bir bağlantı kuramadılar. Mesleki gelişim uygulamaları tamamlandığında öğretmenler, PDÖ yoluyla disiplinler arası yaklaşımı STEM'e uygulanmasının doğasını fark etmiş ve değer vermişlerdir. Öğretmenler problemleri çözerken bütüncül bir yaklaşım uygularken, bilim insanlarının gerçek dünya sorunlarına yaklaştıkları yolu modellemişlerdir. Asghar ve ark. (2012), bu yaklaşımın öğretmenlerin öğrencilere bu davranışı nasıl model yaptıkları konusunda öğretmenlere bir iç görü sağladığını iddia etmişlerdir. Katılımcılar, problem çözümüne karşı bu ekip yaklaşımının, öğretmenlerin öğrencilerine fen bilimleri, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinleri arasında bağlantılar kurduğunu keşfetmişlerdir.

*Teknoloji Unsuru.* STEM eğitimcileri öğrenci başarısını, teknolojik birimi, becerileri ve hem öğrenci hem de eğitimcilerin yeterliliklerini geliştirmek için çalışırken, teknolojik unsura değinilmelidir (Delvin, Feldhaus ve Bentrem, 2013). Araştırmacılar (ör, Autio, 2011; Delvin ve ark., 2013; Koch ve Sanders, 2011; Mentzer ve Becker, 2010; Wisniewski, 2010; Yuen, Boecking, Tiger, Gomez, Guillen, Arreguin ve Stone, 2014), sınıfta teknolojinin eğitim aracı olarak kullanımının öğrenci öğrenimini geliştirdiğine ve olumlu eğitim çıktılarını arttırdığına yönelik somut bir kanıt bulmuşlardır. Bilim insanları da (Autio, 2011; Delvin ve ark., 2013), teknoloji yeterlilik elde etmek amacıyla STEM eğitimcileri için gerekli olan üç unsur tanımlamışlardır: (a) teknolojik birikim, (b) teknolojik beceri ve (c) teknolojik istek. Delvin ve ark. (2013), bu üç kavramı teknolojinin temelleri olarak dikkate alacak ve STEM sınıflarına entegre edilmesini sağlayacak STEM eğitimcileri için önemli addetmişlerdir. Delvin ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmadan elde edilen sonuçlar, ortaokul öğrencilerinin video üzerinden bir eğitmen tarafından öğretilen STEM dersine, sınıfın önünde duran bir öğretmen tarafından anlatılan aynı STEM dersine kıyasla daha fazla katıldıklarını ortaya çıkarmıştır.

Araştırma çıktıları, öğretmenlerin daha bilgilendirici teknoloji kullandıkları sınıflarda ortaokul öğrencilerinin, daha çok ilgi gösterdiklerini ve derse daha iyi katıldıklarını aynı zamanda daha karmaşık bir ders konusunu kolaylıkla anladıklarını gösteren bulguları desteklemiştir (Delvin ve ark., 2013). Teknolojinin daha yaygın kullanıldığı okullarda, teknolojinin öğrenme amaçlarını kolaylaştırdığı kanıtlanmıştır (Delvin ve ark., 2013). Yuen ve ark. (2014), ilkokul ve ortaokul öğrencilerine gerçek-dünya STEM problemlerini çözebilmeleri amacıyla teknolojiyi kullanarak işbirliği içinde çalışma fırsatı sunacak robotlar kullanmışlardır. Bu çalışmalar, STEM eğitimcilerinin teknolojinin derslerin dağılımı, eleştirel düşünme unsuru, ilkokul ve ortaokul öğrencileri arasındaki işbirliği üzerindeki olumlu etkisini daha iyi anlamalarına yardımcı olacak bilgiler sunmaktadır. Diğer çalışmalar ise, teknoloji kullanan öğrencilerin (a) daha iyi konsantre olduklarını, (b) daha iyi katılım gösterdiklerini ve (c) daha iyi araştırma analiz becerilerini geliştirdiklerini tespit etmiştir (Autio, 2011; Devlin ve ark., 2013; Koch ve Sanders, 2011; Lee, 2013; Mentzer ve Becker, 2010; Yuen ve ark., 2014). Lee'nin (2013) çalışmasında, matematik sınıflarında bilgisayar tabanlı etkinlikler ele alınmıştır. Sonuçlar, öğrencinin matematik öz yeterliğinin bilgisayar tabanlı öğrenme etkinlikleriyle arttırıldığını ortaya koymuştur (Lee, 2013). Bu teknolojiye dayalı etkinliklerin sınıf ortamında kullanılması aynı zamanda, 4 yıllık lise sonrası kurumlara katıldıklarında öğrencilerin STEM ders seçimleri üzerinde olumlu etkiler göstermiştir (Lee, 2013). Sınıf ortamında teknolojinin kullanılması hem öğrenciler hem de eğitimciler için büyük yararlar sağlamaktadır. Teknolojinin düzenli bazda dahil edildiği sınıflarda genellikle öğretmeye yönelik yapıcı bir yaklaşım gözlemlenmiştir (Delvin ve ark., 2013). Bu yaklaşıma göre öğrenciler, problem çözme, eleştirel düşünme ve uygulamalı alıştırmalar gibi etkinliklere katıldıkları için öğretmenler ders anlatımına daha az zaman harcamaktadırlar. Bununla birlikte mevcut durumda eğitimcilerin teknolojik yeterlilik ve teknoloji okul yazarlığının zorluklarıyla karşılaşmaktadırlar (Autio, 2011). STEM eğitimcileri, çoğu öğretmenin aksine y kuşağı olarak adlandırılan doğuştan teknolojinin içinde büyümüş öğrencileri eğitme ve bu öğrencilerle ilgilenme görevini üstlenmektedirler (Wisniewski, 2010). Wisniewski (2010) ve Devlin ve ark. (2013), birçok öğretmen eğitimi programının, sınıfta teknolojiyi iyi bilen öğrencilerin taleplerini karşılamak için yetersiz bir şekilde geleceğin öğretmenlerini eğiten yöntemlerin tarihine dayandığını belirtmişlerdir. Wisniewski (2010) ve Devlin ve ark. (2013), tüm kademelerdeki eğitimcilerin-özellikle ilkokul ve ortaokullar- gelecekteki STEM mesleklerinin bir gün dâhil edileceği yüksek teknoloji iş ortamına benzeyen sınıf ortamları kurarak teknolojiyi kullanmaları gerektiğini

savunmaktadırlar. Bilim insanlarının, mühendislerin ve matematikçilerin gerçek dünyada yaptıkları gibi öğrencileri uygulamalı öğrenmeye maruz bırakmak, belirli bir seviyede becerisini sergileyecek eğitimciler gerektirmektedir (Nathan ve ark., 2010). Birçok STEM eğitimcisine göre daha kaygı verici bir biçimdeki maruziyet, STEM’de ‘Mühendisliğin’in çıkarılmasına neden olmaktadır. Mühendislik unsuru, çoğu eğitimci açısından uygulamanın en zor aşamasıdır (Asghar ve ark., 2012; Ralston, Hieb, Rivoli, 2013; Page ve ark., 2013).

*Mühendislik Unsuru.* Page ve ark. (2013) ve Ralston ve ark. (2013), öğrencileri daraltılmış bir STEM hattında tutmanın en büyük engeli, okula kayıt öncesinde mühendislik alanına maruz kalma eksikliği olduğunu savunmuşlardır. Mühendislik ve teknik okuryazarlığına yönelik yüksek farkındalık ve bu alanlara olan ilgi, okullarda mühendislik eğitiminin uygulanmasının doğrudan bir sonucu olabilir (Elam Donham, Solomon, 2012). Bununla birlikte Page ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmadan elde edilen bulgular, lise öğrencilerinin ve öğretmenlerin mühendislik alanını kavrama eksikliğini ortaya çıkarmıştır. Bu eksikliği gidermek için okul bölgeleri tarafından mühendisliğin birçok yaklaşımı uygulanmıştır. Project Lead the Way (PLTW), öğrencilerin mühendislik kavramlarını araştırmaları için mühendislik esaslarına ve tasarım sürecine başvurduğu böyle bir programdır. PLTW, ABD genelinde uygulanmıştır. Etkinliği STEM eğitimiyle ilgili birçok önemli çalışmada referans olarak gösterilmiş ve değerlendirilmiştir (ör, Kelley ve ark., 2010; Nathan ve ark., 2010; Nathan ve ark., Stohlmann ve ark., 2012). PLTW’nin lise öğrencilerinin öğretimi üzerindeki etkisini anlamak için önemli çalışmalar yapılmıştır. STEM eğitimcileri, mühendislikteki problem çözümü için gerekli olan fen bilimleri ve matematik becerilerin önemi hakkında çeşitli fikirlere sahiptirler. Nathan ve ark. (2010), iki STEM eğitici grubunun karşılaştırarak bir mukayese çalışması tamamlamışlardır. Project Lead the Way (PLTW) ve içerik temelli matematik ve fen bilimleri. İçerik (Bilgi) odaklı öğretmenler, öğrencilerin okulda mühendislik alanında uzmanlık eğitimi gören öğrencilerin hem matematik hem de fen bilimlerinde akademik olarak iyi düzeyde olması gerektiği inancına sahiptirler (Nathan ve ark., 2010). PLTW öğretmenleri, matematik ve fen bilimlerinin proje tabanlı mühendislik etkinliklerinde yeteri kadar yer aldığını kabul ederek farklı bir dizi kriter uygulamışlardır. Bundan dolayı, matematik ve fen bilimlerinde bilgili olmak öğrenciler için bir gereklilik olmamıştır (Nathan ve ark., 2010). Öğrencilerin ilgili STEM alanlarında eğitilmesi noktasında karşılaşılan zorluklar hem

öğretmen hem de programla ilgilidir. STEM alanlarında öğrenci yetiştirmek için ortaokul düzeyinde yeteri kadar teknoloji bulunmamakla beraber aynı zamanda da eğitim uygulamalarını yeniden yönlendirmek için gerekli olan öğretmenlerin mesleki gelişim olanakları da mevcut değildir (Kelley ve ark., 2010; Roehrig, Moore, Wang ve Park, 2012). Kelley ve ark. (2010), PLTW'yi Kamu Hizmeti Mühendislik Projeleri (EPICS) adlı bir diğer programla karşılaştırarak iki farklı lisesinin mühendislik müfredatını incelerken benzer farklı modellerle karşılaşmışlardır. Kelley ve ark. (2010), öğrencilerin problem çözme teknikleri geliştirdiklerini ve bu becerilerin açık uçlu ve tam olarak açıklanmamış problemlerle çalışmalarına olanak sağladığını tespit etmişlerdir. Aynı zamanda programların doğrudan sonucu, lise okul tasarım takımlarının, oldukça teknik problemleri çözmelerine olanak sağlayan belirli bir seviyedeki iş birliğini sergilemesi olmuştur (Kelley ve ark., 2010). Ancak hem PLTW hem EPICS'de tasarım çözümlerine yönelik bir tasarım aracı olarak matematik becerilerini kullanabilme kabiliyetiyle ilgili kaygılar kalmıştır. Aynı zamanda matematiksel düşünme, Gonzales ve Kuenzi'nin (2012) matematiğin uygulanmasının öğretmenler için zor olduğu hakkındaki orijinal gözlemlerini destekleyen, öğrencileri değerlendirirken öğretmenlerin matematiğe önem vermedikleri için öğrenciler tarafından kullanılan bilişsel bir strateji olarak ihmal edilmiştir. Mühendislik müfredatı, mühendislik tasarım sürecinde matematiksel problem çözme ve fen bilimleri araştırmasını kapsamalıdır (Ralston ve ark., 2013). STEM eğitiminin başarısı için, fen bilimlerinin, matematiğin, mühendisliğin ve teknolojinin entegrasyonu gereklidir. Bununla birlikte eğer öğretmenler, matematikle uğraşırsa mühendislik süreciyle ilişkili olduğundan hiçbir şekilde özgün bir entegrasyon ortaya çıkmayacaktır (Page ve ark., 2013). Bundan dolayı, iki veya daha fazla öğretmenin sınıfta aynı konuyu anlatmaları ve ana kavramlar arasında uyum yöntemleri gibi diğer entegrasyon yöntemleri araştırılabilir. Roehrig ve ark. (2012), STEM'in farklı birçok model kullanan matematik ve fen bilimleri öğretmenlerinin ortaokul sınıflarındaki entegrasyonunu araştırmışlardır. Roehrig ve ark. (2012), en başarılı STEM entegrasyonunun, matematik ve fen bilimleri öğretmenlerinin ortak öğretmenler olarak iş birliğine dayalı olarak çalışmaları halinde oluşabileceğini belirtmişlerdir. Münferit yaklaşımların aksine, disiplinlerin entegrasyonu, gerçek dünyayı taklit etme ve problem çözme teknikleri, bu çerçevede kullanılabilir. Roehrig ve ark. (2012), ortak plan yapan ve birlikte eğitim veren matematik ve fen bilimleri öğretmenlerinin, yüksek kalitede STEM entegrasyonunu gösterdikleri sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, STEM standartlarını irdeleyen ve STEM'in uygulanmasını kolaylaştıran

matematik ve fen bilimlerindeki uyumlu standartların ihtiyacını değerlendirme noktasında yardımcı olmuştur. STEM'in öğrencilerin eğitimine amaçlı bir şekilde entegre edilmesi, öğrencileri küresel ekonomi açısından daha iyi bir şekilde yetiştirecektir. Fen bilimlerinin, teknolojinin, mühendisliğin ve matematiğin amaçlı entegrasyonu, tek bir mekanizmaya bağlıdır: ana kavramların uyumunu inşa etmek (Nathan ve ark., 2013). Öğrenme çıktılarını etkileyen mühendislik etkinlikleri ve önemli STEM kavramları arasında anlam bütünlüğü olmalıdır. Anlam bütünlüğü (ör., öğretmenler tarafından kullanılan sunumları, araç gereçleri ve materyalleri oluşturma), bilhassa STEM'de ilgili kavramların birlikte düzenlenmesinden dolayı öğrencilerin anlamasını kolaylaştırmaktadır (Nathan ve ark., 2013). Fen bilimleri yasası, teknolojik nesnelere, mühendislik tasarımlar ve matematiksel temsiller arasındaki bağlantı, talim terbiyede ve öğrenme çerçevesinde yapılmalıdır. Genel olarak, öğretim ve öğrenme çerçevesi kurumu, her devlet tarafından düzenlenen bir dizi eğitim standartları içerisine alınmıştır. Bu paradigma birçok çalışmada belgelenmiştir (Asghar ve ark., 2012; Kelly ve ark., 2013; Koehler ve ark., 2013).

## 2.6. Tasarım Temelli Eğitim

Geçmişten Sesler: STEM'in Geleceği için Mesajlar adlı makalede, yazarı Todd Kelley (2012) teknoloji eğitimi, mühendislik eğitimi ve mevcut STEM eğitim hareketinin geçmişlerinin son derece benzer olduğunu söylemiştir. Kelley (2012) eğitime mevcut STEM konu entegrasyonu yaklaşımının nasıl oluştuğunun geçmişini gösteren bir yapı çizmektedir. Bu yapılardan biri de tasarım temelli eğitimidir.

Kelley (2012), tasarım temelli eğitimin mevcut entegre STEM hareketine yol açan yapılardan biri olduğunu savunmaktadır. Tasarım temelli eğitim, çocukların geniş çapta gerçek yaşam durumlarında uygulamalı yaklaşımlar kullanarak eğitilmesi gerektiğine inanan, 1800'lerin başlarındaki Heinrich Pestalozzi'nin çalışmalarına dayanmaktadır (Kelley, 2012). 1800'lerin daha sonraki kısmında ise modern ana okulunun babası olan Fredrick Froebel (Kelley, 2012) de Pestalozzi'nin çalışmalarını ilerletmiştir. Adelman (2000), Pestalozzi'nin Froebel'in ilk düşünce ve uygulamalarını çok büyük çapta etkilediğini iddia etmektedir. Froebel, çocuklara simetri ve güzelliği öğretmek amacıyla tasarlanmış kutulu blok setlerinden çocuk oyuncakları oluşturmuştur (Coleman, 2008). Frank Lloyd Wright, Froebel'in bloklarıyla oynamış ve bunları geliştirici olarak anımsamıştır. Wight, Froebel bloklarının tasarım yeteneklerini geliştirmesinde kritik



öneme sahip olduğuna inanıyordu (Brosterman, 1997; Coleman, 2008). Tasarım temelli eğitim daha sonra 1900'lerin başlarında her ikisi de öğrencilerin kendi projelerini tasarlamaları gerektiğini vurgulamasıyla Frederic Bonser ve Lois Coffey Mossman tarafından da savunulmuş ve desteklenmiştir (Kelley, 2012).

Tasarım temelli öğrenme (TTÖ) STEM'e özgü profesyonel öğretmen gelişimini hizmet içi öğretmenlere online bir ortam aracılığıyla erişilebilir hale getirme sorununa en uygun yaklaşım metodolojisi sağlamaktadır. Tasarım temelli öğrenme Brown (1992) ve Collins'in (1992) çalışmalarından oluşturulan, yeni geliştirilen, oluşsal bir araştırma metodolojisi yaklaşımıdır. TTÖ ilk olarak aşağıdaki üç sebepten dolayı oluşturulmuştur:

(1) Araştırma ve laboratuvar deneylerindeki araştırmanın gerçek öğrenim bağlamı arasındaki bağlantıların yetersiz olması (Brown, 1992, Barab ve Squire, 2004), (2) okullardaki sorunlara yenilikçi çözümler oluşturma ihtiyacı (Sandoval 2014; Sandoval ve Bell, 2004) ve (3) sıklıkla göz ardı edilen köprüleme araştırma ve uygulamaları (Design-Based Research Collective, 2003).

TTÖ'yi önerenler, TTÖ'nin eğitim, araştırma ve uygulamalarına nasıl katkı sağladığına dair çok sayıda uygulamalı argüman öne sürmektedir. İlk olarak TTÖ araştırmayı okul ortamı bağlamına yerleştirerek ve okullardaki sorunlar, öğrenci öğrenimi ve profesyonel öğretmen gelişimi için yenilikçi çözümlere odaklanarak araştırma ve uygulama arasında güçlü bağlantılar sunuyor (Brown, 1992). TTÖ'nin bir başka temel özelliği ise hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar için "kullanılabilir" bilgiler sunuyor olmasıdır (Brown, 1992). Yenilikçi öğrenim ortamları tasarımından kazanılan kullanılabilir bilgiler hem öğretim ve öğrenim hakkındaki mevcut bilgilere yeni şeyler eklemekte hem de bu gibi ortamların tasarlandıkları yerlerde nasıl çalıştıklarına dair bilgi sağlamaktadır (Cobb, Confrey, Lehrer, ve Schauble, 2003; Edelson, 2002).

TTÖ'nin gücü, mevcut araştırma (McKenny ve Reeves, 2012), açıklama gücü, ekolojik olarak konumlanmış bağlam, içten tutarlı tecrübe yaklaşımlarını düzeltme ve genişlete konusundaki ve müdahale ve teori arasında bağlantı olup olmadığı veya teori ve tasarım çıktıları hakkında gerçeği yansıtıp yansıtmadığını belirlemekteki esnekliğinden gelmektedir (Edelson, 2002). McKenny ve Reeves (2012), tasarım temelli öğrenmeyi geleneksel metodolojilerden ayıran temel özellikleri inceledikleri çalışmalarında, işlevsel tasarım temelli öğrenmenin teoriyi eyleme geçirme hedefi, ekolojik geçerlilik elde etmek

için müdahalede bulunma ve en önemlisi, geleneksel yöntemlerin aksine, TTÖ katılımcıların hem araştırmacı hem de katılımcı için yararlı bir sürekli etkileşime girmesine izin vererek katılanları işbirlikçi partnerler olarak konumlandırması sağladığı sonuçlarına ulaşmıştır.

### 2.7. 21. Yüzyıl Becerileri

Öğrencilerin ötesinde, dünyanın kendisi özellikle de ekonomisi açısından son yıllarda muazzam bir değişim geçirmiştir. Tarihte ilk kez bilgi ve iletişim teknolojileri (bilgisayarlar ve cep telefonları gibi) ile ilgili yıllık harcamalar, endüstriyel teknolojilerdeki (montaj hatları gibi) yıllık harcamaları aşmıştır. Trilling ve Fadel (2009) bunu "Endüstriyel Çağ'dan" "Bilgi Çağına" geçiş olarak nitelendirmektedir (s. 3). Bu değişim sırasında, giderek daha fazla sayıda insani işgücü teknoloji veya otomasyonla emilmekte edilmekte ve böylece insan işçilerinin kendilerini farklılaştırmaları ve eleştirel düşünme veya problem çözme gibi uygulamalı becerilere sahip olma gereksinimlerinde artışa yol açmaktadır. Kay'a (2010) göre, tüm mevcut lise öğrencileri diplomalarını almadan önce dil, matematik ve fen gibi geleneksel konuları tamamen öğrendikleri varsayılsa bile, bugünün işgücü talepleri doğrultusunda "[bu öğrenciler] yine de hazırlıksız olacaktır" (xviii). Bu sorun sadece orta öğretim için geçerli değildir, zira teknik kolejlerden ve üniversitelerden mezun olan öğrenciler bile, iletişim, eleştirel düşünme, problem çözme, iş birliği, çeşitlilik arz eden ekiplerde çalışma, teknoloji uygulama ve proje yönetimi alanlarındaki kilit becerilerden yoksun olarak tanımlanmaktadırlar (Trilling ve Fadel, 2009, s.7).

Berry (2011) gelecekte, öğrencilerin öğrenmesine yönelik ölçütlerin olgusal hatırlama üzerine değil, bilginin bulunabildiği hız ve etkinliğe dayandırılacağını ileri sürmüştür. The Partnership for 21st Century Skills (21. Yüzyıl Becerileri için Ortaklık) günümüz öğrencileri için gereksinim duyulan bilgi ve beceri çıktılarına ilişkin analizlerinde ABD'deki mevcut eğitim çıktıları ve politikaları ile kıyaslandığında yeni dünya ekonomisindeki rollerine yönelik öğrencileri daha iyi hazırlamak için gerekli becerileri ve yeterlikleri temsil ettiğine inandıkları bir çerçeve oluşturmuşlardır, (Kay, 2010).

Bu konular, beceriler ve temaların açılımı aşağıdaki gibidir:

- Temel konular: dil sanatları, dünya dilleri, sanatlar, matematik, ekonomi, fen, coğrafya, tarih, hükümet ve yurttaşlık

- 21. yüzyıl temaları: küresel farkındalık; finansal, ekonomik, işletme ve girişimcilik okuryazarlığı; yurttaşlık okuryazarlığı; sağlık okuryazarlığı; çevre okuryazarlığı

- Öğrenme ve yenilik becerileri: yaratıcılık ve yenilik, eleştirel düşünme ve problem çözme, iletişim ve işbirliği

- Bilgi, medya ve teknoloji becerileri: bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı, bilgi ve iletişim teknolojisi (BİT) okuryazarlığı

- Yaşam ve kariyer becerileri: esneklik ve uyarlanabilirlik, inisiyatif ve kişisel yönlendirme, sosyal ve kültürler arası beceriler, üretkenlik ve hesap verebilirlik, liderlik ve sorumluluk (Kay, 2010)

Kay'ın modelinin alt bölümünde gösterildiği gibi, bu önemli becerilerin desteklenmesi öğrencilerin bu bilgi ve beceri alanlarını elde etmeleri için gerekli olan sistemdir.

Öğrencileri hem yükseköğretim hem de işyeri için hazırlama gerekliliğini karşılamaya yönelik bir çalışma kapsamında müfredat değişiklikleri hâlihazırda yürürlüktedir. Örneğin, birçok eyalet lise diplomalarını alabilmek için öğrencilerin lise matematik ve fen dersini üç yıla kadar tamamlamalarını istemektedir (Editors, 2008). Buna ek olarak, müfredat boyunca öğrencilere dijital kaynaklara daha fazla erişim sağlanarak okullarının veya dersliklerinin sınırları ötesinde bir bilgi ve iletişim dünyasına kapı açılmıştır (Trilling ve Fadel, 2009). Kuenzi'ye (2008) göre, bu değişiklikler doğru yönde atılmış bir adım olmasına rağmen, "ABD öğrencilerinin matematik ve fen başarısı ve STEM derecesi erişim oranı, bilimsel yenilik konusunda dünya lideri olarak görülen bir ulusla uyumsuz görünmektedir". STEM (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) disiplinleri bilimsel ve ekonomik gelişmenin anahtarı olarak kabul edilmektedir.

*21. yüzyıl becerileri kazanmak.* Gerekli 21. yüzyıl bilgi ve kompleks düşünme becerileri, ilkökul yıllarında başlayarak eğitimin devamlılığı içinde kazanılmaktadır. Araştırmacılar, tüm öğrencilerdeki yeni temel becerileri (bilişsel, kişisel ve sorun çözme, uzmanca düşünme ve kompleks iletişim gibi personel arası yeterlikler) geliştirmek için

bilişsel süreç uygulamalarının her bir öğrencinin eğitiminde erkenden başlatılıp teşvik edilmesi gerektiği sonucuna varmıştır. Ulusal Araştırma Konseyi raporuna göre öğrenciler eskiden düşünülenin aksine daha kompleks şeyleri çok daha erken yaşta öğrenebilmektedir (Klahr, 2005; Wieman, 2012). Dahası, öğrencilerin yaşamdaki ilgi alanlarını çok küçük yaşta oluşturduğu/belirlediği de görülmüştür (Ray ve Smith, 2010). Eğitimin ilerlemesi ana okulundan önce başlıyor olsa da, bu eğitim kendini kişinin lise ve lise sonrası eğitim döneminde ve çalışma ortamında göstermektedir (Dejarnette, 2012; Klahr, 2005; NRC, 2012).

*21. yüzyıl becerileri kazanmanın önündeki engeller.* STEM disiplinlerinin öğrencilerinin öğrenimi üzerinde olumlu etkisi olduğunu gösteren kanıtlara rağmen, STEM eğitiminin çoğu, özellikle fen bilgisi, daha ilk sınıflarda ortadan kaybolmaktadır. Kanunlar İngiliz dil bilgileri ve matematik için K-12'de Yıllık İlerleme raporlarını zorunlu tutmaktadır ancak iş fen bilgilerine geldiğinde on iki yıl boyunca sadece üç kez raporlama yapılmaktadır (Judson, 2013; Lynch, 2011).

Griffith ve Scharmann (2008), NCLB kanunlarının zorunlu tuttuğu İngiliz dil bilgisi ve matematik değerlendirmelerinin öğretim zamanını bu iki alana yönlendirdiğini ancak fen ve sosyal bilgiler öğreniminin azaltıldığı veya ortadan kaldırıldığını belirten 164 ilkokul öğretmeniyle bir anket çalışması yürütmüştür (Marx ve Harris, 2006.).

*21. yüzyıl becerileri kazanımını kolaylaştırma.* İlkokul öğretmenleri, STEM içerik alanları yoluyla 21. yüzyıl becerilerini öğretmekten sorumlu ilk resmi eğitimcilerdir. İçeriksel destek olsun ya da olmasın, ilkokul öğretmenleri çok geniş bir konu yelpazesinde eğitim vermesi gereken genel kültürü kapsamlı kişiler olarak eğitilmektedirler. İlkokul öğretmenleri, özellikle öğrenci öğrenimi alanında çalışmaktadır ve öğretmenlerin alan uzmanlığı etkinlik sağlanması için fazlasıyla gereklidir (Day ve Gu, 2007; Ware ve Kitsantas, 2007). Gelecek Nesil Bilim Standartlarına dayalı olarak, öğretmek üzere hazırlanan fen içerikleri dünya ve uzay bilimleri, doğal ve sosyal bilimlerdir. İlkokul öğretmenlerinden, öğrenci sorularını alanlara ayırması, yanlış anlaşılmaları düzeltmesi ve benzersiz ve çeşitli öğrenci fikirlerine etkin şekilde yanıt verirken bir yandan da öğrencilerin doğal fenomenlere dair kendi anlayışlarını oluşturmasına yardım etmesi beklenmektedir (Nowicki, Sullivan-Watts, Shim, Young ve Pockalny, 2012). Ne yazık ki çoğu ilkokul öğretmeni kuvvetler, enerji ve topraklama sistemleri gibi en basit STEM konularını öğretirken bile kendi yeteneklerinden şüphe

duymakta (Hudson, McMahon ve Overstreet, 2002; Milner, Sondergeld, Demir, Johnson ve Czerniak, 2012; Ramey-Gassert, Shroyer ve Staver, 1996; Smolleck ve Yoder, 2008).

*Öğretmen sorumluluğu ve STEM öğrenimi.* Öğretimi minimuma indiren eğitim ortamlarında fen ve mühendislik konuları öğretmek zordur. Bu durumlarda konuların anlaşılması daha da zorlaşmaktadır ve öğretmenin STEM'e bağlı olmasını gerektirmektedir. Öğretmenin kendini adaması öğretimin farklı yönlerine içten bir bağlılık şeklinde olmalıdır. Öğretmenin kendini adaması konusundaki ölçümler, bağlılığı bir okul kuruluşuna bağlılık, mesleğe bağlılık ve üretimin kişisel yönlerine bağlılık şeklinde ayırmıştır (Coladarcı, 1992; Day ve Gu, 2007; Ware ve Kitsantas, 2011). Öğretmenin bağlılığı ne kadar yüksekse, öğrencinin ilgi ve öğrenimi de o derece yüksektir (Collie, Shapke ve Perry, 2011).

Day, Elliott ve Kington (2005) Avustralya ve İngiltere'deki tecrübeli sınıf öğretmenlerini incelemiştir ve öğretmenlerin bağlılığı tanımladığına inandığı dört temel faktör bulmuşlardır:

- (1). Sosyal bağlamdan bağımsız olarak uygulamayı bildiren açık ve dayanıklı bir değer ve ideoloji dizisi.
- (2). Standartlar konusunda açık bir anlayış: (sırf işini yapıp para kazanmak için yapılan) öğretim konusunda minimalist bir yaklaşımın aktif olarak reddedilmesi.
- (3). Uygulamanın yer aldığı bağlamda tecrübelerini yansıtmak için sürekli istekli ve uyum sağlayabilir olmak.
- (4). Entelektüel ve duygusal ilgi (Day, Elliot ve Kington, 2005, s. 573).

Öğretmenlerin bağlılık karakteristikleri, STEM disiplinlerinde öğrencilerine eğitim verme yeteneğine ilişkin artırılmış algı, öğrencilerin büyüme ve STEM içerikleri ile 21. yüzyıl becerilerini öğrenme ihtimaline ışık tutmaktadır.

## 2.8. Öz-yeterlik Algısı

Öz yeterlik algısı, son zamanlarda çeşitli disiplinlerle ilgili yapılan araştırmalarda sıklıkla kullanılan değişkenlerden biridir. Öz yeterlik algısı kavramı, bireylerin olası durumlarla başa çıkabilmek için gerekli olan eylemleri ne kadar iyi yapabileceklerine

ilişkin bireysel algılarıyla ilgilidir (Hamurcu, 2006). Bandura, bu kavramdan ilk kez 1977’de söz etmiştir. Kurama göre, insanlar edilgin olarak kendi denetimleri dışında gerçekleşen olaylar yoluyla değil, bizzat kendi eylemlerini düzenleyerek ve inisiyatif kullanarak kendilerini şekillendirmektedirler. Bireyin ulaşmak istediği hedefleri belirlemede ve deneyimde bulunan çevreyi denetim altına almada öz yeterlik algıları aracı olmaktadır (Bıkmaz, 2004).

Yeterlik algılarında öz yeterlik ve sonuç beklentisi olarak iki güdüleyici faktör söz konusudur. Öz yeterlik, bir işi ve görevi etkileyen bireysel yeterliklerle ilgili inançlar, sonuç beklentisi ise, eylemlerin belirli sonuçlar doğuracağı ile ilgili inançlardır (Hamurcu, 2006). Öz yeterlik algılarını belirleyen dört temel kaynağın olduğunu belirten Bandura (1995), bunlardan en etkili olanının bireylerin doğrudan kendi deneyimlerinden kazandığı bilgiler olduğunu; diğer kaynakların ise bireylerin başarılı veya başarısız uygulamalarına ilişkin gözlemleri, toplum etkisinin başarabilmeye ilişkin etkisi ve başarıda psikolojik durum olduğunu vurgular.

Bandura (1995)’ya göre öz yeterlik algısı, özellikle duygusal yoğunluk üzerinde etkili olup, sosyal şartlarda ve sosyal değişikliklerde tekrar düzenleyici ve başarıyı, etkinliği, kariyeri vb. gibi durumları teşvik edici bir rol oynar.

Öz yeterlik algısı, insanların düşünce biçimlerini ve duygusal tepkilerini de etkilemektedir. Yüksek düzeyde öz yeterliğe sahip bireyler, zorluk düzeyi yüksek olan çalışmalarla karşı karşıya kaldıklarında daha rahat ve verimli olabilirler. Düşük öz yeterlik inancına sahip kimseler ise yapacakları çalışmaların gerçekte olduğundan daha da zor olduğuna inanırlar. Bu tip bir düşünce; kaygıyı ve stresi arttırırken; kişinin bir sorunu en iyi şekilde çözebilmesi için gereken bakış açısını daraltır. Bu nedenle öz yeterlik inancı, bireylerin başarı düzeylerini çok güçlü bir şekilde etkilemektedir (Pajares, 2002).

Öğretmen yeterliği başarılı öğretim için son derece önemlidir. Öğretmenlerin öz-yeterliği, öğrencinin öğrenimi üzerinde arzu edilen etkiyi yüretmeye dönük yetenekleri hakkında öğretmenlerin inanışları şeklinde görülebilir. İçerik bilgisi ve kaliteli pedagoji yeterlik hissinde büyük bir rol oynamaktadır (Caprara, Barbaranelli, Steca ve Malone 2006).

Caprara ve ark., (2006) bir dizi çalışmanın, öğretmenlerin öz-yeterlik algılarının öğrenci başarısı ve okuldaki başarıya olan etkisine işaret ettiğini belirtmişlerdir. İlave olarak, öğretmenlerin öz-yeterlik duygularının gelişmiş öğrenci motivasyonu, benlik saygısı, sınıflarda daha olumlu tutum ve öğrencilerin kendi öz-yeterlik duyguları ile ilişkili olduğu da tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmenlerin yeterlik duygusunun meslek seçimlerindeki tatminleriyle ilişkili olduğunu da belirtmektedirler.

Bandura'ya (1977) göre, öz-yeterlik yeni veya zorlu bir öğrenime yaklaşırken başlama ve sürekliliği şekillendirme yeteneğine sahip olup nihayetinde performans sonuçlarını etkileyebilecektir. Gelecekte öngörülen sonuçlar arasında öğretmenler için daha yüksek öğrenci başarı puanları ortaya çıkaracak ve daha yüksek performans sonuçları üreten STEM entegrasyon eğitimi ve öğrenciler içinse 21. yüzyıl düşünme becerileri ve STEM eğitiminin geliştirilmesi yer almaktadır.

## 2.9. İlgili Araştırmalar

### 2.9.1. Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar

Marulcu ve Sungur (2012) tarafından yapılan çalışma, fen bilgisi öğretmen adaylarının, mühendis ve mühendislik algılarını ve yöntem olarak mühendislik-tasarımına bakış açılarının incelenmesini amaçlamıştır. Bu bağlamda oluşturulan ölçek likert tipi çoktan seçmeli, açık uçlu soruları ve mühendislikle ilgili bir serbest çizim içermektedir. Araştırmada 44 öğretmen adayından mühendisliğin önemi ve mühendisliğin özellikleri ile ilgili serbest çizim yapmaları istenerek bilişsel yapılarının değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde öğretmen adaylarının verdikleri cevaplardan mühendislikle ilgili belirli temel bilgilere sahip oldukları, ancak mühendislik sürecine, fen ve teknoloji kavramlarının öğretimine entegre edecek kadar vakıf olmadıkları tespit edilmiştir.

Şahin, Ayar ve Adıgüzel (2014) tarafından (STEM) içerikli okul sonrası etkinliklerin özelliklerini incelemek, öğrencilerin bu etkinlikler ile olan deneyimlerini ve kazanımlarını ve etkinliklerin öğrenciler üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılan çalışmanın sonucunda STEM ile ilgili okul sonrası etkinliklerin, bağımsız ve iş birliğine dayalı bilimsel araştırmalara yönelik ve 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine katkı yapabilecek potansiyelde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çorlu vd. (2014) “STEM Eğitimi ve Alan Öğretmeni Eğitimine Yansımaları” adlı araştırmalarında STEM eğitiminin Türkiye’nin dünyadaki ekonomik rekabetteki yeri için önemine vurgu yaparak bu çalışmalarında Türkiye’deki eğitim reformu içerisinde STEM eğitiminin ne derece yer alması gerektiği ve bunun ne kadar gerçekleştirilebildiği konularına değinmişlerdir. Çalışmalarının başında genel olarak STEM eğitimi hakkında genel bir değerlendirmede bulunmaktadır. Arkasından Türkiye’nin aday olduğu Avrupa Birliği standartlarına ulaşmak için bir dizi eğitim reformundan ve bunların STEM eğitime olan yansımalarından bahsedilmektedir. Türkiye’de seçilmiş çok az sayıda bir öğrenci grubunun iyi bir eğitim alabildiğinden bahisle geriye kalan büyük çoğunluğun STEM konularında yeterli bir eğitim alamadığına işaret edilmekte ve bunun sağlanmasının ancak STEM eğitimi verebilecek kaliteli ve kalifiye öğretmenlerin yetiştirilmesi ile mümkün olabileceğine işaret edilmektedir. Fakat bunun Türkiye’deki öğretmen yetiştirme ve istihdam konusundaki karmaşık yapıdan dolayı istenilen seviyede



başarılmasının imkansızlığına işaret edilmektedir. Günümüzün rekabetçi ekonomik sistemi için gerekli bireylerin ancak sağlıklı STEM eğitiminden geçtiğine bunun da ancak STEM eğitimi almış kalifiye öğretmenlerle başarılacağına işaret edilerek çalışma tamamlanmaktadır.

Ercan (2014) fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımını incelemiştir. Araştırmada tasarıma dayalı fen dersi etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin “Kuvvet ve Hareket” ünitesine yönelik akademik başarılarına, karar verme becerilerine, mühendislik disiplinine yönelik görüş ve yeterliklerine etkisinin saptanması amaçlanmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 30 öğrenci oluşturmuştur. Üç tasarım temelli fen eğitimi modülü uygulanmıştır. Karma yöntemin kullanıldığı bu araştırmada nicel veri olarak kuvvet ve basit makineler konusundaki akademik başarı testi, karar verme becerisi testi araştırma kapsamında geliştirilen mühendislik disiplini bilgi formu kullanılmıştır. Nitel veriler içinse uygulamalarda kullanılan mühendislik tasarım kılavuzu dökümanları, serbest öğrenci günlükleri, görüşme formları, saha notları ve mühendisliğe yönelik düşünceler soru formları kullanılmıştır. Araştırmada tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin kuvvet ve hareket ünitesine yönelik akademik başarılarının, karar verme becerilerinin ve mühendislik hakkındaki bilgi düzeylerinin arttığı saptanmıştır. Ayrıca çalışmada öğrencilerde mühendislerin sahip olması gereken özelliklerle ilgili düşüncelerin uygulamalar sonrasında mühendisliğe özel niteliklerini yansıtacak şekilde gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Uygulamalar sonrasında mühendisliği kariyer planlaması açısından düşünmeyen bir kısım öğrencilerin uygulamalar sonrası mühendisliği meslek anlamında düşünmeye başladıkları da tespit edilmiştir.

Yamak, Bulut, ve Dündar (2014) çalışmalarında STEM eğitimi hakkında genel bilgiler verdikten sonra Türkiye’de bu konuda yapılan akademik çalışmaların azlığına vurgu yapmış ve bu bağlamda STEM eğitiminin beşinci sınıf öğrencilerinin bilime ve bilimsel süreç becerileri ve fene karşı tutumları üzerindeki etkisini araştırmak üzere bu çalışmanın yapıldığı vurgulanmaktadır. Tek gruplu ön test-son test deneysel desen kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışma Ankara’da bir proje kapsamında açılan uygulamalı bir bilim okuluna devam eden 25 öğrenci üzerinde yapılmıştır. Çalışmada üç farklı STEM faaliyeti uygulanmıştır. Bunlar “Güneşten Faydalanalım: Solar Robot Yapımı”, “Kaleydoskop (Çiçek Dürbünü) Yapımı” ve “Hareket Dedektörü ile Grafik Oluşturalım” faaliyetleridir. Çalışmanın sonucunda bu konuda yapılan diğer çalışmalarla

benzer şekilde STEM eğitiminin beşinci sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği ve fene karşı tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği tespit edilmiştir. Bunun sebebi ise STEM faaliyetlerinde öğrencilerin mini tasarımlar yapmak suretiyle yeni bir ürün elde etmeleri olarak izah edilmektedir. Öğrencilerin gözle görülür ve işe yarar bir ürün elde ettiklerinde öğrendikleri bilgilerin gerçek hayatta bir işe yaradığının farkına vardıklarına ve bunun neticesinde daha fazla bilgiye ulaşma arzusu duyduklarına işaret edilmektedir.

Yıldırım ve Altun (2014) tarafından hazırlanan makalede STEM üzerine genel bir değerlendirme yapılmakta ve STEM eğitiminin teorik kuramların uygulamada öğrencilere aktarılmasındaki katkısından dolayı fen bilimleri eğitimindeki önemine vurgu yapılmaktadır. Ayrıca Türkiye’deki STEM eğitimine bir katkı sağlamak amacıyla “Enerjinin Dönüşümü ve Yenilenebilir Enerji” konularını içeren faaliyetler ve ders planları sunulmaktadır. Hazırlanan bu ve benzeri STEM faaliyetleri ve ders planları ile öğrencilerin aktif olarak katıldıkları süreç içerisinde öğrendikleri bilgi ve edindikleri tecrübeleri gündelik hayatlarında anlamlı bir şekilde organize ederek daha verimli kılacakları vurgulanmaktadır. Ayrıca STEM eğitimle öğrencilerin kavram yanılgılarına düşmeden hedeflenen bilgi ve kavrama düzeyine erişecekleri savunulmaktadır.

Çorlu (2012) tarafından hazırlanan doktora tezinde Türk üniversitelerinde okuyan matematik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimine yaklaşımları araştırılmıştır. Bu çalışma neticesinde disiplinlerarası (Matematik-Fen) eğitim alan öğretmen adaylarının sadece matematik ve fen bilgisi öğretmenliği konusunda eğitim alan öğretmen adaylarına nazaran STEM konularının anlaşılması ve uygulama aşamasında öğrencilere aktarılması konularında daha becerikli ve yeterli oldukları sonucuna varılmıştır.

### **2.9.2. Yurt Dışında Yapılan Çalışmalar**

Judson ve Sawada (2000), bir matematik dersini fen bilgisi dersiyile bütünleştirmenin yarattığı etkiyi inceleyerek, öğrencilerin matematik derslerinde istatistiksel anlamda yüksek kazanım seviyelerine ulaştıklarını ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada matematik öğretmenleri, STEM disiplinleri arasındaki bütünleştirici yaklaşımların, matematik dersindeki başarı için etkili ve gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Dewaters (2006) tarafından gerçekleştirilen araştırma, öğrencilerin bütünleştirici STEM derslerinden memnun olduklarını ve bu gibi derslerin günlük yaşamdaki problemleri çözmeye yardımcı olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada, öğrenciler STEM derslerinin öğrenme yeteneklerini geliştirdiğini de belirtmişlerdir. Sonuçlar, öğrencilerin gelecekte mühendislik ve teknolojinin ihtiyaçlarını karşılamak için ileri düzeyde matematik ve bilimsel bilginin birçok çeşidini öğrenmeye ihtiyaç duyduklarını göstermiştir. Ayrıca bu gibi anlayışlar ile birçok ülke şu anda öğrencilerin öğrenme durumlarına dikkat çekerek STEM öğretiminin uygun ortam tasarımlarıyla geliştirilebileceğini umut etmektedir.

Bingolbali, Monaghan ve Roper (2007), yaptıkları çalışmada STEM ile bütünleştirilmiş proje tabanlı öğrenme etkinliklerinin uygulanmasının öğrencilerin STEM'e karşı olan pozitif tutumları ve gelecekteki meslek seçimleri açısından anlamlı bir etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, öğrencilerin matematiği öğrenmeye olan ilgilerinin düşük olmasındaki temel nedenin matematiğin ilkelerinin zor ve anlaşılmasının çok zaman gerektirmesi olduğunu; matematik öğrenme isteklerinin temel nedeninin ise, matematiğin gelecek yıllardaki meslekleriyle ve gerçek yaşamla güçlü bir biçimde ilişkili olmasından kaynaklandığını açıklamışlardır. Bu çalışmada öğrencilerin öğrenmeye olan ilgilerini arttırmak ve gelecekteki temel becerilerini geliştirmek için eğitimcilerin proje tabanlı öğrenmenin uygun öğretim yöntemlerini tasarlayabileceği belirtilmiştir.

Grunwald Associates (2010) sınıf teknolojisi kullanım desteği ve 21. yüzyıl becerilerine etkisine dair eğitimcilerin algılarını inceledi. Araştırmacılar 1.000'den fazla ortaokul öğretmenini, müdürlerini, ortaokul sonrası eğitimcilerini ve politika yapıcılarını araştırdı (Grunwald Associates, 2010). Çalışma, öğrenimi desteklemek amacıyla öğretmenlerin teknoloji kullanımına ilişkin öğretmen ve idareci algıları arasındaki farklılıkları ortaya koydu (Grunwald Associates, 2010). Yöneticiler, öğretmenlerin öğretim için teknoloji kullandıklarına öğretmenlerin kendisinden daha fazla inanmakta ve teknoloji kullanımının öğrenci çıktıları üzerindeki olumlu etkileri konusunda daha güçlü algılara sahiptir (Grunwald Associates, 2010). Çalışmaya katılan öğretmenlerin çoğunluğu, hizmet öncesi programlarının kendilerini sınıf ortamında 21. yüzyıl becerilerini kullanmaya hazırladığına inanmıyordu (Grunwald Associates, 2010). Öğretmenler eğitim programlarına yöneticilerden daha fazla değer veriyorlar ve

bulgular uygulamalı işbaşı eğitiminin etkili entegre öğretimden daha çok yeni ekipmanların nasıl kullanılacağı üzerine yoğunlaştığına işaret ediyordu. Öğretmenler mesleki gelişim, eğitim ve liderlik desteğinin öğretmenlerin teknoloji ve 21. yüzyıl becerilerini kullanımında bir fark meydana getirdiğini bildirmiştir (Grunwald Associates, 2010).

Brown, Brown, Reardon, ve Merrill (2011) orta ve kolej düzeyi öğretmenlerin algılarını araştırmış ve basit bir soru sormuştur: STEM nedir? Çalışma, STEM programlarına katılan öğretmenlerin yarısından daha azının STEM kavramını ve STEM'in sınıfa nasıl uygulandığını anlamış olduğunu ortaya koymuştur. Çoğu öğretmen, STEM eğitiminin öğrencilerin analitik, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini artıracak ve müfredata gerçek dünya bağlantıları getireceğini düşünüyordu (Brown ve ark., 2011). Çalışmanın sonuçları, STEM odaklı kurslar veya personele yönelik programlar sunmaları açısından eğitim bölgeleri için önemli göstergelerdir (Brown ve ark., 2011).

Brown ve ark., (2011) tarafından ulaşılan ikinci bir bulgu, STEM eğitiminin önemli olduğuna inanan kişilerde bile STEM'in sınıfta nasıl olabileceğine ilişkin net bir vizyonun olmamasıydı. Ankete katılan öğretmenlerin çoğunluğu, entegre dersler kullanarak öğretildiklerinde öğrencilerin STEM alanlarının her birinde temel bilgileri anlamış olabileceğine inanıyorlardı. Mali zorluklar ve zorunlu etkinlikler, okul bölgesi yönetimlerini öğretmen yetiştirecek zaman veya araçlardan genellikle alıkoymaktadır. İnternetin kullanılabilirliği birtakım masrafların ötelenmesine yardımcı olmuş ve bilgisayarı olan öğrencilerin teşvik edici ders ve projeleri keşfedecekleri çeşitli multimedya teknolojilerine erişimlerine imkan vermiştir (Brown ve diğerleri, 2011). Brown ve ark., (2011) STEM öğrencilerinin çoğunun programı tamamladıktan sonra fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarına devam etmediklerini belirtmiştir. Topluluklar genellikle kopuk olup öğrencileri STEM kariyerlerine çekmek için okullarla iş birliği yapma konusunda etkili değildir. Araştırmanın sonuçları tanımlamaya yönelik bir farkındalık ve okullarda STEM uygulanması için bir plana ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir (Brown ve ark., 2011).

Berlin ve White (2012), STEM öğretmenliği için hazırlanan öğrenci öğretmenlerin hem tutumlarını hem de algılarını analiz etmek için 7 yıllık bir süre boyunca uzunlamasına bir çalışma yürüttü. Berlin ve White (2012), STEM eğitimine

yönelik tutumlarıyla ilgili çok fazla bir şeyin değişmediğini ve STEM eğitiminin değerine ilişkin algılarının aynı kaldığını tespit ettiler. Yine de, STEM'i komplikasyonsuz verimli bir şekilde nasıl entegre edebileceklerini anlamadaki değişim anlamlıydı. En çok göze çarpan şey zorluğuydu. Berlin ve White'a (2012) göre STEM disiplinlerini öğretmeye hazırlanan öğretmen adayları STEM eğitim programının başlangıcında ve tamamlandığında STEM entegrasyonuna değer vermişlerdir. Öğretmenler STEM entegrasyonunun fizibilitesi, verimliliği ve zorluğu konusunda eğitimden sonra daha olumlu hissetmişlerdir. Çalışmanın sonuçları, hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmenler için STEM entegrasyonu ile ilgili tutum ve algılamalarına yardımcı olabilecek, iş birliğine dayalı öğretmen eğitimi ve eğitim programlarının geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir (Berlin ve White, 2012).

Berlin ve White (2012), öğretmen adaylarını yetiştiren kişilerin bu öğretmenleri, "STEM alanlarındaki içeriğe ilişkin daha derin bir anlayış geliştirmeleri için STEM'deki benzer, anımsatıcı, tamamlayıcı veya sinerjistik olan belirli kavramlarla, süreçlerle ve becerilerle buluşturmaları" gerektiğini önermişlerdir (s.28). Öğrencilerin standartlaştırılmış yüksek düzeyli testlerde başarılı olabilmeleri amacıyla STEM kavram ve becerileri standartlara bağlandığında STEM eğitimi daha kolay olacaktır. Berlin ve White (2012) ayrıca, daha bütünsel bir STEM eğitiminin fizibilitesi açısından öğretmenlerin tutum ve algılarının iyileştirilmesi için farklı konularda diğer öğretmenlerle iş birliği ihtiyacına vurgu yapmıştır.

Nadelson, Seifert, Moll ve Coats (2012) STEM eğitiminin toplum ve anaokulundan 12. sınıfa kadarki eğitim için önemini kabul etmektedir. 5 ila 9'uncu sınıf öğretmenleri için tasarlanmış hizmet içi öğretmen hazırlığının amacı, STEM öğretimi ve öğrenimi bağlamında içerik bilgisi ve duygusal algıları geliştirerek öğretmenlerin STEM öğretme kapasitesi ve etkinliğinin artırılmasına yönelik hazırlık çalışmalarını incelemektir (Nadelson ve ark., 2012). Sonuçlar STEM'e yönelik mesleki gelişim sonrasında STEM eğitimiyle ilgili öğretmenlerin algıladıkları etkinlik, konfor, memnuniyet ve bilgide önemli kazançlar sağlandığını göstermiştir. Nadelson ve arkadaşlarına göre, STEM eğitimi yoluyla zenginleşmiş öğrenci bilgisi hedefine ulaşmak için öğretmen bilgisi, anlayışı ve STEM hazırlığı kritik önem taşımaktadır.

Geçer ve Özel (2012) STEM öğretmenlerinin öğretim süreçlerinin etkinliği ve genel olarak STEM müfredatına ilişkin düşünce, değerlendirme ve görüşlerini belirlemek

için niteliksel bir anket çalışması düzenlediler. Amaç, STEM öğretim süreçlerinin uygulanması sırasında ortaya çıkan sorunları tanımlamak olup kriter tüm katılımcıların fen ve teknoloji öğretmenleri olmasıydı (Geçer ve Özel, 2012). Geçer ve Özel'in katılımcılara yönelttiği kilit soru, STEM kursundaki etkinliklerin uygulanmasında karşılaşılan sorunlarla ilgiliydi. Öğretmenlerin yüzde 46'sı etkinlikler için yeterli zamana sahip olmadıklarını söylemiştir (Geçer ve Özel, 2012). Geçer ve Özel katılımcılara STEM sınıfındaki öğrenci etkinliklerine ilişkin görüşlerini de sordu. Yanıt olarak %21,1 'i ödevin öğretime katkı yapmadığını belirtmiştir (Geçer ve Özel, 2012). Özetle, Geçer ve Özel'in STEM çalışmasında vurgulanan kilit konular, kalabalık sınıflar, laboratuvar ve ekipman eksikliği ve öğrenci merkezli etkinlikler için zaman azlığı idi.

Richards (2012), bir ortaokulda teknoloji aracı olarak screencasting (ekran kaydı) kullanılarak yapılandırıcı öğretme yaklaşımlarının netice itibariyle davranışçı yaklaşımların yerini nasıl alabileceğine ilişkin nitel bir vaka çalışması yürüttü. Richards'ın hedefi teknolojinin etkilerini incelemekten ziyade screencasting'in "mevcut inançları genişletmek ve uygulamak" hakkındaki bir öğretmenin fikrini nasıl değiştirebileceğine ilişkin temalar bulmaktı (sayfa 56). New York kentinde bulunan teknoloji zengini bir sınıfta öğretmen beşinci sınıf matematik dersinde 12 öğrencisiyle Everyday Math ve SMART Notebook'u kullandı. Richards 20 yıllık deneyime sahip öğretmene normalde yapmış olduklarını yapmasını söyledi ve sadece dersi gözlemledi. Öğretmen, tablolar, yüzde daireler ve çubuk grafikler için Skittles şekerleme renkleri kullanan bir proje uyguluyordu. Ünite iş birliğine dayalı öğrenme, değerlendirme, öğretim tasarımı, üst düzey düşünce ve motivasyon konularını içeriyordu. Richards'ın gözlem, öğretmen görüşmeleri, günlük kaydı ve veri analizi sonucunda, screencasting'in öğretmenin sınıfındaki duygularını ve uygulamalarını değiştirmedeği ortaya çıkmıştı. Screencasting, zengin, özenle tasarlanmış ve ilgi çekici bir etkinlik yoluyla öğretmenin irdeleme, değerlendirme ve üst düzey düşünce için zaten kullandığı yapılandırıcı teknikleri uygulamasına imkân vermişti. Hâlihazırda mevcut bir teknoloji olan Screencasting gibi uygulamalar, öğretmenlerin anlamlı STEM müfredatları sunmak açısından yeteneklerine olan güvenlerinin güçlenmesine ve yeterlilikleri hakkında daha az endişeli olmalarına yardımcı olabilir (Richards, 2012).

Biçer vd. (2014), ABD'nin Texas eyaletinde T-STEM okullarındaki öğrencilerin Texas Bilgi ve Beceri Değerlendirme (Texas Assessment of Knowledge and Skill)

sınavlarındaki başarıları ile Texas da bulunan devlet okullarında aynı yaş grubundaki öğrencilerin başarılarını kıyaslayarak incelemiştir. Bu çalışma 2011 yılında onbirinci sınıf 1887 öğrenci üzerinde yapılmıştır. Öğrencilerin matematik puanlarını karşılaştırmada Hiyerarşik Liner Model in kullanıldığı bu çalışmada aynı zamanda yetersiz hizmet alan alt popülasyondan gelen öğrencilerin T-STEM okullarına devamlılıklarının ve matematik puanlarının artıp artmadığı araştırılmıştır. Yapılan çalışmada, STEM okul öğrencilerinin ve devlet okulundaki öğrencilerinin “Texas Bilgi ve Beceri Değerlendirme” matematik puan ortalamalarının arasında önemli derecede fark olmadığı ortaya çıkmıştır fakat STEM okullarındaki katılım alt popülasyon öğrencilerinde matematik puan ortalamasının referans grubuna göre istatistiksel olarak önemli derecede artması şeklinde sonuçlanmıştır.

Navruz, Erdogan, Bicer, Capraro, ve Capraro'nun (2014) yaptığı çalışmanın amacı öğrencilerin Texas Bilgi ve Beceri Değerlendirme (Texas Assessment of Knowledge and Skills [TASK]) sınavlarındaki matematik puan değişimlerinin okullarının STEM okullarına çevrilmesinden sonra öğrencilerin okul başarısının nasıl değiştiğini belirlemek için yapılmıştır. 2007 ve 2011 yılları arasında yedinci sınıftan onbirinci sınıfa kadar beş okuldan seçilmiş 142 öğrenci izlenmiştir. Amerikada geleneksel okullarını STEM okullarına dönüştüren öncü eyaletlerden biride Texastır. Bu çalışmada öğrencilerin okullarının T-STEM'e dönüştürülmeden önce yedinci ve sekizinci sınıflar arasındaki TASK matematik puanlarındaki değişimin ne olduğu ve T-STEM okullarına dönüştürüldükden sonra onuncu ve on birinci sınıflar arasındaki TASK matematik puanlarındaki değişimin ne olduğu incelenmiştir. Sonuçlar öğrencilerin başarılarının STEM okul tecrübeleri esnasında onuncu sınıftan onbirinci sınıfa önemli derecede arttığını göstermiştir. Uzun süreli değişim düşünüldüğünde başarı artış oranlarında STEM okulu olması ile önemli bir artış görülmüştür.

Kier (2013), yaptığı bu çalışmada ortaokul sekizinci sınıfa giden 85 öğrencinin STEM meslek video gösteriminden önce ve sonra STEM kariyer ilgilerini ve olası STEM meslek kimliğini nasıl oluşturduğunu incelemiştir. Bu çalışmada Lent, Brown, ve Hackett Sosyal Bilişsel Meslek Teorisi (Social Cognitive Career Theory [SSCT]) uygulanarak, öğrencileri tanıma çalışma sayfası, video planlama çalışma sayfası, STEM meslek ilgilerine olan pozitif ve negatif tutumlarını anlama formu geliştirmişlerdir. Öğrencilerin önceki meslek bilgileri evde, okulda ve kişisel ilgisi ile edindiği bilgilerle sınırlıyken

video ders uygulamasından sonra, meslekler hakkındaki bilginin artması, seçilen mesleklerin çeşitliliğini, eğitim seviyesine verilen önem, karmaşık mesleklerle yönelik ilgileri artmıştır. Öğrenciler kariyerlerini kişisel ilgi ve meslekten beklentilerine göre seçerken akademik olarak güçlü yanlarını, ilgilerini ve meslek hedeflerine yönelik aile desteklerini süreç içinde saptayabilmişlerdir. Araştırma sonrası analizler rol modellerin varlığı ve yüksek özyeterliliğin ilginin yeni öngöstergeleri olduğunu göstermiştir. Bu çalışma benzer uygulamaların öğrencilerin karmaşık meslekleri daha iyi anlamasına yardım edeceğini ve onları motive edeceğini göstermektedir. Bu çalışma, ırk, kaynaklara ulaşma, uygulamalı deneyim ve kurs katılımı ile birlikte öğretmenlerin öğrenci hakkındaki algısı ve anne baba desteğinin öğrencilerin STEM deneyimleri ve kendilerini STEM ile ilişkilendirmeleri üzerinde etkili olduğunu göstermiştir.

Lori Lambert (2014), bu çalışmasında 2011 yılında ABD'nin Güney Caroline eyaletinde bazı ortaokullarda uygulamaya konulan STEM programının öğrencilerin başarıları üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmasında Vygotsky'nin yakınsal gelişim alanı (Vygotsky's zone of proximal development/scaffolding) ve Bandura'nın öğrenme teorilerinden istifade eden Lambert nicel proje değerlendirme deseni kullanmıştır. Çalışmasında temel olarak geçen iki yıl boyunca STEM eğitiminin öğrencilerin başarıları üzerinde dikkate değer bir etkisinin olup olmadığına bakmış bunun içinde öğrenci, öğretmen ve idarecilerden elde edilen veriler kullanılmıştır. Amaca uygun katmanlı örneklem tercih edilmiş ve bu doğrultuda on iki öğretmen, dört yönetici ve STEM programına katılan 100 öğrenci velisi seçilmiştir. Bir program değerlendirmesi uygulanmış ve veriler bireysel öğretmen ve idareci mülakatları, velilere yapılan anketler ve ortaokul akademik test bilgilerinden elde edilmiştir. Test bilgilerinin ve anketleri verileri oluşturmuştur. Bulgular çalışmaya katılanların STEM programı test sonuçlarındaki iyileşmeden dolayı akademik ve sosyal gelişim açısından faydalı olduklarını işaret etmektedir. Bu çalışmadan elde edilen veriler STEM programının öğrencilerin akademik başarılarına olumlu etki yaptığını göstermesi açısından okul idarecilerinin STEM programının diğer Güney Caroline okullarına da uygulamaları konusunda örnek teşkil etmektedir.

Schneider (2014) tarafından gerçekleştirilen araştırmanın amacı ortaokul öğrencilerinin matematiğe karşı tutumlarını araştırmaktır. Bunun yanında, ortaokuldan liseye geçişte öğrencilerin STEM ilgisinin nasıl değiştiğini ve STEM ile ilgili eğitim ve



meslekler seçip seçmedikleri araştırılmıştır. Massachusetts eyaletinden seçilen öğrencilere ilk olarak ortaokulda ve ikinci olarak tekrar dört yıl sonra lisede ölçümler yapılmıştır. İlk ölçekler matematiğe karşı tutumlar, yetişkin olarak kendilerini görmek istedikleri meslekler, öz-denetim anketlerinden oluşurken ikinci ölçekler öğrencilerin şimdiki matematik ve fen dersleri talepleri ve liseden mezuniyet sonrası düşündükleri branşlar ve meslekler ile ilgili seçilmiştir. Araştırma ile ilgili faktör analizi, çoklu regression ve logistic regression analizleri kullanılarak test edilmiştir. Araştırmada Öğrencilerin matematiğe karşı tutumları hakkında bilgi edinmeyi ortaya çıkaran açık faktörler, öğrencilerin STEM ile ilgili meslekleri takip etme istekleri ile matematiğe karşı tutumlar arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olup olmadığı, matematiğe karşı ortaokul tutumları ile lise matematik ve fen derslerinin seviyesi arasında anlamlı ve pozitif bağlantı olup olmadığı, öğrencilerin ortaokul STEM takip etme niyeti ile lisede STEM branşları yada meslekleri takip etme niyetleri arasında anlamlı ve pozitif bağlantı olup olmadığı araştırılmıştır. Araştırmanın sonucunda elde edilen önemli bulgular şunları içerir: Öğrencinin öğrenme yöntemine karşı tutumu ile lisedeki matematik dersi arasında anlamlı ve pozitif ilişki vardır. Matematik öz algısı (math self-concept) ile öz kontrol (self control) arasında ortaokulda anlamlı ve pozitif ilişki vardır. Bu çalışma öğrencilerin ortaokulda ve tekrar dört sene sonra lisede matematiğe karşı tutumlarını oluşturan birçok faktörü araştırması ve tanımlaması ile aynı şekilde öğrencilerin STEM mesleklerine ilgisini araştırması ile literatüre katkı sağlamıştır. Araştırma öğrencilerin tutumları ile STEM ilgileri arasında ilişki olduğunu ifade eden hipotezleri desteklememesine rağmen bu çalışma, bu alanda çalışma ve uygulamalar içerisinde temel bir çerçeve ve önemli değerlendirmeler sunmaktadır.

Rabenberg (2013), Bronfenbrenner'in Bioekolojik Modelini kullanarak, matematik ve fende ortaokul kız öğrencilerin kendine güveninin ve ilgilerinin muhtemel öngöstergelerini araştırmıştır. Bu çalışmada faktörler, yaş ve ırk makrosistemlerini ve özyeterlilik (self efficacy), öğretmen etkisi, anne baba teşviği ve akran etkisi mikro sistemlerini kapsamaktadır. Araştırma sonucunda özyeterliliğin matematik ve fende kendine güvenin önemli bir öngöstergesi olduğu saptanmıştır.

Alsup (2015) yaptığı tez çalışmasında öğrencileri STEM alanlarında mesleklere yönlentmenin ekonomik gelişim için olduğu kadar yaratıcı düşünce ve yeni keşifler için de önemli olduğunu tespit etmiştir. Bu araştırmanın amacı Gottfredson'nun (1981)

“Circumscription and Compromise Teorisi”ni geliştirmektir. Bu teori ile meslek tercihlerini yönlendiren unsurlardan biri olan cinsiyetin meslek seçimindeki rolü incelenmiştir. Çalışmada STEM meslek alanlarından altı profesyonel kişi ile meslekleri, aldıkları eğitim, kabiliyetleri ve mesleklerinin pozitif ve negatif yönleri ile alakalı olarak görüşme yapılırken videoya alınmıştır. Görüşmeler ortaokul öğrencilerinin STEM mesleklerini daha iyi anlamalarını sağlamak için 25 dakikalık bir video haline getirilmiştir. Videoyu seyrettikten sonra öğrencilerin STEM mesleklerine olan ilgilerinin artıp artmadığı ve cinsiyetin ne derece etkili olduğu araştırılmıştır. Altı okul çalışma için gönüllü olmuştur. Bunlardan dördü sınıf seviyesinde yedinci ve sekizinci sınıflar için ayrı fen dersine sahipken ikisi yedinci ve sekizinci sınıf birleştirilmiş fen dersine sahiptir. Ayrı fen dersine sahip okullardaki sınıflar hem kontrol hem de deney grubu olarak belirlenirken birleştirilmiş sınıfı olan okullardaki sınıflar sadece deney grubu olarak belirlenmiştir. Her iki gruba da ön ve son test uygulanmıştır. Deney grubuna ön test uygulandıktan yaklaşık yedi gün sonra 25 dakikalık video izletilmiştir. Videoyu izlettikten yaklaşık yedi gün sonrada her iki gruba da son testler uygulanmıştır. Son testlerden sonra kontrol grubuna da video izlettirilmiştir. Elde edilen veriler ANCOVA kullanılarak analiz edilmiştir. Her okulda bu süreç 2014-2015 okul yılının ilk birkaç haftası içerisinde gerçekleştirilmiştir ve ön test- müdahale (video izlettirilmesi)- son test süreci yaklaşık dört haftada tamamlanmıştır. Bu çalışmadan çıkarılan ana sonuç: STEM konularına bakış ve STEM mesleklerine ilgi kaydedilen videonun seyrettirilmesi ile artmamıştır. Bu bulgular Wyss, Heulskamp ve Seibert’in (2012) bulduğu bulgular ile çelişmektedir ki bu çalışmada STEM profesyonellerinin videosunu seyrettikten sonra öğrencilerin STEM meslek ilgilerinde önemli bir artış bulunmuştur. Bu alışma Wyss ve arkadaşlarının yaptığı çalışmadan ana olarak kullanılan enstrümanlar ve etkileşim süresinin ölçüm ve uygulanması etkileri açılarından farklılık göstermektedir.

Burt (2014), tarafından yapılan tez çalışmasında özgüven eksikliğinden dolayı, ileri STEM derslerini matematiğe kabileyeti olan ortaokul kız öğrencilerin az tercih etmeleri problemi üzerinde durulmaktadır. Bu projenin amacı matematiğe kabiliyetli altıncı sınıfta okuyan kız öğrencilerin öz güvenlerine ve onların gelecekteki ders seçimlerinde bağlantılı olduğu için çocuk kontrollü robot programının ileri STEM içerik alanlarına etkisini araştırmaktır. Bu karma araştırma modeli STEM algı anketi, mülakatlar, saha notları ve standart testleri ölçme araçları olarak kullanmıştır. Araştırma

sonunda STEM ile zenginleştirilmiş programların özellikle matematiğe kabiliyeti olan kız öğrenciler için faydalı sonucuna ulaşılmıştır.

Yurt içinde ve yurt dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde STEM eğitiminin sınıflarına entegre edilmesi, öğrencilere öğrenime yönelik uygulamalı, araştırmaya dayalı bir yaklaşımla mühendislik ve matematik alanlarında öğrenme fırsatı tanırken aynı zamanda akademik başarılarını artırarak pozitif değişimi etkileme gücüne sahip olduğu görülmektedir.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### YÖNTEM

#### 3.1. Araştırmanın Deseni

Bu araştırmada karma yöntem araştırması kullanılmıştır. Creswell, (2003) karma yöntem araştırmasının, felsefi varsayımlarını açıklamanın yanı sıra bu yaklaşımın sorgulama yöntemleri ile de bir araştırma yöntemi olduğunu vurgulamıştır.

Creswell'e (2003) göre karma yöntem araştırmalarının temel varsayımı, nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin birlikte veya harmanlanarak kullanılmasının araştırma problem ve sorularının bu yöntemlerin ayrı kullanılmasından daha iyi anlaşılmasını sağladığıdır. Christensen'e (2008) göre ise karma yöntem araştırmaları, nitel ve nicel araştırma yöntemleri veya paradigmalarının birlikte kullanımını içerir.

Bu araştırmanın nicel boyutunda, STEM entegrasyonu uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin STEM tutumlarına etkisini incelemek yarı deneysel tek grup ön test- son test tasarım modeli kullanılmıştır. Yarı deneysel yöntemde araştırma yapılacak gruplar rastgele belirlenemez. Eğitim araştırmalarının çoğu okul içerisinde gerçekleştirilmektedir ve okullarda rastgele örneklem seçimi oldukça güçtür. Araştırmacılar genellikle yönetimlerin kendilerine izin verdikleri gruplarla çalışmalarını yürütmek zorunda kalırlar. Bu yüzden genellikle yarı deneysel yöntemi kullanırlar (Kaptan, 1998).

Bu araştırmanın yapıldığı okulların yanlı seçim ile belirlenmesi, okullarda sınıfların daha önceden belirlenmiş olması, çalışmanın yapılacağı sınıflara öğretmenlerin karar vermesi yarı deneysel yöntemin tercih edilme sebepleri arasında sıralanabilir.

Araştırmanın nitel boyutunda ise öğretmenlerin STEM entegrasyonu algıları, STEM etkinliklerini uygulamaya yönelik öz-yeterlik algılarını ve bu konudaki ders uygulamalarıyla ilgili durumları betimlemek amacıyla bir durum çalışması yapılmıştır. Nitel araştırmanın diğer biçimleri gibi durum çalışmaları da, yorumlayıcı bir araştırmadır (Merriam, 1998; Stake, 1995). Yin (2003) durum çalışmasını, “gerçek hayat durumlarındaki güncel olguları inceleyen kapsamlı bir bilimsel araştırma” şeklinde tanımlamıştır (s. 13). Patton'a (2002) göre, “durum çalışması durumun şartları ve yaşantısı (bir bireyin, bir grubun veya bir programın yaşamı) içerisine okuyucu almaktır” (s. 450). En belirgin niteliği ise, güncel bir olgu, olay, durum, birey ve gruplar üzerine

odaklaşıp, derinlemesine incelemeye çalışmasıdır (Bassey, 1999; Stake, 1995; Yin, 1994; akt. Ekiz, 2003, s. 43).

Durum çalışması tek birey, birden fazla birey, bir grup ya da bir program üzerine yapılabilir (Cresswell, 2007, s. 74). Stake'e (1995) göre, 3 tür durum çalışması bulunmaktadır; tekli enstürmental durum çalışması (the single instrumental case study); yapısal durum çalışması (the intrinsic case study) ve çoklu durum çalışması (the collective or multiple case studies). "Tekli enstürmental durum çalışması" bir konu ya da bir mesele üzerine olabilir ve araştırmacı bu durumlardan birini seçerek konuyu aydınlatır (Cresswell, 2007, s. 74). "Yapısal durum çalışması" ise bir programı değerlendirme ya da bir öğrencinin öğrenme zorlukları üzerine çalışma gibi özgün ve sıra dışı bir durum üzerine çalışmayı gerektirir (Cresswell, 2007, s. 74). "Çoklu durum çalışması", bir konu ya da mesele üzerine birden fazla durumu incelemeyi amaçlar (Cresswell, 2007, s. 74).

Bu araştırmanın nitel boyutunda katılımcı öğretmenler benzer belli bir olguda farklı sonuçların elde edilebilmesi kriteri göz önüne alınarak seçilmiştir. Araştırmada araştırma sorularının doğası gereği durum çalışması desenlerinden "çoklu durum deseni" kullanılmıştır. Öğretmenlerin STEM entegrasyonu ile ilgili algılarını, algılarının sınıf içi STEM entegrasyon uygulamaları ile ilişkili olup olmadığını ve öğretmenlerin STEM entegrasyonunu uygularken bu ilişkiyi etkileyen faktörleri açıklamak için çoklu durum incelemesi araştırmasının kullanılması gereklidir. Araştırmanın bu boyutunda, STEM entegrasyon eğitimine katılan ve derslerinde STEM entegrasyon uygulayan beş fen bilgisi öğretmeni dikkatle incelenerek, STEM entegrasyonu ile ilgili öğretmenlerin genel algıları, öz- yeterlik algıları ve sınıf uygulamaları incelenmiştir.

### **3.2. Çalışma Grubu**

Araştırmanın nitel boyutu için amaçlı örneklem yöntemi ile Denizli ilinde 3 farklı okulda görev yapan 5 fen bilgisi öğretmeni seçilmiştir. Gerekli iznin alınmasının ardından belirlenen okulda görev yapan ve 7.sınıflara ders veren bu fen bilgisi öğretmenleriyle görüşülmüştür. Bu görüşmede yapılacak araştırma anlatılmış ve öğretmenlerin çalışmaya istekli olup olmadığı kriteri göz önünde bulundurularak 5 katılımcı belirlenmiştir. Araştırmanın nicel boyutunda ise 5 öğretmenin STEM entegrasyonu uyguladıkları sınıflarında bulunan öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası STEM tutumlarını belirlemek için 247 öğrenciye ulaşılmıştır. Çalışmada yer alan katılımcıların kimliklerini

gizli tutmak amacıyla, gerçek isimleri yerine farklı isimler verilmiştir. Katılımcıların demografik özellikleri Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1.  
*Katılımcı Öğretmenlerin Demografik Özellikleri*

Öğretmen	Akademik	Mezun Olduğu Bölüm	Mesleki	Öğrenci Sayısı
Berrin	Lisans	Biyoloji Öğretmenliği	22 Yıl	30
Ayşe	Yüksek Lisans	Fen Bilgisi Öğretmenliği	8 Yıl	28
Haluk	Lisans	Fen Bilgisi Öğretmenliği	10 Yıl	53
Meral	Lisans	Sınıf Öğretmenliği	18 yıl	64
Faik	Lisans	Fen Bilgisi Öğretmenliği	10 Yıl	72

### 3.3. STEM Entegrasyonu Eğitimi

STEM Entegrasyonu eğitimi Denizli ilinde görev yapan 5 Fen Bilgisi öğretmenine verilmiştir. Eğitim, sınıf ortamlarında STEM entegrasyonunun uygulanmasında ve çeşitli STEM alanları arasındaki bağlantıya ilişkin anlayışın geliştirilmesinde Fen Bilgisi öğretmenlerine yardımcı olacak öğretim stratejileri sağlamaktadır. Bu çalışmadaki beş öğretmenin hepsi de söz konusu eğitime katılmıştır.

STEM entegrasyonu eğitiminin genel amacı, öğretmenlerin STEM entegrasyonunu daha derinlemesine anlamalarını sağlamak ve STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. STEM entegrasyon eğitimi 2015-2016 eğitim-öğretim yılında 5 gün sürmüştür. Eğitim faaliyetleri öğretmenlerin eğitim sırasında öğrendikleri üzerinde derinlemesine düşünceleri ve eğitimden öğrendiklerini sınıflarında uygularken edindikleri tecrübeleri paylaşmalarına yönelik tasarlanmıştır. Eğitim konuları arasında şu başlıklar yer almaktadır: (1) STEM’in doğasının incelenmesi (2) Mühendislik ve mühendislik tasarım sürecinin fen ve matematik disiplinleri ile ilişkisinin incelenmesi, (3) Tasarım temelli öğrenme, (4) Fen, mühendislik ve matematik öğrenimini geliştirmeye yönelik teknoloji entegrasyonu ve (5) STEM ders planı hazırlama. Tablo 3.2 STEM entegrasyonu ile ilgili ayrıntılı bir plan içermektedir.

Öğretmenlere verilen STEM eğitimi STEM disiplinlerinin entegrasyonu yanında bu disiplinlerin niteliği üzerinde de durmaktadır. Eğitim, mühendisliği tasarım odaklı olarak incelemiş, mühendislik uygulamasının, özü itibarıyla, bir amaca yönelik olarak sorunları çözmek için bir düşünme biçimi olduğu görüşünü benimsemiştir (ABET,

2010). Mühendislik tasarımı farklı biçimlerde ortaya konmuş ancak bunun "mühendislik mesleğinin ayırt edici işareti" olduğu gerçeği daima vurgulanmıştır (Dym, 1999).

Tablo 3.2.  
*STEM Entegrasyonu Eğitim Programı*

Zaman	Eğitim Başlığı	İçerik
1. Gün	STEM'in doğasının incelenmesi	STEM'in doğası, uygulanması ve tarihçesi, Türkiye'de ve Dünyada STEM Eğitimi, 21. yy becerileri, STEM entegrasyon kuramları
2. Gün	Mühendislik ve mühendislik tasarım sürecinin fen ve matematik disiplinleri ile ilişkisinin incelenmesi,	Mühendisliğin doğasına genel bir bakış, mühendislik tasarım sürecinin tanıtılması, diyaliz makinesi tasarımı etkinliği ve sunumu
3. Gün	Tasarım temelli öğrenme	Tasarım, karar verme, analiz ve yeniden tasarım, hem öğrenme süreci hem de bunu destekleyen araçlarla ilgili birleşik çalışmalar, gelişimsel araştırma, biçimlendirici araştırma, STEM entegrasyonu ve Tasarım temelli öğrenme arasındaki ilişki, öğrenme ortamı tasarımı,
4. Gün	Fen, mühendislik ve matematik öğrenimini geliştirmeye yönelik teknoloji entegrasyonu	STEM entegrasyonu için sınıflarında teknolojiyi kullanmanın çeşitli yolları
5. Gün	STEM ders planı hazırlama	STEM etkinliği hazırlama ve bunun mevcut ünitelerle entegrasyonu, senaryo ve çalışma yaprakları oluşturma.

Öğretmenlere yönelik STEM entegrasyon eğitiminin ardından araştırmacı tarafından hazırlanan STEM etkinlikleri sınıflarında uygulamak üzere öğretmenlere verilmiştir. Bu etkinlikler Elektrik enerjisi/fiziksel olaylar ünitesinde bulunan kazanımlara uygun olarak hazırlanmış olup uzman görüşü alınmıştır. Bu ünite kapsamında hazırlanan etkinlik başlıkları şunlardır. 1) Seri Bağlı Devreler 2) Paralel

Bağlı Devreler 3) Oyuncak atölye çalışması 4) Rüzgâr Türbini Çalışması 5) Elektrik tasarrufu çalışması 6) Poster hazırlama.

### 3.4. Verilerin Toplanması

Çalışmada; veri toplama sırası şu şekilde gelişmiştir: 1) Görüşme ve sınıf gözlemleri öncesinde Öğretmenlerin STEM entegrasyonu eğitimine alınması, 2) Öğretmenlerle sınıf içi STEM entegrasyonu uygulamalarını başlatmadan önce ön görüşmeler yapılması, 3) Öğrencilere STEM tutum ölçeğinin öntest olarak uygulanması 4) Öğretmenlerin STEM entegrasyonu uygulamalarını başlattıklarında sınıf gözlemlerinin gerçekleştirilmesi ve 5) STEM entegrasyonu uygulamalarını bitirdikten sonra öğretmenlerle yeniden görüşmeler yapılması. 6) Öğrencilere STEM tutum ölçeğinin sontest olarak uygulanması.

#### 3.4.1. Görüşmeler

Merriam (1998) görüşmelerin az sayıda seçilmiş bireyle birlikte yoğun durum çalışmaları yürütürken kullanılabilecek en iyi teknik olduğunu öne sürmüştür. Görüşmelerin, öğretmenlerin inandıkları şeyler hakkındaki iç görüşlerini de yansıtmaya gücü bulunmaktadır (Davis, 2003; Irez, 2007). Katılımcılarla biri ön görüşme şeklinde ve diğeri de sonradan olmak üzere iki görüşme gerçekleştirilmiştir. Her görüşme yaklaşık 40 dk. sürmüştür. Ön görüşme, katılımcılar STEM entegrasyon uygulamalarını başlatmadan önce gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış bir görüşmedir. Ön görüşme soruları ise altı kategoriye ayrılmıştır: 1) Her bir STEM disiplinine yönelik algıları, 2) STEM entegrasyonu ile ilgili algılar, 3) STEM entegrasyonu konusundaki geçmiş deneyimler, 4) STEM entegrasyonunun zorlukları ve faydaları 5) STEM entegrasyonunun amaçları ve 6) STEM entegrasyonu öz-yeterlik algıları

Her kategoride 1 ile 5 arasında soru bulunmaktadır. Örneğin, "Fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinleri arasında nasıl bir ilişki vardır?" sorusunun amacı öğretmenlerin her STEM disiplini ile ilgili algısını keşfetmektir.

Son görüşmeler ise katılımcılar STEM entegrasyonu derslerini bitirdikten sonra yapılmıştır. Son görüşmelerin amacı da öğretmenlere sınıftaki STEM entegrasyonu uygulamalarını açıklama ve detaylandırma şansı vermek ve öğretmenlerin algılarıyla sınıf uygulamaları arasındaki bağı daha açık hale getirmektir. Sorular genel olarak şu şekilde



beş gruba ayrılabilir; 1)STEM entegrasyonu sınıf uygulamaları, 2) Öğretmenlerin ön görüşmedeki ifadelerinin açıklanması ve 3) STEM entegrasyonunu uygulamalarına yansıyanlar. 4) Uygulamalar sonucu öz-yeterlik algıları

Tablo 3.3. Ön Görüşme Soruları

Kategori	Sorular
Her bir STEM disiplinine yönelik algıları	1.Fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinleri arasında nasıl bir ilişki vardır?
STEM entegrasyonuna yönelik algıları	1.STEM entegrasyonunu tanımlayabilir misiniz? Dersiniz ile ilişkili mi? Bir örnek verebilir misiniz? 2. Size göre Fen bilimleri dersinde STEM entegrasyonu kullanılmasının zayıf ve güçlü yanları nelerdir?
STEM entegrasyonu ile ilgili geçmiş deneyimler	3. STEM entegrasyonu öğrencilerinizin Fen Bilgisi konularını daha iyi öğrenmelerine yardımcı olur mu? Olursa hangi yollarla? 4.İmkanınız olursa Sınıflarınızda STEM entegrasyonu kullanmayı düşünür müsünüz? Neden? 5.Tek bir disiplini STEM entegrasyonundan farklılaştıran unsurlar nelerdir?
STEM entegrasyonunun amaçları	1.Derslerinizde daha önce STEM entegrasyonu uyguladınız mı? Cevabınız evet ise deneyimleriniz paylaşır mısınız? Hayır ise; STEM disiplinlerini kullanarak nasıl entegrasyon sağladınız? 2. Daha önce STEM entegrasyonu sağlayan birilerini gözlemlemiş miydiniz? Bu deneyim hakkında kendinizi nasıl hissettiniz? Ve bundan neler öğrendiniz?
STEM entegrasyonunun zorlukları ve faydaları	1.Elektrik ünitesi ile ilgili uygulayacağınız STEM etkinliklerinde öğrencilerin özellikle anlamasını istediğiniz kısımlar nelerdir? 1.STEM entegrasyonunun zorlukları ve sağlayacağı faydaları hakkında ne düşünüyorsunuz?
STEM entegrasyonu Öz-yeterlik algıları	1.Bu eğitim STEM entegrasyonunu etkin bir şekilde uygulama yeteneğinize dair algınızı nasıl etkiledi? 2. Bu eğitim kendinize güveninizi nasıl etkiledi ve STEM entegrasyonu uygulamalarına yaklaşımınızı nasıl geliştirdi?

Tablo 3.5. Son Görüşme Sorularından Bir Örnek

Kategori	Sorular
STEM entegrasyonu sınıf uygulamaları	<p>1.Uyguladığımız bu etkinliklerin en çok beğendiğiniz kısımları nelerdir? Neden?</p> <p>2.Bu etkinliklerin hangi kısımları Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik ile ilişkiydi?</p> <p>3. Bu etkinliklerin STEM entegrasyonu olduğunuz düşünüyor musunuz? Neden?</p> <p>4.Bu etkinliklerin en çok beğendiğiniz kısımları nelerdir? Neden?</p>
Ön-görüşme ifadelerinin açıklanması	<p>1.Ön görüşmede STEM entegrasyonunu gerçek yaşam problemlerini çözmek için öğrencilerin var olan fen ve matematik bilgilerini kullanmalarıdır. Şeklinde tanımlamıştınız. Bu düşüncenizi bu uygulamalarla nasıl ilişkilendirirsiniz?</p>
STEM entegrasyonunun uygulanmasına ilişkin görüşler	<p>1.Bu etkinliklerde öğrencilerin en çok zorlandığı kısımlar hangileriydi? Neden?</p> <p>2. Uyguladığımız bu etkinliklerin en çok beğendiğiniz kısımları nelerdir? Neden?</p> <p>3.Bu etkinliklerin hangi kısımlarını değiştirmek ya da geliştirmek istediniz? Hangi kısımları? Neden?</p> <p>4.Bu etkinliklerin hangi bölümleri öğrencileri daha çok çalışmaya teşvik ediyor? Neden?</p>
STEM entegrasyonu Öz-yeterlik algıları	<p>1.Uygulamış olduğunuz STEM entegrasyonu kendinize güveninizi nasıl etkiledi?</p> <p>2. Uygulamış olduğunuz STEM entegrasyonu sonucunda etkin bir şekilde STEM entegrasyonu yapma yeteneğinize dair algımızda ne tür değişiklikler oldu?</p>

### 3.4.2. STEM Tutum Ölçeği

Yıldırım ve Selvi (2014) tarafından Türkçe'ye uyarlanan STEM tutum ölçeği, 6, 7 ve 8. sınıflarında öğrenim gören 1360 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır. Öğrencilerin sınıflarına göre dağılımları incelendiğinde; %29'nu (n=395) altıncı, %31'i (n=422) yedinci ve %40'ı (n=543) sekizinci sınıfta okumaktadır. Ölçeğin yapı geçerliliğini incelemek için açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Ölçeğin güvenilirliğinin

belirlenmesi için ise Cronbach Alfa iç tutarlık katsayısı, düzeltilmiş madde toplam korelasyonu ve %27'lik üst ve alt grupların madde ortalamaları arasındaki farkların anlamlılığı t testi ile incelenmiştir. STEM Tutum Ölçeği'nin Türkçe versiyonu dört faktörden oluşmaktadır. Faktörlerin Cronbach alfa değerleri 0.86 ile 0.89 arasında, düzeltilmiş madde toplam puan korelasyonları 0.38 ile 0.78 arasında değişmektedir. Ölçüt geçerliği sonuçları, ölçeğin amacına hizmet ettiğini göstermiştir. T testi sonuçları ise %27'lik alt ve üst grupların madde ortalamaları arasındaki tüm farkların anlamlı olduğunu göstermiştir. Açımlayıcı faktör analizinin ardından ortaya çıkan yapı 1360 ortaokul öğrencisine uygulanarak doğrulayıcı faktör analizi (RMSEA, 0,063; GFI, 0.87; AGFI, 0,85; SRMR, 0.053; NFI, 0.95; CFI, 0.96; IFI, 0.96) yapılmış ve STEM Tutum Ölçeğinin yapısının doğrulandığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, STEM Tutum Ölçeği'nin Türkçe versiyonu, STEM' e karşı öğrenci tutumların ölçülmesi için geçerli ve güvenilirlerdir. STEM Tutum Ölçeği'nin her bir maddesi için Kesinlikle Katılmıyorum (1), Katılmıyorum (2), Kararsızım (3), Katılıyorum (4), Kesinlikle Katılıyorum (5) şeklinde puanlama yapılmıştır.

### 3.4.3. Sınıf Gözlemleri

Sınıf gözlemlerinin temel odağı öğretmenlerin STEM entegrasyonu kullandığı sınıf içi uygulamalarının gözlemlenmesiydi. Bu amaç dolayısıyla, sınıf gözlemleri katılımcıların STEM entegrasyon uygulamaları sırasında yapılmıştır. Sınıf gözlem verilerinin kaydını sağlamak için detaylı alan notları kullanılmıştır. Alan notlarının amacı ise derslerin içeriği, öğretmenin ders planı için kullandığı dil ve öğretmen-öğrenci etkileşimi gibi içeriklerin de dâhil olduğu sınıf uygulamalarının ayrıntılı açıklamalarını sağlamaktır.

### 3.5. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Araştırmacılar gerçekleştirilen çalışma ile ilgili olarak kişisel ön yargı ve kabullerini, eğilimlerini ve varsayımlarını açıklamak zorundadırlar (Merriam, 2009/2013, s. 210). Araştırmanın geçerlik ve güvenirliliğinin sağlanması için alınan önlemler ise aşağıda açıklanmıştır;

- Birden fazla veri toplama yöntemi (gözlem, görüşme) kullanılarak elde edilen bulguları kontrol etme, kıyaslama ve onaylama amaçlanmıştır.
- Araştırma çalışma grubu ve veri toplama süreçleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

- Görüşme, gözlem ve dokümanlar yoluyla elde edilen veriler, doğrudan alıntı yapılarak açıklanmıştır.
- Sınıf içinde yapılan uygulamalarda araştırmacı sadece gözlemcidir.

### 3.6. Verilerin Analizi

STEM tutum ölçeğinden elde edilen verilerin analizinde parametrik veya parametrik olmayan analiz tekniklerinden hangisinin kullanılacağına karar vermek için normallik testi yapılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar doğrultusunda, belirlenen grupların homojen olup olmadıkları ve normal dağılım gösterip göstermediği açıklanmıştır.

STEM entegrasyon uygulamalarının öğrencilerin STEM tutumlarına etkisini incelemek için yarı deneysel tek grup öntest-son test modeli kullanılmıştır. Nicel verilerin analizinde SPSS programı kullanılmıştır. Ayrıca testler arasında istatistiksel bir farkın olduğu durumlarda bu farkın hangi grup lehine olduğunun tespiti için, gruplar homojen dağıldığından dolayı Post Hoc testlerden Tukey testi kullanılmıştır. Tukey test sonuçları tabloların fark sütununda verilmiştir. Fark sütununda hangi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu verilmiştir. Elde edilen sonuçlar; tablolar şeklinde bulgular kısmında ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Araştırmanın nitel boyutunda veri kaynaklarının çokluğu nedeniyle, veri analizi sürekli bir veri hazırlama ve organize etme, ayrıca verilerle birden fazla düzeyde etkileşime girmeyi gerektirmektedir (Creswell, 2007). Bu çalışmadaki nitel verilerin analizi yöntemi ise kısaca şu şekilde özetlenebilir: (1) açık kodlama, (2) kalıp ve kategorilerin tanımlanması ve (3) çapraz vaka analizi için temaların ve modellerin oluşturulması.

Açık kodlama sürecinde, sık sık ortaya çıkan kelimeleri göz önünde bulundurarak veri kaynakları düzenlenmeye çalışılmıştır. Açık kodlama kullanmanın amacı ise her katılımcının STEM entegrasyonu algısındaki düzeni keşfetmektir. Örneğin, araştırma katılımcılarından biri olan Ayşe, şöyle demiştir. “STEM [entegrasyon] bir düşünme şeklidir. Yalnızca yönergeleri takip etmek değil, çocuklara bir şeyler öğretme yoludur”. Ayşe bu iki cümleyi söylediğinde, STEM entegrasyonu uygulamaları için öğrenme hedefini açıklıyordu.

Tüm açık kodlar toplandıktan sonra ana fikirler bir örüntü olarak ortaya çıkar. Bu ana fikirler her bir öğretmenin STEM entegrasyonu algısı ve bununla ilgili sınıf uygulamalarını temsil edebilecek örüntüleri tanımlamak için kullanmıştır.

Beş katılımcının tamamı için görüşme verileri açık kodlamadan geçince, ortaya yedi kategori çıkmıştır. Bu yedi kategori şu şekildedir: 1) STEM entegrasyonu görüşü, 2) STEM entegrasyonu yapmak için gerekli olan pedagojiler, 3) Öğrenciler için öğrenme çıktıları, 4) Yaşam becerileri, 5) STEM entegrasyonu uygulama modelleri, 6) STEM entegrasyonu uygulanmasındaki sorunlar veya zorluklar ve 7) Diğer. Örüntüler farklılık gösterse de katılımcılar genel olarak oldukça benzer kategorilere girmiştir. Her katılımcı için örüntüler farklılık gösterdiğinden dolayı, yedi temanın rolü de her katılımcının örüntülerini daha sistematik bir şekilde kaydetmektir.

Çapraz vaka analizi de açık kodlamadan çıkarılan kalıpları izlemektedir. Vakalar arasında bir temanın ortaya çıkması için söz konusu temadan en az iki katılımcının bahsetmesi gerekmektedir. Çapraz vaka analizinde tartışılması gereken temaları bulmak için kategorilerdeki tüm örüntüler incelenmiştir. Tüm temalara karar verildikten sonra ise, araştırma sorularını cevaplamak için bir model oluşturmaya başlanmıştır.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### BULGULAR VE YORUM

Araştırmanın nicel kısmında, STEM entegrasyon uygulamalarının yedinci sınıfta öğrenim görmekte olan öğrencilerin STEM tutumlarına etkisini incelemek amacıyla tek grup öntest-son test modeli kullanılmış ve elde edilen bulgular aşağıda sunulmuş ve yorumlanmıştır. Bu bağlamda ölçekten elde edilen puanların homojen olup olmadığına ve normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Homojenlik için F testi, normallik için de Kolmogrov smirnov testi kullanılmıştır. Analizler sonucunda grupların puanlarının normal dağılım gösterdiği, homojen dağıldıkları tespit edilmiş ve diğer analizler için parametrik testler kullanılmıştır.

#### 4.1. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin STEM Entegrasyonu Öncesi ve Sonrası Tutumları

Bulgular 7. Sınıf ortaokul öğrencilerinin STEM tutumlarının, STEM entegrasyonu öncesi ve sonrası için, 8 matematik tutum ifadesinin 1'inde, 9 Fen tutum ifadesinin 3'ünde, yine 9 Mühendislik tutum ifadesinin 4'ünde ve 11 21.yüzyıl yetenekleri tutum ifadesinin 1'inde daha olumlu olduğunu göstermiştir.

Matematik tutumu ile ilgili ifadelerde öğrenciler, “*Matematiğin kullanıldığı bir kariyer seçebilirim*” ( $M = 2.79 / 2.81$ ) konusunda daha olumlu idi. Diğer tüm ifadeler için öğrenciler tutumları sabit kaldı (Tablo 4.1).

Tablo 4.1.  
*Matematik Bileşeni İçin Öntest-Sontest sonuçları*

Tutum İfadeleri	Matematik	
	Ön-test	Son-test
Matematik benim en kötü olduğum derstir.	1,85	1,85
Matematiğin kullanıldığı bir kariyeri seçmeyi düşünebilirim.	2,79	2,81
Matematik benim için zor.	2,64	2,64
Matematikte başarılı olabilecek bir öğrenciyim.	3,62	3,62
Birçok dersle başa çıkabilirim ancak matematikle başa çıkamıyorum.	2,10	2,10
Matematik konusunda ileri seviyede çalışmalar yapabileceğimden eminim.	2,63	2,63
Matematikte iyi notlar alabilirim.	3,88	3,88
Matematikte iyiyim.	3,54	3,54

Mühendislik, Öğrenci tutumlarında STEM entegrasyonu öncesi ve sonrası için, en yüksek genel iyileşmeyi göstermiştir. Öğrenciler *Mühendisliği öğrenirsem, insanların günlük*

yaşamlarında kullandığı şeyleri geliştirebilirim. ( $M = 3.80 / 3.83$ ); Ürünler veya yapılar tasarlamak gelecekteki çalışmalarım için önemli olacak. ( $M = 3.11 / 3.13$ ); Matematik ve Fen'i birlikte nasıl kullanacağımı bilmek bana kullanışlı şeyler icat etme şansı taniyacak ( $M = 3.56 / 3.58$ ); ve Mühendislik konusunda başarılı bir kariyere sahip olabileceğime inanıyorum ( $M = 2.53 / 2.56$ ); hakkındaki daha olumlu mühendislik tutumlarına sahip olmuşlardır. Diğer tüm ifadeler için öğrenci tutumları sabit kalmıştır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2.  
Mühendislik Bileşeni İçin Öntest-Sontest sonuçları

Tutum İfadeleri	Mühendislik	
	Ön-test	Son-test
1. Yeni ürünlerin üretildiğini hayal etmek hoşuma gidiyor.	3,84	3,84
2. Mühendisliği öğrenirsem, insanların günlük yaşamlarında kullandığı şeyleri geliştirebilirim.	3,80	3,83
3. Bir şeyleri oluşturmak ve onları tamir etmekte iyiyim.	2,47	2,47
4. Makinelerin nasıl çalıştığı ile ilgiliyim.	3,09	3,09
5. Ürünler veya yapılar tasarlamak gelecekteki çalışmalarım için önemli olacak.	3,11	3,13
6. Elektronik eşyaların nasıl çalıştığı konusunda meraklıyım.	3,29	3,29
7. Yaratıcılık ve yeniliği gelecekteki çalışmalarımda kullanmak isterim.	3,86	3,86
8. Matematik ve Fen'i birlikte nasıl kullanacağımı bilmek bana kullanışlı şeyler icat etme şansı taniyacak.	3,56	3,58
9. Mühendislik konusunda başarılı bir kariyere sahip olabileceğime inanıyorum	2,53	2,56

Öğrenciler fen üzerine bir kariyer yapmayı düşünebilirim ( $M = 3.11 / 3.13$ ); Gelecekteki çalışmalarım için Fen'e ihtiyacım olacak ( $M = 3.60 / 3.62$ ); ve Hayatımdaki çalışmalarda fen benim için önemli olacak ( $M = 3.34 / 3.37$ ) hakkında daha olumlu fen tutumlarına sahip olmuştur. Diğer tüm ifadeler için öğrenci tutumları sabit kalmıştır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3.  
Fen Bileşeni İçin Öntest-Sontest sonuçları

Tutum İfadeleri	Fen	
	Ön-test	Son-test
1. Fen ile ilgilenirken kendimden emin davranıyorum.	3,24	3,24
2. Fen üzerine bir kariyer yapmayı düşünebilirim.	3,11	3,13
3. Okuldan mezun olduğumda fen'i kullanmayı umut ediyorum.	3,53	3,53
4. Fen konusunda bilgili olmam benim hayatımı kazanmama yardım edecek.	3,74	3,74
5. Gelecekteki çalışmalarım için fene ihtiyacım olacak.	3,60	3,62
6. Fen konusunda başarılı olabileceğimi biliyorum.	3,74	3,74
7. Hayatımdaki çalışmalarda, fen benim için önemli olacak.	3,34	3,37
8. Birçok dersle başa çıkabilirim ancak fenle başa çıkamıyorum.	3,15	3,15
9. Fen konusunda ileri seviyede çalışmalar yapabileceğimden eminim.	2,69	2,69

Öğrenciler, Akranlarımlın farklılıklarına karşı saygılı davranacağıma eminim (M = 4.27 / 4.28); hakkında daha olumlu 21. Yüzyıl yetenekleri tutumlarına sahip olmuştur. Diğer tüm ifadeler için öğrenci tutumları sabit kalmıştır (Tablo 4.4).

Tablo 4.4.

## 21. Yy. Becerileri Bileşeni İçin Öntest-Sontest sonuçları

Tutum İfadeleri	21.yüzyıl becerileri	
	Ön-test	Son-test
1. Diğer bireylere bir hedefe ulaşmalarında liderlik edebileceğim konusunda kendime güveniyorum.	3,94	3,94
2. Diğer bireyleri ellerinden gelenin en iyisini yapmaları için cesaretlendirebileceğime inanıyorum.	4,27	4,27
3. Yüksek kalitede çalışmalar yapabileceğimden eminim.	4,03	4,03
4. Akranlarımlın farklılıklarına karşı saygılı davranacağımdan eminim.	4,27	4,28
5. Akranlarıma yardım edebileceğime eminim.	4,35	4,35
6. Karar verirken başkalarının görüşlerini göz önüne alacağımdan eminim	4,28	4,28
7. İşler planlandığı gibi gitmediğinde değişiklikler yapabileceğimden eminim.	3,68	3,68
8. Kendi öğrenme hedeflerimi belirleyebileceğime inanıyorum.	3,97	3,97
9. Kendi başıma çalışırken zamanımı akıllıca yönetebileceğimden eminim.	4,06	4,06
10. Yapmam gereken görevler olduğunda hangilerinin önce yapılması gerektiğini seçebilirim.	4,11	4,11
11. Farklı altyapılara sahip olan öğrencilerle iyi bir şekilde çalışabileceğimden eminim.	4,35	4,35

Öğrencilerin STEM tutumlarındaki değişimi belirlemek amacıyla yapılan ön-test son-test sonuçları değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sonuçları tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5.

## STEM tutumları Ön test- Son test Eşleştirilmiş t testi sonuçları

		df	M	SD	t	Sig.
Matematik						
Ön-test-Son test	Tutum	246	-.07	.06	-1.87	.062
Fen						
Ön-test-Son test	Tutum	246	-.10	.20	-8,07	.00
Mühendislik						
Ön-test-Son test	Tutum	246	-.080	3.22	-3,94	.00
21. Yy Becerileri						
Ön-test-Son test	Tutum	246	-.002	6.82	-1,72	.086

Analiz sonuçları incelendiğinde öğrencilerin fen ve mühendisliğe yönelik tutum puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülürken ( $p < 0.05$ ), Matematik ve 21. Yy Becerileri tutum puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemektedir. ( $p > 0.05$ ), Bu sonuçlara göre uygulanan STEM entegrasyonunun öğrencilerin fen ve mühendislik tutumlarını olumlu yönde arttırdığı söylenebilir. Bu sonuçlar öğretmenlerin mühendislik ve fen disiplinlerini STEM entegrasyonunun temelinde görmelerinden ve diğer disiplinleri bu iki disiplinin entegrasyonu için bir araç olarak kabul etmelerinden kaynaklandığı söylenebilir.



#### 4.2. Cinsiyet Değişkenine Göre STEM Tutumlarındaki Değişiklikler

Tablo 4.6.

*Öğrencilerin STEM tutumlarına ilişkin bağımsız örneklem t testi sonuçları*

	Değişken	Kategori	n	X	ss	t	p
Matematik	Cinsiyet	Kız	116	2.95	0.40	2.52	0.01
Ön-Test		Erkek	131	2.81	0.43		
Matematik Son-Test	Cinsiyet	Kız	116	2.96	0.40	2.74	0.00
		Erkek	131	2.81	0.44		
Fen	Cinsiyet	Kız	116	3.23	0.92	0.58	0.55
Ön- Test		Erkek	131	3.17	0.75		
Fen Son- Test	Cinsiyet	Kız	116	3.35	0.82	0.77	0.43
		Erkek	131	3.27	0.71		
Mühendislik	Cinsiyet	Kız	116	3.19	0.67	-1.59	0.11
Ön-Test		Erkek	131	3.33	0.65		
Mühendislik Son-Test	Cinsiyet	Kız	116	3.35	0.62	0.06	0.11
		Erkek	131	3.34	0.75		
21. yy Becerileri	Cinsiyet	Kız	116	4.08	0.48	-1.24	0.21
Ön- Test		Erkek	131	4.14	0.35		
21. yy Becerileri Son-Test	Cinsiyet	Kız	116	4.08	0.48	-1.20	0.22
		Erkek	131	4.15	0.35		

Öğrencilerin STEM'e yönelik ortalama tutumlarının fen, 21. Yüzyıl yetenekleri ve mühendislik bileşenleri açısından cinsiyet değişkenine göre STEM entegrasyonu öncesi ve sonrası istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir ( $p > 0.05$ ). Ancak tabloya göre, matematik bileşeni açısından kız ve erkek öğrenciler arasında hem ön-test puanları, hem de son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup bu farklılık matematik bileşeni açısından kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha olumlu tutuma sahip olmalarından kaynaklanmaktadır. ( $t_{\text{ön-test}}=2.52$ ,  $t_{\text{son-test}}=2.74$   $p_{\text{ön-test}} < .05$ ,  $p_{\text{son-test}} < .05$ ). Bu farklılık hem STEM entegrasyonu öncesi hem de STEM entegrasyonu sonrası aynı grup lehine olduğundan dolayı STEM entegrasyonunun bu grubun matematik tutumlarını olumlu yönde etkilediği söylenemez.

### 4.3. Öğretmen değişkenine Göre STEM Tutumlarındaki Değişiklikler

Tablo 4.7.

*Öğretmene göre STEM tutumları için Tek yönlü Varyans Analiz Sonuçları*

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (Sd)	Kareler Ortalaması	F	p	Fark
Matematik Ön-Test	Gruplar arası	4,94	4	,98	1,65	,13	
	Grup İçi	164,91	242	,16			
	Toplam	169,85	246				
Matematik Son-Test	Gruplar arası	4,61	4	1,16	1,91	,12	
	Grup İçi	131,15	242	,17			
	Toplam	135,76	246				
Fen ön-test	Gruplar arası	4,52	4	1,13	1,61	,17	
	Grup İçi	168,95	242	,69			
	Toplam	173,47	246				
Fen son-test	Gruplar arası	4,32	4	1,08	1,88	,11	
	Grup İçi	139,16	242	,57			
	Toplam	143,48	246				
Mühendislik ön-test	Gruplar arası	3,88	4	,97	2,21	,06	
	Grup İçi	106,18	242	,43			
	Toplam	110,06	246				
Mühendislik son-test	Gruplar arası	13,52	4	3,38	7,73	,000	Berrin-Meral, Ayşe-Meral, Haluk-Meral
	Grup İçi	105,83	242	,43			
	Toplam	119,35	246				
21.yy yetenekleri ön-test	Gruplar arası	4,32	4	1,08	1,88	,11	
	Grup İçi	139,16	242	,57			
	Toplam	143,48	246				
21.yy yetenekleri son-	Gruplar arası	4,52	4	1,13	1,61	,17	
	Grup İçi	168,95	242	,69			
	Toplam	173,47	246				

Tablo 4.7 incelendiğinde öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarının fen, 21. Yüzyıl yetenekleri ve matematik bileşenleri açısından ön-test ve son test puanlarının öğretmen değişkenine göre farklılaşmadığı görülmektedir. Fakat mühendislik bileşeni ön-test puanları öğretmen değişkenine göre anlamlı farklılık göstermezken son-test puanları anlamlı farklılık göstermektedir. Bu farkın hangi öğretmen lehine olduğunu belirlemek için Tukey'in önermiş olduğu POST HOC

işlemi gerçekleştirildiğinde, Ayşe, Berrin, Haluk ve Faik öğretmenin öğrencilerinin mühendislik son-test tutum puanlarının Meral öğretmenin öğrencilerinin mühendislik son-test tutum puanlarına göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Analizler öğretmenlerin öğrencilerinin STEM tutumlarının değişme oranını etkilediğini ortaya koymuştur.

#### 4.4. Tek Durum Analizi

Bu bölüm öğretmenlerin STEM entegrasyon uygulamalarının durumunu ve bireysel ön ve son görüşme analizlerini içermekte olup, her bir öğretmenin STEM entegrasyonu sınıf uygulamaları ve öğretmenin STEM entegrasyonu algısına dair genel bir bakış sunulmuştur. Bu bölümün adımları şu şekildedir: (1) açık kodlama ve (2) örüntü ve kategorileri tanımlama. Amaç, her bir öğretmenin STEM entegrasyonuna dair sınıf uygulamaları ve algısıyla ilgili kalıpları tanımlamaktır.

##### 4.4.1. Görüşme Sonuçları

###### 4.4.1.1. Berrin'in STEM Entegrasyonu Hakkındaki Görüşleri

Berrin, STEM disiplinlerinin birbiriyle yüksek oranda ilişkili olduğuna ve birbirinden ayrı düşünülmemesi gereken disiplinler bütünü olduğuna inanmaktadır. Şöyle demiştir:

*STEM entegrasyonu, 4 disiplinin bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Bu disiplinlerin birbirleriyle doğal bir ilişki içinde olduklarını ve birbirlerini önemli ölçüde etkilediklerini düşünüyorum. STEM entegrasyonu günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümü için Fen'i ve Matematiği kullanmaktır ve bence STEM entegrasyonu problem çözme becerilerini kullanmanın ve bu becerilerin gelişmesini sağlayan bir yoldur.*

Berrin'in STEM entegrasyonuna yönelik bakış açısı gerçek yaşam problemlerine çözüm üretmekle ilişkilidir. Şöyle ifade etti: “Sanırım STEM entegrasyonu hakkında düşünürken aklıma gelen şey, gerçek hayatta karşımıza çıkan problemlerin var olan teorik bilgilerimizi kullanarak çözümüdür. Öğrencilerin derslerde öğrendikleri bilgileri gerçek hayattaki problemleri çözmek için kullanmaya çalışmasıdır.” STEM disiplinlerinin başlıca ortak noktasının problem çözme çalışması yapmak olduğuna inanıyordu. Örneğin, mühendisliği bir problem çözme yolu olarak

nitelemiş ve bunu da problem çözme becerilerinin kullanılarak yapıldığını ifade etmişti. Şöyle söyledi:

*Mühendisler bir şeyi bir nedene bağlı olarak yaparlar. Çözülme bekleyen problemler üzerinde yoğunlaşırlar onlara çözüm yolu araralar. Mühendislikle ilgili olarak sınıfta [Berrin ve öğrenciler] problem çözme konusunda birçok etkinlik yapmaya çalıştık. Mühendisliğe gelince, “Mühendislik tasarım sürecinden dolayı birçok şeyin problem çözme ile ilgisi olduğunu düşünüyorum. Çünkü bu süreç problem ile başlıyor bu süreç boyunca belirlenen probleme çözüm arıyorsunuz. Fen dersinde çok miktarda etkinlik yaparız ve bu da aslında bir problem çözme yoludur. Dolayısıyla bunların çoğunun [STEM disiplinlerinin entegrasyonu] problem çözme ile ilişkili olduğunu düşünüyorum.*

Berrin ayrıca şunları ifade etmiştir.

*Bu [Elektirik ünitesi] bir bakıma bağımsız bir mühendislik dersi gibi. Teknoloji kısmını bilgisayarda yapılan araştırmalar ve PowerPoint kullanılan öğrenci sunumları oluşturmaktaydı. Mühendislik kısmı ise yedinci sınıf fen dersi kazanımları ile ilişkilendirilmiş mühendislik tasarım sürecinin izlenmesiydi. Matematik ise çeşitli hesaplamalarda karşımıza çıkıyordu. Fen kısmı ise temeldi, araştırma şeklinde, problem çözme ve inşa etme ve devre elemalarının nasıl biraraya getirileceğini anlamaya çalışmak şeklinde.*

Berrin aynı zamanda elektrik ünitesini “nesnelerin mühendislik bilimi tarzında bir araya getirilmesi” olarak görmüştür. Berrin’e göre mühendisliğin entegrasyonu mühendislik tasarım sürecinin kullanılmasıdır. Teknolojinin entegrasyonuna gelince, Berrin bilgisayar, tablet, akıllı tahta cihazlarını STEM derslerinde kullanacağı birincil teknolojiler olarak görmekteydi. Şu şekilde açıklamaktaydı: “Okulumuz da artık kullanabileceğimiz daha çok teknolojik alet var. Akıllı tahtaları kullanmak ve online kaynaklardan faydalanmak bizim için daha kolay. Ayrıca, çocuklardan kalem ve kağıt ile yaptıkları sunumlar yerine PowerPoint sunumu yapmalarını da isteyebiliyoruz.”

STEM entegrasyonuna dair Berrin’in asıl görüşü sorulduğunda şu ifadelerle açıklamıştır:

*Fen dersini matematik dersinden bağımsız olarak düşünemiyorum. Matematik bilmeyen bir öğrenciye fen öğretmek gerçekten çok zor. Eğer Fen ve matematiği iyi olan öğrencileriniz varsa mühendislik çalışmaları yapmanız kolaylaşır. Sonra, bu sürece uygunluğunu sağlayabildiğiniz hangi teknoloji varsa onu bir şekilde entegre edebilirsiniz. İşte bu aslında benim STEM entegrasyonu görüşümdür.*

Berrin'in STEM entegrasyon görüşü fen ve matematik disiplinini STEM entegrasyonunun temeline konumlandırmakta, fen ve matematik kavramlarını birbirlerine bağlamak için de mühendisliği yapıştırıcı bir faktör kullanmaktaydı. Teknoloji ise STEM entegrasyon dersine dahil edeceği son parçayı teşkil etmekteydi.

*STEM entegrasyonu yapmak için gerekli olan pedagojiler.* Berrin'e göre STEM entegrasyonu öğretmenlerin onu nasıl kullandığına bağlı olarak çok farklı anlamlara gelebilirdi. Örneğin, şöyle diyordu: "Sanırım çoğu kişi de bu düşünce tarzına sahip, STEM'den bahsettiğiniz zaman, sanki uygulamalı bir proje gibi düşünüyorsunuz, ancak STEM için uygulamalı bir proje şart değildir." Berrin'in STEM entegrasyon dersi öğrencilerin karşılaştıkları problemleri çözebilen bireyler haline gelmesine yardımcı olmaya odaklıydı. Uygulamalarda Berrin hem araştırma hem de problem çözme üzerinde durmuştu. Şöyle dedi:

*Fen kısmı [Elektrik ünitesi] oldukça fazla oranda araştırma ve problem çözmekten oluşmaktaydı, oyuncak arabanın nasıl birleştirileceği gibi." Berrin'e göre araştırma, öğrencilerin bir problemi çözebilmeleri açısından çok önemli bir rol oynamıştır. Araştırma ve problem çözenin biraz farklı olduğuna inanıyordu ve bu farkı şu şekilde dile getirmekteydi: "Problem çözme sorunları çözmek için farklı yollar kullanmak gibidir. Sanki sorunları anlamak, bir plan yapmak, çözmek ve onu kontrol etmek gibi. Öğrencileri uğraşmaya sevk ettiğim araştırma ise bir bakıma onlara problemler vermek ve anlamaya çalışmalarını sağlamaktır.*

Berrin'e göre STEM entegrasyonu öğrencilerine problem çözmeyi öğretmek için kullanabileceği bir öğretim stratejisidir. Teorik bilgi vermektense ziyade problem çözme becerileri veya problem çözme süreçleri üzerine odaklanmıştır. Şöyle ifade etmektedir "Derslerimde öğrencilerime STEM'i farklı disiplinlerin bir araya gelmesi şeklinde değilde hepsinin ortak amacı olan problem çözme süreçlerinden oluştuğunu vurguladım." Bu durum ayrıca matematiği nasıl

entegre ettiği hakkında konuşurken de ortaya çıkmıştır. şöyle demiştir: “öğrencilerin matematik becerilerini güçlendirmelerine yardımcı olmak için fen dersinde çok miktarda grafik çalışması yapmaktayız. Böylece [öğrenciler] fen problemlerini çözebilmekte ve aynı zamanda matematiği de kullanabilmektedirler, tam olarak temel matematik becerileri değil fakat fen dersinde esasen problem çözümine odaklı matematik şeklinde.”

Berrin, Mühendislik tasarım sürecini, STEM entegrasyonu için çok önemli bir parça olarak görmüştür. Berrin’in mühendislik tasarım sürecini öğretmesinin nedenini ise mühendisliğin entegre edilmesinin gerçek hayatta karşılaşlabilen problemi çözmek için öğrencilerin problem çözme becerilerini kullanmasına çok doğal bir şekilde yardımcı olduğuna inanmasıydı. şöyle demiştir: “Mühendisliği entegre etmek suretiyle gerçek dünya koşullarında problem çözümine odaklanmaya ve farklı çözümler ortaya çıkarmaya çalışıyoruz. Çözümleri açık uçlu bırakmayı tercih ediyoruz böylece [mühendislik tasarım sürecinin] basamaklarını kullanarak [öğrenciler] kendi çözümlerini bulma, üretme ve yaratıcı olma abasısıyla laboratuvar çalışması yapabiliyorlar.” Dolayısıyla açık uçlu bir gerçek hayat problemi Berrin’in STEM entegrasyon dersinde gerekli bir bileşendi. şöyle demiştir:

*öğrenciler reçete tipi deney yapmaya alışkın olmalarına rağmen, problem çözme çalışması yaptığımızda cevapları [öğrencilere] vermem. Problemi kendilerine çözdürürüm. Bu STEM etkinliklerinde gerçek hayat konuları ve problemleri hakkında beyin fırtınası yaptık ve sadece okulda veya ders kitaplarında değil, gerçek hayattaki problemlere çözüm üretmeye çalıştık.*

Mümkün olsaydı, Berrin STEM entegrasyon derslerini mühendislikten ziyade fen içeriğine yoğunlaştırmak isterdi. Mühendislik disiplinini, öğretmek istediği fen kavramlarını veya içeriklerini destekleyebilecek bir takım küçük araştırma projeleri şeklinde kullanmak istemişti.

*öğrenciler için öğrenme çıktıları.* Berrin’in öğrencilerden STEM uygulamalarından öğrenmelerini istediği şey, bir problemi kendi başlarına çözmeleriydi. STEM entegrasyonu uygulamalarında öğrencilerinden STEM disiplinleri arasındaki ilişkileri görmelerini istemişti. Ayrıca, öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini ve sorgulama becerilerini her ikisini de anlamalarını ve kullanabilmelerini istemişti. Berrin öğrencilerinin bir STEM uygulamasından ne öğrenmelerini istediğini ifade etmek için şöyle dedi: “[öğrencilerin] başarılı bir ürün ortaya

çıkartıp çıkarmadıkları gerçekten önemli değildi. Onların sürece dikkat etmelerini ve yaptıklarına ilişkin sorulara cevap verebilmelerini istedim. Örneğin, ürettikleri bir üründen sonra, onlardan tekrar düşünmelerini ve ürünün nasıl daha iyi çalışabileceğini sordum.”

Ona göre STEM uygulamalarının büyük bir avantajı öğrencilerinin bir problemi çözmek için kendi düşüncelerini kullanmasına imkân vermesidir. Şöyle dedi: “STEM entegrasyonunun en güçlü yanı problem çözme. Çocuklara verilen senaryodaki gerçek yaşam problemi ile biraz araştırma yaptırmayı, kendi başlarına düşünmelerini beyin fırtınası yapmalarını ve grup üyelerinin fikirlerine saygılı olmalarını istiyorum.” Berrin öğrencilerin daha fazla problem çözme çalışması yapmaları gerektiğini düşünüyordu. Şöyle dedi: “Mühendislik yedinci sınıflar için çok büyük bir olay. Problem çözme çalışması yapmak onlar için büyük bir basamak.”

Berrin öğrencilerinin bağımsız düşünen bireyler olmalarına yardımcı olan problem çözme süreçlerine önem veriyordu. Öğrencilerinin çözüm çabası gösterirken gerçekten bir şeyler öğrendiklerine inanıyordu. Şöyle dedi: “Bir konudaki problemi kendiniz çözdüğünüzde, emek verdiğinizde bunu nasıl yapacağınızı öğrenmiş olursunuz ve öğrendiğiniz bilgiler kalıcı olur. Bunun yerine, problemin çözümünde aktif olmayıp çözümü başkalarından dinlerseniz unutursunuz.” Fen öğreniminde niçin öğrencilerin kendi düşüncelerini kullanmasını istediğine ilişkin bakış açısını biraz daha açıklamak için dersinde yaptığı STEM uygulamalarını örnek verdi. Dedi ki:

*Sanırım [öğrenciler] [enerjinin transfer olduğunu] anladıklarında ve gerçekten de gördüklerinde ve daha sonra bunu kendileri de yaptıklarında çok daha fazla şeyi hatırlıyorlar ve bu süreci açıklayabiliyorlar ve bu konuda konuşabiliyorlar. Kendi başlarına bir şeyler ortaya çıkarabildiklerinde ve kendi deneylerini nasıl yapacaklarını anladıklarında bu durum fen öğrenimini biraz daha eğlenceli hale getiriyor ve onların feni daha iyi öğrenmelerine yardımcı oluyor.*

Berrin bir problemi çözmek için kişinin kendi düşüncesini kullanmasının çok önemli bir beceri olduğuna ve bu becerinin, fen dersinin ötesinde bile, öğrencilerinin sahip olması gereken bir şey olduğunu inanıyordu. Ona göre tüm öğrenciler, kariyer hedefi olarak bir STEM disiplini seçmemiş olsalar bile, STEM entegrasyonundan faydalanabilirdi. Bu konu hakkında şunları söyledi:

*STEM entegrasyonu çocukların STEM disiplinleri arasındaki bağlantıları görmesine yardımcı olmaktadır. Örneğin, öğrenciler fen ve mühendislik alanında iyi olmayabilir, ama matematikte iyi olabilir. STEM entegrasyonu onlara yardımcı olur ve diğer alanlardan bir şeyler öğrenmelerini destekler. Herhangi birinde [STEM disiplinlerinde] iyi olmasalar, ya da STEM alanlarında kariyer yapmak istemeseler bile, sanıyorum iş yine problem çözmeye dayanacaktır. Problem çözme becerileri yaşam becerisi olup STEM disiplinleri ile ilgili bir kariyeri isteyip istememelerinden bağımsız olarak ona sahip olmaları gerekmektedir.*

*Yaşam becerileri.* Berrin Elektrik ünitesini işlerken kendisinden bir cevap alamadıklarında öğrencilerinin kendilerini nasıl hissettiklerini anlattı. Şöyle dedi: “Çocuklar [oyuncak arabaları] bunu yapabildiklerinde çok heyecanlanmışlardı. Ve çalıştıramadıklarında ise gerçekten hayal kırıklığına uğramışlardı.” Her ne kadar öğrenciler bir STEM uygulamasında bazen hayal kırıklığı hissetmiş olsalar da, netice olarak Berrin yapamayacaklarını düşündükleri bir şeyi gerçekleştirebileceklerini fark ettiklerini hissetmişti. Şöyle dedi: “Gerçekten de hayal kırıklığına uğradılar, ama aynı zamanda bir şeyi yaptırdıklarında, ‘Vaay, bu çalışıyor mu?’ gibi büyük bir başarı duygusu da hissettiler ve bu onlar için gerçekten harika oldu. “

*STEM entegrasyonu uygulama modelleri.* Berrin'in STEM entegrasyonu uygulamasını tanımlamak için iki önemli özellik kullanılabilir: 1) Üniteler ve konular, 2) STEM entegrasyonunun nasıl öğretileceği.

*STEM entegrasyonu farklı üniteler ve konularda nasıl uygulanacak.* Berrin, Matematik ve feni karşılaştırdığında, STEM entegrasyonunu fen dersinde kullanmanın matematik dersinde kullanmaktan daha kolay olduğunu düşünmekteydi. Her ne kadar bir fen dersinde STEM entegrasyonu kullanmanın oldukça doğal olduğuna ve matematik dersinde kullanmaktan daha kolay olduğuna inanıyor olsa da fen derslerinde sürekli olarak STEM entegrasyonu kullanabileceğini de düşünmüyordu. Şöyle dedi: “[STEM entegrasyonu] araştırma yapmak gibi. Derslerinizde her zaman araştırma yöntemi kullanamazsınız. Bazı şeyleri, (elektriğin ne olduğu gibi), açık bir şekilde öğretmeniz gerekir. Berrin STEM entegrasyonunun öğretmekte olduğu fen ünitesine bağlı olduğuna inanıyordu. Bazı fen ünitelerinin STEM entegrasyonu uygulaması için diğerlerinden daha kolay olduğuna inanmaktaydı. Şöyle dedi:



*Kuvvet, hareket, enerji gibi bazı ünitelerde STEM entegrasyonunu uygulamak, Genetik, vücudumuzdaki sistemler gibi birtakım ünitelerden daha kolaydır. Sanırım bunun nedeni fizik ile ilgili olan ünitelerin çok sayıda problem içermesindedir ve bu ünitelerde, denklemlerin kullanılması veya grafik yorumlanması gibi durumların daha kolay entegre edilebilmesidir.*

*STEM entegrasyonu nasıl öğretilmeli? Berrin öğrencilerinin STEM entegrasyonu yapabilmeleri öncesinde en azından bir miktar ön bilgiye sahip olmaları gerektiğine inanıyordu. Şöyle dedi: “Başlangıçta çok miktarda bilgi birikimi sağlayabilmenin iyi olacağını düşünüyorum. Öğrencilerin STEM uygulamalarında başarılı olabilmeleri için hazırbulunuşluk seviyeleri yeterli olmalıdır. Öğrenciler bilginin mühendislik projelerine entegre edilmesinde, kendilerine yardımcı olacak tüm bilgileri kullanabilirler.” Berrin’e göre öğrenciler belirli bir miktar ön bilgiye sahip olduklarında, bir STEM etkinliği projesi yaparken daha anlamlı öğrenme gerçekleştirebilirler. Berrin örnek olarak Elektrik Ünitesini verdi ve devam etti: “Bu üniteyi işlediğimizde çocuklar zaten enerji dönüşümünü öğrenmişlerdi, dolayısıyla, kendi ürünlerini tasarlarken enerji dönüşümleri hakkında çalışmalarının bir parçası olarak söyleyecek bir şeyleri vardı.” Bu nedenle bir STEM etkinliği yapmak için en uygun zamanın, her bir büyük ünite sonu olduğuna inanıyordu. Şu şekilde açıklamıştı: Öğrettiğim her ünitenin sonunda STEM projeleri kullanmayı gerçekten isterim. STEM entegrasyonunun uygulama özellikleri öğrencilerimin öğrendiklerini gerçekte uygulamalarına katkı sağlamaktadır.” Berrin’e göre öğrenciler ihtiyaç duydukları teorik alt yapıya sahip olduklarında bu bilgileri kendi tasarımlarında gerçekten kullanabiliyorlardı. Bu durumu daha ayrıntılı bir biçimde şöyle ifade etti:*

*Öğrencilerin yıl boyunca mühendislik uygulamaları, çalışmaları veya projelerini etkili bir şekilde yapabilmeleri için çok daha fazla teorik bilgiye sahip olacakları şekilde müfredatın değiştirilmesi gerekli. Çünkü mühendislik tasarım sürecindeki adımları takip etmeleri gerekecektir. Bu süreçte test etme, tasarlama gibi basamaklar mevcut. Bu şekilde, olayları anlamak kendi var olan ön bilgileriyle problemlere çözüm aramak ve mühendislik çalışmaları yapmak için fen ve matematikle ilgili bilgilerini kullanabilirler.*

*STEM entegrasyonu uygulanmasındaki sorunlar veya zorluklar. Berrin STEM entegrasyonunu planlama ve uygulamada altı adet endişe veya zorluk tespit etmiştir. Birincisi,*

etkili bir şekilde STEM entegrasyonu yapmak için teknoloji alt yapısının eksikliği. İkincisi, öğrencilerinin STEM entegrasyonu yapma becerileri konusunda kaygılıydı, özellikle de ön bilgilerini STEM projeleri ile bağdaştırmaları hususunda. Üçüncü olarak, kendisini STEM entegrasyonu kullanımında yeterli görmüyordu ve bu eğitimin üniversite yıllarından itibaren verilmesi gerektiğini ifade ediyordu. Dolayısıyla STEM etkinliklerini nasıl kullanacağıyla ilgili zorluklar yaşadı. Dördüncü olarak, zaman probleminden bahsetti müfredatta yetiştirilmesi gereken konuların olduğunu, STEM etkinliklerinin fazla zaman aldığını ifade etti. Beşinci olarak malzeme sıkıntısından bahsetti. Başarılı bir STEM entegrasyonu sağlamak için öğrencilerin malzeme sıkıntısı yaşamaması gerektiğinden, etkinliklerde ihtiyaç duydukları malzemelerin temin edilmesi gerektiğinden, farklı etkinliklerde gerekli olabilecek farklı malzemelerin temininde zorlanacaklarını ifade etti. Son olarak, Berrin STEM entegrasyonunu başarıyla uygulaması için öğrenci motivasyonunun önemli bir rol oynadığının farkındaydı. Akademik başarısı yüksek olan öğrencilerin bu tarz etkinliklerde olan motivasyonun sınav kaygıları nedeniyle akademik başarısı düşük olan öğrencilerden daha düşük olduğunu ifade etti. Buna ek olarak, STEM entegrasyon uygulamalarının eğlence kısmıyla öğrenme kısmını dengelemekte zorluklar yaşamıştı. Bu durumu şöyle ifade etti. “Öğrenciler bu etkinlikleri yaparken gerçekten çok eğleniyorlar fakat sadece kendi grupları arasında değil diğer gruptaki öğrencilerle de iletişim kuruyorlar. Bu durumda benim sınıfı kontrol etmemi zorlaştırıyor.”

*Teknoloji hakkında.* Berrin şayet STEM uygulamalarına teknolojiyi entegre etmek isterse, öğrencilerinin teknoloji kullanma yeteneklerinin ve okulun sağlayabileceği teknoloji kaynaklarının sorgulanması gereken iki husus olduğuna inanıyordu. Şöyle dedi: “Çocukların teknoloji ile arası iyi, ama bu sadece oyun oynamak veya müzik indirmekle sınırlı. Eğer PowerPoint sunumları veya online arama yapma hakkında konuşuyorsak bu alanlarda iyi değiller.” yedinci sınıf öğrencilerinin araştırma yapmak için interneti nasıl kullanacakları hakkında çok şey bilmediklerini öğrenmek onun için sürpriz olmuştu. Şöyle demişti: “Teknoloji kısımlarının gelecekte kesinlikle üzerinde daha fazla çalışmak istediğim bölüm olduğunu düşünüyorum. Çocuklarımızın teknolojinin biraz arkasında olduğunu düşünüyorum.” Teknolojiyi öğretimine entegre etmek için uygun araçlara gereksinimi vardı. Şöyle dedi: “Sanıyorum teknoloji kısmı benim için STEM entegrasyonunu yapmanın en zor kısmı, bunun başlıca nedeni ise okulumuzda birçok materyalin bulunmaması.”

*Öğrencilerin yetenekleri.* STEM entegrasyonu uygulamalarında Berrin öğrencilerinden kendi mühendislik ürünlerini oluşturmak veya tasarlamak için kendi bilimsel bilgilerini ve mühendislik tasarım sürecini kullanmalarını istemiştir; dolayısıyla başlangıçta bazı bilgileri öğretmesi gerekiyordu. Şöyle dedi: “Doğrudan öğretmek zorunda olduğum birçok şey var. Özellikle yedinci sınıflarda, elektriğin ne olduğunu, Paralel ve seri bağlı devrelerin ne olduğunu doğrudan teorik olarak öğrencilere vermeniz gerekmekte.” Berrin yedinci sınıf öğrencilerinin nasıl problem çözeceklerini henüz öğrenmekte olduklarına inanıyordu. Problem çözme becerileri bir yedinci sınıf öğrencisine doğal gelen bir beceri değildi. Berrin STEM entegrasyonunu uygulayabilmek amacıyla öğrencilerinin konuyla ilgili teorik bilgileri öğrenmeleri için başlangıçta daha doğrudan öğretime gereksinim duyduğunu savunuyordu. Dolayısıyla STEM etkinliklerinin uygulanmasında Berrin için en zor bölüm teorik bilgi ve problem çözme becerilerini akıllıca nasıl birleştireceği olmuştu. Şöyle dedi: “Benim için, teorik bilgiyi öğrenciye nasıl vereceğimi belirlemek ve sonra öğrencilerin edindikleri bu teorik bilgileri problem çözerken kullanmalarını sağlamak benim için zor olan bir şeydir.” Tecrübelerinden yola çıkarak, öğrencilerinin öğrendikleriyle yaptıklarını veya yapmak istediklerini birleştirmekte zorluk yaşadıklarını belirtti. Bunun STEM entegrasyon uygulamalarında çözmesi gereken büyük bir sorun olduğuna inanıyordu. Şöyle dedi:

*Öğrenciler öğrendikleri bilgileri nerede nasıl kullanacağı konusunda sorular sorarlar. Ne işimize yarayacak? Bunu nerede kullanacağız? vb. İhtiyaç duydukları tüm teorik bilgileri gerçek hayatla ilişkilendirmek zorundasınız. Bilgiyi açık bir şekilde nerede nasıl kullanacaklarını açıklamanız gerekir. Bu bağlamda fen dersinde öğrenmeleri gereken şeyleri öğrenmelerini ve problem çözmeye ilişkin mühendislik projelerinde bu bilgileri kullanmalarını nasıl sağlayabilirim? Bunun gerçekten zor olduğunu düşünüyorum.*

Buna ek olarak, Berrin öğrencilerinin bir ekip olarak çalışmakta güçlük çektiklerinin de farkındaydı. Yedinci sınıf öğrencilerinin nasıl ekip çalışması yapılacağını da öğrenmeleri gerektiğine inanıyordu. Şöyle dedi: “Mühendislerin niçin bir ekip olarak çalıştıkları hakkında konuştuk. Öğrenciler ekip çalışmasının gerekliliğini anladılar, ama kimi zamanda, ekip arkadaşlarını kendileri seçmelerine rağmen, bir ekip olarak iyi çalışmadılar.”

*Tedirginlik.* Berrin STEM entegrasyon dersini nasıl uygulayacağı konusunda sürekli tedirgin olmuş ve çok iyi bir iş çıkarmadığına ikna olmuştu. Öğrencilerinin STEM disiplinleri arasındaki bağlantıları görmelerine yardımcı olmak için STEM entegrasyonu hakkında daha fazla bilgi edinmesi gerektiğine inanıyordu. Şöyle dedi: “STEM entegrasyonunu nasıl yapacağımı bilmemek şeklinde değil. Daha ziyade, STEM disiplinleri arasındaki bu bağlantıları nasıl yapabileceğim ve öğrencilerin bağlantıları görmesine nasıl yardımcı olacağım ile ilgili.” ve “STEM entegrasyonunu nasıl öğreteceğimi hala öğrenmekteyim. Sadece bunu yaparken neyin daha iyi bir yol olacağını, ya da STEM entegrasyonu öğretmek için etkili bir yolun ne olabileceğini bilmiyorum.”

*Eğlence / öğrenme.* Berrin şayet öğrencilerine gerçek hayattan bir probleme çözüm ürettirebilmiş ise çok başarılı bir öğretim yapmış olduğunu hissediyordu. STEM entegrasyonu uygulamaya yönelik motivasyonun bazı öğrenciler için büyük bir sorun teşkil ettiğine inanıyordu. Şöyle dedi:

*Bir dersi STEM etkinlikleri uygulayarak daha eğlenceli hale getirebilirsiniz, ancak herhangi bir öğrenciyi bir şey yapmaya zorlayamazsınız. Motivasyonun kesinlikle büyük bir sorun olduğunu düşünüyorum. Mesela bazı öğrenciler ben mühendis olmak istemiyorum o yüzden bu etkinliklere katılmak istemiyorum diyorlar. Bu öğrenciler aslında iyi bir çalışma yapabilir, ancak yapmamayı tercih ediyorlar. Sadece motivasyonlu değililer çünkü sınav kaygıları var başarıları sadece 8. Sınıfta girecekleri sınavla ölçülüyor. O sınavda işine yaramayacağı düşündüğü içeriklere mesafeli oluyorlar.*

Berrin’e göre, STEM etkinlikleri öğrencilerinin öğrenmeye ilgi duymasına, yaratıcılıklarının gelişmesine yardımcı oldu çünkü eğlenceliydi. Şöyle dedi: “[Öğrenciler] Bayıldılar! Harika olduğunu düşündüler.” Örnek olarak Elektrik ünitesini verdi ve ilave etti: “Sanırım öğrencilerin bu etkinliklere çok ilgi gösterdiklerini görmekten dolayı gerçekten memnun oldum. Onların bu çalışmayı yapmalarını izlemek gerçekten eğlenceli ve onlar da bunu eğlenceli buluyorlar.” Berrin etkinlikler üzerinde düşünerek ekledi: “Kendilerini [öğrenciler] zorladılar. ‘Aaa, bunu yapabiliyoruz. Bunu ilave edebiliriz!’ Şunu da ilave edersem harika olacak! Bazen oyuncak araba yapımıyla o kadar heyecanlandılar ki, çalışma yaprakları gibi diğer şeyleri yapmayı unuttular.”

Berrin STEM entegrasyon uygulamaları için yaptıkları her şeyi takip etmelerinin, çalışma yapraklarının kullanılmasının öğrencileri için çok önemli olduğuna inanıyordu. Şöyle dedi: “[Mühendislik tasarımı] Süreçte tüm çalışmalarınızı kayıt altına almanız çok önemli. Bu süreçleri takip edeceksiniz, her adımı kayıt edeceksiniz ve yeniden gözden geçireceksiniz.” Ancak öğrencilerin fikirlerini yazmalarının öğrencileri için zor olduğunu gördü. Şöyle dedi: “Bazı sebeplerden dolayı, tamamen motivasyonlu ve ilgili olmalarına rağmen bazı çocuklarda olduğu gibi, çalışma yapraklarının o güne ilişkin bölümünü yapmadılar.” Etkinliklerin her bir gününde Berrin yaptıkları üzerinde düşünmeleri ve not tutmaları için öğrencilerine bir miktar süre verdi. Ancak bazı öğrencileri basamakları günlerce tamamlamadı. Şöyle dedi: “Şayet bunu yapmadılarsa [beyin fırtınası yapma, not tutma, fikirleri çizme] o gün ne öğrendiklerini bilemezdim. Ne yapacaklarını kararlaştırmaksızın tasarım için gereken parçaları sadece birleştirdikleri hissine kapıldım.”

*Diğer.* Berrin öğrenci merkezli öğrenime değer veriyordu. Öğrencilerin bir problemi kendi kendilerine çözmelerinden hoşlanıyordu. Şöyle dedi: “Esas olarak, çok fazla doğrudan öğretim yapmak istemiyorum. Öğrencilere ‘Bunu yapın, şunu yapın’ demekten hoşlanmıyorum. Kavramlar kendi kendilerine ulaşmalarını istiyorum.” Berrin STEM entegrasyonu kullanmanın avantajlarından birisinin de derslerinin daha öğrenci merkezli hale gelmesi olduğuna inanıyordu. Şöyle dedi: “STEM entegrasyonunu çok sevdim. Çocukların kendi başına öğrendiğinde daha iyi anladıklarını düşünüyorum.”

Berrin STEM entegrasyonu kullanmanın bir başka büyük avantajının da öğrencilerine STEM disiplinleri arasındaki bağlantıları göstermesi olduğuna inanıyordu. Şöyle dedi: “STEM entegrasyonu kullanmanın büyük bir faydası ise öğrencilerin yapmış oldukları ve farklı STEM alanlarında öğrenmiş oldukları şeylerle bağlantı kurabilmesidir.” Çoğu öğrencisinin bir gerçek hayat problemini çözmek için neden STEM disiplinlerinin birlikte kullanılması gerektiğine dair hiçbir fikri olmadığına inanıyordu. STEM entegrasyonunun öğrencilerine bu bağlantıları görmelerinde yardımcı olduğunu belirtti. Bu bağlantıları görmek aynı zamanda bu disiplinlerle ilgili öğrencilerinin bu alanlardaki meslekleri keşfetmelerine de katkı sağlamıştı. Şöyle dedi: “STEM entegrasyonunun onların [öğrenciler] bu tür konularda heyecan duymalarına yardımcı olduğunu düşünüyorum. Bu seçenekleri araştırabilirler ve bu alanlardan gerçekten hoşlanıp hoşlanmadıklarını anlayabilirler.”

#### 4.4.1.2. Ayşe'nin STEM Entegrasyonu Hakkındaki Görüşleri:

Ayşe'ye göre, STEM entegrasyonu bir ders içine kaç tane STEM disiplini entegre etmesi gerektiğiyle tanımlanamaz. Bunun yerine STEM entegrasyonunu, kendi düşüncelerini kullanmak suretiyle öğrencilere problem çözmeyi öğretmek amacıyla fen derslerinde matematiği, mühendisliği ve teknolojiyi nasıl kullanabileceğiyle tanımlamıştır. Ayşe bir problemi çözmek için öğrencilerin kendi düşüncelerini kullanmalarına fırsat vermeyi önemsiyordu ve bunun STEM entegrasyonundaki en önemli özelliklerden biri olduğunu belirtti. Şöyle dedi: “STEM entegrasyonu bir düşünce tarzıdır. Sadece belirli yönergeleri izlemek değildir. Yönergeler olursa öğrenciler yaratıcılıklarını kullanamazlar. Ayrıca STEM bir öğretim yaklaşımıdır. STEM etkinliklerinde yanlış cevap yoktur.” Dolayısıyla STEM entegrasyonu hakkında konuştuğunda Ayşe çoğu zaman STEM’i bir ders planı, bir ünite veya bir etkinlik olarak değil, bir süreç olarak, öğrencilerin gerçek mühendisler gibi düşünmelerine, kendilerini bir mühendis gibi hayal etmelerine yardımcı bir düşünme süreci olarak nitelemiştir. Doğru ya da yanlış cevapları olmaksızın açık uçlu bir gerçek yaşam probleminin STEM entegrasyonu için anahtar olduğuna inanıyordu.

Ayşe STEM entegrasyonunun, öğrencilerinin bir problemin çözülebileceğini ve çeşitli cevapları olabileceğini anlamasına yardımcı olan benzersiz özelliklere sahip bir yaklaşım olduğunu ifade etmekteydi. Şöyle dedi:

*STEM entegrasyonu öğrencilerin problem çözümüne ilişkin kendi planlarını ortaya koydukları ve onlara bu planlarını uygulama şansı veren bir süreçtir. Onlara fikirler üzerinde beyin fırtınası yapma imkanı vermektedir. Çünkü fikirleri eleştirilmemektedir. Öğrenci problemin çözümü aşamasında fikirlerini açık yüreklilikle dile getirebilmektedir. Farklı çözüm yollarına sahip açık uçlu bir deney gibi.*

Kendi fen dersinde Ayşe öğrencilerin kendi fikirlerini ortaya koyması için yeni bir düşünce yolu olduğuna ikna olmuştu. Şöyle dedi:

*STEM entegrasyonu öğrenciler için çok farklı bir düşünme biçimi, çünkü fen dersinde öğrenciler herkesin netice itibariyle aynı sonuca ulaştığı çok miktarda laboratuvar etkinliği ve deneyleri yapmış oluyorlar. Yani daha önce ulaşılan sonuçlara tekrar aynı yolları*

*izleyerek ya da daha önce yapılan adımları takip ederek ulaşıyorlar. Öğrenciler yaratıcı değillerdir.*

Dolayısıyla STEM entegrasyonu ona, mühendislerin kendi işlerine yönelik ne yaptıklarını bunların ortak özelliklerini öğrencilerine öğretme fırsatını sağlamıştır. Şöyle demiştir “Sanıyorum [STEM entegrasyonu] daha fazla gerçek yaşam hissi veriyor. Mühendislerin kariyer olarak ne yaptığı hakkında çocuklara daha gerçek duygular hissettirdiğini düşünüyorum. Çünkü Fen Bilgisi derslerindeki ünitelerin hepsi aslında mühendisliğin farklı dallarını içeriyor.”

Ayşe'nin STEM entegrasyon uygulamaları için önceliği, problem çözme süreçlerini uygulamak suretiyle öğrencilerine, gerçek mühendisler gibi, kendi fikirlerini ortaya koyma imkanı sağlamasıydı. Gerçek hayatta mühendislerin yoğun bir şekilde teorik bilgilerini hayal gücü ve yaratıcılık ile birleştirdiklerine inanıyordu. Açık uçlu bir problemin, öğrencilerinin hayal gücünü ve yaratıcılıklarını harekete geçirebileceğini ileri sürmüştü. Bu konuda şöyle dedi.

*Örneğin yapmış olduğumuz STEM entegrasyon etkinliklerinden birisi bir rüzgar türbini oluşturmaktı. Etkinliğin amacı yenilenebilir enerji kaynaklarını öğretmektir. Öğrencilerin, elektrik üretebilen bir rüzgar türbini tasarlamaları gerekiyordu. Ders esnasında öğrencilerin rüzgar gücünden nasıl elektrik üretecekleri konusunda düşüncelerini geliştirmeleri gerekiyordu. Bunun için öğrenciler hayal güçlerini kullandı.*

*STEM entegrasyonu yapmak için gerekli olan pedagojiler.* Ayşe fen dersini STEM entegrasyonun odak noktası olarak görüyordu. Şöyle dedi: “Fen bilgisi bir STEM etkinliğinde başlıca odak noktası olmalıdır. Bu çerçeveye daha fazla STEM disiplini eklenmelidir.” Mühendisliği “Bir çözüme ulaşmak için takip ettiğiniz bir dizi basamak” olarak tanımladı. Ve ekledi: “Mühendisliği düşündüğümde aklıma tasarım gelir, test edeceğimiz ve nihayetinde bir ürün ortaya çıkaracağımız bir şeyi tasarlamak gibi.” Bu nedenle, STEM etkinliklerine mühendisliği entegre ettiğinde, öğrencilerinden bir projeyi etraflıca incelemelerini ve kendi çözümlerini ortaya koyarak bir problemi çözmelerini istenmiştir. Ona göre mühendislik süreci öğrencilerinin problem çözme ve kendi fikirlerini üretmelerine yardımcı olacak bir araç idi. Şöyle dedi:

*STEM entegrasyonu gerçek hayattaki bir problemi nasıl çözeceğimi bulmak için mühendis tarzı bir düşünme yoludur. Bir probleme ilişkin kendi özgün çözümlerinizi oluşturmak için*

*mühendislik tasarım sürecinin kullanılması STEM [entegrasyonunun] anahtarıdır ve öğrenciler okulda STEM [entegrasyonunu] çözüme götüren bir süreç olarak kullanılmalıdır.*

Ayşe matematiğin de bir STEM etkinliğinde önemli bir bileşen olduğunu düşünüyordu çünkü ona göre matematik problem çözme çalışmalarının başka bir yoludur. Şöyle dedi: “[Matematik] sorunları çözenin sayıları içeren bir yoludur.” Dolayısıyla STEM entegrasyonunda matematiğe önem vermiştir çünkü matematik STEM entegrasyonuna sayısal yönler kazandırmıştır. Şöyle diyordu:

*Matematik STEM entegrasyonu için çok önemlidir. [STEM entegrasyonu da] matematiksel bir bölüme gereksinim göstermektedir. Süreci detaylı bir şekilde ele alırken [öğrencileri] sayısal olarak düşünmeye sevk etmek gibi. İçerisinde sayı olan bir fen kavramıyla ilgileniyormuşsunuz gibi. Matematik doğası itibariyle bu çerçeveye giriyor çünkü Fen bilgisini Matematikten bağımsız düşünemezsiniz. İyi bir fen bilgisine sahip olmanız için iyi matematik bilmeniz gerekiyor. İyi bir mühendis olmak istiyorsanız iyi fen ve matematik bilmeniz gerekiyor.*

Her ne kadar matematiğin bir STEM etkinliğine entegre edilecek önemli bir parça olduğuna inanıyorsa da biyoloji konularında matematiği entegre edecek hiçbir yer olmadığını da düşünüyordu. Bu konuda şöyle dedi: “Bazı ünitelerde hesap içermeyen konular var bu durum matematiği nasıl entegre edebileceğim konusunda beni düşündürüyor.”

Teknolojiye gelince, Ayşe teknolojiyi “Bir şeyi geliştirmek için insan yapımı buluşların insanların faydası yönünde va hayatı kolaylaştırabilecek bir biçimde kullanılması” olarak tanımlamıştı. Teknoloji görüşünü açıklamak için şu örneği verdi, “Öğrencilerin önceden eline alıp göremediği gerçek nesnelere 3D yazıcılar sayesinde görebilmeleri gibi. Öğrenci teknoloji olmaksızın sahip olmayacağı bir deneyim için teknoloji kullanmaktadır.” İlginç bir yön ise, STEM etkinliklerinde Ayşe teknoloji, özellikle de internet kullanmak hususunda özel bir hassasiyete sahip değildi. STEM projelerinde teknolojinin neden ilave bir bileşen olduğunu açıklamak için iki sebep gösterdi.

İlk olarak, ona göre öğrencilerinden bir süreç, bir ürün ya da bir soruna yönelik çözüm tasarımlarını istediğinde öğrencilerinden bir teknoloji tasarımlarını istiyordu. Başka bir



deyişle, öğrencilerinden bir teknoloji ortaya çıkarmalarını isteyerek teknolojiyi STEM projesine entegre ediyordu. İkincisi, STEM etkinliklerinde internet kullanmamayı tercih etti çünkü bu öğrencilerin hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmalarına engel olabilirdi. Şöyle ifade etti:

*STEM hayal gücü ve yaratıcılık üzerine odaklandığında, öğrencilere bu özelliklerini kullanabilecekleri ya da geliştirebilecekleri alanları sağlamaktır. Onları daha önce yapılmış çok sayıda ürünle bir araya getirmek değil. Onlar hemen mevcut örneklerin, daha önce başka birilerinin yapmış oldukları örneklerden birini kullanmak isterler, ürünlerini o ürünlere benzetmeye çalışırlar. Gerçekten kendi fikirleri ya da tasarımları üzerinde düşünmeyi değil hâlihazırda mevcut olan bir örneği kopyalayamaktan ziyade kendi fikirlerini oluşturmalarını istediğim için, [internetin] kullanımda olmaması neredeyse onları daha yaratıcı düşünmeye sevk etmiştir.*

Öğrenciler için öğrenme çıktıları. Ayşe'nin STEM uygulamalarına yönelik önemli amaçlarından biri de öğrencileri bir sorunu çözmek için kendi düşüncelerini ortaya koyabilen bireyler olabilmesiydi. Öğrencilerinin doğru cevabı olmayan bir açık uçlu problem üzerinde çalışmaya aşına olmadıklarını düşünüyordu. Şöyle dedi: “STEM entegrasyonu yaparken öğrencilerin çok daha gergin olduklarını tespit ettim çünkü uzun bir süredir [önceden] ‘Bunu yapın, ‘Bunu gözlemleyin’ ve ‘Bunu yazın’ tarzı somut talimatlar almaktaydılar.” Bir problemi çözmek için kendi çözümlerini üretmelerinin öğrencileri için sürekli üzerinde çalışmaları gereken bir beceri olduğunu düşünüyordu. Bu durumu şöyle açıkladı:

“Öğrencilerin bir problemi çözmeye yönelik olarak, kendilerine verilmiş bir yöntemi kullanmak yerine kendi yöntemlerini oluşturma gibi beceriler üzerinde çalışma gereksinimleri vardır ve “STEM entegrasyonu uygulamalarında herkesin çözümü aynı değildir. Herkes var olan probleme farklı bir açıdan yaklaşır.” Bir problemi çözmeye yönelik fikir üretmeleri aynı zamanda öğrencilerin öğrenmiş olduklarına dair bireysel sahiplik oluşturmalarına da katkı sağlamıştır.” STEM etkinliklerinin bazılarını hatırlatarak şöyle dedi:

*Öğrenciler ilk başta ne yapacaklarını şaşırır bir hale dönmüştü çünkü tam olarak ne yapmaları gerektiğini söylememiştim. Onlara sadece bir takım genel talimatlar verdim. Fakat sonunda, ‘Vaay, sınıfta başka hiç kimsenin düşünmediği bir fikir ortaya çıkardım ve işe yaradı’ diyerek farkettilerinde gerçekten gururlandılar. [STEM*

*entegrasyonu] onlara düşünmeye yönelik bir tür özyeterlilik ve gerçekten sadece kendi ürünlerini ortaya çıkarma yeteneği verdi.*

Buna ek olarak, Ayşe STEM entegrasyonunun gerçek hayat problemleri ile bağlantılı bir öğrenme ortamı sağladığına da inanıyordu. Dolayısıyla onun için STEM entegrasyonunun bir diğer hedefi öğrencilere bilgilerini gerçek hayat koşullarına uygulama fırsatı vermek olmuştur. Şöyle dedi:

*STEM entegrasyonu öğrencileri derste kendilerine öğretilmiş kavramları, okumaktan farklı bir düzlemde, anlamalarını sağlıyordu. Sahip olduğunuz ön bilgileri kullanarak gerçek hayattaki bir sorunu çözeniz gibi. STEM entegrasyonu öğrencileri gerçek hayattaki problemlerle ilgili daha fazla düşünmeye sevk etmektedir. Onlara çevresinde bulunan problemlere karşı duyarlı hale getiriyor. Onlara derste öğrendiklerini gerçek hayat aktarma fırsatları vermektedir.*

*Yaşam becerileri.* Ayşe öğrencilerin kendi fikirlerini ortaya koymalarını, öğrencilerinin fen dersinde ötesinde sahip olmaları gereken bir yaşam becerisi olarak görüyordu. Şöyle dedi: “STEM entegrasyonu çocuklara bir süreci öğretmektir. Bir sorunla veya bir problemle başa çıkarken kullandıkları bir yaşam becerisi gibidir. [STEM entegrasyonu] bir problem üzerinde düşünceleri ve çözümü için kafa yormalarıdır.” Sürece aşına olmadıkları için STEM etkinlikleri başlangıcında bazı öğrencilerinin gerçekten gergin olduklarını anımsattı. Ancak, projenin sonunda öğrenciler başardıklarıyla gerçekten gurur duymuşlardı.

*STEM entegrasyonu uygulama modelleri.* Ayşe STEM entegrasyonu kullanım şeklinin öğretmek istediğini konu ile nasıl uyum gösterdiğine bağlı olduğunu belirtti. STEM entegrasyonunun öğretilmesi aynı zamanda fen ve mühendislik disiplinlerini dikkate almayı da gerektiriyordu. Şöyle dedi:

*Öğretmek istediğim konuya bakarım. Sonra, içine STEM etkinliği dahil edip etmeyeceğimi düşünürüm ve STEM etkinlikleri veya entegrasyonu benim için öğrencilerimin öğrenmelerini konu başlığıma adapte edebildiklerimle ilişkilendirmek için kullanılacak bir araç gibidir. Yani STEM entegrasyonu içinde birçok yöntem ve tekniği barındıran ve benimde konuyu öğretmek adına araç olarak kullandığım bir yaklaşımdır.*

*STEM entegrasyonu uygulanmasındaki sorunlar veya zorluklar.* Ayşe STEM entegrasyonunun planlama ve uygulanmasında altı sorun veya zorluk dile getirmiştir. İlk olarak, mühendislik tasarım sürecinin bazı bölümlerini her konu için uygulanmasının zor olduğunu belirtti. İkincisi, öğrencilerinin bir STEM projesini tamamlamak için ne kadar desteğe gereksinim duyacakları hakkında fikir sahibi olmadığını belirtti. Üçüncü olarak, STEM projelerini tasarlamasında öğrencilerinin yazma, araştırma ve problem çözme becerilerinin bir etkisi olduğuna inanıyordu. Dördüncü olarak, öğrencilerinin bir STEM projesini tamamlamak için ne kadar zamana gereksinim duyduğunu kontrol etmekte zorluklar yaşadığını belirtti. Beşinci olarak, STEM entegrasyonu sonucunda öğrencileri değerlendirme noktasında sorunlar yaşadığını belirtti. Son olarak, Ayşe STEM entegrasyon uygulamalarında eğlence kısmının amaçlanan öğrenmeyi etki altına aldığı endişesini ifade etti.

*STEM entegrasyonu farklı konularda nasıl uygulanmalı?* Ayşe mühendislik tasarım sürecinin STEM entegrasyon uygulamaları için önemli bir odak noktası olduğuna inanıyordu. Bununla birlikte, özellikle ortaokul düzeyinde, öğretim esnasında mühendislik tasarım sürecini kullanırken test aşamasını ve yeniden tasarım aşamasını yapmanın zor olduğuna dikkat çekti. Şöyle ifade etmiştir: “Elektrik ünitesinde zorluk yaşadığım bir şey ise test aşamasıydı. Mühendislik tasarım sürecinin bazı parçaları eksikmiş gibi hissettim. “

Gerçek bir ürün ortaya çıkarmalarından ziyade öğrencilerinden genellikle bir plan ya da bir süreç ortaya çıkarmalarını istemiş olup bunu STEM projelerinde bir sınırlama olarak görmüştü. Şöyle iddia ediyordu: “Elektrik devresi tasarlamada genellikle öğrenciler tam olarak bir ürün değil ama belki bir plan tasarlıyor. Aslında genel olarak herhangi bir mühendislik yapmıyoruz.”

*Öğrencilerimin ne kadar desteğe ihtiyacı var?* Ayşe öğrencilerinin, en azından STEM etkinlikleri başlangıcında daha fazla rehberlik ve yönlendirmeye ihtiyaç duydukları düşünüyordu. Bir STEM etkinliğini tamamlamak için öğrencilerinin birçok basamağı yapması ve çaişma yapraklarını doldurmaları gerektiğini düşünmüştü. Ona göre bir STEM etkinliği öğrencilerin fen derslerinde yapılan deney çalışmaları gibi takip edecekleri yönergelere sahip değildi. Çünkü STEM etkinlikleri Ayşe için öğrencilerinin yaratıcılıklarını kullandıkları bir süreçti. Normalde yaptıkları deney çalışmaları düzeyinde yapılandırılmadığı için öğrenciler STEM

etkinliklerini tamamlamakta zorluklarla karşılaştı. Ayşe bunun nedeninin mühendislik tasarım sürecinde ne yapacakları veya neresinde olduklarına dair öğrencilerinin hiçbir fikre sahip olmayışı olduğuna inanıyordu. Şöyle dedi:

*Etkinliklerin birden çok basamaktan oluşması ve öğrencilerin belirli bir sırayı izlemek durumunda kalmaları yedinci sınıflar için bir zorluk teşkil etmekte. Öğrenciler çok basamaklı projelerle ya da çalışmalara aşına değiller. STEM etkinliklerinin öğrencilerin çoğu için yeteri kadar yapılandırılmış olmadığını düşünüyorum. Fen derslerindeki deneylerde her zaman aynı şeyi yaparız, ‘talimatları adım adım takip etmek’ ... [STEM etkinlikleri] biraz karışık çünkü [öğrenciler] tam olarak hangi aşamada olduklarından emin değiller.*

Bu nedenle bir STEM etkinliğinin başlangıcında beklentilerinin ne olduğunu konusunda öğrencileriyle çok net olması gerektiğine inanıyordu. Şöyle dedi:

*Sanırım bu tür etkinlikleri [öğrencilere] uygularken öğrencilerin ellerinden biraz daha tutup onlara daha fazla destek olmam gerekiyor. Sadece süreç içerisinde ilerlerken hangi aşamada olduklarından emin olmalarını sağlamak için. Şayet bunu yapmazsam süreç içinde kaybolacak ve ne yapmaları gerektiği konusunda kafaları karışacaktı ve belirli bir zaman sonra bu durum onların motivasyonlarını düşürecekti.*

Ayşe tüm bir etkinliğinin tek seferde öğrencilerin önüne atmaktan ziyade bir STEM projesini adım adım öğretmenin daha iyi olabileceğine inanıyordu. Diğer bir deyişle, adım adım desteklenmiş bir süreç kullanımı STEM entegrasyonunun için çok daha iyi bir yoluordu.

*Öğrencilerin yetenekleri.* Ayşe STEM etkinliklerinin tamamlanmasında öğrencilerinin daha fazla rehberliğe ihtiyaç duymalarının yanı sıra, yazma, araştıma ve matematik becerilerinin de etkinlikleri uygularken onu zorlayan diğer önemli faktörler olduğuna inanıyordu. Özellikle öğrencilerin yazma becerileri, STEM etkinliklerinde çalışma yapraklarını nasıl kullanabileceğine dair kararlarını değiştirmiştir. Ayrıca Ayşe öğrencilerinin araştırma becerilerinin etkinliklerde teknolojinin kullanımı noktasında yeterli olmadığını savunuyordu. Bu konu hakkında şöyle diyordu: “Eğer sadece ‘Peki, Google’dan yenilenebilir enerji kaynaklarını araştırırım deseydim [öğrenciler] internette fazla zaman geçirmiş olacaktı. Şayet bilgisayar bu şekilde kullanırsam

bunun gerçekten faydalı olup olmayacağını bilmiyorum. Çoğu, neyi nereden araştıracağını bilmiyor. Bu da çok zaman alıyor.”

Ayşe öğrencilerinin matematiksel becerilerinin de bir başka sorun olduğuna ikna olmuştu. Şöyle dedi: “Sanıyorum [STEM entegrasyonu] [öğrencileri] kendilerine gerçekten zor gelen matematik becerilerini kullanıyor. Bazı çocukların matematik altyapısına sahip olmadığını düşünüyorum.” Dolayısıyla, STEM entegrasyonu uygulayabilmek için öğrencilerin belirli bir düzeyde matematik becerisinin olması gerektiğine inanıyordu. Şöyle dedi: “[Öğrenciler] mühendislik tasarım sürecini nasıl kullanacaklarını enine boyuna düşünmek zorunda değil. Bir çözüm ortaya koymaları için kendi yöntemleri üzerine düşünmeleri gerekir. Ne kadar çok matematiksel bilgiye sahip olursanız o kadar rahat olursunuz. Entegrasyonun anlamını daha iyi anlayabilirsiniz.”

Ayşe ayrıca öğrencilerinin yazma becerilerini de sorun olarak algılıyordu. Şöyle dedi: “Her etkinlikte öğrencilerin doldurmaları gereken çalışma yaprakları oluyor. Bu çalışma yapraklarında fikirlerini yazmaları isteniyor. Öğrencilerin yazma becerileri iyi olmadığı için bu kısımları yapmak istemiyorlar.”

*Zaman.* Ayşe öğrencilerinin bir STEM etkinliğini anlamak için daha fazla zamana ihtiyaç duyduğuna inanıyordu, zira öğrencilerin kendi fikirlerini ortaya çıkarmaları gerekiyordu. Bu durum Ayşe'nin STEM entegrasyonu yapmanın daha iyi bir yolunun öğrencilere çok detaylı yapılandırılmış bir yönerge sunulması olduğuna inanmasının nedenine kadar dayandırılabilir. Normal bir fen dersinde Ayşe öğretim için ne kadar zamana ihtiyaç duyduğunu kolayca planlayabilir. Fakat fazla yönlendirme olmaksızın bir STEM etkinliğinde öğrencilerin ne yapmaları gerektiğini anlamaları için daha fazla zamana ihtiyaç duymaları nedeniyle bir STEM etkinliğini tamamlamak için ne kadar zamana gereksinim duyacaklarını planlamak Ayşe için daha zordu. Şöyle dedi:

*Bana göre, süre her zaman sorundur. [Öğrenciler] benim onlardan kullanmalarını istediğim süreden daha fazlasını kullanma ihtiyacı duyabilir. STEM entegrasyonu çalışmak daha uzun zaman almakta. Buna yönelik planlama yapmanız gerekiyor. Ya da etkinliklere ders dışında devam edecekler. Belki aylar sürebilecek STEM etkinlikleri ile karşı karşıya kalabilirler.*

Buna ek olarak, Ayşe öğrencilerin hepsini süreç içerisinde nispeten aynı noktada tutmakta zorluk çekmişti. Şöyle dedi: “Çok sayıda öğrencinin erken bitirerek yapacak bir şeyleri kalmamasından sakınacak şekilde etkinliği makul bir tempoda götürmek benim için zor.” Bu sorunla oyuncak araba etkinliğini yaptırırken karşı karşıya kaldı. Daha önce bitiren öğrenciler sınıfta dolaşmaya başladı ve diğerleriyle konuştu. Projelerini bitirmeye çalışan diğer öğrencileri rahatsız ettiler.

*Eğlence / öğrenme.* Ayşe STEM entegrasyon derslerinin eğlence kısmının amaçlanan öğrenimi etkisi altına almasıyla ilgili endişelerini dile getirdi. Elektrik ünitesi etkinliğinde öğrenciler proje için doldurmaları gereken bilgileri ve tutmaları gereken notları dikkatli bir şekilde yazmadılar. Şöyle dedi:

*Öğrenciler dikkatli bir şekilde fikirleri üzerinde çalışarak yavaşça ilerlemeyi istemiyorlar. Kendi fikirleri hakkında biriyle paylaşımında bulunmak için zaman harcamak istemiyorlar. Ürünlerinin güçlü ve zayıf yönleri hakkında konuşmak istemiyorlar. Direk ürünü tasarlamak gibi uygulamalı kısımları seviyorlar. Ama çoğu, fikirlerini başkalarıyla birlikte değerlendirmelerini gerektiren kısımları adeta geçiştiriyor. Öğrenciler çoğu zaman ürünlerini bitirdikten sonra işlerinin de tamamlanmış olmasını istiyor.*

*Değerlendirme.* Ayşe STEM entegrasyonunda öğrencilerin başarılarını değerlendirmenin zor olduğunu düşünüyordu. Bu konu hakkında şöyle söyledi: “Bana göre STEM entegrasyonu bir düşünce tarzıdır. Sadece yönergeleri izlemek değil ayrıca bir öğretme yaklaşımıdır. Yanlış cevap yoktur. Yanlış ya da doğru cevap olmaması beni öğrencileri başarılı ya da başarısız olarak değerlendirmem için zorluyor.”

*Diğer.* Ayşe öğrencilerinin STEM etkinliklerini sevdiklerine inanıyordu, çünkü gerçekten kendilerini derse veriyorlardı. Ayrıca öğrencilerin fen öğrenmelerine yardımcı olduğuna da inanıyordu. Yüksek ilgi düzeyinin, STEM entegrasyonunun öğrencilere kendi kendilerine öğrenme duygusu vermesinden kaynaklandığını düşünüyordu. Şöyle dedi:

*Öğrenciler hoşlandı çünkü daha önce böyle uygulamalarla karşılaşmamışlardı. İlgi düzeyleri daha yüksek. Sanırım bu yaklaşım, herkesin yaptığı aynı deneyleri yapmak yerine, çocukların fen dersinden heyecan duyacak şekilde ilgi göstermelerine katkı*

*sağlıyor. [STEM entegrasyonu], öğrencilerin neler olup bittiğine daha fazla ilgi duymalarına imkân sağlıyor, çünkü el emekleriyle ortaya bir ürün koymaya çalışıyorlar. Bu da bu ürünü değerli kılıyor. Kendinize ait bir şeyi yapmak ve sahip olduğunuz fikri denemek gibi. STEM entegrasyonunun onlara bu benim eserim şeklinde bir gurur duygusu yaşattığını düşünüyorum.*

#### **4.4.1.3. Haluk'un STEM Entegrasyonu Hakkındaki Görüşleri**

Haluk'a göre dört STEM disiplinin de birlikte kullanıldığı her durum STEM entegrasyonudur. STEM entegrasyonu sağlayabilmek için için bu dört disiplinin bir arada bulunması gerekliliğinden bahsetmiştir. Çünkü ona göre bu disiplinler birbiri ile güçlü bir bağ içerisindedir. Bu tanıma dayanarak, Haluk dersinde sık sık STEM entegrasyonu, özellikle fen ve mühendislik entegrasyonu kullandığı matematiğin doğal olarak bunların içinde olduğunu ve ortaya çıkan ürününde teknoloji ürünü olduğuna inanıyordu. Şu şekilde ifade etti:

*Ele aldığımız üniteye her kazanım için bir tür mühendislik projesi yaptık. Örneğin Rüzgar Türbini etkinliğinde öğrencilerin tasarladıkları türbin mühendislik içeriyor. Öğrencileri bu konuda fen ile ilgili teorik bilgilerini kullanıyorlar. Türbinin ürettiği enerjiyi bulmak için matematiksel hesaplamalar yapıyorlar. Tasarımları için kullandıkları malzemeler ve sonunda ortaya çıkan üründe teknoloji oluyor.*

Haluk STEM entegrasyonuna dair kendi bakış açısı için güçlü bir argüman ortaya koymuştu ama yine de bir öğretmenin dört STEM disiplini arasında mükemmel dengeye sahip bir ders planı veya bir etkinlik bulmasının zor olduğuna inanıyordu. Bir STEM entegrasyonunda fen bilgisi öğretmenlerinin fen üzerinde daha fazla duracağına fakat matematik öğretmenlerinin de matematik üzerinde daha fazla duracağına inanıyordu. Şöyle diyordu: [Fen öğretmenlerinin ders planları] kesinlikle fen ağırlıklı olmalı, çünkü STEM etkinliklerini fen derslerine entegre ediyoruz. İşliyoruz. Bir matematik öğretmeni olsaydım, matematik bölümüne çok daha fazla ağırlık veriyor olacaktım.”

Haluk fen, mühendislik ve matematik alanında birbiriyle örtüşen birçok yer bulunduğuna inanıyordu. Derste ihtiyaç duyulan ölçüm ve hesaplamaların matematiği entegre edeceği yer olduğunu değerlendiriyordu. Şöyle yorumlamıştı:

*Fen ve matematik bölümleri her zaman bir araya gelir. Çünkü Fen'in dili Matematiktir. Örneğin enerji dönüşümleri konusunda bir potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşümünde ya da kinetik enerjinin potansiyel enerjiye dönüşümünü hesaplarız. Yani burada matematik bir bakıma zaten vardır ve mühendisler de bir şeyleri ölçmek ve hesaplamak zorundadır. Öğrencilerin bir şeyleri test ettiğinde değerlendirmek için veri kullanmaları gerekir. Dolayısıyla bu işlem matematik kısmını tamamlar.*

Her ne kadar matematiğin, fen ve mühendislikle örtüşen birçok yönü olduğuna inanıyorsa da STEM entegrasyon etkinliğine matematiği entegre etme hususunda özel bir endişe taşııyordu. Şöyle dedi: “Matematik kısmına gelince, STEM entegrasyon etkinliği içine matematiği nasıl entegre edeceğimi biliyorum çünkü fenin içinde zaten matematik var. “

Haluk teknolojiyi şöyle tanımlıyordu: “Teknoloji, insanların faydasına sunulan çok sayıda kullanışlı uygulamalardır, Bunlar insanların hayatını kolaylaştırır ve biz bunlardan araç olarak faydalanıyoruz.” Eğer dersine teknoloji entegre edebilirse ona göre bu durum çok iyi oluyor. Fakat bir üniteye teknolojiye yer yoksa bu onun için bir sorun teşkil etmiyor. Şöyle diyordu: “Teknoloji ders için olmazsa olmaz değildir.”

Haluk'un STEM entegrasyonu ile ilişkilendirdiği bir başka ana fikir ise öğretim stratejisiydi. STEM entegrasyonunun öğrencileri fen öğrenmeye sevk edecek ve öğrenimi öğrenciler için daha kişisel hale getirecek bir strateji olduğuna inanıyordu. STEM entegrasyonunun uygulama yönünün öğrencilerinin öğretmek istediği fen kavramlarını içselleştirmesine ve pekiştirmesine yardımcı olduğunu düşünüyordu. Şöyle dedi: “Yani [STEM entegrasyonu] yaptığınız fen dersine farklı bakış açısı sağlamakta ve [öğrencilere] daha fazla oranda [fenin] parçası olma fırsatı vermekte” ve “[STEM entegrasyonu] [öğrencilerin] hâlihazırda bildiklerini göstermeleri ve kavramları pekiştirmeleri için bir fırsat veriyor diye düşünüyorum”

*STEM entegrasyonu için gerekli olan pedagojiler.* Haluk Elektrik ünitesini fen ve mühendislik üzerine odaklanarak anlattı. Fen ve mühendisliği öğretimine entegre etmenin önemli olduğuna inanıyordu. Öte yandan, matematik ve teknolojiyi de üniteye ilave bölüm olarak değerlendirmekteydi. Haluk derslerde niçin fen ve mühendisliğe odaklanılması gerektiğine ilişkin dört gerekçe sundu. Şöyle ifade etti:



*İlk olarak, fen ve mühendislik birçok ortak yönü paylaşmakta. İkincisi, mühendislik mesleğine karşı öğrencilerinin farkındalık kazanması. Üçüncü olarak, fen içeriğine ilişkin uygulama olarak mühendislik bir bakış açısı sunarak öğrencilerin feni farklı bir şekilde kullanmasına yardımcı olması. Son olarak, mühendisliğin fen içine entegre edilmesi öğrencilerin fen öğrenmeye ilgi duymasını sağlamaktadır.*

Haluk fen ve mühendisliğin çok benzer süreçler kullandığını değerlendirerek şu şekilde ifade etmiştir: “Bir problem tanımlıyorsunuz ve problemi çözmeye çalışıyorsunuz ve bir şeylerin test edilmesi fikri ve sonuçların kullanılması, işte bunlar fen ve mühendisliğin örtüştüğü kısımlardır.” Haluk ayrıca, mühendisliğin fene entegre edilmesinin, yedinci sınıf fen üniteleri nedeniyle, işinin bir parçası olduğunu ifade etmiştir. Mühendisliğin fene entegre edilmesi Haluk'un öğrencileri için iki değerli sonucu ortaya çıkardı. Birincisi, mühendisliğin entegre edilmesi öğrencileri için daha önce öğrendikleri bilgileri uygulayacakları bir alan açmıştır. İkincisi, mühendisliğin entegre edilmesi öğrencilerinin fen öğrenmeye ilgi duymasına yardımcı olmuştur. Haluk bu iki sonucu birbirinden ayırmıyordu, çünkü ona göre mühendisliğin uygulama yönü aynı zamanda eğlence kısmı olup öğrencilerinin fen öğrenimine ilgi duymasını sağlamıştır. Şöyle ifade etmiştir:

*Mühendisliğin fen ile entegrasyonu [öğrenciler için] gerçekten eğlenceli. Onlara hayatın içinden olaylar sunduğunu düşünüyorum. Mühendislik kısmı feni bir şekilde eğlenceli hale getirebildiğimiz bir yoldur. [Mühendisliğin entegre edilmesi] onların bir ürün ortaya koymasını sağlıyor. Problemlere farklı bakış açıları kazandırıyor. Kendilerini mühendis olarak görmeleri ve etkinliklerde bir mühendis gibi hissetmeleri onları çok heyecanlandırırdı.*

Haluk dersinde matematik ve teknolojiyi niçin isteğe bağlı bir bileşen olarak değerlendirdiğine ilişkin iki neden gösterdi. Birincisi, öğrencilerinin matematik ve teknolojiyi kullanma yeteneği bu disiplinleri entegre etmek isteyip istemediği kararını etkileyen en önemli faktör olmuştur. İkincisi, derslerinde kullanması için okulu, teknoloji kaynaklarına yeteri kadar sahip değildi.

Haluk'a göre yedinci sınıf öğrencilerinin çok karmaşık matematik bilgilerini öğrenmeleri gerekmiyordu. Şöyle dedi: “yedinci sınıf düzeyi açısından, [öğrenciler] hala çok temel matematik

bilgileri kullanmaktalar.” Bu nedenle, STEM uygulamalarına entegre edilebilecek matematik kavramlarının çok sınırlı olduğuna inanıyor ve yedinci sınıf düzeyinde öğrencilerin öğrendiği çoğu matematiğin sembolik işlem olduğunu ifade ediyordu. Ek olarak, fen dersine şayet çok fazla matematik koyarsa öğrencilerinin bunalayacaklarını fark etmişti. Şöyle dedi:

*Gerçekten temel matematik gibi görünen bir yerde sürekli olarak takviye ihtiyacı duyan öğrencilerimiz var. Diyorlar ki ‘Niçin bu kadar hesaplama yapıyoruz? Fen dersi mi yoksa matematik dersi mi yapıyoruz?’ Ayrıca önceki yıllara göre matematik hesaplamaları kısmı müfredatta azaltıldı. Örneğin artık öğrencilere direç hesaplamak zorunda değiller.*

Aslında, STEM entegrasyonunda Haluk matematiğe öğretilmesi gereken bir kavramdan ziyade yardımcı bir araç olarak yaklaşmıştı. Şöyle dedi: “Benim için durum bu matematiksel ifadeleri öğretmekten ziyade matematiği fene yardımcı olarak kullanmaktı.”

Haluk sınıfında düzenli olarak sadece temel teknolojilere erişim sağlayabiliyordu. Şu şekilde açıklıyordu:

*Yedinci sınıfta, [öğrencilerin] kavramları anlaması beklenen düzey [yüksek teknoloji] gerektirmiyor. Örneğin, yedinci sınıf öğrencilerinin anlaması gereken şey, eğer enerjiyi artırırsanız [bir arabanın] daha ileri ve daha hızlı gidecek olmasıdır. Bu an itibariyle hızı hesaplamaları gerekmez. Daha karmaşık teknoloji gerektiren şeyleri yapmaları gerekmez. Yüksek teknolojiye sahip değiliz diye yakınmamız yersiz olurdu.*

Öte yandan, Haluk öğrencileri arasında teknoloji yetenekleri açısından farklılık olduğundan emindi. Haluk teknolojiyi bilgisayarlarla eşdeğer niteliyordu. Öğrencilerinin bilgisayar yetenekleri de onun bilgisayarı STEM dersinin bir parçası olarak dâhil etmeme kararı üzerinde etkili olmuştu. Şöyle dedi: “Öğrencilerimizin hepsi aynı derecede teknolojiye dahil değil hepsinin imkanları farklı bu durumda onların teknoloji kullanım yeterliklerini etkiliyor.”

*Öğrenciler için öğrenme çıktıları.* Bilimsel kavramları ve mühendislik tasarım sürecini anlamak Haluk'un STEM entegrasyonu için iki öğrenme hedefiydi. Aslında, öğrencileri için onun nihai hedefi mühendislik tasarım sürecini anlamaları ve kullanabilmeleriydi. Şöyle dedi: “[mühendislik tasarım sürecinin] onlar için gerçekten önemli olduğunu düşünüyorum.” Bu nedenle, mühendisliği bundan sonraki dönemlerde fen derslerinin içine entegre etmek istemişti.

Şöyle açıkladı: “Planım, bundan sonraki meslek hayatımda, her ünitenin sonuna doğru bir takım mühendislik projeleri yapmamız ve bunun da bir ürünle neticelenmesidir. Öğrencilerin yaptıkları bu ürünleri de okulda sergilemeleridir. Böylece [öğrenciler] işlemekte olduğumuz kavramları mühendislik projelerinde kullanabilirler.”

Mühendislerin gerçek hayatta neler yaptıklarını öğrencilerinin bilmelerini istiyordu. Bu nedenle, öğrencilerinin mühendislik alanlarıyla ilgili mesleki bilgi sahibi olmaları STEM entegrasyonu için başka bir hedefi teşkil etmekteydi. Şöyle ifade etti:

*Öğrencilere mühendislik fikrini tanıttığımda üzerinde konuştuğum şeylerden birisi şudur. Bilim insanları belli bir konuda araştırma yapıyorlar ve çeşitli sonuçlar elde ediyorlar mühendisler ise bu bilgileri belirli bir hedefe ulaşmak için ya da ürün oluşturabilmek için kullanıyorlar.” Bundan sonraki ünitelerde de çeşitli mühendislik dallarından ve onların ne iş yaptıklarından bahsedeceğim.*

*Yaşam becerileri.* Haluk mühendislik tasarım sürecinin yeniden tasarlama kısmının öğrencileri için önemli bir hayat dersi görevi göreceğine inanıyordu. Bir yedinci sınıf öğrencisi için kendi hatalarından ders çıkarmasının gerçekten zorlayıcı olduğunu iddia etti. Şöyle dedi: “[Öğrenciler] yaratıcı düşünmeye ve başarısızlıkları ile başa çıkmaya alışkın değil. İşler düzgün gitmediğinde onların motivasyonunu yüksek tutmak gerçekten zor olabiliyordu.” Bu nedenle bir mühendislik tasarım sürecindeki yeniden tasarlama kısmının, dayanıklılık ve kararlılığın önemini anlamalarında öğrencilere yardımcı olduğunu teyit etti. Şöyle dedi:

*Yanlışlardan / başarısızlıklardan öğrenmenin, vazgeçmemenin ve bu an için işe yaramazsa bunu anlayabilmelerinin, onlar için iyi bir yaşam beceri olduğunu düşünüyorum. Öğrenciler bu durumun farkında olmalı ve mühendislik tasarım sürecinde bulunan yeniden tasarlama kısmını yapmaya istekli olmalı, örneğin ‘tamam, beklemediğiniz bir sonuç. Denemeye ve başarısız olmaya evet, çünkü başarısızlıklarınızdan öğrenirsiniz. Bu fende de geçerlidir. Bir STEM etkinliği öğrencilere vazgeçmemeleri açısından iyi yaşam becerileri sağlamaktadır.*

*STEM entegrasyonu uygulama modelleri.* Haluk'a göre öğretmenlerin STEM entegrasyonunu nasıl kullandığı genel olarak öğrenme amaçlarına ve elbette öğrencilerinin

yeteneklerine göre değişim göstermektedir. Böylece kendi STEM entegrasyonunun farklı görünebileceği durumuna da değinmiştir. Şu Şekilde bir açıklaması olmuştur;

*Elektrik ünitesindeki her bir STEM etkinliğinde öğrencilerim ortaya bir ürün koymak için oldukça fazla yönlendirmeye ihtiyaç duydum. Eğer bir lise öğretmeni olsaydım, öğrencilerime projenin yerine getirilmesi konusunda çok daha fazla özgürlük sağlardım. Aslında olay tam olarak kime ne öğrettiğime bağlı. Bu sebeple farklı öğrenci grubuna hitap eden öğretmenlerin, bana kıyasla daha farklı STEM entegrasyonu fikirleri olabilir diye düşünüyorum. Bir lise öğretmenin de bir ortaokul öğretmenine kıyasla STEM'i uygulamak için çok farklı yöntemleri olabilir. Ya da bir üniversite hocasının bir öğretmen adayına ya da bir mühendislik öğrencisine farklı yöntemleri olabilir.*

Haluk, STEM etkinliklerini çoğunlukla öğrencilerini öğrendikleri teorik bilgileri kullanma, hayata geçirme konusunda teşvik etmek için kullanmayı düşünmektedir. Bu konuda şöyle demiştir: “Bana kalırsa [STEM entegrasyonu] çoğunlukla [öğrencilerin] o zamana kadar öğrendikleri fen bilgilerini kendilerinin de eğleneceği Şekillerde gösterebilmeleri için kullanacağım. En azından daha önce proje ödevi olarak yaptıklarının çoğu, mühendislik tasarımlarından ziyade sadece teorik bilgilerdi.”

*STEM entegrasyonu uygulamasındaki sorunlar veya zorluklar.* Haluk, STEM entegrasyonunun uygulanması ile ilgili sorun veya sıkıntıya sebep olan dört Şey dile getirmiştir. İlk olarak STEM entegrasyon projelerinin açık uçluluk seviyesi hakkında kaygılı olduğunu söylemiştir. İkinci olarak, Ünitelerdeki etkinlikler için harcanan zamanın fazla olduğunu dile getirmiştir. Üçüncü olarak, STEM etkinliklerindeki öğrencilerin dikkatini prototip çizimi ve çalışma yapraklarının tamamlanması gibi projenin akademik yönünde tutma arasındaki dengeyi sağlamakta zorlanmıştır. Son olarak ise bazı STEM derslerine matematiği dahil etmenin zorluğundan bahsetmiş matematiği bütün fen konularında entegre etmenin zor olacağını ifade etmiştir.

*Öğrencilerimin ne kadar ön desteğe ihtiyacı var?* Haluk’un STEM entegrasyonunu kullanma konusundaki ikilemelerinden biri de öğrencilerinin bir STEM etkinliğini tamamlamak için ne kadar desteğe ihtiyaç duyduğudur. Bu konuda, en zorlandığım Şeylerden biri de [öğrencilerimin] başarılı olmak için ne kadar desteğe ihtiyaç duyduğuna karar vermektir.

Ayrıca bir şeyi gerçekten iyi yapmalarını sağlamak için onlara biraz destek vermek gerektiğini düşündüğünü de belirtmiştir. Haluk bu yüzden STEM etkinliklerini planlarken daima öğrencilerinin yeteneklerini göz önünde bulundurulması gerektiğini söylemiştir. Öğrencilerinin yeteneklerini karşılaması açısından STEM etkinliğinin ne kadar açık uçlu veya öğretmence yönlendirilen etkinlikler olması gerektiği konusunda özellikle ilgilenmiştir. Bu konuda şöyle demiştir;

*Öğrencilerin pek çok yönlendirmeye ihtiyacı var. Bir problemi büsbütün açık uçlu yapabiliriz ancak çok sayıda öğrenci henüz buna hazır değil. [Tamamen açık uçlu bir problemi] çözebilecek bazı öğrencilerim var elbette ama görünen o ki, henüz bunu yapmakta gerçekten zorlanacak çok sayıda öğrenci var. STEM entegrasyonu için yapılabilecek şeylerin öğrencilerinizin ne durumda olduğuna bağlı olduğunu düşünüyorum.*

Bu durum Haluk'un etkinlikleri uyguladığı esnada fark edilmiştir. Öğrencilerinden bazıları tasarımlarını kısa bir süre içinde bitirmiştir. Ancak diğer öğrencilerin bazılarının prototiplerini tamamlayabilmeleri için daha fazla süre gerekmiştir.

*Zaman.* Bir STEM etkinliğine ayrılacak zaman da Haluk'un sorunlarından bir diğeridir. Bu konuda şöyle demiştir;

*Bir proje yapmak için harcayabilecek 1 ayımız yok. Bence zaman kısıtlaması çok büyük bir sıkıntı. Her ders için sadece 40 dakikamız var. Bu sürede de [öğrenciler] ancak yerleşiyorlar. Aslında [bir STEM projesi] yapmak için pek zamanımız olduğunu söyleyemem. Müfredat gerçekten zorlayıcı olabiliyor. Yeterli zamanımız yok. Bir yandan ilerlememiz gerekiyor. İşlememiz gereken çok fazla şey var. Ayrıca ilave olarak bu konuda; dürüst olmak gerekirse [öğrenciler] için çok kısa sürede başarılması makul olan etkinlikler gerekiyor demiştir. Etkinliklerin bazılarının bu yüzden daraltılması veya küçültülmesi gerekiyor. Eğer bir sınıfta proje yapmak için bir buçuk veya iki saatimiz olsa daha büyük işler çıkarabilirdik.*

*Eğlenme vs. Öğrenme.* Haluk ayrıca STEM etkinliklerindeki eğlenceli kısımların hedeflenen öğrenmenin önüne geçtiği konusunda kaygıları olduğunu da belirtmiştir.

Öğrencilerinden STEM etkinliklerinin eğlenceli olmayan kısımlarını tamamlamalarını istemenin kendisine zor geldiğine inanıyor. Bazen ise bir STEM etkinliklerindeki eğlenceli kısımların, öğrencilerin aslında öğrenmekle yükümlü olduğu şeyleri gölgede bıraktığını hissediyormuş. Bu konuda şöyle demiştir;

*En büyük [zorluk], [öğrencilere] not tutturma, çizim yaptırma ve düşünme gibi eğlenceli olmayan kısımları yaptırmak. Zor durumlardan biri de bazen projenin eğlenceli kısımları hakkında gereğinden fazla heyecanlanmaları. Örneğin ölçüm kısmı öğrenciler için pek eğlenceli değil. O yüzden burada yarım yamalak bir iş çıkarıyorlar. Diğer kısımlarda eğleniyorlar ama bu kez de hiçbir şeyi not almıyorlar. Bir oyuncak yapmak eğlenceli, bir fikir bulmak da belki eğlenceli ama son olarak maliyet hesaplamak pek eğlenceli değil. Geriye dönüp ürün hakkında beyin fırtınası yapmak ise yine eğlenceli olmayan kısımlardan.*

*Matematik hakkında.* Haluk son olarak, matematiği STEM derslerine dahil etmekte yaşadığı sorunlardan bahsetmiştir. Haluk, STEM entegrasyonunun öğrencilerine matematik becerilerini gerçek dünyada kullanabilecekleri bir öğrenme ortamı sağlama açısından çok büyük bir potansiyele sahip olduğunu düşünmektedir. Ancak aynı zamanda matematiği STEM etkinliklerinde bazılarını dahil etmeyi pek başaramadığı konusunda da fikir belirtmiştir. Şöyle demiştir;

*Öğrencilerin matematik becerilerini bir bağlamda kullanmanın gerçekten harika bir şey olduğunu ve STEM entegrasyonu için gerekli olduğunu düşünüyorum. STEM [öğrencilerin] matematik becerilerini kullanabilecekleri bir gerçek dünya alanı sağlayabilir. Her şey ölçümler ile ilişkili. STEM'in matematiği kullanmak için harika bir yaklaşım olduğunu düşünüyorum. Ancak bazen sınıfta matematik kullanmak son derece zormuş gibi de hissediyorum.*

Mesela Haluk, Seri bağlı devre, Paralel bağlı devre etkinliğinde matematiği pek iyi entegre edemediğinin farkındaydı. “Paralel ve seri bağlı devre etkinliklerinde matematik kısmını tam ve doğru şekilde olmamış gibi hissediyorum hep, ama bunu nasıl değiştireceğimi de bilmiyordum!” demiştir.

Görüşmelerin sonunda, Haluk matematiği STEM etkinliklerine eklemekte yaşadığı zorluklarla ilgili kendine bir sonuç çıkardı. Eğer olur da elektrik devresi etkinliklerini bir daha yapacak olursa, ya matematik kısmını daha iyi hale getirmek için elinden gelenin en iyisini yapacağına ya da matematiği tamamen aktiviteden çıkaracağına karar verdi. Buradaki sözleri ise şu şekildedir;

*Matematiği entegre etmek gerçekten de aktiviteyle ilgili bir durum. Ve yine öğrencilerin yetenekleri de çok önemli bir rol oynuyor burada. Elektrik devresi oluşturma etkinliğinde bütçe ya da direnç hesaplamak gibi matematiksel işlemlerde çok ciddi şekilde sıkıntı çekenler oldu. Keşke hesaplama kısmını değiştirebilmenin bir yolunu bulabilsem. Belki o zaman [matematik kısmı] öğrencilerin yapabileceği kadar kolay olurdu. Çünkü matematiği dahil etmek gerçekten önemli.*

*Diğer.* Haluk'a göre, STEM entegrasyonu öğrencilerin iş birliği içinde çalışması için daha iyi bir fırsat oluşturmuştur. Öğrencilerin bir STEM entegrasyon etkinliğinde diğer öğrencilerle fikir paylaşımı gibi etkileşimler konusunda daha fazla fırsatı oluyor. Haluk, [bir STEM etkinliğinin] bazı yönlerinin hemen hemen herkesi çalışmaya dahil ettiğini söylemiştir. Bu durum ise çocukların gerçekten hoşuna gidiyor. Katılım ve ilgileri harika! ve “öğrencilerin projelerini, fikirlerini paylaşıyor olması ve hep birlikte bir grup olarak başarıyla çalışıyor olmaları beni de fazlasıyla mutlu ediyor.”

#### **4.4.1.4. Faik’in STEM Entegrasyonu Üzerine Görüşleri**

Faik, bir STEM entegrasyonunun dört disiplini de içermesi gerektiğine inanmaktadır. Bu konuda şunları söylemiştir. “Eğer bir üniteye STEM entegrasyonu yapacaksak dört STEM disiplinini bir araya getirmeliyiz. Eğer iki tane ya da üç tane varsa, mevcut fen deneylerinden bir farkı olduğu söylenemez.” Faik'in STEM entegrasyon dersinin önceliği, müfredat kazanımları olmuştur. Faik fen ve mühendisliği STEM entegrasyon derslerine entegre etmekte konusuna oldukça ilgiliydi. Faik bu konuda, “STEM entegrasyonu ile bütünleştirilmesi gereken en önemli parça fendir. Aynı zamanda mühendislik boyutlarını entegre elde edilmelidir. Tabi bunlar müfredatta yer alan kazanımlarla uyumlu olmalıdır.” demiştir. Faik'in elektrik ünitesindeki etkinliklerin başarılı bir STEM entegrasyonu olduğuna inanmasının en büyük nedenlerinden biri hem fen hem de mühendisliğin entegre edilmeye çalışılmasıdır. Der ki, “Başarılı buluyorum çünkü

mühendislik yönlerini vurguluyorum ve bu yüzden bu [Elektirik ünitesi] etkinliklerini bir STEM entegrasyonu olarak görüyorum.”

Faik, Fen ve mühendislik konularının birbiriyle oldukça ilişkili olduğuna inanmaktaydı. Fen’i tanımlarken, “Fen, çocukların gerçek hayattaki durumları öğrenecekleri bir derstir eleştirel düşünmeyi ve sorgulamayı öğrenirler” demektedir. Mühendisliği, “fen ile bağıntılı, süreç odaklı bir disiplin.” olarak tanımlamıştır. Mühendisliği icra edebilmek için öğrencilerin ön bilgilerini harekete geçirme, bir problem içeren senaryo verme ve sonra bu problemi çözmeye uğraşmaları gerektiğini düşünmektedir. Aynı zamanda fen gibi, mühendislikte de nadiren sadece tek bir çözüm bulunur. Mühendisliği entegre ettiğinde öğrencilerin ön bilgilerini harekete geçirmek ister. Bu konuda şöyle demiştir: “Mühendislikte çocukların üzerinde durmalarını istediğim konu, yaptıkları şeyi nasıl daha iyi hale getirebilirler? Ne tür değişiklikler yaparak geliştirebilir”dir.

Faik, matematiği bir düşünce veya öğrenme biçimi, ancak fen veya mühendislikten farklı bir süreç olarak ele almaktadır. Fen ve mühendislik konularında öğrencilerin birden fazla cevap bulabileceğine inanmaktadır. Diğer yandan, okulda matematiği öğrendiklerinde, her zaman tek bir doğru cevabı bulmaya çalışmaktadırlar. Faik bu konuda, “Matematik somuttur, tıpkı bir denklemi çözenize yardımcı olacak adımları sırasıyla yapmamız gibi. Hemen her zaman elde etmeye çalıştığınız doğru bir cevap vardır. Ancak fende ve mühendislikte her sorunun birden fazla cevabı olabilir ve bu yanlış olduğunuz anlamına gelmez” demektedir.

Teknoloji konusunda ise, Faik bunun fen, matematik ve mühendislik konularına entegre edilebileceğine ve bu entegrasyonun gerekliliğine inanmaktadır. Bununla birlikte teknolojinin entegrasyonundan öğrencilerin ne öğrenmesini beklemektedirler? Faik bu konuda, “Öğretmenler teknolojiyi iyi bir şekilde entegre edebilmeleri için öncelikle kendilerinin iyi birer teknoloji kullanıcısı olmaları gerekmektedir.” der. Örneğin Faik, STEM entegrasyonu derslerinde teknoloji ile ilgili beklentilerini aktarır. O her ne kadar teknolojiyi STEM entegrasyonu dersinde bir araç olarak kullansa da öğrencilerinin teknolojiyi kullanmanın anlamını kavraması gerektiğine inanmıştır. Der ki, “[Öğrenciler] konu ile ilgili alan araştırması yapmak için İnternet’i kullanırken, araştırdıkları konularla ilgili zıt veya tesir görüşleri ayırt edebilmek için [öğrenciler] neyin iyi bir kaynak olduğunu ve neyin olmadığını anlamak durumundadır.”



Faik, bir STEM entegrasyonu için dört STEM disiplininin entegre edilmesi gerekliliğine ek olarak, STEM entegrasyonu uygulamalarının STEM disiplinlerindeki mevcut bilgilerin farklı durumlara uygulanabilmesi açısından öğrencilere bir yol gösterici olması gerektiğine inanmaktadır. Şöyle demiştir. “Benim için STEM entegrasyonu, bir sınıfta devam eden sürece ilave olarak, tamamen yeni bir katkı sağlayan ya da olayları farklı bakış açılarıyla düşünmeyi sağlayan bir şey olmalıdır.” Kendi dersini STEM entegrasyonu hakkındaki düşüncelerini açıklamak için örnek olarak kullanır. Der ki, "Örneğin, fizik konularında matematik var fakat bu matematik ‘STEM’ matematiği gibi bir şey değil. Bu matematik sadece fizik ünitelerinde çözeniz gereken problemler için gerekli olan çalışmadır.” Bir fen dersinde bir problemi çözmek için öğrencilerin matematik kullanmasını STEM entegrasyonu olarak görmez. Bu konuda, “Aslında, matematik zaten fenin içerisindedir. Fende matematiğin vurgulanmasının STEM entegrasyonu olduğunu düşünmüyorum. [Matematiği bu şekilde kullanmanın] derse bir katkısı olduğunu düşünmüyorum.” Faik, bir STEM entegrasyonu dersinin öğrencileri öğrendikleri teorik bilgisini gerçekten düşünmeye, farklı STEM disiplinlerinden öğrendiklerini yansıtmak için zaman ayırmaya ve bu bilgiyi bir problemi çözmek için kullanması gerektiğine inanmaktaydı. Bu konuda, “STEM entegrasyonu bir süreç gibidir. Öğrencilerime öğrendiklerini yeni durumlara nasıl uygulayacaklarını öğretmek için kullanabileceğim bir süreç” der. Bu nedenle, her ne kadar dört STEM disiplini entegre edilmiş olsa da eğer öğrencileri daha önce öğrendikleri bilgiler ile bağlantılar kuramıyorsa Faik bunun bir STEM entegrasyonu olmadığını düşündüğünü belirtir. Faik, Elektrik ünitesindeki etkinliklerin STEM entegrasyonu konusundaki görüşlerini ortaya koymak bakımından iyi bir örnek olduğuna inanır. Der ki,

*Bu etkinlikler daha önce öğrendiğimiz herşeyi birbirine bağlıyor. Çocuklar, konuyla ilgili hangi bilgileri kullanmak zorunda olduklarını düşünüyorlar. Teknoloji odaklı kısımlar ortaya konan ürünlerdir ve kendi minyatüründe başka teknolojileri de içerir. Mesela oyuncak araba etkinliğinde oyuncak arabanın tamamı bir teknolojidir. Onun hareket etmesini sağlayan motor da bir teknolojidir.*

*STEM entegrasyonu yapmak için gerekli pedagojiler.* Faik’e göre, STEM entegrasyonunun en ciddi odak noktası fen konularını iyi bilmektir. Faik, “İyi fen bilmezseniz iyi STEM yapamazsınız” der. STEM entegrasyonu, yeni Fen bilgisi kazanımlarına uygun olmalıydı. Bu nedenle, “Uymamız ve takip etmemiz gereken bir müfredat var buradaki kazanımlar önemli.

STEM’i dersinize entegre etmek istiyorsanız bu kazanımlara uyumlu olmalıdır.” diye bir açıklama yapar. Sadece tek bir ders kitabı kaynağı kullanarak ders işlemeyi sevmez. Bunun yerine STEM entegrasyonunun öğrencilerine “gerçek hayat bilgisi” sağlamasını ister. Faik, “STEM entegrasyonunun önemli kısımlarından birisi mühendislerin gerçek hayatta çalışmalarında neler yaptıklarını öğrencilerin nasıl daha ciddi biçimde anlamasını sağlanacağıdır.” Der. Faik öğrencilerin mühendislerin nasıl çalıştığı hakkında yanlış düşüncelere sahip olduğuna inanır. Der ki,

*Öğrenciler genellikle mühendislerin yaptıkları çalışmalarda bir hedefleri olduğunu ve sıklıkla gerçek hayattaki problemleri çözmeye çalıştıklarının farkında değiller. Bu yüzden, öğrencilerin ne zaman bir mühendisin gerçekte ne yaptığını gözlemleyebilecekleri kadar güzel bir öğrenme ortamı yakalayabilerseniz, bu onlara yardımcı olur ve gerçek anlamda ilgi duyabilirler.*

Faik ayrıca, STEM entegrasyonunun her bir öğrencinin kendi çapında kendini ispat etmesi için fırsatlar sunmasını istemekteydi. Öğrencilerin kendi yetenekleriyle ne derece iyi iş çıkardıklarını görmek istiyordu. Faik bu konuda, “[STEM entegrasyonu] akademik başarısı düşük ve yüksek öğrencilerin yeteneklerinin en iyisini ortaya koyabilecekleri biçimde birlikte çalıştıkları bir takım farklı öğretim biçimlerine olanak sağlar. Birinin diğerlerinden daha iyi olduğu kanaatinde değilim ayrıca akademik başarısı düşük olan öğrencilerin bu tarz etkinliklere daha yatkın oluyor” demiştir.

*Öğrenciler için öğrenme çıktıları.* Faik’in STEM entegrasyonu, öğrencilerin öğrendiklerini farklı bir durumla karşılaştıklarında o bilgiyi nasıl kullanacaklarına da odaklanmaktadır. Faik STEM entegrasyonu uygulamalarının öğrencilerin ön bilgilerini uygulamasına ciddi biçimde yardımcı olmasını istemiştir. Farklı konularda öğrendiklerini gruplandırmak yerine, onun dersleri aracılığıyla, öğrencilerinin bilgiyi bütün olarak görmelerini ve yeni bir durumla karşılaştıklarında bir bütün olarak kullanmalarını amaçlamıştır. Faik, “STEM uygulamalarını [öğrencilerin] benim dersimde ve diğer derslerde önceden öğrendikleri bilgileri nasıl harmanlayacakları üzerine yoğunlaştırmak isterim. Böylece, sadece okumaz ya da tekrarlamazlar, öğrendiklerini gerçek anlamda uygular ve hayata geçirirler.”

Faik, iyi uygulanmış bir STEM entegrasyonunun öğrencilere gerçekten anlamlı bir öğrenme deneyimi sunacağına inanmıştır. “Eğer [STEM entegrasyonu] etkili ve doğru bir şekilde uygulanırsa çocuklar için anlamlı bir öğrenme imkanı sunacaktır. Onlara yeni bir yöntem aracılığıyla öğrendikleri üzerine düşünme şansı taniyacaktır” der. "Bu nedenle, her şeyi birleştiren kapsamlı bir temanın olması Faik için çok önemli bir hale gelmiştir. Elektrik ünitesinde uyguladığı STEM entegrasyonu ile iyi bir iş çıkardığına inanmıştır. Ayrıntılı bir şekilde şöyle açıklar: “Etkinliklerde öğrenciler konuyla ilgili geçmiş bilgilerini ortaya koyarak ve bu bilgilerini kullanarak yeni bir ürün elde ettiler. Araştırma yaparak farklı bilgiler kazandılar.”

*Yaşam becerileri.* Faik’e göre, STEM entegrasyonu, öğrencilerine ders kitabında olmayan bir ömür boyu sürecek bir beceriyi öğretmiştir. STEM entegrasyonunun öğrencilerine başarısızlık karşısında farklı düşünme konusunda yardımcı olduğuna inanmaktadır. Faik, öğrencilerinin çoğunun her şeyin doğru bir yanıtı olduğu fikriyle sınıfa geldiğini düşünmekteydi. Bu konuda şöyle demiştir:

*Öğrenciler işler planlandıkları şekliyle gerçekleşmediğinde o işteki değeri görmezler. Bence bu, çocukların yaşadığı en büyük sıkıntılardan biridir. Çocuklar tek bir doğru cevap olduğunu düşünerek gelirler ve doğru cevabı bulamazlarsa hatalı olduklarına inanırlar. Yanlış yaptıkları durumlardan da birşeyler öğreneceklerini fark etmezler. Bir STEM entegrasyonu öğrencilere gerçek hayattaki problemlerin çoğunun doğru ya da yanlış bir cevabının olmadığını anlamalarına yardımcı olur. Yanlış bir cevap olsa bile, onun da bir değeri bulunmaktadır.*

*STEM entegrasyonu uygulama modelleri.* Faik, STEM’in dünyada eğitim politikası haline dönüşmesi ve Türkiye’deki eğitim sisteminde buna ihtiyaç duymasının STEM entegrasyonunu sağlaması için büyük bir itici güç olduğunu düşünmekteydi. Faik, “STEM birçok ülkede uygulanıyor. Çünkü güçlü bir devlet olabilmek için bu disiplinlerde başarılı olan öğrencilere ihtiyacımız var. Bu yüzden öğretmenlerin STEM’i olabildiğince çok entegre etmeye çalışması önem taşımaktadır” der. Faik, herhangi bir STEM disiplininin küçük bir etkinlik olarak farklı ünitelere eklenmesinin STEM entegrasyonunu kullanmak olarak ele alınamayacağını düşünmektedir. Der ki, “Fen derslerinde bazı konularda olduğu gibi, bir takım matematiksel işlem yapıyor, yeri geldiği zaman teknoloji kullanıyorsunuz, ancak bunların STEM entegrasyonu

olduğunu düşünmüyorum” ve ekler, “Daha önce derslerimde matematik ve teknolojiyi kullandım, ancak bu STEM entegrasyonu değildi. Dört disiplini de entegre edebileceğim bir projeye ihtiyacım vardı.” Aynı zamanda küçük STEM etkinliklerinin kullanımının STEM entegrasyonu için etkin bir yöntem olmadığına inanmaktaydı. Bu konuda, “Eğer onu bir küçük ders içine atıp kurtuluyorsanız STEM entegrasyonu etkisizdir. Ben entegrasyonun bütün bir dersin çatısını kurmak için kullanıldığında daha etkili olduğunu düşünüyorum” demiş ve “[STEM entegrasyonu] bir ders planı gibidir, bir dersin parçaları değil. Tüm dersinizin çatısını kurabilmek için [STEM entegrasyonunu] kullanırsınız” diye eklemiştir.

Faik’in STEM entegrasyonu hakkındaki görüşleri, mühendisliği nasıl entegre etmek istediği hususunu da etkilemiştir. Faik mühendisliği STEM konularını birbirine bağlamak için bir çeşit bağlayıcı olarak kullanmanın en iyi yol olduğuna inanıyordu. Faik, mühendisliği bir probleme çözüm bulma süreci olarak görüyordu. Bu konuda, “şu bir gerçektir ki, mühendislik bir probleme çözüm üretme işidir” demiştir. Bu nedenle, mühendisliği kullanmadan önce öğrencilerin belirli bir miktarda teorik bilgiye sahip olmaları gerektiğine inanmaktaydı. Faik, “Mühendislik genellikle öğrencilerin ihtiyaç duydukları tüm bilgileri elde ettikten sonra son üründür. [Mühendislik], çocuklara daha önce öğrendikleri şeyleri kullanma imkanı verir, fen ve matematik bilgileri gibi.” Demiştir. Diğer yandan, Faik matematiği STEM entegrasyon derslerine entegre etme konusunda tamamen farklı düşüncelere sahipti. Bu konuda, “Matematik bir araçtır. Örneğin, fizik ünitesinde bir problemi çözmeniz ya da grafik yapmanız gerektiğinde, bu noktada matematik devreye girer.” Büyük resme bakıldığında, Faik, fen bilgisine dair teorik bilgi gibi öğrenciler için gerekli olan ön bilgileri STEM etkinliklerinin başlangıcına yerleştirmiştir. Böylece, mühendislik sonda yer almış ve bir ürün oluşturma veya tüm bilgileri kullanarak bir problemi çözme süreci olarak davranış göstermiştir. Faik STEM entegrasyonu dersinin bir teknoloji içeriği barındırıp barındırmaması konusunda şunları söylemiştir,

*Bence ünitenin başında, konu ile ilgili teorik bilgiler verilmelidir. Orta kısımda, [öğrencilerin] öğrendiklerini uygulayabilecekleri bir tür deney olmalıdır. Bu faaliyetlerde teknolojiyi kullanabilirim ya da kullanmam ve bence mühendislik en sonda olmalı, bu noktada [öğrenciler] bir ürün veya bir probleme çözüm aramaya çalışmalıdırlar.*

Ayrıca, Faik STEM entegrasyonunu öğrenmeyi değerli kılacak bir yaklaşım olarak görmekteydi. STEM entegrasyonu Faik'e öğrencilerinin kendi el emekleri ile ortaya koydukları bir ürünün değerini görmeleri açısından büyük fırsatlar tanımıştır. Faik bu perspektifi şu şekilde açıklamıştır... Demiştir ki, “Elektrik ünitesindeki etkinlikler çok güzel etkinliklerdi. Çocuklar bu etkinliklerde kendi fikirlerini veya grup arkadaşlarının fikirlerini kullanarak ortaya bir ürün çıkardı. Bu ürünler çocukların kendi el emekleriyle yaptıkları şeylerdi. Bunları yaparken edindikleri bilgiler bir ömür boyu kalıcı olur.”

*STEM entegrasyonu uygulanmasındaki sorunlar veya zorluklar.* Faik, STEM entegrasyonu sağlarken yaşadığı dört zorluğu belirtmiştir. İlk olarak, Her üniteye STEM entegrasyonu uygulanamayacağını, farklı konuların doğasının STEM entegrasyonuna uymadığını ifade etmiştir. İkinci olarak, öğrencilerin yetenekleri farklılık gösterdiğinden, öğrencilere etkinlik ile ilgili ne kadar rehberlik yapması gerektiği konusunda emin olamamıştır. Üçüncü olarak, okul idaresinin ve öğrenci ailelerinin STEM entegrasyonuna yabancı olduklarını ve öğrencilerin akademik başarılarını düşürebileceğini düşündüklerini ifade etmiştir. Sonuncu olarak ise, Akademik başarısı yüksek olan öğrencilerin STEM aktivitelerine yönelik motivasyonlarının düşük olmasını kendi motivasyonunu etkilediğinden bahsetmiştir.

*STEM entegrasyonunun farklı konularda uygulanması.* Faik Fen bilgi dersinde bazı ünitelerin STEM etkinlikleri için uygun içeriğe sahip olmadığını düşünmektedir. Şöyle demiştir, “Biyoloji konularında matematiğin entegre edilmesi zordur. Dolayısı ile Matematik entegre edemiyorsanız STEM entegrasyonu yapmış olamıyorsunuz” Fizik konularının STEM entegrasyonu uygulamak için daha elverişli olduğunu düşünüyordu. Elektrik ünitesindeki etkinliklerle başarılı bir STEM entegrasyonu gerçekleştirdiğini düşünüyordu. Bu düşüncesinin sebebi, bu etkinliklerin tamamının dört disiplini de içerdiğini düşünmesiydi. Faik bu durumu, “Elektrik ünitesinin iyi bir STEM entegrasyonu olduğunu düşünüyorum, çünkü bütün disiplinleri bir araya getirmeye ve aralarındaki bağlantıları göstermeye çalışıyoruz. Ayrıca müfredata ve kazanımlara son derece uygundu.” diye ifade etmiştir.

*Öğrencilerin yetenekleri.* Her ne kadar Faik, elektrik ünitesi etkinliklerinin ilk günlerinde öğrencilerine bir yönerge vermiş olsa da öğrencilerin bazıları bu yönergeyi çok iyi takip edememiştir. Bu konuda, “Yönergenin bazı parçalarını tamamen gözden kaçıran çocuklar var.

Onlara hatırlatmak veya ne yapmaları gerektiğini göstermek zorundayım” diye görüşünü belirtmiştir. Faik, mühendislik basamaklarının son derece açık olduğunu düşünmekteydi. Buna rağmen, bazı öğrenciler daha spesifik talimatlar istemeyi sürdürmüştür. Örneğin, Faik bu konuda, “[Öğrenciler] bana rüzgar türbinleri için kaç tane kanat gerektiğini soruyorlar. Ben de diyorum ki, ‘buna siz karar vereceksiniz bu tamamen sizin tasarımınız olacak’” diye bir ifadede bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerin yeteneklerine bağlı olarak, bir sınıftaki tüm grupların projede aynı hızla çalışmaması büyük bir zorluk olarak ortaya çıkmıştır. Faik, Bazı öğrenciler zamanı etkili kullanma noktasında sıkıntı yaşıyorlar. Benim için onlara ‘acele et, çok geride kaldınız’ demek çok zor. Bazı çocuklar zamanlarını akıllı kullanmıyorlar. Bazıları sadece ne yapacaklarını bilmiyorlar” demiştir.

Faik öğrencilerine ne yapacakları konusunda çok fazla yönlendirmede bulunmamıştır. Bu konuda Faik, “Gerçek hayatta hiç kimse size ne yapacağınızı söylemez. Ne yapmanız gerektiğini öğrenmek zorundasınız” der ve ekler “[Öğrencilerin] bu etkinliklerde ne yapmaları gerektiğini anlamaları için bilgilerini ve hayal güçlerini kullanmaları gerekmektedir.” Dolayısıyla Faik için müdahale etmede doğru anı bulmak zor olmuştur. Faik şöyle der, “Çocuklara fikir vermeden eleştirel düşünmeye nasıl sevk edeceğimle ilgili en ufak bir fikrim yoktu.”

*Okul idaresi ve aileler.* Faik, görüşme sırasında okul idaresinin ve öğrenci ailelerinin bu tarz uygulamalara mesafeli olduklarını birkaç kez ifade etmiştir. İsteddiği şekilde STEM entegrasyonu gerçekleştirmenin zor olduğunu düşünmekteydi. Bu konuda, “Bence en önemli konu STEM’i bir iş birliği halinde uygulamaktır. Bu entegrasyona aileler ve okul idareleri de dahil edilmeli ve bu konuda bilgi sahibi olmalıdırlar. Çünkü onlar bu tarz etkinliklerin öğrenci başarısını düşürdüğünü zannediyorlar.” demiştir. Bu nedenle STEM entegrasyonunun uygulanmasında en güvenli yolun öğrenen, idare ve aile iş birliği olduğunu ifade etmiştir. Faik bu konu hakkında şöyle demiştir.

*STEM yeni bir yaklaşım, okul idarelerinin ve ailelerin bu konu hakkında bir fikri yok. Okulumuz tamamen sınav odaklı bir çalışma yürütüyor derslerde etkinlik yapmak yerine test çözmek veliler ve idare için çok önemli çünkü 8. Sınıfın sonunda TEOG sınavı bulunmakta. Aileler ve idare bu tarz etkinliklerin öğrencileri bu sınavda geride bırakacağını düşünüyor.*

*Motivasyon.* Her grubun etkinlikleri ve fikirleri hakkında konuşmalarına zaman ayırmalarını istiyordu. Öğrencilerinin hepsinin etkinliğe dair belirli bir anlayışa sahip olmalarını istiyordu. Ancak, akademik başarısı yüksek olan öğrencilerin etkinliklere odaklanmalarını sağlamak zordu. Bu konuda, “Bu tarz etkinlikler bütün öğrencilerime aynı şekilde hitap etmiyor akademik başarısı yüksek olan öğrencilerim çok fazla ilgi duymadı ilgi duyanların ise çok başarılı olduklarını söyleyemem” demiş ve şöyle devam etmiştir, “Akademik başarısı düşük, daha önceki derslerimde ilgisiz olan öğrencilerim bu etkinliklerde daha fazla heyecan duydular ve akademik başarısı yüksek olan öğrencilere oranla daha başarılı olduklarını söyleyebilirim.

Faik’in bu sorunu çözebilecek bir fikri bulunmaktaydı. Faik, “Akademik başarısı yüksek olup motivasyonu düşük olan öğrencilerimi bu tarz etkinliklerin onların fen ve matematik başarılarını arttıracacağı konusunda ikna etmeliyim. Çünkü STEM entegrasyonu uygulamadığım sınıftaki sınav notları STEM entegrasyonu uyguladığım sınıfa göre daha düşüktü.”

*Diğer.* Faik, STEM entegrasyonunun öğrencileri sorgulayıcı düşünmeye sevk ettiğine inanıyordu. Öğrencileri, dünyada olup bitenlerle ilgili daha ilgili hale gelmişti. Faik bu konuda, “Rüzgar Türbini etkinliğinde enerji ihtiyacımızı ve bunun yenilenebilir enerji kaynaklarıyla nasıl giderilebileceği konusunda bilgi sahibi olmuşlar ve enerji konusuna sorgulayıcı bir bakış açısı geliştirmişlerdi.” demiştir. Etkinliklerde, öğrencilerin fikirlerini ifade ediş biçimlerini dinlemenin çok ilginç olduğunu düşünüyordu. Buna ilişkin düşüncelerini şöyle ifade etti, “[Öğrencilerin] fikirlerini dinlemeyi ya da okumayı seviyorum” dedi. Çocukların gerçekten yaratıcı fikirleri var.”

Faik aynı zamanda öğrencilerinin topluluk içerisinde konuşma becerilerini geliştirmeye ihtiyaç duyduğuna inanıyordu. Belli bir süre içinde kısa bir sunum yapmayı bilmeleri gerektiğini düşünüyordu. Bu nedenle, Etkinliklerin sonunda öğrencilerin sunum yapmasını önemli bulduğunu ifade etmiştir. Buna ilişkin, “Sunum becerisi, bir topluluk içerisinde konuşma becerisidir. Çocuklar bu konuda asla yeterli derecede pratik yapamazlar. İnsanlarla etkileşim kurmalı ve fikirlerini tartışmalıdırlar. Kısaca konuşmayı öğrenmeleri gerekir” demiştir.

#### **4.4.1.5. Meral’in STEM Entegrasyonu Üzerine Görüşleri**

Meral, fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bütünüyle yoğun bir şekilde entegre olduğuna ve STEM disiplinlerini bir araya getirmenin doğal olduğuna inanmaktaydı. Ancak, ona

göre her disiplin STEM entegrasyonu dersinde farklı bir rol oynayabilirdi. Meral, STEM entegrasyonunun arkasındaki bilginin fen olduğunu belirtmiştir; mühendislik bu bilgiyi uygulamak için bir süreçtir; matematik ise onu hesaplama aracıdır ve teknoloji bundan ortaya çıkan şeydir. Bu konuda, “Bana göre, STEM’i tamamen entegre etmek onu sistematik hale getirmektir” demiştir. Meral, STEM entegrasyonunun problem çözme sürecinden ayrı olamayacağına ve her bir STEM disiplinin bir araç, süreç ya da bir problem çözme girişiminin çıktısı olarak çok önemli fakat farklı bir rol oynadığına inanmaktadır. Örneğin, fenin ne olduğu konusundaki görüşünü, “Fen bir problem çözme yöntemidir. Fen için esas olan belirli süreçlerden geçerek problem çözmektir” sözleriyle belirtmiştir. Matematik için, “Matematik ölçebildiğiniz miktarı ifade etmek için kullanılan bir dildir. [Öğrencilerin] cevapları ifade etmek için [matematiği] kullanmalarını sağlamaktayız. Böylece matematik bütün problem çözme sürecine bağlanır” der ve ekler “Matematik kavramların uygulanması demektir. Bir fikrin [bir problem için bir çözüm] işe yaradığını gösterir. Mühendislik için bir araçtır.” Mühendislik için, “Matematik ve feni araç olarak kullanıp var olan bir problem çözme sürecidir” der. Teknoloji için ise, “Teknoloji benim için basitçe işe yararlıdır. Yaşamımızı nasıl daha kolaylaştırabiliriz? Feni ve mühendisliği hayatımızı daha iyi hale getirmek için kullandığımız her şey teknolojidir. Ortaya çıkan ürün ise teknolojik bir sonuçtur” der. Bu nedenle Meral, “Sanki fen teknoloji aracılığıyla ilerletiliyor. Mühendislik olmaksızın teknolojiye sahip olamazsınız. Ciddi anlamda matematik bilmeden fen yapamazsınız. Bir şekilde hepsini birbiri içerisinde eritmeniz gerekir” demiştir. Meral STEM entegrasyonunda tüm STEM disiplinlerinin entegre edilmesine inanan bir görüşe sahip olduğu için, Yaşamımızdaki elektrik tasarrufu etkinliğinin bir kritiğini yapar. Bunun tam bir STEM entegrasyonu olmadığını düşünmektedir. Çünkü matematiksel bir yön içermemektedir. Meral bu konuda, “[Elektrik tasarrufu etkinliğinin ideal STEM etkinliği olduğunu düşünmüyorum. Bence etkinlik STEM disiplinlerinin tamamını içermelidir. Bu etkinliğin matematik yönü yok.” demiştir.

Meral ayrıca, STEM entegrasyonunun, öğrencilere farklı STEM etkinliklerinden öğrendikleri bilgiyi bir problemi çözmek için nasıl kullanmaları gerektiğini öğretmede güçlü ve sağlam bir araç olduğuna inanıyordu. Meral, bir STEM entegrasyonu tam anlamıyla uygulanırsa öğrencilerin bir problemi çözmek için öğrendikleri tüm bilgileri birçok farklı fikir üretme amacıyla kullanabileceğine inanmaktaydı. Meral bu konuda, “Bence bu işin gücü, [STEM] disiplinlerini bir araya getirmenin yollarını bulan bir STEM entegrasyonunun tasarlanmasından



kaynaklanmaktadır. Böylece, matematik ve feni öğreniriz. Süreci öğreniriz. Teknolojiyi nasıl kullanacağımızı öğreniriz.” demiştir.

*STEM entegrasyonu yapmak için gerekli olan pedagojiler.* Meral, STEM entegrasyonu uygulamalarının iki önemli noktası olduğuna inanıyordu ve ona göre bu iki nokta birbirinden bağımsız düşünülemezdi. Bu iki nokta aşağıdaki gibiydi.

İlk olarak Meral, öğrencilerine problem çözme konusunda daha fazla fırsat sunacak bir STEM entegrasyonu uygulamasının gerekliliğine inanmaktaydı. İkincisi, STEM entegrasyonunun öğrencilerinin önceden öğrendikleri bilgileri yeni bir duruma uyarlamalarına ve uygulamalarına yardımcı olmasını istemekteydi. Bununla ilgili görüşünü, “Bence STEM entegrasyonu, öğrencilerime gerçek yaşam problemlerini çözmek için daha fazla fırsat vermenin yollarını yaratıyor ve konu ile ilgili tüm bilgilerini kullanmalarına imkan sağlıyor” sözleriyle ifade etmiştir. Bu nedenle, Meral’in STEM entegrasyonu, çözülmesi gereken bir problem içeren yaparak-yaşayarak öğrenme aktivitesi hayati bir önem taşımaktaydı. Meral, bir STEM entegrasyonu uygulamasında, en iyi cevabı bulabilmek için farklı malzemelerin ya da çözümlerin test edilmesini değerli görmekteydi. Bu konuda Meral, “Bu aslında öğrencilerin fikirlerini uygulamaya geçirmesi ve denemesi için bir fırsattır öğrenciler deneme yanılma yoluyla öğreniyorlar” demiştir. Meral, “birşeyi denemenin” öğrenmede çok önemli bir bileşen olduğuna inanmaktaydı. Öğrencilerin bir sorunu kendi fikirlerini kullanarak çözmesi gerektiğini düşünüyordu. Meral bunun bir öğretmen tarafından öğrencileri eğitmede kullanılacak bir yöntem olduğunu belirtmiştir. Bu konuda, “Şimdi durum daha çok, bağlantı kurmak üzerine. Oynamak üzerine. Çalıştırmak üzerine. Bu bir ‘denemeden bilemeyiz’ durumu. Öğrencilere ‘şimdi bunu sonra şunu yap’ demek yerine, bu durum onların nasıl öğreneceği, bizim nasıl öğreteceğimizle ilgili” demiştir.

Meral, STEM entegrasyonunun farklı öğrenme biçimlerine sahip öğrenciler için daha fazla öğrenme olanağı sağladığına ve öğrencilerin öğrenme sürecini daha ilginç hale getirebileceğine inanmaktadır. Meral bu konuda, “Bence [STEM entegrasyonu], herkese iyi oldukları konuda iyi bir şans yakalamak için daha fazla fırsat tanımaktadır” der ve ekler “STEM [öğrencileri] öğrenmeye dahil etmek için çeşitli yollar önermektedir, farklı öğrenme biçimlerine dahil olabilmek için birden fazla yol. Bu, [öğrenmeyi] daha ilginç kılmaktadır.” Öğrenciler bir sorunu çözmek için daha fazla mücadele ettikçe ve kendi fikirlerini denedikçe, öğrenmenin daha kalıcı olacağına

inanmaktadır. Meral, “Öğrencilerin mühendisliğin içeriğinin ne olduğunu uzun süren bir yanılmanın sonunda anladıklarını sanıyorum. Yanlışlarımızdan daha iyi öğreniriz” der. Bunu şöyle açıklar, “Bence çocuklar denemeler yaparak bir sonuca varmaya çalışmalı. Bence malzemelere dokunmalı, eşyalarla oynamalı ve fikirlerini veya deneylerini farklı materyallerle test etmek yoluyla cevabı keşfetmeleri gerektiğinin farkına varmalı.”

*Öğrenciler için öğrenme çıktıları.* Meral, kendi STEM entegrasyonunun öğrencilerini mühendisliği öğrenmeyle meşgul etmesini istemiştir. Meral, eğitim deneyimine dayanarak, STEM entegrasyonunun öğrencilere düzenli bir fen dersinden daha ilginç bir şekilde öğretilmesi gereken bir fen bilgisi içeriği sunduğunu belirtmiştir. Meral’in STEM entegrasyonunun bir diğer amacı, öğrencilerine mühendisliğin özünü göstermek olmuştur.

Öğrencilerin çözmeleri gereken sorular karşısında sürekli olarak bilimsel düşüncely uygulamalarını amaçlamıştır. Şöyle ifade etmiştir, “Genel anlamda [STEM entegrasyonu] sorgulamayı tanıtmak için daha iyi bir yöntemdir. Bu düşünmekle ilgilidir. Bu, yalnızca öğrendiğiniz şeyleri bellekten geri çıkarmaktan öte kendi fikirlerinizin olması ile alakalıdır.”

Meral, öğrencilerin kendi fikirlerini ortaya koyma becerilerini kullandıklarında öğrencilerin anlamadığı durumları ya da öğrettiği kavramlar hakkında hangi noktalarda yanlış anlaşılmalarda olduğunu görmenin oldukça kolay olduğuna inanmıştır. Öğrencilerin STEM entegrasyonunda yanlış anlamalarını saptamanın geleneksel anlatım derslerinden daha kolay olduğunu hissetmiştir. Meral, “Sanırım STEM sayesinde öğrencilerin fikirlerini başka bir şey aracılığıyla gördüğümde yanlış anlamaları bulup düzeltebiliyorum” der. Bu nedenle Meral’in amaçlarından biri, STEM entegrasyonunda öğrencilerin problem çözerken kendi fikirlerini üretebilen bireyler haline gelmelerine yardımcı olmaktır. Ona göre, “Eğer öğrenciler [STEM entegrasyonu] ilgilenirlerse, bir sürü düşünce üretebilir ve çıkarabilir ve çok ilginç konulara kafa yorabilirler. Bence bu onlara büyük bir fayda sağlar.”

Meral aynı zamanda, öğrencilerin STEM entegrasyonu ile gerçek hayattaki sorunların çoğunun doğru ya da yanlış bir cevabı değil, iyi ya da kötü bir cevabı olduğunu anlamaları için daha iyi bir fırsata sahip olduklarına inanmaktadır. Meral, öğrencilerinin yanlış bir cevabın var olmadığını anlamalarını istemiştir. Meral’e göre, “Öğrencilerin bir sorunun cevabını fark etmesine neden olan farklı durumlarda, ‘Bu neden böyle? bunun böyle olmasının sebebi ne?’ sorularının

sistematik bir şekilde entegrasyonu, bir problemin cevabının her zaman ‘evet’ ya da ‘hayır’ olmadığını fark etmelerini sağlar. [Öğrenciler] doğru ya da yanlış yerine iyi ya da kötü demelidirler.”

*Yaşam becerileri.* Meral, öğrencilerin kendi fikirlerini kullanarak bir problemi çözmesinin, öğrencilerin ustalaşması gereken yaşam becerilerinden biri olduğuna inanmaktadır. Bunu, öğrencilerin hayatlarında başarılı olması için gereken bir durum olarak ele almaktadır. Bu konuda, “Bir problemi çözmek için kendi fikirlerini kullanmak öğrencilerin başarılı bireyler olması gerektiğini düşünmenin bir türüdür. Herhangi bir sorun karşısında özgür düşünebildiğiniz zaman, bunun öğrenmeyi zenginleştirdiğini düşünüyorum” demiştir. Meral, STEM entegrasyonunda öğrenciler akıllarına gelen herhangi fikri denemek istemekteydi. Meral, “STEM entegrasyonu uygularken öğrencilerin hata yapmasının daha az baskı kurduğunu düşünüyorum. Çünkü hata yapıyorsan, denemeye devam edersin” demiştir. STEM entegrasyonunda gösterilen çabanın bazı yaşamboyu dersleri çıkarmalarına yardım ettiğine inanmaktaydı. “[Öğrencilerin] denemesini istiyorum. Denemek öğrenmeye yardımcı olan süreçtir. Bunlar okuldan ayrıldıktan sonra dahi anlamaları gereken şeylerdir.”

*STEM entegrasyonu uygulama modelleri.* Meral, STEM entegrasyonunun kullanımı hakkında çok esnek bir algıya sahipti. Mümkünse, tüm STEM disiplinlerini bir araya getiren bir bütün olarak STEM entegrasyonunu kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Bu hususta, “Ben, ideal olarak STEM’in her şeyin içine entegre edildiğini görmek istiyorum” demiştir. Örneğin, Meral, STEM entegrasyonu uygulamalarını, ders planlarından herhangi birinin parçası değil, tek başına bir ders planı olarak ele almak istediğini ifade etmiştir. Demiştir ki, “STEM entegrasyonu öğrettiğiniz şeye ara vererek STEM disiplinlerini uygulamak gibi birşey değildir. STEM entegrasyonu bir üniteye aktarılmalıdır. Bu aktarım yalnızca bir ders planının parçaları olarak ele alınmamalıdır. Bu başlı başına bir ders planıdır.” STEM entegrasyonunun amacının, öğrencilerin bir proje tamamlamaları olmadığını, aksine onları fikir üreten bireyler haline getirmek olduğunu düşünmektedir. “[Bir öğrencinin] bunları ezberden söylemesi yerine anlamasını istiyorum. Birşeyin ne işe yaradığı, nasıl çalıştığı hakkında kendi fikirlerinizi ortaya atmaya başlamanız gerekir. Bireyleri uzun vadede daha başarılı kılan şey budur” demiştir. Öğrencilerinin her zaman ve her yerde problem çözme becerilerini kullanabilmesini istemektedir. Meral, “[öğrencilerimin]

gerçek hayatta olanları düşünmesini istiyorum. Eğer bunu yapamazsan, yapabilecek olanlara karşı dezavantajlı duruma düşersin” demiştir.

Meral derslerinde mümkün olduğunca çok kez STEM entegrasyonunu kullanmak istese de STEM entegrasyonunu kullanamayacağı bazı anlar olduğunu fark etmiştir. Bu konuda, “[STEM entegrasyonunu her derste yapamazsın. Sonuçta [öğrencilere] konuları da anlatmalısın. Sadece tahmin etmelerini sağlayamazsın. Girecekleri sınavlar için teorik bilgilerde vermelisin” demiştir. Meral, tümüyle kurgulanmış bir STEM entegrasyonunun tüm STEM disiplinlerini içermesi gerektiğine inanıyor olmasına rağmen, bazı durumlarda çok esnek olması gerektiğini düşünüyordu. Meral, “Entegre etmek istiyorum, ancak bu bir bütün halinde olmak zorunda değil. Bence, tümü ya da bazı parçaları entegre olabilir” demiştir. Diğer yandan, bazen STEM entegrasyonunu öğrencilerin bir ünitenin sonunda tamamlanması gereken bir sonuç, proje olarak kullanmak istediğini vurgulamıştır.

Bununla birlikte, Meral, STEM entegrasyonunu nasıl kullanırsa kullansın, öğrencilerin STEM entegrasyonu yapabilmek için en azından bir takım teorik bilgiye sahip olmaları gerektiğinden çok emindi. Bu konuda, “Öğrencilerin kendilerinden bir şeyler eklemeleri için bazı teorik bilgilere sahip olmaları gerekiyor ve bu bilgileri ilişkilendirip bağ kurmaları gerekiyor. Bu da bence entegrasyonun devreye girdiği yerdir.” demiştir.

Ayrıca STEM entegrasyonunu, her öğrencinin kendi çapında parlamasının bir yolu olarak görmüştür. STEM entegrasyonu uygulamalarını, öğrencilerinin her biri için bir şeyler öğrenmenin bir yolu olarak tasarlanması gerektiğini şu şekilde ifade etmiştir.

*STEM entegrasyonunu düşündüğümde, herkesin fikirlerini ortaya koyabilmesi için iyi bir şansa sahip olduğunu görüyorum. Birçoğu çok iyi öğrenciler. Kalem ve kağıtla yapılan testlerde çok başarılılar, fakat düşünme yetenekleri çok kötü. Diğer yandan, bazı öğrenciler testlerde iyi değiller, ancak daha önce hiç görmediğim en şaşırtıcı fikri ortaya koyabilmekteler.*

Meral, bu fikri daha fazla açıklayabilmek için belirli bir öğrenciyi örnek olarak kullanmıştır. Testlerde genellikle iyi sonuçlar alamayan bir öğrencisi vardı. Bir STEM entegrasyonu projesinden bir gün sonra Meral’e gelmiş ve bazı rüzgar türbinleri arasındaki

farklardan bahsetmiştir. Meral bunu anlatırken, “Bilirsiniz, o gün o etkinlikle ilgili bir şeyler öğrenmişti. Onu bu konulara ilgi duyması beni çok mutlu etti.”

*STEM entegrasyonu uygulanmasındaki sorunlar veya zorluklar.* Meral, STEM entegrasyonunun planlanması ve uygulanmasında üç zorluktan bahsetmiştir. İlk olarak, öğrencilerin STEM entegrasyonu dersinden bir şeyler öğrenmek için motive olması gerektiğine inanmaktaydı. Katılım göstermek istemeyen öğrencileri nasıl motive edeceğini bilmiyordu. Buna ek olarak, STEM entegrasyonunun öğrenciler için eğlenceli olduğunun ve STEM etkinliklerinin tam bir ciddiyetle ele almayacaklarının farkındaydı. İkinci olarak, STEM entegrasyonu dersinde öğrencilerin öğrenmelerini değerlendirmekte güçlük çekmiştir. Üçüncüsü ise, materyallerin bulunup bulunmaması ve sahip olunan zamanın STEM entegrasyonu uygulamalarının nasıl tasarladığını etkileyen önemli faktörler olduğuna karar vermiştir. Bazen zaman ve malzeme eksikliği yüzünden istediği şeyleri yapamamıştır.

*Öğrencilerin motivasyonu.* Meral, STEM entegrasyonunun katılım göstermek isteyen öğrenciler için uygulanması gerektiğine inanıyordu. Bu konuda, “Benim için STEM, katılmak istemeyenler için sihirli bir değnek değildir. STEM katılmak isteyen ve oldukça iyi olan öğrenciler içindir” demiştir. Bir derste STEM etkinliği uygulamak istediğinde bu durumu en fazla etkileyecek faktörlerden birinin öğrencilerin motivasyonu olduğunu belirterek, “STEM etkinliklerinde motivasyon en büyük problemdir. Katılmak istemeyen öğrenciler olduğunda ne yapacaksınız?” demiştir. Öğrencileri bir etkinliğe katılmıyorsa, STEM entegrasyonunun amacı nedir diye düşünmekteydi. Meral bazı öğrencilerinin STEM entegrasyonu projesi yapma kapasitesine sahip olduğuna ancak denemek istemediklerine inanmaktaydı. Bu konuda, “Ürünün kalitesi çok zayıf. Bunun anlayış veya bilgi eksikliğinden kaynaklanmadığını görebilirsiniz. Bu motivasyon eksikliğinden kaynaklanıyor” demiştir. Bu nedenle, Meral motivasyonun önemini, “iyi bir ürünü, iyi bir performansla ortaya çıkarmak için motivasyon çok önemlidir. Bunun öğrencilerin yetenekleri ile ilişkili olduğunu düşünmüyorum. Sadece motive olmamakla ilgisi olduğunu düşünüyorum” diyerek ifade etmiştir. Meral bir öğrencinin motive olmasının STEM entegrasyonu yapabilme yeteneğinden daha önemli olduğuna inanmaktaydı. O, öğrencilerin yeteneğinin motive olma durumunun yerini tutamayacağını hissetmekteydi. Bu konuda, “Öğrencilerin yeteneklerinin genellikle önemli olmadığını düşünüyorum. Yetenekleri konusunda mücadele içerisinde olan

öğrenciler bile motive olduklarında genellikle oldukça iyi sonuçlar ve ürünler elde etmektedirler” demiştir.

Öğrencilerin motivasyonlarının STEM etkinliklerindeki yeteneklerine eşit olmadığını belirtmesine rağmen, deneyimlerine dayanarak bir sonuçtan da bahsetmektedir. Meral, “Bir STEM etkinliği yapmak için motivasyonu yüksek olan öğrenciler iyi olan öğrencilerdi. STEM projesi yapmak için motivasyon eksikliği olan öğrenciler genellikle fen eğitiminde sorun yaşayan öğrencilerdi” demiştir. Bu nedenle STEM entegrasyonu, sınıfın başarılı olan öğrencileri içindi. Bu konuda şöyle demiştir:

*Bir STEM entegrasyonu aslında ‘Tamam, zaten akıllısın, seni daha akıllı yapalım. Hadi sizi daha da yetenekli yapalım.’ ifadesinin bir zenginleştirmesidir. Bence STEM herkesi yukarı taşımaya yardımcı olmaktadır. Ancak, katılım, değerlendirme ve sınıfta daha aktif hale gelme konusunda konuştuğunuzda, ortalamanın biraz daha üzerinden bir kesit almak gerektiğini düşünüyorum. Başarısız olan öğrenci bir STEM etkinliği yapmayı derse ara vermek için bir şans olarak görür.*

*Değerlendirme hakkında.* Meral, STEM entegrasyonunda değerlendirme yapmakta zorlandığını belirtmiştir. Bir STEM entegrasyonu, öğrencinin motivasyon eksikliği olup olmadığını veya projeyi anlayıp anlamadığını ayırt etmemektedir. STEM entegrasyonu uygulamaları için öğrenme hedeflerinden biri, öğrencilerin kendi fikirlerini üretmesini sağlamaktır. Öğrenciler bir problemi çözmeye çalışırken onların fikirleri veya çözümleri hakkında çok adil bir değerlendirmeye ulaşamayacağını düşünmekteydi. Bu konuda Meral, “Nasıl adil değerlendirebilirsiniz ki? Açıkçası çok çeşitli yanıtlar ortaya çıkacak. Doğruyu ve yanlışını mı değerlendiriyorsunuz? Yanılıyor olsalar bile, ortada çok fazla fikir bulunuyor” demiştir. Buna ek olarak, öğrencilerin motivasyon seviyelerini de değerlendirememiştir. Meral, “STEM entegrasyonun zayıflığı şundan kaynaklanıyor, ders büyük oranda içsel motivasyona dayanıyor ve bu nedenle değerlendirilmesi çok zor. Öğrencilerin orada öğrenmeden yardım almadan oturduğunu görüyorsunuz ve bu işleri zorlaştırıyor” ifadesinde bulunmuştur.

Meral, Bir STEM entegrasyonunda öğrencilerin öğrenme düzeylerini gerçek anlamda değerlendiremediğini hissetmiştir. Örneğin, STEM entegrasyonunda, öğrenciler ne düzeyde öğrendiklerini göstermek için bir testi tamamlamak zorunda değillerdir. Bu nedenle, bazı

öğrenciler STEM entegrasyonu ile öğrenme konusunda belirli bir ciddiyete gereksinim duymadıkları süreçte karşı karşıya gelirler. Meral bu konuda, “STEM entegrasyonu etkinlikleri gibi bir projeyi uygularken yüksek bir standardı yakalamanız gerekir, aksi takdirde bunu her uygulayışında ‘boşa zaman harcadık’ dersiniz” der ve ekler, “Bazı öğrenciler notlandırılmayacak olmayı bir şans olarak görüyorlar. Katılmak zorunda olmadıkları hissine kapılıyorlar.”

*Zaman, malzeme ve yüksek sınıf mevcudu.* Bu noktada Meral, “Zaman çok önemli bir faktör. Yani sadece 40 dk’nız var. Bu tür etkinliklerin uygulanması için daha fazla zamana ihtiyaç var” demiştir. Buna ek olarak Meral, STEM entegrasyonu için bulabileceği ve bu derslerde kullanabileceği malzemelerle ilgili de endişe duymaktadır. Meral, “Malzemeler bu tür etkinlikler için daima bir sorundur. Ulaşılması kolay ve uygun malzemelerle etkinlik tasarlamalısınız ya da bu tür etkinlikleri yapabileceğiniz ayrı bir sınıfınız olmalı” diye eklemiştir.

Sınıfında 28 öğrenci vardı ve Meral bu sayının çok yüksek olduğunu düşünüyordu. Her öğrencinin ihtiyacı olan ilgiyi verememiştir. Aynı zamanda duyurması gereken bir şey olduğunda bağırarak zorunda kalmıştır, çünkü öğrenciler projeleri üzerinde çalışırken konuşmaktadırlar.

*Diğer.* Meral, bir okulun öğrencilere her şeyi denemek için fırsatlar sunması gerektiğine inanıyordu. Bu konuda okul kaynaklarının yetersiz olduğunu vurgulamıştır. Farklı STEM disiplinlerinin tüm tadını öğrencilerine aktarabilmek istediği için STEM entegrasyonu yapmaktan hoşlanmıştı. Meral bu konuda, “STEM entegrasyonu, öğrencilere birçok şeyi deneme imkanı sağlıyor ve bu disiplinlerle ilgi mesleki bilgi veriyor. Okulun imkanları bu tarz etkinlikleri destekleyecek donanımına sahip olması gerekir” demiştir.

Vakalardaki veriler, bu çalışma için toplanan verilerle ortaya çıkan kategoriler açısından sunulmuştur. Tüm katılımcılar aynı kategoride olmasına rağmen, her kategorideki modeller değişiklik gösterebilir. Tablo 4.8'de okuyucuların 5 katılımcıdan 7 kategoride elde edilen bazı ana örüntüleri görmesi açısından kullanışlı bilgiler bulunmaktadır. Tablo 4.8 aynı zamanda araştırmacının tema oluşturmak için tüm katılımcılardan oluşan 7 kategorideki farklı ve benzer örüntüleri analiz etmesine yardımcı olmak açısından da kullanışlı bir araçtır. 7 kategorideki tüm katılımcıların farklı ve benzer örüntüleri analiz edildikten sonra 7 tema ortaya çıkmıştır

Tablo 4.8.

## 5 Öğretmenden 7 Kategoride Elde Edilen Örüntüler

Kategoriler	Öğretmenler	Örüntüler
STEM entegrasyon görüşleri	Berrin	Fenin araştırma kısmı ve Mühendislik tasarım süreci, birbiriyle yakından ilişkilidir.
		Fen Bilgisini STEM entegrasyonunda merkeze alıp, Fen ve Matematik bilgilerini kullanarak mühendislik projeleri gerçekleştirmek.
		STEM entegrasyonun esas amacı gerçek yaşam problemlerini çözmektir.
		Mühendislik, Mühendislik tasarım sürecindeki basamakları kullanıp bir probleme çözüm üretmektir.
	Ayşe	STEM entegrasyonu problem çözme ile ilişkilidir. Öğrenciler Fen, Matematik, Mühendislik ve Matematik bilgilerini kullanarak bir problemi çözmek için kendi fikirlerini üretmelidirler.
		Eleştirel düşünme, sorgulama ve yaratıcılık STEM entegrasyonun temellerindedir.
		STEM entegrasyonu öğrencilerin gerçek bir mühendis gibi yaratıcı düşüncelerine yardımcı olan bir süreçtir.
	Haluk	STEM entegrasyonu birden fazla STEM disiplininin bir arada kullanıldığı herşeydir.
		STEM entegrasyonu öğrencilerin Fen Bilgisi ile ilgilenmeleri için bir stratejidir ve öğrenciler için öğrenmeyi daha eğlenceli hale getiren ve birçok öğretim tekniğini içinde barındıran bir yaklaşımdır.
		Bir STEM uygulamasında fen ve mühendislik olmazsa olmazdır. Matematiğin dahil edilmesi ise hesaplamalar ve grafik okuma ya da çizme gibi durumlar olduğu zaman gereklidir.
		Matematik ve Teknoloji bir STEM uygulamasında sonradan entegre edilmesi gereken disiplinlerdir.



Tablo 4.8'in devamı

	Faik	Bir STEM uygulamasında dört STEM disiplininin de olması gerekir.
		Bir STEM uygulamasında Fen ve Mühendisliği dahil etmek önemlidir. Bu iki disiplin bir biriyle çok bağlantılıdır. Fen ve Mühendislik içermeyen uygulama STEM uygulaması değildir.
		STEM entegrasyonu öğrencilerin açık uçlu senaryo problemlerine çözüm üretmeleri için mevcut bilgilerini kullanmalarına yardımcı olur.
		Matematik ve Teknoloji bir STEM uygulamasında fen ve mühendislik problemlerini çözmede yardımcıdır.
	Meral	STEM disiplinleri bir birleri ile yakından ilişkilidir. Ancak her bir disiplin STEM uygulamalarında farklı bir role sahip olabilir.
		STEM entegrasyonu problem çözmeden ayrılamaz. STEM entegrasyonu öğrencilerin öğrendiği bilgileri uygulamalarına yardımcı olan bir problem çözme sürecidir.
		STEM entegrasyonu bütün STEM disiplinlerini dahil etmek demektir.

Tablo 4.8'in devamı

Kategoriler	Öğretmenler	Örüntüler
STEM entegrasyonu yapmak için gerekli olan pedagojiler	Berrin	Problem çözmeye, öğrencilerin problem çözen bireyler olmasının anahtarıdır.
		(Matematiği dahil ederken aslında Fen bilgisinde problem çözmeye odaklanıyor olmak gibi) problem çözmeye becerilerine ve problem çözmeye süreçlerine odaklanmak gibi.
		STEM entegrasyonu bilimsel süreç becerilerini içermeli ve mühendislik tasarım süreçlerine uygun olmalıdır.
		Açık uçlu gerçek hayat problemleri STEM entegrasyonu için olmazsa olmazdır.
	Ayşe	STEM entegrasyonu bilimsel süreç becerilerini içermeli ve mühendislik tasarım süreçlerine uygun olmalıdır.
		Fen bilgisinin teorik kısmı bir STEM entegrasyonunun odak noktasıdır.
		Mühendislik mühendislik tasarım sürecini takip etmektir. Matematik ise STEM entegrasyonu için önemlidir. Ancak matematiği ilave etmek her zaman kolay değildir.
		Bir öğretmenin teknolojiyi dahil ederken dikkat etmesi gerekir çünkü teknoloji öğrencilerin yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini olumsuz etkileyebilir. Teknoloji her zaman iyi değildir.

	Haluk	Fen ve Mühendisliği entegre etmek önemlidir. Ancak matematik ve teknoloji bir STEM entegrasyonunda ek disiplinlerdir.
		STEM entegrasyonunun Bilimsel süreç becerilerine ve mühendislik tasarım süreçlerine uygun olması gerekir.
		Mühendisliği dahil etmek öğrencilerin bilimsel kavramları kullanmalarına yardımcı olacağı için önemlidir.
		Matematik ve Teknoloji, Fen veya Mühendislik ile ilgili bir problemi çözmeye araçlarıdır.
	Faik	Fen Bilgisinin teorik kısmı bir STEM entegrasyonunun en önemli parçasıdır.
		STEM entegrasyonunun bilimsel süreç becerileri içermesi ve mühendislik tasarım süreçlerine bağlı olması gerekir.
		Gerçek dünyada bir bilim insanının ya da mühendisin işinde ne yaptığını simule eden açık uçlu bir problem STEM entegrasyonu için çok önemlidir.
		Bir öğrencinin STEM entegrasyonu dersinde kendisini ifade edebileceği bir ortamın oluşması önemlidir.
	Meral	STEM entegrasyonu öğrencilere problem çözmek ve sorgulama yapmaları için daha fazla fırsat sağlamalı ve öğrendikleri şeyleri farklı durumlara uygulamalarına imkan sağlamalıdır.

		İçinde çözülmesi gereken bir problem için STEM uygulaması bir STEM entegrasyonunun en önemli kısmıdır.
		STEM entegrasyonun öğrencilere bir problem çözmek için kendi fikirlerini ve çözümlerini geliştirebilecekleri bir öğrenme ortamı sağlamalıdır.

Tablo 4.8'in devamı

Kategoriler	Öğretmenler	Örüntüler
Öğrenciler için öğrenme çıktıları	Berrin	Öğrencilerin bir problem çözerken kendi düşüncelerini kullanarak bağımsız düşünen ve eleştirel düşünen bireyler olmalarına yardımcı olmak.
		Öğrencilerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkileri görmeleri için bu alanlardaki bilgilerinin kullanmalarına yardımcı olmak.
		Öğrencilerin bilimsel bilgi ve mühendislik tasarım süreçlerini kullanmalarına yardımcı olmak.
	Ayşe	Öğrencilerin kendi fikirlerini üretmelerini sağlayarak bağımsız düşünmelerini sağlamak.
		Öğrencilere bilgilerinin gerçek yaşam durumlarında uygulama imkanı sağlamak.
	Haluk	Öğrencilerin fen ve mühendislik disiplinleri arasındaki farkı anlamasını sağlamak.
Bilimsel kavramları ve mühendislik tasarım sürecini anlamak.		

	Faik	Öğrencilerin öğrendikleri bilgileri yeni ve farklı durumlarda uygulamalarını sağlamak.
		Öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini anlamalarını sağlamak.
	Meral	Öğrencilerin Fen bilimlerine karşı ilgi duymalarını sağlamak ve bilimin özünü anlamalarına yardımcı olmak.
		Öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini kullanmalarına yardımcı olmak.
		Öğrencilerin gerçek yaşam problemleri ile bağlantı kurmalarını sağlamak.

Tablo 4.8'in Devamı

Kategoriler	Öğretmenler	Örüntüler
Yaşam becerileri	Berrin	Öğrenciler problem çözerken başarısızlıkla nasıl başedebileceklerini ve sabretmeyi öğreniyorlar.
	Ayşe	Kendi başarısızlıklarından öğreniyorlar.
	Haluk	Mühendislik tasarım sürecindeki yeniden tasarlama kısmı öğrencilerin bir problem çözmeye çalışırken sabır ve devamlılık ile hatalarından öğrenmenin önemini anlamalarına yardımcı olmaktadır.
	Faik	STEM entegrasyonu öğrencilerin hatalarını farklı bir gözle değerlendirmelerine imkan sağlamaktadır.
	Meral	Başarısızlık konusundaki algılarını değiştirmektedir.

Tablo 4.8'in devamı

Kategoriler	Öğretmenler	Örüntüler
STEM entegrasyonu Uygulama Modelleri	Berrin	Etkili STEM entegrasyonu yapmak, hangi üniteye uygulama yapacağınızla doğrudan ilişkilidir.
		Öğrenciler STEM etkinliklerinden önce teorik bilgileri iyice öğrenmelidirler.
		STEM etkinliklerini uygulamanın en iyi zamanı ünite sonlarıdır.
	Ayşe	STEM etkinlikleri öğretmenin öğretmek istediği konu ile bağlantılı olmalıdır.
		STEM etkinlikleri mühendislik tasarım sürecini içermelidir.
	Haluk	STEM etkinlikleri öğrencilerin bu STEM disiplinleri ile ilgili yetenek ve becerilerine uygun olmalıdır.
		Öğrencilerin fen bilgisi kavramları ile ilgili bağlantı kurmaları önemlidir.
	Faik	Farklı ünitelere küçük etkinlikler eklemek anlamlı bir STEM entegrasyonu olmaz.
		Mühendislik, diğer STEM disiplinlerini bir birine bağlayan bir bağlaç gibidir. Mühendislik bir problemin çözümünü bulmak için bir süreç olarak kullanılabilir.
		Matematik bir STEM uygulamasında sonradan ilave edilmesi gereken bir disiplindir.
		STEM uygulamaları çok önemli bir değerlendirme aracıdır.
	Meral	Tüm STEM disiplinlerini eklemek önemlidir. Ancak bir öğretmenin STEM entegrasyonu yaparken çok esnek olması gerekir.

Tablo 4.8'in devamı

Kategoriler	Öğretmenler	Örüntüler
STEM entegrasyonu uygulanmasındaki sorun veya zorluklar	Berrin	STEM entegrasyonu yapmak için gerekli teknolojinin olmaması
		Öğrencilerin STEM disiplinleri konusundaki beceri ve yetenekleri
		STEM entegrasyonunun tasarlanması, etkinliklerin uygulanması
		Müfredatın yoğunluğu
		Öğrencilerin motivasyonu STEM uygulamaları için çok önemlidir. Bir STEM etkinliğinde eğlence ve öğrenme dengesini kurmaktaki zorluk.
	Ayşe	Zaman sorunları
		Öğrencilerin ne kadar yönlendirileceği ile ilgili sorunlar
		Öğrencilerin fen ve matematik bilgilerindeki yetersizlik.
		Test etme aşamalarının uygulamadaki zorlukları
	Haluk	STEM etkinlikleri yaparken öğrencilerin ne kadar yönlendirmeye ihtiyaç duydukları ve öğrenci yetenekleri
		Zaman ile ilgili sorunlar
		Eğlence ve öğrenme dengesini sağlamaktaki zorluk
		Matematiği STEM etkinliklerine eklemek zordur.

	Faik	Öğretmenin deneyimsiz olması
		Yetiştirilmesi gereken çok fazla ünitenin olması uygulamaların kalitesini düşürmesi
		Öğretmenlerin alan bilgisi
	Meral	Öğrenci motivasyonu
		STEM uygulamalarında değerlendirme
		Zaman ve kaynak (malzeme) yetersizliği

Tablo 4.8'in devamı

Kategoriler	Öğretmenler	Örüntüler
Diğer	Berrin	STEM entegrasyonu öğrenci merkezli ve iş birlikli bir öğrenim yapılmasını sağlar
		STEM entegrasyonu öğrencilerin farklı STEM disiplinleri arasında bağlantı kurmasını sağlar
	Ayşe	STEM entegrasyonu öğrencilerin derse olan ilgisini artırır.
	Haluk	STEM entegrasyonu öğrencilerin işbirliği içinde çalışmalarını sağlar.
		STEM entegrasyonu ile edinilen bilgiler daha fazla akılda kalıcıdır.



		STEM entegrasyonu öğrencilerin derse olan ilgisini arttırır.
	Faik	STEM entegrasyonu öğrencilerin dünyada neler olup bittiğine dair daha çok fikir edinmesine yardımcı olur.
		STEM entegrasyonu öğrencilerin topluluk karşısında konuşma becerilerinin gelişmesine katkıda bulunur.
	Meral	STEM entegrasyonu öğrencilerin meslek seçimi ile ilgili bilgi edinmesine yardımcı olur.

#### 4.5. Çapraz Vaka Analizi

Bu bölümün amacı beş katılımcıya dair bir çapraz vaka analizi sağlamaktır. Diğer bölümde de belirtildiği gibi, analitik prosedüre şunlar dahildir: (1) açık kodlama, (2) kalıpların ve kategorilerin tanımlanması ve (3) çapraz vaka analizi için temaların oluşturulması.

Yukarıda her bir katılımcının model ve kategorileri gösterilmiştir. Bu bölümde ise çapraz vaka modeli için tema oluşturmak ve beş vaka hakkında tartışma oluşturmak için beş katılımcı arasındaki benzerlik ve farklılıkları belirlemek adına ortaya çıkan bu örüntü ve kategoriler kullanılmaya devam edilecektir. Aşağıdaki yedi tema ise çapraz vaka analizi ile geliştirilmiş ve bu bölümde detaylıca ele alınmıştır: 1) STEM entegrasyonunun odak noktası gerçek yaşam problemlerini çözmektir, 2) STEM entegrasyonunun odak noktası teorik bilgidir, 3) STEM entegrasyonunun odak noktası mühendislik tasarım sürecidir, 4) STEM entegrasyonunun odak noktası yaşam boyu kullanılabilir becerileri geliştirmektir, 5) Matematiğin STEM derslerine entegrasyonu zordur, 6) teknolojiyi entegrasyonu ve 7) STEM entegrasyonunda ortaya çıkmış zorluklar. Bu bölümde, her bir tema üç bölümde sunulmuştur; üç araştırma sorusunun her biri için ise bir bölüm bulunmaktadır:

1. Fen Bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyon uygulamaları nelerdir?
2. Fen Bilgisi öğretmenlerinin genel STEM entegrasyonu algıları nelerdir? ve
3. Fen Bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu ile ilgili algıları ve anlayışlarıyla sınıftaki uygulamaları arasındaki olası bağlantılar mevcut mudur?

Bu düzenleme, öğretmenlerin uygulamaları, algıları ve her bir tema için bağlantılarına dair bir anlayış edinilmesini kolaylaştıracaktır.

#### 4.5.1. STEM Entegrasyonunun Odağı Gerçek Yaşam Problemlerini Çözmektir

**4.5.1.1. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonu Uygulamaları Nelerdir?** Öğretmenler öğrencilerinin, STEM uygulamaları ile gerçek bir bilim insanı veya mühendisin işinde ne yaptığı arasında bağlantı kurmalarını istemiştir. Örneğin Berrin, öğrencilerine şunları söyleyerek gerçek bir mühendis gibi düşüncelerini söylemiştir; “Mühendisler, birinin yaşamını daha iyi hale getirmek için neler yapabilirim diye düşünür. ve “Mühendislerin çoğu kez çok fazla araştırma yapması gerekir. Hâlihazırda yapılmış şeyleri bulmak ve anlamak için çokça araştırma yapmaları gerekir.” Ayşe ise şöyle demiştir. Mühendisler sizce yeni birşeyler üretirken nasıl bir yol izliyorlar? Haluk ise şöyle demiştir; “Mühendislik süreçlerinden konuşurken ne dediğimizi hatırlıyor musunuz? Mühendislerin yaptığı şeylerden birinin de başka insanların neler yaptığını bulmak olduğunu söylemiştik ve Mühendislik projesi için sizin de bazı kriter ve limitleriniz olmalıdır. Örneğin hedefimiz olmadan bir uçak inşa edemeyiz.“ Faik ise şöyle diyerek bir grup öğrenciye nasıl araştırma yapacaklarını açıklamıştır; „Bir sürü mühendis zaten bu tür bir işi daha önceden yapmıştır. Bu konuya dalmadan önce, zaten yapılmış şeylerin neler olduğunu bulmanız gerek.“

Tüm STEM etkinliklerinde öğrencilerin arkadaşları veya gruplarıyla projeleri üzerinde çalıştığı geniş zaman dilimleri vardı. Öğretmenler de bu süre boyunca gruplar arasında dolaşmış grupları kontrol etmeye çalışmışlardır. Öğretmenlerin tüm STEM etkinliklerindeki görevleri ise yönlendirmekten ziyade kolaylaştırmak üzerine kuruluydu. Öğrencilerinin bir problemi çözmek için kendi fikirlerini kullanmasını istiyorlardı. Öğretmenlerin, öğrencilerin bir problem/zorluğu çözmek için bir çözüm geliştirmesi konusunda sağladığı yönlendirme değişirken, içlerinden öğrencilerine en çok yönlendirmeyi yapan ya da sağlayan Haluk olmuştur. Meral ve Berrin gibi bazı öğretmenler ise sınıfın önünde konuşmak yerine gözlem yapıp öğrencilere STEM projelerinde yardım etmeyi gerçekten sevdiklerini belirtmiştir.

**4.5.1.2. Öğretmenlerin Genel STEM Entegrasyonu Algıları Nelerdir?** Gerçek yaşam problemlerini çözmeye, öğretmenlerin STEM entegrasyonunu tanımlamak için kullandığı en yaygın kavram olmuştur. Berrin'in de belirttiği gibi, “[STEM entegrasyonu] gerçek yaşam problemlerini çözmek için kendi matematik, fen, teknoloji ve mühendislik bilgilerini kullanmaktır ve bence STEM entegrasyonu hakkında düşündüğümde, aklıma hep problem çözmek geliyor.” Ayşe ise STEM entegrasyonunu şu şekilde tanımlamıştır; “Gerçek hayatta karşılaşılan bir problemin nasıl çözüleceği konusunda bir şeyler bulmak için kullanılan bir mühendislik yöntemi.” Haluk ise şunları söylemiştir; “Gerçek bir problem belirliyorsun ve sonrasında da bu problemi çözmeye çalışıyorsun. “

Öğretmenler STEM entegrasyonunu gerçek yaşam problemleriyle bağdaştırmaya çaba sarfetmişlerdi. Mesela Berrin bu konuyla alakalı olarak şöyle demiştir; “[Bir STEM etkinliğinde] gerçek hayatla ilgili şeylerden bahsediyoruz ve sadece okuldaki ya da kitaplardaki problemleri değil, gerçek yaşamın içindeki problemleri çözüyoruz.” Ayşe ise şunları söylemiştir, STEM entegrasyonu öğrencileri gerçek yaşam problemleriyle ilgili daha çok düşünmeye sevk ediyor. Ayrıca bir şeyi gerçek dünyaya bağlamaları için fırsat sağlaması da cabası.” Meral ise “STEM etkinlikleri ile öğrencilerinin gerçek bir dünya probleminde, cevabın daima "evet" ya da "hayır"dan ibaret olmadığını, bundan ziyade "iyi" veya "kötü olduğunu anlamalarını istemiştir.” Öğretmenlerin çoğu (Berrin, Ayşe, Faik ve Meral), bir problemi STEM entegrasyonunu kullanarak çözenin, öğrencilerin mühendislerin gerçekte ne yaptığını daha iyi anlamasına yardımcı olacağına inanmaktadır. Berrin şöyle demiştir; “Mühendislik dahil edildiğinde, gerçek bir dünya ortamında problem çözmeye gerçekten odaklanmaya çalışırsınız ve farklı çözümler bulursunuz.” Ayşe ise “Bence [STEM entegrasyonu] daha çok gerçek mühendislik deneyimi gibi. Çocuklara mühendislerin kariyer olarak ne yaptıklarına dair daha gerçeğe yakın hisler sağlıyor demiştir.” Faik ise şu noktaya dikkat çekmiştir; “STEM entegrasyon derslerindeki odak noktalarımın biri, öğrencilerin mühendislerin işlerinde neler yaptığını gerçekten anlamalarını sağlamak ve bu yüzden de öğrencilere mühendislerin yaptığını olabildiğince yakın ve özgün bir deneyim sağladığınızda, gerçekten de ilgilerini çekebiliyorsunuz.”

Öğretmenler, problem çözmeye alanını STEM entegrasyonuna dahil etmenin öğrencilerinin sorgulama yapmasına fazlasıyla katkı sağladığını düşünmektedir. Öğrencilerin kendi cevap ve fikirlerini üretebilmesi ise öğretmenler için ayrıca değerli

olmuştur. Berrin'in de dikkat çektiği gibi; "Problem çözmeye uğraştığımız zaman, öğrencilere cevapları vermiyorum. Problemleri kendilerinin çözmesini sağlıyorum." Ayşe de bu konuda şöyle demiştir; "Eğer [dersime] STEM etkinliği eklemek istersem, öğrencilerime bir şeyler üretme kısmını da vermek isterim. Öğrencilerimin ortaya bir şey çıkarmak için hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmalarını isterim." Haluk ise STEM entegrasyonunda problem çözmeyi kullanmanın öğrencilerine yeni şeyler deneme ve yaptıklarıyla ilgili fikirleri içselleştirme fırsatı verdiğine inanıyor. Bu konuda, "[STEM entegrasyonu] [öğrencilere] mühendisliğin bir parçası olma şansı veriyor. Bu şöyle bir şey, "elimizde bir şeyler var ve bunlarla bir şey ortaya çıkarıyoruz" ve bunu ben onları yönlendirmeden yapıyoruz, demiştir." Faik de STEM entegrasyonunu öğrencilerin öğrendiği fikir ve kavramları nasıl bir araya getireceği fikri üzerine kurmuştur. O da bu konuda şöyle demiştir; "Bu şekilde [öğrenciler] aslında öğrendiklerini ezberden söylemek veya tekrarlamak yerine gerçekten uyguluyorlar." Meral, öğretmenlerin öğrencilerini sorgulayıcı düşünceye teşvik etmesi gerektiğine inanıyordu ve öğretmenler bu şekilde öğretmeli, öğrenciler de bu şekilde öğrenmeliydi. Meral bu konuya şöyle yaklaşmıştır; "[Bir STEM etkinliğinde] olay daha çok bir şeyleri kurgulamaktır. Haydi şöyle bir şey tasarlayalım... [Öğrencilere] yönergeler vermek yerine "şunu yap ya da bunu dene" demekten bahsediyorum "ve bunu sırf ezberden ziyade anlamınızı istiyorum demektir. Bu her ne olursa olsun, nasıl çalıştığıyla ya da işe yaradığıyla ilgili sorgulama yapıp kendi fikirlerinizi oluşturmalsınız."

**4.5.1.3. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonu İlgili Algıları ve Anlayışlarıyla Sınıftaki Uygulamaları Arasındaki Olası Bağlantılar Mevcut mudur?**

Öğretmenlerin STEM entegrasyonu algıları ve sınıftaki uygulamaları ile gerçek hayat problemlerini çözmenin STEM etkinliklerindeki rolü arasında güçlü bağlantılar bulunmaktadır. Bulgular ayrıca öğretmenlerin, öğrencilerin sorgulayıcı düşüncelerine, eleştirel düşüncelerine ve proje üzerinde gerçek bir mühendis olarak çalışmalarına yardımcı olmanın da bir STEM etkinliğinde bulunan değerli özellikler olduğuna inandığını göstermektedir. Öğretmenlerin hem algıları hem de sınıf uygulamaları, öğretmenlerin STEM entegrasyonunu uygularken problem çözmeyi en önemli etmenlerden biri olarak gördüğünü öne sürmektedir. "Problem çözme" ve sorgulayıcı düşünme "deyimleri öğretmenlerce oldukça fazla bir şekilde kullanılmıştır. Verilere göre, problem çözme ve sorgulayıcı düşünme bir süreci veya beceriyi ya da her ikisi birden ifade edebilmektedir. Örneğin Berrin şöyle demiştir; "[STEM entegrasyonu] matematik,

fen, teknoloji ve mühendislik bilgilerinizi kullanarak problem çözmektir.” Burada problem çözmeyi öğrencilerin STEM disiplinleri bilgileri arasında bağlantı kurabileceği bir süreç olarak mı yoksa STEM disiplinleri bilgisinin problem çözme amacıyla beceri olarak kullanıldığından mı ya da her ikisinden mi bahsettiği anlaşılamamaktadır. Sorgulayıcı düşünmeye geldiğimizde ise mesela Haluk şöyle demiştir; "Bu daha çok şöyle bir şey, STEM ile problem çözme becerilerinin ve sorgulama becerilerinin gelişmesini sağlıyorsunuz bu da öğrencilerin yaratıcılığını artırıyor.“ Yine verilere bakınca ise burada öğrencilerinin sorgulayıcı düşünme yeteneğini geliştirmesini mi istiyor yoksa sorgulayıcı düşünme becerileri ile pratik yapmalarını mı anlayamıyoruz. Bulgular kesinlikle öğretmenlerin problem çözme ve sorgulayıcı düşünmenin STEM etkinliklerine dahil edilmesi gerektiğine inandığını gösteriyor. Ancak problem çözme veya sorgulayıcı düşünmenin öğretmenlerin STEM entegrasyonundaki gerçek rolü ise belirsiz kalmakta. Öğretmenlerin problem çözme ve sorgulayıcı düşünmeyi STEM entegrasyonunda nasıl gördükleriyle ilgili açıklamalar ise açıkça tanımlanmaktan uzak durumda. Öğretmenlerin problem çözme ve sorgulayıcı düşünmeyi bir süreç olarak mı, yoksa çoğu STEM etkinliğindeki problemin bağlamı olarak mı kullandığı açıkça belirtilmemiştir. Örneğin, tüm etkinlikler öğrencilere çözmeleri için bir mühendislik tasarım problemi içermektedir. Bu durumda, problem çözmeden bir bağlam olarak bahsedilebilir. Ama öte yandan öğrencilerinin nasıl bir problemi çözmek için sorgulayıcı düşünürler olmasını istediklerini de dile getirmişlerdir. Bu nedenle, problem çözme STEM etkinliklerinde bir süreç olarak da kullanılmıştır.

Örneğin Haluk'un söylediklerini ele alırsak, “ Bu daha çok şöyle bir şey, STEM ile problem çözme becerilerinin ve sorgulama becerilerinin gelişmesini sağlıyorsunuz. Bu da öğrencilerin yaratıcılığını artırıyor. “ Burada problem çözme ve sorgulayıcı düşünmenin STEM etkinliklerindeki rolünün ne olduğu fazlasıyla muğlak”. Buna ek olarak, yine öğretmenlerin tümü problem çözme ve sorgulayıcı düşünmenin özelliklerini açıklamakta zorlanmıştır.

Bir diğer ilginç çatışma veri noktası da Haluk'un durumunda yaşanan STEM etkinliğindeki problem çözme algıları ve uygulama konusundadır. Öğrencilerin elindeki malzemeleri sınırlamak amacıyla kasıtlı olarak oyuncak araba etkinliğinde sıkı bir bütçe hazırlamıştır. Ama bu öğrencilerin oyuncak araba tasarlama konusundaki yaratıcılıklarını da kısıtlamıştır. Çünkü öğrenciler oyuncak arabalarını tasarlarken çok kısıtlı bir

çerçevede düşünebilmiş ve sonuç olarak çoğu öğrenci benzer tasarımlar üretmiştir. Haluk ise bunu, eğer öğrencilerin tasarımlarının çoğu benzer olursa konuyu daha iyi öğretebileceği ama hepsi birbirinden farklı tasarımlarla uğraşsaydı bu konuda zorlanacağı şeklinde açıklamıştır. Bu kasıtlı uygulama ise STEM entegrasyonu ile ilgili belirttiği amaç olan öğrencilerin sorgulayıcı düşünme becerisini geliştirme amacıyla çelişmektedir.

Öğretmenler STEM etkinliklerinde öğrencilerine ne derecede özgürlük vereceklerine karar verme ve aktiviteye katmak için nasıl bir yok izlemeleri gerektiği konularında bir denge oluşturmakta zorlanmıştır.

#### **4.5.2. STEM Entegrasyonunun Odak Noktası Teorik Bilgidir**

##### **4.5.2.1. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonu Uygulamaları Nelerdir?**

Problem çözme uygulanırken, öğretmenler öğrencilerinin problemi çözmek için özellikle var olan ön bilgilerini uygulamalarını istemiştir. Berrin öğrencilerine; “muhtemel çözümlerle ilgili beyin fırtınası yapmak için fen ve matematik bilgilerinizi kullanacaksınız. Ayrıca hayal gücünüzü de kullanmalısınız. Kendi ürünlerinizi iş birliği içinde tasarlamak için yaratıcı olmanız gerek demiştir.” Ayşe de öğrencilerine; “daha önce yenilenebilir enerji kaynaklarından ve rüzgar türbinlerinden bahsetmiştik bugün ise kendi rüzgar türbinlerinizi tasarlayacaksınız... Burada önemli olan kendi rüzgar türbininizi oluştururken grup arkadaşlarımızın da fikirlerini alarak, iş birliği yaparak yaratıcı düşünmeniz.” Haluk ise öğrencilerinin fen ile ilgili ön bilgilerinin tasarımlarını yaparken onlara yardımcı olacağını düşünüyordu. Öğrencilerine elektrik ile ilgili daha önce öğrendiklerini hatırlatmıştır. Bu bilgileri kullanarak seri bağlı ya da paralel bağlı devre oluşturabileceklerini söylemiştir. Faik'e gelince, o da öğrencilerinin etkinlikleri yapmaya başlamadan önce elektrik ünitesi ile ilgili ne öğrendiklerini düşünmeleri için “Seri bağlı devre ile paralel bağlı devre arasında farklar nelerdir? Söyleyin” demiştir. Meral de öğrencilerine Rüzgar Türbini etkinliğinin başında, daha önce öğrendikleri güç, enerji gibi bilimsel kavramları hatırlatmak için şöyle demiştir; “Enerji ne idi? Enerji türleri kendi aralarında dönüşüm yaparlar mı?” Dersin sonunda ise “Umarım artık enerji dönüşümleri hakkında daha iyi bir fikir edinmişsinizdir” demiştir. Bu etkinlik tamamen bunula ilgilidir. Tüm STEM etkinliklerinin bir amacı da öğrencilerin önceki bilgileri arasında bağlantı kurmalarına ve bu bilgileri grup arkadaşları ile uygulamalarına yardımcı olmaktır.

**4.5.2.2. Öğretmenlerin Genel STEM Entegrasyonu Algıları Nelerdir?** Tüm öğretmenler STEM entegrasyonundaki problem çözme konusunda öğrencilerin bir problemi çözebilmek için öncelikle fen ve matematik ve/veya teknoloji becerileri gibi gerekli bilgileri edinmesi gerektiğine inanmaktadır. Berrin, “Fen ve matematik birbirinden ayrılmazlar. Bunların kullanıldığı bir çeşit mühendislik projeleri yapmak için bu alanlara hakim olmak, gerekli olan bilgileri daha önceden almış olmak gerekir.” Ayşe ise şöyle demiştir; “Teorik bilgi bir STEM uygulamasında temel odak noktamdır. Sonrasında bunun etrafına daha fazla STEM disiplinleri eklemek isterim. Haluk ise bu durumu şöyle açıklamıştır; “Öncelikle daha önce işlediğimiz kavramlarla başlamak isterim... Sonrasında bu kavramları mühendislik ile nasıl ilişkilendirebileceğime bakarım. Nasıl bir tür ürün ortaya çıkarabiliriz?” Faik de şöyle demiştir; “Fen, muhtemelen [STEM entegrasyonunun] en büyük parçasını oluşturuyor. Mühendislik genellikle öğrencilerin kendi projelerini oluşturduğu son parça gibi bir şey oluyor.” Meral ise şuna dikkat çekmiştir: “Matematik ve fen öğreniyoruz. Süreci öğreniyoruz. Bir araç ve teknolojiyi kullanmayı öğreniyoruz. STEM uygulamalarında bir problemimiz var. Bu problemi çözmek için matematiği kullanıyoruz, mühendisliği kullanıyoruz ve sonra da bu problemi çözmek için fen bilgilerini uyguluyoruz” ve “[Öğrencilerin] bir kavramı bağlayabilecekleri somut bir şeye ihtiyacı var. Entegrasyonun dahil olduğu yer de burası bence.”

Öğrencilerinin bir problemi çözmeden önce teorik bilgileri ve/veya teknoloji becerileri öğrenmesi gerektiğini düşünen öğretmenler, bu benzersiz özelliklerden en az birini STEM entegrasyonu için açıkça uygulamıştır. Berrin şöyle demiştir; “[Öğrencilerin] etkinliklerde konu ile alakalı [teorik bilgilerini] kullanmaları hoşuma gidiyor.” Ayşe ise şuna dikkat çekmiştir; “STEM entegrasyonu öğrencilerin sınıfta öğretilen kavramları daha farklı bir düzeyde anlamasına yardımcı oluyor. Bu tıpkı gerçek hayatta bir problemi çözmek için sahip olduğunuz teorik bilgileri kullanmanız gibi.” Haluk ise görüşünü şu şekilde dile getirmiştir; “Böylece [öğrenciler] bir mühendislik durumu içinde bilimsel kavramları uygulayabilmekte.” Faik ise bu durumu şu şekilde tanımlamıştır; “STEM entegrasyonu bir süreç gibidir. Öğrencilerime öğrendikleri şeyleri yeni ve daha derin bir düzeyde nasıl uygulayacaklarını öğretmek için kullanabileceğim bir süreç.” Meral'e gelince ise, “Bence STEM entegrasyonu öğrencilere sınıfta gerçek problemleri çözebilmeleri için daha fazla fırsat vermek anlamına geliyor ve tüm bileşenleri bir araya getirmeniz gerekiyor.”



### **4.5.2.3. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonu İlgili Algıları ve Anlayışlarıyla Sınıftaki Uygulamaları Arasındaki Olası Bağlantılar Mevcut mudur?**

Bulgular öğretmenlerin algıları ve sınıf uygulamalarının bu temada paralel olduğunu göstermektedir. Öğretmenler STEM etkinliklerinin öğrencilerin daha önceki bilgilerini bir mühendislik bağlamında uygulayabilmelerine ve bunlar arasında bağlantı kurabilmelerine yardımcı olmasını istemektedir. Ancak bir STEM etkinliğinin ne kadar kapsamlı veya dar olduğundan bağımsız olarak, öğretmenlerin hepsi de uygulamaların STEM etkinliğindeki önemli özelliklerden biri olduğunu düşünmektedir ve öğrencilerin STEM entegrasyonu yapmanın anlamını kavrayabilmeleri için belirli bir fen bilgisi içeriği bilgisi, matematik ve teknoloji becerilerine sahip olması gerektiğine inanmaktadır. STEM etkinlikleri iki amaca hizmet etmektedir: öğrencilerin daha önceden öğrenmiş olduğu kavramları değerlendirmek ve/veya takviye etmek (Ayşe ve Faik) ve kavramları bir üniteden diğerine aktarmak için bir köprü vazifesi görmek (Meral).

Ayşe ve Faik etkinlikleri öğrencilerin elektrik ünitesinde öğrendiklerini değerlendirmek ve sağlamlaştırmak olarak değerlendirmişlerdir. Etkinlikleri her kazanımın sonunda uygulanması gerektiğini ifade etmişlerdir. Ayşe “Elektrik mühendisliği elektrik ünitesi etkinliklerinin bir parçasıdır, demiştir. Bu etkinlikleri öğrencilerime Elektrik mühendisliğinin ne olduğu anlatmak için kullandım” ve “Bu etkinlikler öğrencilerin fen ile ilgili konuları daha iyi öğrenmeye teşvik ediyor. Ayrıca daha önce öğrendikleri şeyler arasında bağlantı kurmalarını da sağlıyor.” Faik ise “Etkinlikler her şeyi, ünitedeki bütün kazanımları kapsıyor ve “[etkinliklerde öğrencilerin sorular üretmesi ve bilgilerini yeni ve farklı bir şekilde kullanması gerekiyor.” Meral ise “Etkinlikler öğrencileri üniteye karşılaştıkları yeni bilimsel kavramlara hazırlarken bir yandan da önceki üniteye öğrendikleri kavramları da pekiştirmektedir. “

### **4.5.3. STEM Entegrasyonunun Odağı Mühendislik Tasarım Sürecidir**

#### **4.5.3.1. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonu Uygulamaları Nelerdir?**

Mühendislik tasarım süreci öğretmenler arasında farklılık göstermiştir. Ayşe, Berrin ve Haluk mühendislik tasarımını özellikle adım adım ilerleyen bir süreç olarak uygulamıştır ve mühendislik tasarımını öğrencilerine açıkça tanıtmıştır. Öte yandan, Faik ve Meral ise mühendislik tasarım sürecini STEM etkinliklerinde kullanırken, tasarım süreçlerini öğrencileriyle açık bir şekilde tartışmamış veya öğrencilerini bir mühendislik tasarımı süreci kullandıkları konusunda bilgilendirmemişlerdir.

Örneğin, Berrin öğrencilerine “Bugün mühendislik tasarımı süreçlerini anlamaya başlayacağız demiştir. Daha önce mühendislik tasarımı sürecinden biraz bahsetmiştik ama artık bu dersin ana konusu temelde mühendislik tasarımı olacak” ve bugün çok sayıda plan ve belki biraz da araştırma yapacaksınız. Sonrasında ise adım adım dersin tamamında neyi nasıl yapacağınızı öğreneceksiniz.” Ayşe de öğrencilerinin etkinlikleri tamamlayabilmeleri için ihtiyaç duyacağı yönergeleri adım adım takip etti. Bu etkinlikleri öğrencilerini mühendislik tasarımı sürecinde adım adım yönlendirerek bir şekilde işlemiştir. Bu konuda şöyle demiştir; “Projenizin araştırma kısmından devam edeceğiz... Araştırma 2. adımımız... Grubunuzla bir fikir oluşturduktan sonra 3. aşamaya yani tasarlama aşamasına geçmeniz gerekiyor.” Haluk öğrencilerine etkinliklerde açıkça bir mühendislik projesi olduğunu şu şekilde söylemiştir; Bu bir mühendislik projesi. Daha iyi bir tasarım oluşturacaksınız.” Öğrencilerinin farklı rüzgar türbinlerini incelemesini istediğinde ise şöyle demiştir; “Mühendislik süreçlerinden konuşurken ne dediğimizi hatırlıyor musunuz? Mühendislerin yaptığı şeylerden birinin de başka insanların neler yaptığını bulmak olduğunu söylemiştik.”

Diğer öğretmenlere baktığımızda ise, Faik öğrencilerine problemi verdikten sonra ise şöyle demiştir; “İlk olarak bir problem düşüneceksiniz... dersin geri kalanını problemi nasıl çözeceğinize ve çözüm yollarınızı uygulamaya nasıl geçireceğinize ayıracağız.” Faik'in mühendislik tasarımı uygulaması test etme aşamasından çok planlama aşamasına odaklanmış durumdadır. Öğrencilerini açıkça bir mühendislik tasarımı süreci kullandıkları konusunda bilgilendirmemiştir.

Meral de öğrencileriyle etkinliklerinde mühendislik tasarımı sürecini açıkça belirmemiş olmasına rağmen, öğrencilerinden oyuncak araba tasarımlarının prototipini çizmelerini ve bütçe çizelgesini hesaplamalarını isteyerek mühendislik tasarımı sürecini kullanmıştır. Ayrıca öğrencilerinden oyuncak arabalarını test etmelerini ve buradan elde edilen bilgileri de daha iyi bir oyuncak araba tasarlamakta kullanmalarını istemiştir.

STEM etkinliklerinin tamamında fiziksel bir ürün veya poster gibi teslim edilecek bir son ürün bulunmaktadır.

#### **4.5.3.2. Öğretmenlerin Genel STEM Entegrasyonu Algıları Nelerdir?**

Öğretmenlere her bir STEM disiplinini STEM derslerine nasıl dahil ettikleri sorulduğunda ise hepsi de mühendisliği STEM etkinliklerine dahil ettikleri konusunda

kendine güveniyordu. Berrin şöyle demiştir; “Etkinlikler bağımsız bir mühendislik uygulaması gibi bir şeydi... Mühendislik kısmı kesinlikle 7. sınıf fen bilgisi elektrik ünitesi kazanımlarına uygun bir mühendislik tasarımı sürecini takip ediyordu...” Ayşe ise etkinliklerde mühendisliği kullanım metodunu şöyle açıklamıştır; “Mühendislik kısmı [öğrencilerden] Seri ve Paralel bağlı devreler de dahil olmak üzere bütün etkinliklerde vardı.” Haluk da etkinliklerde mühendisliği dahil edişinden şöyle söz etmiştir; “Mühendislik 7. sınıf kazanımlarına uygundu ve içinde mühendislik tasarım sürecini içeren etkinliklerdi.” Faik de bu konu hakkında şöyle demiştir; “Mühendislik [öğrencilerin] kendi ürünlerini oluşturduğu en son kısımdadır.” Meral ise bunu şöyle tanımlamıştır; “[Öğrencilerin konu ile ilgili öğrendikleri kavraları mühendislik tasarım sürecine bağlanması çok önemliydi. “

STEM entegrasyonunun odak noktası sorulduğunda ise Berrin, Ayşe ve Haluk mühendislik tasarımı sürecinden bahsetmiştir. Berrin Rüzgâr Türbini etkinliğini bir örnek olarak gösterip şöyle demiştir; “Bence mühendislik tasarımı süreci STEM entegrasyonunu öğretirken oldukça önemli. [Mühendislik tasarım süreci] bizi problem çözmeye götürüyor.” Ayşe ise şöyle düşündüğünü söylemiştir; “Bir sorun için kendinize ait çözümlerinizi sunmak adına mühendislik tasarım sürecini kullanmak STEM [entegrasyonunun] temelidir.” Haluk da şöyle demiştir; “Bence [mühendislik tasarım süreci] öğrenciler için oldukça önemlidir. STEM entegrasyonunu fen deneylerinden ayıran da budur.” Berrin Ayşe ve Haluk, öğrencilerinin mühendislik tasarımı sürecini öğrenmeleri ve bu konuda pratik yapmaları gerektiğine inanmaktadır. Ayrıca öğrencilerinin ezberci öğrenmeye alışık olduklarını, verilen yönergelere uyum sağladıklarını söylemişlerdir. Tam da bu yüzden öğrencilerin kendi fikirlerini kullanmayı ve uygulamayı öğrenerek problem çözmesi gerekiyordu. Bu aynı zamanda öğretmenlerin öğrencilerine kendi düşüncelerini, kendi fikirlerini geliştirmekte yardım etmek istedikleri gerçeğiyle de ilgilidir. Örneğin Berrin şöyle demiştir; “[Öğrenciler] kendi ürünlerini tasarlasınlar, kendi fikirlerini oluşturabilsinler ve yaratıcı olup yaratıcılıklarını kullanıp mühendislik tasarım süreci adımlarını takip edebilsinler diye bazı şeyleri açık uçlu bırakmak gerekir.” Haluk ise şöyle demiştir; “[Öğrencilerin] kendi fikirlerini nasıl oluşturabilecekleri konusunda eğitilmesi gerekiyor. Öğrencilerin çoğu doğru bir cevap olmamasına alışkın değil. Mühendislik tasarım süreci ise kendi fikirlerini kullanarak problem çözme işlemini aşmalarına yardımcı oluyor.”

Öte yandan Faik ve Meral ise görüşmeler sırasında doğrudan mühendislik tasarımından söz etmemiştir. Aksine STEM entegrasyonuna mühendisliği entegre etmenin önemini vurgulamışlardır. Faik'in etkinliklerin başarılı olduğuna inanmasının en büyük nedenlerinden biri, etkinliklere hem fen hem de mühendisliği entegre edilmeye çalışılmış olmasıdır. Şöyle demiştir; Mühendisliğin yönlerini de vurgulayarak dahil edildiği için etkinliklerin başarılı bir STEM entegrasyonu olduğunu düşünüyorum.“ Meral'e gelince, o da mühendisliğin STEM entegrasyonunun bir parçası olduğuna inanmaktadır. Meral STEM entegrasyonunda fen bilgisi ile ilgili temel kavramlar; mühendisliğin entegrasyonu yapma süreci, matematiğin nicelik sağlayan bir araç olduğunu ve teknolojinin de sonunda elde edilen şey olduğunu öne sürmüştür. İdeal bir STEM etkinliği yapabilmek için tüm STEM disiplinlerinin entegre edilmesi gerekmektedir. O da şöyle demiştir; “Bana kalırsa STEM'i tamamen entegre etmek, onu süreç haline getirmektir. “ Bu yüzden STEM entegrasyonu hakkında konuşurken yalnızca mühendislikten bahsetmek için özel bir çaba göstermemiştir.

Ürün odaklı çalışmak ise mühendislik tasarımının içindeki bir başka kavramdır. Öğretmenlerin çoğu STEM entegrasyonunu uygulayarak öğrencilerin fikirlerini gerçek ve somut ürünlere dönüştürmesine fırsat verdiklerine inanıyorlar. Örneğin Berrin bu konuda şöyle demiştir; “[Öğrencilerin] mühendislik türü çalışmalar veya projeler yapması tekrar tekrar pratik yapmaları açısından önemlidir. Bu şekilde fen bilgileri ve matematik hakkında bildiklerini mühendislikle ilgili şeyler yapmak için ve bir şeyler oluşturmak için kullanabiliyorlar. “Ayşe öğrencilerin Elektrik tasarrufu etkinliğinde bir poster oluşturmaları ve sunmaları kısmında test etme kısmını bir mühendislik tasarımı sürecinde gerçekleştirmek yerine tartışma kısmı yapıyoruz ve öğrenciler elde ettikleri verileri tartışıyorlar. Elbette herkesin yaptığı şeyin birbirine benzer olması gerekmiyor. Herkes fikirlerini ve elde ettiği verileri paylaşabilir. “Meral ürün odaklı etkinliklerde çözülmesi gereken bir problem olmasının en can alıcı nokta olduğuna inanmaktadır. Meral için bir STEM entegrasyonu uygulamasında en iyi çözümü bulmak için farklı malzemeleri veya çözümleri test etmek gibi "deneme yanılma" durumları ortaya koyması oldukça önemlidir. Bu konuda şöyle demiştir; “[Bir STEM entegrasyonu için bir ürünü [öğrencilerin] gerçekten fiziksel olarak deneyebileceği şekilde tasarlamaları gerekmektedir. Bu da öğrenmelerini sağlıyor ve bence deneme yanılma yolu çocukların düşünmeyi öğrenmesi gerekiyor. Bence bir şeylere dokunmaları, bir şeylerle oynamaları

ve fikirlerini deneyerek veya farklı malzemelerle deneyler yaparak çözüme ulaşabileceklerini görmeleri gerekiyor.”

**4.5.3.3. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonu İlgili Algıları ve Anlayışlarıyla Sınıftaki Uygulamaları Arasındaki Olası Bağlantılar Mevcut mudur?** Bulgular, mühendislik tasarımı sürecinin Berrin, Ayşe ve Haluk’un STEM entegrasyonu algıları ve uygulamaları arasında benzerlik olduğunu göstermiştir. Bunun sebeplerinden biri, bu öğretmenlerin, öğrencilerinin mühendislik tasarımı sürecine aşina olmadığını düşünmeleridir. Bu yüzden de öğrencilerini adım adım mühendislik tasarımı sürecini kullanacak şekilde yönlendirme ihtiyacı duymuşlardır.

Berrin Rüzgar Türbini etkinliğini bir örnek olarak verip şöyle demiştir; “Mühendislik kısmı kesinlikle mühendislik tasarımı sürecine bağlıydı.” Ayşe’nin görüşü ise şu şekildedir, “Etkinliklerin başarı ile tamamlanması mühendislik tasarım sürecinin tam olarak uygulanmasına bağlıydı.” Haluk’da öğrencilerin bu etkinliklerde başarılı olarak değerlendirilebilmeleri için mühendislik tasarım süreçlerine hakim olmaları gerekir. Berrin Rüzgar Türbini ve Oyuncak araba etkinliğinin özellikle mühendislikle ilgili olduğunu düşünmektedir. Şöyle demiştir, bu iki etkinlikte mühendislik tasarım süreci özellikle vurgulanmaktadır.” Haluk’un da şöyle söylediğine bakılacak olursa STEM etkinliklerini bir ürün ortaya koyma projesi olarak tanımlama fikrinde olduğunu görüyoruz; “Elektrik ünitesi bittiğinde kendinize ait ürünler ortaya koyacaksınız...ve bu ürünler mühendislik bilgilerinizi kullanacağınız fen bilgisi kavramlarınızı uygulayabileceğiniz ürünler olacak.”

Öğretmenler mühendislik tasarımının bir ürün ortaya koyma projesi anlamına gelmediğini anlasalar da öğrencilere bunu ifade edememişlerdir. Örneğin, Berrin şöyle demiştir; “Sanırım çoğu insan STEM hakkında düşünürken akıllarına ürün odaklı projeler geliyor ama bu tür bir projenin STEM için gerekli olmadığını biliyorum. “Buna rağmen etkinlikleri yaparken mühendislik ürün ortaya koymaktır demiştir. Sonuçta öğretmenler genel olarak mühendislik tasarımı uygulamanın STEM etkinliklerindeki amaçlarından biri olduğunu düşünmektedirler. Hepsi de STEM etkinliklerindeki "yapma/ortaya ürün koyma" kısmını vurgulamıştır. Öğretmenler STEM etkinliklerini uygularken ana kavramlardan biri olarak tasarım kelimesini kullanmıştır.

Bu temada da 2 ana nokta ortaya çıkmaktadır. İlk olarak, öğretmenler mühendislik tasarım sürecini STEM entegrasyonunun gerekli bir parçası olarak görmektedir ve mühendislik tasarım sürecini problem çözme ile çok yakından ilişkilendirilmiştir. Son olarak, mühendislik tasarımı öğretmenler için uygulamalı bir etkinlik anlamına gelmektedir. Aslında gerçekten de mühendislik tasarımı burada tüm STEM etkinliklerindeki problemleri çözmek için bir çerçeve görevi görmektedir.

#### **4.5.4. STEM Entegrasyonunun Odağı Yaşam Boyu Kullanılabilecek Beceriler Geliştirmektir**

**4.5.4.1. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonu Uygulamaları Nelerdir?** Gözlem sırasında yaşam becerileriyle ilgili hiçbir şey gözlemlememiş ve algılanmamıştır. Öğretmenlerin görüşmeler sırasında yaşam becerilerinden bahsetmesi üzerine ise gözlem verilerinde geçmişe dönüp öğretmenlerin STEM entegrasyonu uygulamalarında yaşam becerileriyle ilgili ne yapmış olabileceklerini bulmaya çalışılmıştır. Bu sebeple de bu bölümdeki açıklamalar öğretmenlerin sınıflarında yaşam becerileriyle ilgili dolaylı olarak ne yaptıklarına dair algılarına dayalıdır.

Öğretmenlerin görüşünden, bu temalar öğrencilerin kendi fikirlerini uygulamaya geçirmelerine yardımcı olmakla çok yakından ilgilidir. Öğretmenler tüm STEM etkinliklerinde öğrencileri problem çözerken kendi fikirlerini kullanmaya ve farklı çözümler denemeye teşvik etmiştir. STEM etkinliklerindeki problem çözme kısmının, öğrencilerin yanlış olduğunu düşündükleri yöntemlerin bile doğru sonuca çıkabileceğini fark etmelerini sağladığına inanmaktadırlar. Öğrenciler hata yapmanın önemini de fark etmiş oluyorlar. Başarılı olmak için denemeye devam etmeleri ve istemedikleri bir sonuç alacak olsalar bile motivasyonlarının düşmemesi gerekiyor. Bu da öğretmenlerin uygulamalarında özellikle gözlemlenmektedir. Örneğin, Berrin öğrencilerine oyuncak araba tasarlarken çok sayıda farklı fikir oluşturmalarının tamamen doğal ve doğru olduğunu söylemiştir. Ayrıca aynı etkinlikte Berrin öğrencilerine “Oyuncağınızın nasıl hareket edeceğine siz karar vereceksiniz. O yüzden malzemeleri iyi inceleyin ve oyuncağınızın nasıl hareket edeceğine dair kararınızı verin. “Haluk da öğrencilerini Rüzgar Türbini etkinliğinde Türbini nasıl tasarlayacaklarına karar vermeden önce kendilerine sağlanan malzemeleri inceleme konusunda teşvik etmiştir. Şöyle demiştir bu konuda; “Türbini tasarlamaya başlamadan önce malzemelere bakmak isterseniz, Buraya gelip malzemelere bakabilirsiniz. “Rüzgar Türbini etkinliğinin yeniden tasarım kısmında

ise yine şöyle diyerek öğrencilerinin farklı tasarım yöntemleri düşüncelerini teşvik etmiştir; “Belki türbininiz çok dayanıklıdır ama kanatları enerji üretmek için küçüktür. Daha fazla enerji üretecek şekilde tasarımınızda nasıl değişiklikler yapabilirsiniz?” Meral ise öğrencilerini Oyuncak araba etkinliğinde farklı çözümler düşünmeye teşvik etmiştir. Öğrencilerine arabalarını mümkün olan en ucuz şekilde tasarlamaları gerektiğini hatırlatmıştır. Sonra da “En çok düşünen grup genelde daha iyi sonuçlar elde eder” demiştir. Bir diğer örnekte ise. Bir grup öğrenci tasarımlarını bitirdikten sonra Meral'e durumu anlatmış, o da şöyle demiştir; “Şimdi tasarımınızda nasıl değişiklikler yapabileceğiniz konusunda fikir alışverişi yapın.”

Öğretmenler STEM etkinliklerinde öğrencileri denemeye devam etme konusunda cesaretlendirmişlerdir ve böylece öğrenciler de eğer istemedikleri bir sonuç veya durumla karşılaşırlarsa tek yapmaları gerekenin daha fazla denemek olduğunu fark etmiştir. STEM etkinliklerinin gözlemlenmesi sırasında, öğrenciler oldukça heyecanlı ve kendi fikirlerini denemekten korkmuyor görünüyordular.

**4.5.4.2. Öğretmenlerin Genel STEM Entegrasyonu Algıları Nelerdir?** Tüm öğretmenler STEM entegrasyonunun öğrencilerine okul dışında da ihtiyaç duyacakları bazı becerileri öğretebileceğine inanıyordu. Öğretmenler ayrıca bir STEM etkinliğinde öğrencilerinin doğru cevabı değil, daha ziyade en iyi cevabı aradıklarını da bildikleri için akıllarına gelen fikirleri denemeye daha hevesli olduğunu da düşünmektedirler. Haluk, Faik ve Meral, STEM etkinliklerinin öğrencilerinin hatalarına farklı bir gözle bakmalarında özellikle yardımcı olduğunu düşünmektedir. Haluk şunları öne sürmüştür; “Hata/yanlışlarından öğrenmek, öğrenciler için oldukça iyi bir beceri. Eğer bir şey işe yaramıyorsa pes etmeden devam etmek o hatanın üzerine gitmek çok önemli... [Bir STEM etkinliği], [öğrencilere] pes etmemek açısından iyi bir becerisi kazandırmaktadır. “Faik ise şöyle demiştir; “[Öğrenciler] bir şeyler istedikleri gibi gitmeyecek olursa bu durumdan nasıl faydalanabileceklerini fark etmiyorlar. Çocukların en büyük sorunu da bu bence” ve “STEM etkinlikleri öğrencilerin pes etmemenin önemini görmesine yardım ediyor.” Meral de şöyle demiştir; “[Öğrencilerimin] beklemedikleri bir sonuçla karşılaşmaları oldukça normaldir ve bu durumu onlarında fark etmesi normalleştirilmesi son derece önemlidir” ve “öğrencilerimin sürekli fikirlerini denemesini istiyorum. Bu öğrenmelerine yardımcı olan bir süreç. Bunlar öğrencilerin hayatta her zaman işine yarayacağı şeylerdir. Ayşe ve Berrin'e baktığımızdaysa, öğrencilerinin bir problemi

çözemediklerinde hayal kırıklığına uğramış hissettiklerini belirtmişlerdir. Berrin bu konuda şöyle demiştir; “[Öğrenciler] gerçekten hayal kırıklığına uğradı ama gerçekten bir şeyler başarmaya başladıklarında ise hissettikleri başarı duygusu oldukça güzeldi. “ Ayşe de şöyle demiştir; “[STEM entegrasyonu] gerçek hayat gibidir bir problemle baş etmek gibi.” Berrin ve Ayşe STEM entegrasyonundaki problem çözenin, öğrencilerin hayal kırıklıklarına rağmen farklı fikirler kullanarak nasıl çalışacaklarını öğrenmesine yardımcı olduğuna inanmaktadır.

#### **4.5.4.3. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonu İlgili Algıları ve Anlayışlarıyla Sınıftaki Uygulamaları Arasındaki Olası Bağlantılar Mevcut mudur?**

Öğretmenlerin algıları bu temada sınıf uygulamalarına karşılık gelmektedir. Öğrencilerinin çözmeleri gereken bir problem için farklı çözümler arasında düşünmeleri istemektedirler. Sınıf uygulamalarında ise öğretmenler, öğrencilerini bir problemi çözmek için kendi fikirlerini denemeye teşvik etmektedir. Öğrenciler söz konusu problemi gideren ya da ortadan kaldıran bir ürün ortaya çıkardığında dahi farklı fikirler ve çözümler düşünmelerini istemişlerdir. Öğretmenler bir STEM etkinliğindeki mühendislik tasarımı ile yakından ilişkili olan düşünme ve denemenin, öğrencilerine hatalarına daha farklı yaklaşmakta yardımcı olabileceğini düşünüyor. Bu öğretmenlerin umudu ise, STEM entegrasyonunu uygulayarak öğrencilerinin hayatlarında başarısızlık olarak değerlendirdikleri durumlarla baş etmeyi öğrenmesine yardımcı olmaktır.

Genel olarak, öğretmenlerin tamamı da bir STEM etkinliğinin doğal olarak öğrencilerin bir problem çözmeye çalışırken ısrar ve süreklilik sağlamasına yardımcı olan bir öğrenme ortamı oluşturduğunu düşünmektedir. Başarısızlık ve hatalarla baş etmek, eğer gelecekte kariyer olarak bir STEM disiplini seçmezlerse dahi öğrencilerin geliştirmesi gereken önemli becerileridir.

#### **4.5.5. Matematiğin STEM Derslerine Entegrasyonu Zordur**

**4.5.5.1. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonu Uygulamaları Nelerdir?** Tüm katılımcılar matematiğin çok önemli olduğunu ve STEM etkinliğine dahil edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Örneğin Berrin, “[Bir STEM etkinliğinde] fen ve matematik olması gerekir” demiştir. Çünkü öğrenciler fen ve matematik bilgilerini kullanan mühendis gibi çalışıyorlar. “Ayşe de şunları söylemiştir; “Matematik STEM entegrasyonu için oldukça önemli. STEM entegrasyonu matematiksel bir alana da ihtiyaç



duyuyor.” Haluk da STEM entegrasyonunun öğrencilerin gerçek hayatta matematik becerilerini kullanmasına yardımcı olacak fırsatlar sağlayabileceğine inanmaktadır. Şöyle demiştir; “Gerçek hayatta matematik bilgilerini kullanmaları bence çok güzel. STEM [öğrencilere] matematik becerilerini kullanabilecekleri gerçekçi bir durum sağlıyor. “ Meral ise şöyle konuşmuştur; “Sanırım ideal Bir mühendislik uygulması ya da STEM uygulaması Matematiksiz olmaz çünkü matematik bilmezseniz fen ve mühendislikte başarısız olursunuz.”

#### **4.5.5.2. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonuna İlişkin Genel Alguları**

**Nelerdir?** Genel olarak, öğretmenlerin çoğu matematiğin zaten fen bilgisinin içinde olduğunu düşünüyor. Berrin şöyle demiştir; “Fen bilgisi dersinde matematik becerilerini pekiştirmek için bir sürü grafik çizimi ve hesaplama yapıyoruz örneğin yoğunluk konusu gibi... Böylece [öğrenciler] matematiği de kullanabiliyor.“ Ayşe de şuna dikkat çekmiştir; “Matematik doğal olarak fen bilgilerinde var zaten.“ Haluk ise fen ve matematiğin birlikte iyi bir ikili olduğunu ve bu ikilinin de genellikle fizik ve kimya konularında bir arada olduğunu belirtmiştir. Şöyle demiştir bu konuda; “Bir şeyleri ölçüyoruz ve grafikler çiziyoruz. Hesaplamalar yapıyoruz... Böylece [matematik] kısmı bir nevi halledilmiş oluyor. [Matematik], [STEM entegrasyonundaki] nicelik kısmını sağlıyor.“ Meral bu konuyu şöyle ele almıştır; “matematiğin fen bilgisindeki rolü [Öğrencilere], [bir problemin çözümünün] işe yarayıp yaramadığına dair bir fikir verir. [Matematik] bir araçtır. Örneğin, kimyada bir denklemi çözmek veya grafik çizmek gerekir. İşte matematik de burada dahil oluyor.“ Faik ise tüm öğretmenler arasında matematiğe yeni bir anlam katmazsa, matematiği STEM etkinliğine gerçekten de entegre etmemiş olduğunu düşünen tek öğretmendir. Şöyle demiştir; “Özellikle matematik zaten fenin içinde bulunan bir şey. Fende matematiği vurgulamanın pek STEM entegrasyonu olduğunu düşünmüyorum. Bunu yapmış olmanız matematiği gerçekten de konuya dahil etmiş olmuyorsunuz.”

#### **4.5.5.3. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonu İlgili Alguları ve Anlayışlarıyla Sınıftaki Uygulamaları Arasındaki Olası Bağlantılar Mevcut mudur?**

Bu bulgu öğretmenlerin matematiğin önemli bir unsur olduğuna inandıklarını ve STEM entegrasyon derslerinde birleştirdiklerini ortaya koydu. Faik hariç, ders uygulamalarının çoğu STEM entegrasyon derslerinin matematikle, onu bir araç olarak kullanmak gibi çok kısıtlı bir şekilde birleştirildiğini ya da hiç birleştirilmediğini gösterdi. Doğal olarak

Faik'in yanı sıra, öğretmenlerin STEM etkinliklerinde matematiği bir şekilde kullandıklarına dair bir algısı vardı. Dolayısıyla, öğretmenler genellikle matematiğe öğrencilerin STEM entegrasyonunda mühendislik bütçesi hesaplamasına yardımcı olan bir araç olarak yaklaşmıştır.

Bütün öğretmenler matematiği STEM entegrasyonunun önemli bir parçası olarak görse de öğretmenlerin çoğu (Berrin, Ayşe, Faik ve Meral) uygulamalarında matematiği çok az vurguladılar. Matematik kattığını düşünen tek hoca olan Haluk bile STEM entegrasyon derslerine matematik katmayı düzgün yaptığını inanmadı. Bunun bir açıklaması bu öğretmenlerin fen bilimleri öğretmeni olması ve işlerinin matematik değil fen bilimleri öğretmek olması olabilir. Dolayısıyla onlar matematiği STEM entegrasyonunda problem çözme aracı olarak kullanmaya yatkındır. Örneğin Berrin bir STEM entegrasyonunda öğrenciler fen bilgileriyle problem çözebiliyor ve ayrıca matematiği de kullanabiliyor. Bu da aslında fen bilgileriyle problem çözmeye odaklanmamıza neden oluyor demiştir. “Ayşe şöyle demiştir, “Bu bir fen bilimleri dersi. Biz bu kadar sık matematiksel çözümler yapmıyoruz. Dolayısıyla çoğunlukla matematiği bir araç olarak kullanırım.” Haluk: “Bana göre burada biraz matematiğin olması gereklidir. “

Fen bilimlerine matematik katmanın konuya özgü olması başka bir neden olabilir. Dolayısıyla etkinliklerin içerikleri öğretmenlerin derslerine nasıl matematik kattıklarını etkilemiştir. Sonuç olarak gözlemlenen şeyler öğretmenlerin matematiği nasıl kullandıkları hakkında sonuca ulaşmalarında yetersiz olabilir.

Matematiğin bir araç olarak kullanılmasının STEM entegrasyonunda matematiğin katılması olarak görülüp görülememesinin değerlendirilmesi zordu. Bunu değerlendirmek için bir ayrıca STEM etkinliği tasarlarken konunun içeriğini de hesaba katılması gerekir. Örneğin matematiğin katılmasının mantıklı bir yolu onu Rüzgar Türbini aktivitesinde araç olarak kullanmak olabilir. Fakat Biyoloji konularını içeren etkinliklere matematiği katmak zor olabilir. Çoğu fen bilimleri öğretmenine matematiği öğrencilere mühendislik problemini çözmesinde yardımcı olan bir araç olarak kullanmak yeterli göründü çünkü çoğu, öğrencilerden veri toplamalarını ya da grafik yaratmalarını istediklerinde matematiğin doğal olarak fen bilimlerinin içinde olduğuna inanıyordu.

#### 4.5.6. Teknoloji Entegrasyonu

**4.5.6.1. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonu Uygulamaları Nelerdir?** STEM entegrasyonu uygulamalarında teknolojinin entegrasyonu iki farklı yoldan gerçekleşmiştir. Öğrencilerin tasarladığı, teknolojinin ürünü olan ürünler teknoloji entegrasyonunun bir yöntemini temsil etmekteydi. Diğer yandan, öğretmenler ve öğrenciler sonuç ürünlerini inşa etmede ya da araştırma yapmakta onlara yardımcı olacak kurşun kalem, defter, yapıştırıcı, makas ve bilgisayar gibi farklı teknolojiler kullanmaktaydı. Teknoloji, STEM entegrasyonu uygulamalarının tümünde bu iki yoldan biriyle ortaya çıkardı. Örneğin, öğrenciler final posterlerini hazırlamak için bilgisayar kullanmaktaydı. Ancak hiçbir öğretmen, öğrencileri ile kullandıkları veya inşa ettikleri teknolojiyle ilgili açık bağlantılar kurmamıştır. Hiçbir öğretmen öğrencilerine teknolojinin ne olduğunu ve sonuç ürünleriyle nasıl ilişkili olduğunu açıklamamıştır.

Her ne kadar teknoloji tüm STEM entegrasyonu uygulamalarında ortaya çıksa da öğretmenler öğrencilerinin kullandıkları veya inşa ettiği teknolojilerle açık bir bağlantı kurmamıştır. Bu nedenle öğrenciler teknoloji kavramını STEM entegrasyonu dersleri ile bağdaştıramayabilirler. Buna ek olarak, öğrenciler teknolojinin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik arasındaki etkileşimler yoluyla insan hayatını nasıl etkilediğini algılayamayabilirler.

**4.5.6.2. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonuna İlişkin Genel Alguları Nelerdir?** Öğretmenler, STEM entegrasyonu dersindeki teknolojiyi, bilgisayarları ve diğer dijital cihazları ya da öğrencilerin STEM entegrasyon projeleri için oluşturdukları ürünleri ya da hepsini birlikte entegre etmek olarak değerlendirmişlerdir. Öğretmenler teknoloji entegrasyonu hakkında konuştuklarında çoğu (Berrin, Faik ve Meral) otomatik olarak bilgisayarlardan veya akıllı tahtalar gibi diğer dijital cihazlardan bahsetmişlerdir. Diğer bir deyişle, “yüksek teknoloji” STEM dersleri için uygun gördükleri teknoloji olmuştur. Berrin, “[Elektrik ünitesinde] teknolojiye ayrılan bölüm bilgisayar ortamında PowerPoint kullanarak hazırlanan öğrenci sunumlarında karşımıza çıkar... Şimdi okulumuzun daha fazla teknolojiye erişimi söz konusu. Tabletler ve internet kaynaklarını kullanmaya başlamak bizim için daha kolay hale geldi” demiştir. Her ne kadar Haluk, teknolojiyi yaygın olarak kullandığını söylese de teknoloji hakkında konuşurken farkında olmadan tablet bilgisayarları ima etmiştir. Demiştir ki, “Okulumuzda kullanabileceğim, bilgisayar gibi, yeterli teknolojik kaynaklar bulunmamaktadır” ve eklemiştir, “Tablet gibi

yeterli bir teknolojik kaynağımız olsaydı, onları kullanmak isterdim.” Faik, teknoloji olarak sürekli bilgisayarlardan bahsetmiştir. Öğrencilerinin, araştırma ve sunumlarını tamamlamak için bilgisayarları ve internet kaynakları nasıl kullandığı hakkında konuşmuştur. Meral, teknolojinin öğrencilerin oluşturmak istediği aletler olduğuna inanmaktadır. Bu tip bir teknoloji algısı Ayşe’de de bulunmaktadır. Ayşe, “Teknoloji ile ilgili olarak, [öğrencilere] kendi ürünlerini oluşturmalarını söylediğimde ortaya çıkardıkları ürün bir teknoloji halini almıştır” demiştir.

#### **4.5.6.3. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonu İlgili Alguları ve Anlayışlarıyla Sınıftaki Uygulamaları Arasındaki Olası Bağlantılar Mevcut mudur?**

Teknolojinin entegrasyonu hakkında konuşurken, öğretmenlerin tümü teknolojiyi bilgisayar, dijital cihazlar ya da öğrencilerin STEM entegrasyonu için oluşturdukları ürün ya da bunların tümü olarak değerlendirmekteydi. Teknolojiyi bilgisayarlar veya dijital cihazlar düzeyine indirgeyen öğretmenler, sınırlı kaynaklar nedeniyle teknolojiyi entegre etmenin zor olduğuna inanmaktaydı. Örneğin, Faik ve Haluk, kullanmak için yeterli kaynağa (bilgisayar) sahip olmadıklarını bu durumun ilerde uygulayacakları STEM entegrasyonunda problem olabileceğini ifade etmişlerdir. Öte yandan, teknolojiyi STEM entegrasyonu derslerinde oluşturulan ürün olarak gören öğretmenler, teknolojiyi bilgisayarlar veya dijital cihazlar olarak gören öğretmenlerden daha geniş bir görüşe sahipti. Öğretmenler, teknolojiyi STEM entegrasyonu derslerine nasıl entegre ettiklerini ifade ederken, bu “teknoloji öğrencilerin yarattığı sonuç üründür” görüşüne sahip olmalıdır/olabilir. Ancak, yalnızca Ayşe ve Meral, bunu STEM entegrasyonu derslerinde entegre bir teknoloji olarak algılamıştır. Teknolojiyi sonuç ürün olarak entegre etmek STEM entegrasyonunun algı ve uygulamalarının yanlış sıralanmasıdır.

#### **4.5.7. STEM Entegrasyonunda Ortaya Çıkmış Zorluklar**

Bu temada ise Öğretmenlerin STEM etkinliklerini uygularken karşılaştığı zorlukları ele alacağız. Bu tema, diğerlerinde olduğu gibi örüntüleri takip ederek sunulmamıştır çünkü bu temada özellikle öğretmenler STEM etkinliklerini uyguladıktan sonra karşılaştıkları zorluklar veya sorunlar ele alınmıştır. Bu tema öğretmenlerin algılarıyla ilgidir. Bu tema tüm öğretmenlerin STEM etkinliklerini uyguladıktan sonra yansıttıkları kullanılarak ilerleyecektir.

Öğretmenlerin STEM etkinliklerini uyguladıktan sonra bahsettiği, özellikle STEM entegrasyonu ile ilgili dört problem bulunmaktadır. İlk olarak, öğretmenlerin çoğu (Berrin, Ayşe, Haluk ve Faik), öğrencilerinin STEM konularındaki yeterliklerinin, STEM etkinliklerini nasıl tasarlayıp uyguladıkları üzerinde çok büyük bir etkisi olduğunu düşünmektedir. Berrin, Ayşe ve Haluk özellikle öğrencilerinin STEM etkinliklerini anlamak ve tamamlamak için ne kadar desteğe ihtiyacı olduğunu belirlemekle ilgili endişe duymaktadır. İkinci olarak, tüm öğretmenler enerji, kuvvet, hız gibi bazı fen bilgileri ünite/konularının STEM entegrasyonu ile kullanmak için kolay konular olduğuna inanmaktadır. Berrin ve Faik gibi bazı öğretmenler ise madde veya kimya gibi bazı fen ünitelerinin/konularının pek kolay olmadığını düşünmektedir. Üçüncü olarak ise öğretmenlerin çoğu (Berrin, Ayşe ve Haluk), STEM etkinliğindeki eğlence kısmının öğrencilerin öğrenmesi gerekenleri gölgede bıraktığından endişelenmektedir. Son olarak, zaman ve kaynaklar da öğretmenlerin STEM etkinliklerini nasıl uyguladıklarını etkileyen çok büyük sorunlardan biriydi.

#### **4.5.7.1. Öğrencilerin yeterlikleri**

Öğretmenler, öğrencilerinin matematik ve teknoloji gibi alanlardaki yeterliklerinin STEM etkinliğindeki öğrenme durumlarını etkilediğini düşünmektedirler. Örneğin, Berrin şöyle demiştir; “Eğer [öğrenciler] araştırma yapmak için bilgisayar kullanacaksa, bunu açıklamak için çok fazla zaman harcamam gerekiyor. Bazende bunu yapacak zamanım olmuyor.” Ayşe de şöyle demiştir; “Bence [STEM entegrasyonu] öğrenciler için gerçekten zor olan matematik becerilerini kullanmalarını sağlıyor. Bence çocuklardan bazılarının yeterli matematik geçmişi yok.” Haluk ise şöyle demiştir; “Bazen bazı öğrenciler için önlerindeki basit matematik işlemleri olsa bile sürekli çaba harcamam gerekiyor.” Bu endişe ise aslında öğretmenlerin STEM etkinliklerini öğrencilerin mevcut bilgileri arasında bağlantı kurmasını istemesi ile ilgili. Bu endişe aynı zamanda ürün odaklı bir STEM etkinliği ile bağlantılı olabilir çünkü öğretmenler öğrencilerinin mevcut bilgilerini yeni bir ürün tasarlamak için kullanmalarını istiyor.

Ayrıca öğretmenler öğrencilerinin hala problem çözme sürecini öğrenmeye devam ettiğine inanmaktadır. Ayrıca STEM etkinliklerini tamamlayabilmeleri için öğrencilerine ne kadar rehberlik yapmaları gerektiği konusunda da endişeleri var öğretmenlerin. Berrin şöyle demiştir;

“Öğrenciler hala öğrendikleri tüm bu bilgileri ne isteyip ne yaptıklarıyla bağdaştırmaya çalışıyorlar. İhtiyaçları olan tüm teorik bilgileri doğrudan öğretmem gerekiyor.” Ayşe ise şunları belirtmiştir; “[STEM entegrasyonu], [öğrenciler] tam olarak hangi aşamada olmaları gerektiğinden emin olmadığı için biraz karmaşık bir hal alıyor... Böyle bir etkinliği tanıtırken daha çok yardımcı olmak zorunda kalıyorum.” Haluk ise şunları söylemiştir; “[Öğrenciler] çok fazla yönlendirmeye ihtiyaç duyuyor. Bana STEM entegrasyonu için ne yapabileceğimiz kısmen de olsa öğrencilerinizin ne durumda olduğuna bağlı gibi geliyor” ve “öğrencilerimin etkinlikleri tamamlamaları için çok fazla yardıma ihtiyaçları olmuştu.

Öğrencilerin yetenekleriyle alakalı bir başka endişe de bazı öğretmenlerin (Ayşe ve Faik), bazı öğrencilerin STEM etkinliklerini tamamlamak için diğerlerinden daha fazla zamana ihtiyaç duyduğuna inanmasıdır. Bu da planlama yapmayı öğretmenler için çok daha zor bir hale getirmiştir. Ayşe şunları dile getirmiştir; “Etkinlikleri çok fazla öğrenci erken bitirip yapacak bir şeyi kalmasına fırsat bırakmadan uygun bir hızla sürdürmek benim için çok zor.” Faik de şöyle demiştir; “[Öğrenciler] zamanı farklı kullanıyorlar. Onlara "Hızlanın, çok geride kaldınız." demek ise fazlasıyla zor. Bazıları zamanlarını hiç iyi kullanamıyor. Bazı öğrenciler ise ne yapacaklarından bihaber.”

#### **4.5.7.2. STEM Entegrasyonu Üniteye Uygun Olmalı**

Öğretmenler, STEM entegrasyonu kapsamı için bazı fen bilimleri öğelerinin daha yardımcı olduğuna inandılar. Örneğin Berrin şöyle demiştir.

*Biyoloji konularından ziyade güç, hareket ve enerji gibi fizik konularında STEM entegrasyonu yapmak daha kolaydır.” Haluk dedi ki “STEM entegrasyonunu fizik üniteleri hariç kullanabilir miyim, bilmiyorum.” Bazı öğretmenler için STEM entegrasyonunu uygulamak, STEM entegrasyonunu ve fen bilimleri içeriği uyumunu nasıl yapacaklarına bağlı bir karardır.*

Bu çabanın olası açıklamalarından biri, Fen bilimleri ve mühendislik, onların birleştirmeleri gereken iki önemli elementtir. Ortaya ürün koyulmasının mümkün olmadığı üniteler, öğretmenlerin STEM entegrasyonu yapmanın zor olduğunu düşündüğü mühendislik tasarımıyla kolayca birleşmeyebilir. Fen bilimleri içeriğinin yanı sıra farklı konular ve farklı branşlar da STEM entegrasyonu uygulanmasında farklı zorluklarla karşılaşılmasına sebep verdi. Örneğin Berrin önceden Biyoloji öğretmenliği mezunu idi.

STEM entegrasyonunu fizik konularında kullanmanın biyoloji konularında kullanmaktan daha kolay olduğunu düşünmüştür.

#### 4.5.7.3. Eğlence ve Öğrenme

Genel olarak STEM etkinlikleri karmaşıktı. Öğrenciler gruptaki arkadaşlarıyla tasarımları hakkında konuştular, sınıf etrafında ürünlerini test etmek için dolandılar ya da boş boş zaman harcadılar ve yapmaları gereken hiçbir şeyi yapmadılar.

STEM entegrasyon derslerindeki çelişkili konulardan biri eğlence faktörüydü. Berrin, Ayşe ve Haluk STEM entegrasyonunun öğrencileri ürünlerini yapmakla meşgul ettiğini vurguladı. Fakat öğretmenler bu eğlence kısmının, öğrencilerin STEM entegrasyon dersinin tamamlamak için gereken öğrenmelerini gölgede bıraktığını düşünüyorlardı. Berrin [öğrencilerin] [STEM etkinliklerini] sevdiğini söyledi. Bir nedenden dolayı, motive olmalarına rağmen o günlük kısımlarını yapmamışlardı” ve “[görüşlerini ve notlarını] yazmazlarsa o gün neler öğrendiklerini bilemezdim.” Detaylıca düşünmeden parçaları bir araya getirmeye çalıştıklarını düşündüm.” Ayşe [öğrencilerin] fikirlerini detaylıca düşünerek, dikkatli ve yavaş bir şekilde gitmek istemediğine inanmıştı. “Ürünlerinin güçlü ve zayıf yanları hakkında konuşmak istemiyorlar... ürünlerini bir an önce bitirmek ve ürünlerini diğer grupla kıyaslamak gibi kısımları seviyorlar.” Haluk, en büyük [zorluğun] [öğrencilere] düşüncelerini yazdırmak gibi eğlenceli olmayan kısmı yaptırmak olduğunu belirtti. “Ölçme kısmı onlar için eğlenceli değil. Dolayısıyla o kısımda çok yarımymalak iş yapıyorlar.”

#### 4.5.7.4. Zaman ve Kaynaklar

Öğretmenlerin STEM etkinliklerini uygulamaları için zaman büyük bir sorundu. Ayşe STEM entegrasyonu için düzenli derslerinden daha çok zamana ihtiyacı olduğunu belirtti. Benim için zaman hep bir zorluktur. [Öğrencilerin] benim onlardan beklediğimden daha çok zamana ihtiyacı olabilir, dedi. STEM entegrasyonu yapmak için daha da çok zaman gerekir.” Berrin, Haluk ve Meral STEM entegrasyon derslerini planlarken ders için ne kadar zaman gerekeceğini gerçekten düşünmek zorunda kaldıklarını özellikle belirttiler. Haluk ve Meral STEM entegrasyon dersleri için daha fazla zamanları olsaydı dersi daha kapsamlı hale getirebileceklerini ifade ettiler. Haluk şunu dedi, “Bir proje yapmak için 3 ayımız yok. Bence bu zaman kısıtlaması büyük bir problem. Çok kısa zamanda bir şey tamamlamanın öğrenciler için mantıklı olduğu bir

projeye ihtiyacımız var” ve bir ders için bir buçuk ya da iki saatimiz olsaydı daha büyük düşünebilirdik.” Meral bu konuda şunu belirtti, “Zaman büyük bir etken. Ben teorik olarak daha fazla içerik vermek isterdim ama bunda, Zaman en büyük sorun.”

Öğretmenler aynı zamanda teknolojinin ve materyallerin STEM derslerini nasıl değiştirebileceği hakkında konuştular. Berrin ve Haluk teknolojiyle alakalı konuları açıkladı. Berrin: “Bence STEM entegrasyonunda yaptığım en zor kısım teknoloji parçasıydı, çünkü okulumuzda çok malzeme yok.” Haluk: “Okulumuzda kullanabileceğim yüksek teknoloji kaynakları yoktu.” Meral materyallerin STEM etkinliklerinde yapmak istediklerini etkilediğinden özellikle bahsetti. Meral bu tarz etkinlikler için “Materyaller her zaman bir sorundur. Ulaşımı kolay ve kolayca kullanılacak materyallere ihtiyacım var.”

#### **4.6. Fen Bilgisi Öğretmenlerinin STEM Entegrasyonu Sağlamaları Konusunda Öz-Yeterlik Algıları Nedir?**

Yapılan görüşmeye göre beş öğretmenin hiçbiri STEM entegrasyonu konusunda herhangi bir deneyime sahip değildi. Bu konuda Haluk, "Daha önce STEM etkinliklerini incelemiştim ama bunların fen deneylerinden farkının ne olduğunu anlamamıştım" demiştir. Diğer katılımcılar ise STEM entegrasyonu hakkında yanlışları olduğunu veya STEM entegrasyonu ile ilgili bilgi ve anlayışlarının sınırlı olduğunu belirtmişlerdir. Örneğin Berrin “Daha önce öğrencilerime mancınık yaptırmıştım bunun STEM etkinliği kapsamında değerlendirilip değerlendirilmeyeceğini bilmiyordum” demiştir.

STEM entegrasyon eğitimi almanın ve sınıfta uygulamanın öğretmenlerin daha önce kullandıkları öğretim uygulamalarını iyileştirmeye dönük güven ve yaklaşımı değiştirip değiştirmediği konusunda tüm öğretmenler özgüvenlerinin arttığını belirtmiştir. Uygulama sonrası özgüven ve yaklaşımla ilgili öz yeterlik sorusunun neticesi olarak iki tema ortaya çıkmıştır. İlk tema güven seviyeleriyle ilişkilidir. Beş öğretmenin tamamı güven düzeylerinin önemli ölçüde geliştiğini doğrudan ifade etmiştir. Faik, "Başlangıçta çok tedirgin olmama rağmen özgüvenim arttı. Daha önce STEM ile ilgili hiçbir şey bilmiyordum. İyi bir eğitim ile ve sınıftaki uygulama deneyimlerim sonucunda artık yapabilirim gibi hissediyorum " demiştir. Diğer katılımcılar da benzer düşüncelere



sahip olup STEM entegrasyonu konusunda kendilerini daha bilgili hissettiklerini belirtmişlerdir.

İkinci tema ise, iş birliği olmuştur. Dört katılımcı, kendi okullarında görev yapan diğer öğretmen ile görüş alışverişinde bulunmalarının STEM entegrasyonu uygulamalarındaki başarı ve rahatlık düzeyine yaptığı etkiyi paylaşmıştır. Haluk, "STEM entegrasyonu ile ilgili Faik ile görüş alışverişinde bulunmamız beni rahatlatıyordu " demiştir. Benzer şekilde Meral " STEM'i daha etkili kılmak için Berrin'le sürekli konuşuyorduk." demiştir.

Öğretmenlerin STEM entegrasyonunu etkili bir şekilde uygulayabilme becerilerine ilişkin genel algılarına bakıldığında. Başarma deneyimiyle ilgili bir tema ortaya çıkmıştır. Eğitim öncesinde katılımcılar STEM entegrasyonu hakkında ve dolayısıyla onu öğretme yetenekleriyle ilgili yanlış düşüncelere sahip olduklarını ifade ettiler. Meral, "Tüm bunların STEM'e nasıl uyum sağladığını anlamıyordum. STEM'i öğrencilerime, özellikle akademik başarısı düşük olanlara nasıl uyarlayabileceğimi bilmiyordum" demiştir. Faik "Bunları zaten bizim daha önceden yaptığımız şeyler olarak düşünmüştüm ama STEM'in ve entegrasyonun ne olduğunu tam olarak anladım" demiştir.

Öğretmenlerin tamamı, Eğitim aldıktan sonra STEM entegrasyonu sağlama yetenekleri hakkındaki algılarının değiştiğini söylemiştir. Öğretmenlerin tamamı bunun iyi bir deneyim olduğunu ve STEM entegrasyonunu daha iyi anlamalarında kendilerine yardımcı olduğunu belirtmiştir. Haluk "Bu eğitim ve sınıf içi uygulamalar bana yapabilirim duygusunu hissettirdi. Bunu yapabilecek beceri sahibi olduğumu hissettirdi." demiştir. Bandura'ya (1997) göre başarma deneyimleri yeterlik bilgisinin en önemli temelini oluşturmaktadır, çünkü bu tür deneyimler bir kişinin başarılı olmak için gerekenleri yapıp yapamayacağını en gerçekçi kanıtını sağlamaktadır. Başarı, kişinin kendi yeterliğine dair güçlü bir inanç oluştururken başarısızlıklar bu inancı zayıflatmaktadır, özellikle de başarısızlıklar bir yeterlik duygusu tesis edilmeden önce gerçekleşirse.

STEM entegrasyon eğitiminin ve sınıf içi uygulamalarının hangi kısımlarının, STEM entegrasyonu ve bunu öğretme yetenekleri konusundaki anlayışlarında en etkili olduğu sorulduğunda, yanıtlar değişiyordu. Araştırmacı tarafından genel bir tema

belirtilmedi. Katılımcılardan Ayşe'ye göre, sınıf içi gözlemler bu konuda çok önemli olmuştur. Dört öğretmen ise meslektaşları ile olan iş birliğinin en faydalı bileşen olduğunu düşünüyordu. Berrin, "Birbirimizden çok şey öğrendik. Etkinliklerle ilgili Meral'le sürekli konuşuyor sınıf içi uygulamalarımız hakkında fikir alışverişinde bulunuyoruz" demiştir.

Uygulamalar sonrasında katılımcılara sınıflarında STEM entegrasyonu uygulama olasılıkları soruldu. Bu sorunun sonucu olarak tek bir tema ortaya çıktı. Öğretmenlerden Ayşe ve Faik STEM entegrasyonu uygulama ihtimallerinin çok yüksek olduğunu söyledi. Ayşe bu konuda şöyle demiştir. "Bundan sonraki derslerimde STEM uygulamalarına sıklıkla yer vereceğim" dedi. Faik ise "Sınıflarımda STEM entegrasyonu artık benim öncelikli hedefim. Daha çok STEM entegrasyonu daha bilinçli öğrenci" demiştir. Meral, Haluk ve Berrin müfredattaki yoğunluktan ve zamanın yetersizliğinden şikâyet etseler de sınıflarında STEM entegrasyonu uygulayacaklarını söylemişlerdir. Haluk bu konuda "STEM entegrasyonu yenilikçi bir nesil için son derece gerekli uygulama. Şartlar zor olsa da (zamanın yetersizliği, müfredat yoğunluğu gibi) sınıflarımda uygulama yapmaya ve bu konudaki gelişmeleri takip etmeye devam edeceğim" Berrin ise "Artık olayın özünü tamamen anladım zamanım az olsa da muhakkak bu tarz uygulamalar yapacağım" demiştir. Meral bu konudaki fikirlerini şöyle ifade etmiştir. "Sınıflarımda STEM entegrasyonunu elbette uygulamak isterim yeter ki müfredat sadeleşsin."

Araştırma çalışmasının başında öğretmenlerin çoğu STEM'in ne olduğunu bilmiyor veya anlamıyordu. Çalışmanın sonunda ise katılımcılar STEM hakkında bilgi sahibi olduklarını ve önemini anladıklarını belirttiler.

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

#### 5.1. Tartışma ve Sonuç

Öğrencilere, STEM disiplinleri kavramlarını öğrenmeleri ve aralarında tutarlı bağlantılar kurmaları için entegre yaklaşımlarla öğretim yapmaya ihtiyaç vardır. STEM entegrasyonu, öğrencileri karmaşık bir dünyaya daha iyi hazırlayabilir. (Morrison, 2006). Bu çalışmanın nicel boyutundan elde edilen sonuçlar, STEM entegrasyonunun ortaokul sınıflarındaki öğrencilerin Fen ve Mühendislik disiplinlerine yönelik tutumlarını artırmakta başarılı olduğunu ortaya koymuştur. Dahası, bu çalışma ortaokul sınıflarında STEM uygulamaları için umut verici sonuçlar vermiştir. Ortaokul yılları, öğrencilerin STEM tutumlarında dinamik bir değişim zamanıdır. Bu dönemlerde sınıflarda gerçekleştirilen STEM entegrasyonu öğrencilerin STEM disiplinlerine karşı olumlu tutum sergilemelerine imkan sağlamaktadır. (Anderman ve Maehr, 1994; Morell ve Ledermann, 1998). Bu nedenle, STEM entegrasyonunun öğrencilerin fen ve mühendislik tutumlarında olumlu bir etkiye sahip olması beklenmedik bir durum değildir.

Bu çalışmanın nicel boyutundan elde edilen sonuçlar STEM Entegrasyonu sağlanan sınıflarda öğrenim gören öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelik olumlu tutum göstermeleri hususunda diğer çalışmalarla paralellik göstermektedir. (English ve ark., 2011; Kendricks ve diğerleri, 2013; Ralston ve diğerleri, 2013; Sadler ve ark., 2012; Carroll, 2014; Dejarnette, 2012; Watters ve Diezmann, 2013) Ortaokul sınıflarında STEM entegrasyonu sağlanması, öğrencilerin STEM disiplinleri konusundaki tutum ve ilgi alanlarını genişletmektedir. (Tseng, Chang, Lou ve Chen (2013) STEM'e entegre edilmiş proje tabanlı öğrenme etkinliklerinin özellikle mühendisliğe karşı tutumlarının önemli ölçüde değiştirdiğini bulmuşlardır. Son testte olumlu tutum açısından en çok mühendislik, ikinci olarak fen, üçüncü olarak teknoloji ve son olarak matematik şeklinde sıralandığını belirtmişlerdir. Bu araştırma da STEM entegrasyonunun öğrencilerin mühendislik tutumları üzerinde etkili olması ile, en az gelişen tutumun matematiğe ait olması açısından ilgili araştırmayı desteklemiştir. Saad (2014) 8. sınıf öğrencilerine uyguladığı araştırmada, kız öğrencilerin matematiğe ve fene karşı ilgisinde artış gösterdiğini; erkek öğrencilerin fene karşı ilgisinde artış olduğu, fakat matematiğe karşı ilgisinde ise artış olmadığı sonucuna varmışlardır. Bu araştırma da fene karşı tutumda artışa karşın

matematikte gelişme olmaması sonucunu destekler niteliktedir. Öğrencilerin fen ve mühendisliğe yönelik tutumlarında meydana gelen anlamlı değişim öğretmenlerin tamamının fen bilgisi öğretmeni olmaları, STEM uygulamalarında mühendisliği vurgulamak istemeleri ve öğretmenlerin tamamının teknoloji ve matematiği STEM entegrasyonunda mühendislik ve feni öğretmede yardımcı araçlar olarak görmelerinden kaynaklı olabilir.

STEM tutumları kariyer seçimini etkilediğinden (Atwater ve ark., 1995) STEM tutumları ve STEM kariyeri seçme arasındaki ilişki daha da önem kazanmaktadır ve STEM tutumlarıdaki önemli artışlar öğrencilerin STEM kariyerlerine olan ilgi ve tercihinde artış sağlayacaktır. STEM kariyer tercihindeki bu artış ülkemizin STEM yetenek havuzunu artıracak, bunun neticesi olarak geleceğin güçlü ekonomik yapısını tesis edecektir.

STEM tutumlarındaki değişimleri üzerinde öğretmenlerin etkisi de beklenmedik bir sonuç değildir (Colbeck, Cabrera, ve Terenzini, 2000; Gibson ve Chase, 2002). Öğretmenlerin uyguladıkları öğretim etkinlikleri öğrencilerin derse karşı olumsuz tutumlara sahip olmasını neden olabilir (Cochran-Smith, 2004). Öğretmen kalitesi ve etkinliği öğrencilerin eğitimsel deneyimlerini herhangi bir diğer unsurdan daha fazla etkilemektedir (Bursal ve Paznokas, 2006). Hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin tutumları STEM başarısını etkiler (Paulson, 2012). Çalışmanın nicel boyutunda elde edilen sonuçlarda öğretmenlerin ortaokul öğrencilerinin STEM tutumlarının değişme oranını etkilediğini ortaya koyulmuştur. Meral öğretmenin öğrencilerinin diğer öğretmenlerin öğrencilerine oranla mühendislik tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür. Bu öğretmenin STEM entegrasyonu uygulamalarında mühendisliğe fazla vurgu yapmaması ile ilgili olabilir.

Çalışmanın nicel boyutunda elde edilen diğer bir sonuç ise cinsiyetin ortaokul öğrencilerinin STEM tutumlarındaki değişimi etkilemediğini ortaya koymuştur Degenhart (2005), Yedinci sınıflardaki kız öğrencilerinde fen bilimleri alanlarında yüksek kariyer hedeflerine sahip olduğunu, ortaya koymuştur. Söz konusu çalışmanın bulguları, cinsiyet temelli bir bilim insanı olma ve STEM alanlarına yönelik tutumun cinsiyet açısından anlamlı bir farklılığın olmadığını göstermektedir. Ayrıca araştırmacı bu çalışmada 7. sınıf öğrencilerinin buldukları yaş grubu itibarıyla cinsiyet değişkeninin tutumlar üzerinde etkili olmadığı, farklılaşmanın daha ilerki dönemlerde

toplumsal yaşantılar yoluyla olabileceğini vurgulamıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ve öğrencilerin sınıf düzeyinin aynı olması paralellik göstermektedir.

Önceki araştırmalar, öğretmenlerin öz-yeterlik algılarının öğretmenlerin konuları etkili bir şekilde öğretmesini etkilediğini ve konulara yüzeysel olarak öğretilmesine neden olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle, öğretmenin kendini yetersiz görmesi öğretmenin etkililiğini azaltabilir (Nadelson ve diğerleri, 2012; Sowell ve ark., 2006; Watt ve ark., 2007). STEM entegrasyonunda öğretmen yeterliği, öğretme motivasyonu ve öğrenci öğrenimi arasındaki bağlantı, STEM içeriğini ve müfredatını öğretmek için öğretmenlerin kapasitelerini artırma noktasında önemli nedenler sunmaktadır (Nadelson ve ark., 2012; Watt ve ark., 2007).

Ledbetter (2012), öğretmenlerin sınırlı içerik bilgisi, öğretmenlik mesleğine yönelik olumsuz tutumları ve düşük öz-yeterlikten kaynaklanan sorunlarına rağmen, kaliteli öğretmenlerin STEM okuryazarlığı başarısına ulaşmada öğrenciler için kilit bir role sahip olduğunu önermektedir. Dahası, bu çalışmanın bulguları, öğretmenlerin bildikleri ve rahat oldukları içeriği öğretirken daha etkili olduklarını keşfeden önceki araştırmalarla tutarlıdır (Brown ve ark., 2011; Haachlander ve Yanofsky, 2011; Howell ve Costly, 2006; Stansbury, 2011). Araştırmacı ayrıca, bu bulguları, kendi kendine yeterlik duygusuna sahip kişilerin çabalarını daha iyi başardıklarını ve yeni projeler denediğinde daha mutlu olduklarını ifade eden Bandura'nın (1997) kuramıyla uyumlu hale getirmiştir.

Birden fazla faktör, öğretmenlerin öz-yeterlik algısını etkiliyor olabilir. Dünyanın birçok yerinde, öğretmenlerin STEM müfredatında kendilerini yetkin veya güvende hissetmeleri için fırsat ve teşvik eksikliği bulunmaktadır (Brown ve diğerleri, 2011). Ulusal Araştırma Merkezi (2011), okullarındaki eğitimcilerin üçte ikisinin öğrencileri, STEM eğitime öğrencilerin ilgisini çekmeye teşvik etmek için sık sık yapılan çağrılara rağmen, öğrencileri ikincil STEM alanlarına ilerlemeye hazırlayacak kadar hazır olmadığı veya kendine güvenmediğini belirtti (Balmer, 2006; Breiner ve diğerleri, 2012; Lacey ve Wright, 2009; NRC, 2011). Özellikle, ortaokul düzeyinde, STEM öğretmek, öğretmenlerin çoğunluğundan farklı bir bilgi ve beceri tabanına ihtiyaç duymaktadır. (Epstein ve Miller, 2011).

Tartışmanın bu bölümü ise, fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu algıları ve sınıf uygulamalarının önceki araştırmalar ile nasıl bir ilişki içinde olduğu ve okul ortamında STEM entegrasyonunu iyileştirmek için çalışan eğitimciler ve araştırmacıların etkileri hakkında anlamlı bir tartışma oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu modelleri araştırmacı tarafından STEM entegrasyonun kalitesini belirlemek açısından ele alınmamış, öğretmenlerin güncel bilgi, algı ve tutumlarını ve STEM entegrasyonu uyguladıkları sınıf içi uygulamalarını daha iyi anlamak açısından irdelenmiştir. Burada geliştirilen, fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonuna yönelik zihinsel modeli, eğitimcilere ve araştırmacılara, STEM eğitiminin mesleki gelişim ve eğitim programları için tasarlanmasının yönü ve gerekliliği konusunda bilinçli kararlar vermeye yardımcı olan ve faydalı bilgiler sunan bir referans niteliğindedir.

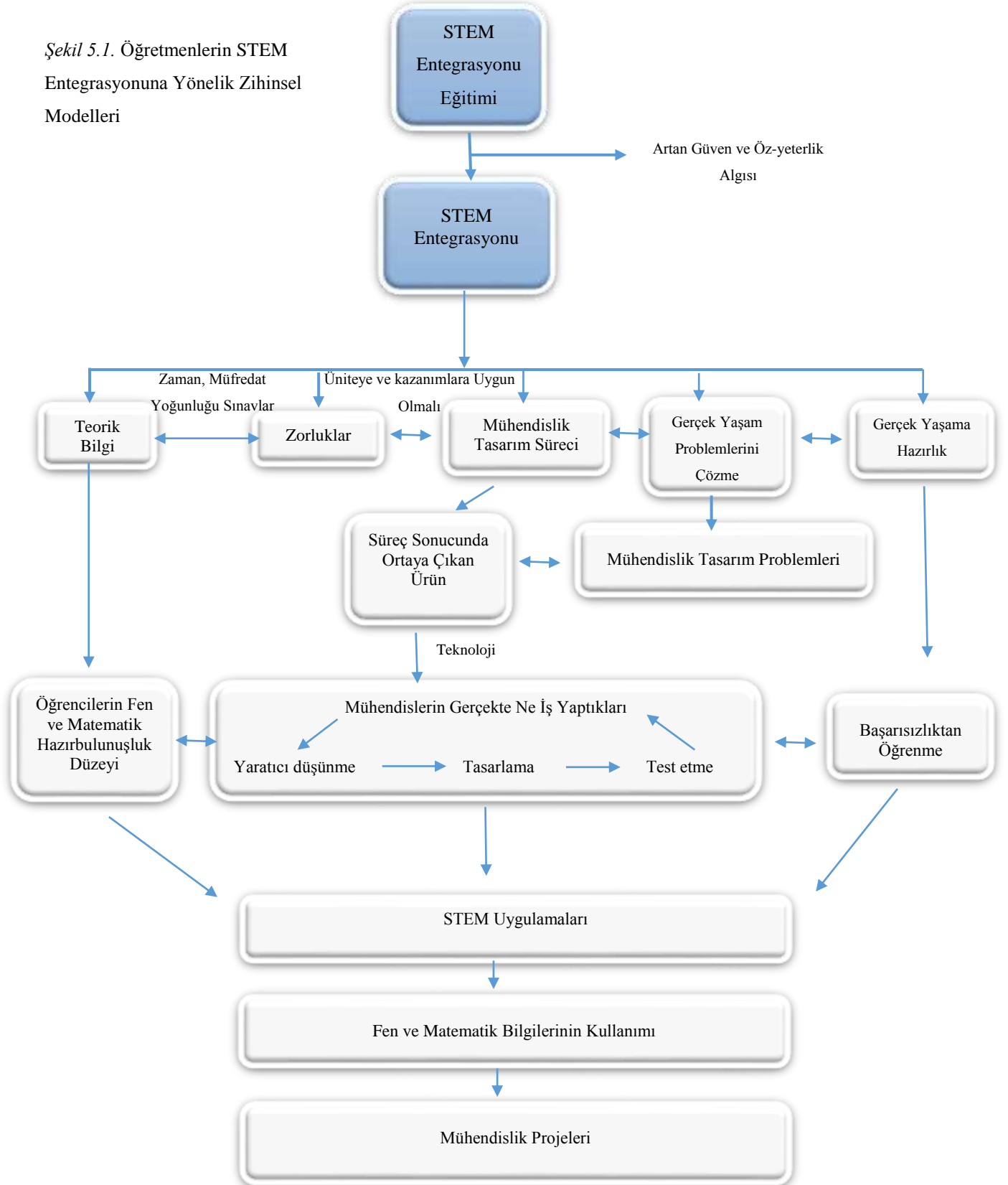
### **5.1.1. Fen Bilgisi Öğretmenlerinin STEM Entegrasyonuna Yönelik Zihinsel Modelleri**

Beş öğretmenin STEM entegrasyonu algılarını ve sınıf uygulamalarını inceleyen bu bölüm öğretmenlerin algı ve uygulamalarını temel alarak bir model oluşturmayı ve modeli mevcut literatür ile paralel hale getirmeyi amaçlamaktadır.

STEM entegrasyonu nedir? Bu çalışmanın sonuçları, öğretmenlerin STEM entegrasyonunun STEM disiplini sayısının bir derse entegrasyonu üzerinden tanımlanamayacağına inandıklarını ortaya koymaktadır. Aksine, STEM entegrasyonunun, öğrencilerin mühendislik tasarımını kullandıkları ve fen ve/veya matematik bilgilerini kendi fikirlerini test etmek için uyguladıkları ve karşılaşılan yeni durumlarda bir problemi çözmek için farklı çözümler üretebildikleri bir ortam sağladığına inanmışlardır. Öğretmenler fen ve mühendisliği STEM entegrasyonunun en önemli yönleri olarak gördüklerini ifade etmişlerdir. Matematik ve teknoloji, Fen veya mühendislik için bir problemi/sorunu çözmekte kullanılan ikincil araçlar olarak değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada öğretmenlerin STEM entegrasyonu ile ilgili düşüncelerini etkileyen birincil etkenler bölüm 4.6’da sunulan 5 tema ile temsil edilmiştir. 1) STEM entegrasyonunun odağı gerçek yaşam problemlerini çözmedir, 2) STEM entegrasyonunun odağı teorik bilgidir, 3) STEM entegrasyonunun odağı mühendislik tasarım sürecidir, 4) STEM entegrasyonunun odağı gerçek hayata hazırlıktır ve 5) içerikle olan bağlantılardır (STEM entegrasyon temasında algılanan kısıtlar özelinde). Şekil 5.1,

öğretmenlerin STEM entegrasyonu hakkında nasıl düşündükleri hakkında bir model sunmaktadır. Temaların beşi de öğretmenlerin STEM entegrasyon algılarını ve uygulamalarını etkileme noktasında önemli rol oynayabilir.

Şekil 5.1. Öğretmenlerin STEM Entegrasyonuna Yönelik Zihinsel Modelleri



Modelin merkez kısmı mühendislik tasarım süreçleri, gerçek yaşam problemlerini çözme, teorik bilgi, STEM entegrasyonundaki zorluklar ve gerçek yaşama hazırlık becerileri öğretmenlerin STEM entegrasyonu hakkındaki düşünceleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Öğretmenlerin çoğu öğrencilerin matematik ve fen konularındaki hazırbulunuşluk seviyelerinin STEM entegrasyonunu uygulamaları noktasında etkili olduğunu düşünmektedir. Örneğin, öğrenciler matematik konusunda temel becerilere sahip değillerse öğretmenler STEM entegrasyonu uygulamalarında matematiği entegre etmeyi düşünmezler. Bu kısıtlama, özellikle ana konulardan biri olan teorik bilgi ile ilgilidir. Dahası, elektrik gibi bir ünitenin mühendislik tasarımıyla bütünleştirilmesi kolay ise, öğretmenler bu üniteye STEM entegrasyonu kullanmayı tercih edeceklerdir. Ancak, eğer ünite, biyoloji konuları gibi, mühendislik kavramlarıyla bütünleşmesi kolay olmayan bir ünite ise, öğretmenler o üniteye STEM entegrasyonunu uygulamayı düşünmeyeceklerdir. Bu algı STEM entegrasyonu sağlama konusunda zorluklar kısmına girmekte ve mühendislik tasarım süreci kavramıyla son derece ilişkili olmaktadır.

Öğretmenlerin modeline STEM entegrasyonun yapılabilmesi için gereken iki özellikten biri gerçek yaşam problemleri, diğeri ise bir son üründür. Öğretmenler STEM entegrasyonunun öğrencilere gerçek hayat problemi içeren bir senaryo ile başlaması gerektiğini düşünüyorlardı. Buna ek olarak, STEM etkinliklerin sonunda ortaya çıkacak somut bir ürün ya da sunum, poster gibi nihai bir ürün, öğrencilerin notlandırılmasında gerekli olan en önemli ölçütlerden biri haline almaktadır.

Fen bilgisi içeriği, öğretmenlerin STEM entegrasyonu derslerinde öğrencilerine uygulamak istedikleri en önemli öğe gibi görünmektedir. Öğretmenlere göre STEM entegrasyonu amacı öğrencilerin fen kavramlarını güçlendirmek ve öğrencileri bir mühendislik tasarım problemini çözerek mevcut matematik ve fen becerilerini kullanmaya teşvik etmektir.

Öğretmenlerin STEM entegrasyonuna yönelik zihinsel modellerinin önemli etmenlerinden biri de gerçek yaşamda kullanabilecekleri becerileri edinmekle ilgilidir. Bu beceriler başarısızlıktan öğrenme, yaratıcılığı geliştirme ve öğrencilerin kendi fikirlerini kullanabilmeleri ile ilişkilidir. Tüm öğretmenler, bu becerilerin gelişiminin önemli bir bileşen olduğunu belirtmiş ve STEM entegrasyonuna fayda sağladığını söylemiştir. Bu beceriler, öğretmenlerin öğrencilerinin mühendislik tasarım problemlerini çözmek için kendi fikirlerini veya çözümlerini test etmeleri isteğiyle



doğrudan ilişkilidir. Haluk, Faik ve Meral gibi bazı öğretmenler, öğrencilerin, hataları veya başarısızlıklarından öğrendiklerini, ortaya çıkan ürünü tekrar test etmeleri ve bu sayede ürünlerini iyileştirdiklerini düşünmektedirler. STEM entegrasyonu esnasında öğrenciler deneyimden kaynaklanan her hata veya başarısızlığın değerli olduğunu, çünkü doğru yönlendirmede onlara yardımcı olabileceğini fark etmişlerdir. Berrin ve Ayşe gibi bazı öğretmenler öğrencilere doğru çözümü sağlamamanın öğrencilerin kafasını karıştırabileceğini düşünüyordu. Fakat kendi fikirlerini ve çözümlerini denemek suretiyle öğrenciler kafa karışıklıkları ile baş etmeyi öğrenirler.

Öğretmenlerin çoğu STEM entegrasyonu uygulamalarının gerçek bir mühendisin çalışmasını simüle etmesini istemektedir. Mühendislerin zihinlerinde çözmek istedikleri bir gerçek hayat problemi ya da mühendislik problemine sahip olduklarına inanmaktadırlar. Gerçek dünyada sorunun ya da problemin tek bir doğru cevabı olmadığını düşünmekteydiler. Öğretmenler STEM entegrasyonunun tasarım problemi veya sorusu ile başlaması gerektiğini ifade etmişlerdir. Grupla çalışma, Beyin fırtınası, yaratıcılık, test etme ve son ürün oluşturmak için uygulamalı çalışma, öğretmenlerin STEM entegrasyonunda öğrencilerin yapmalarını istemeleri gereken önemli öğelerdir.

Öğretmenlerin bu beş ana temayla ilgili düşüncelerinin spesifik kalıpları, STEM entegrasyonu için mühendislik projeleri gibi bir model oluşturur. Berrin ve Haluk mühendislik tasarım sürecinin STEM entegrasyonu uygulamalarda ana odak olması gerektiğini ifade etmişlerdir. Öğrencilerinden, bir problemi çözmek için mühendislik tasarım sürecini adım adım kullanmalarını istemişlerdir. STEM entegrasyonu dersleri için ana öğrenme hedefi, öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini öğrenmeleri ve uygulamalarını sağlamak olmuştur.

Diğer yandan, Faik, Ayşe ve Meral öğrencilere daha önce öğrendikleri teorik bilgileri mühendislik tasarım sürecine uygulamalarına izin verecek bir ortam oluşturmak istemişlerdir. Bu öğretmenlerin tamamı derslerinde Fen ve mühendisliği entegre etmiş ve bazı durumlarda öğrencilerin projeleri tamamlamak için matematik ve teknoloji becerilerini uygulamasını da sağlamışlardır.

Bu bölüm, bu çalışmanın nitel sonuçlarının öğretmenlerin STEM entegrasyonu modelini nasıl etkilediğini açıklamıştır. Sonraki bölüm, modeli müfredat entegrasyonu alanyazının ile ilişkilendirecektir.

### **5.1.2. Fen Bilgisi Öğretmenlerinin STEM Entegrasyonuna Yönelik Zihinsel Modellerinin Müfredat Entegrasyonu Üzerine Mevcut Literatür ile İlişkilendirilmesi**

Fen Bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu modelinin mevcut literatürle nasıl ilişkili olduğuna dair tartışmalar üretmek için, öğretmenlerin algıları ve STEM entegrasyonuna ait sınıf uygulamaları ile müfredat entegrasyonunun farklı tipleri arasında ilişki kurmak kritik bir önem taşımaktadır. Fen Bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu modelinin mevcut müfredat literatürüyle ilişkilendirilmesi, eğitimcilere, araştırmacılara yardımcı olabilir. Öğretmenlerin STEM entegrasyonu ile ilgili fikirlerinin ilişkilendirilmesi, literatürde bulunan şu müfredat entegrasyonu modelleri açısından tartışılmıştır: 1) disiplinleri birbirine bağlamak için kullanılan bir sorun ya da problem gibi bir tema (Davison ve ark., 1995; Huntley, 1998) ve gerçek hayatta olan, kişisel çıkarları ilgilendiren bir problem/konu (Drake, 1991, 1998; Fogarty, 1991), 2) tek bir disiplin veya disiplinler arası entegrasyon (Davison ve ark., 1995; Drake, 1991, 1998; Fogarty, 1991; Huntley, 1998), 3) içerik/kavram tabanlı ve süreç/beceri tabanlı entegrasyon (Berlin ve White, 1995; Davison ve ark., 1995; Fogarty, 1991) ve 4) öğrencilerin öğrenmesine yardımcı olan öğretme stratejileri (Berlin ve White, 1995; Davison ve ark., 1995).

Birincisi, Öğretmenler, bir mühendisin işi için ne yaptığını simüle ederek öğrencilere özgün bir öğrenme deneyimi sağlamanın önemli olduğunu düşünmektedirler. Öğretmenler aynı zamanda STEM'in gerçek dünya sorunlarıyla entegrasyonunu da ilişkilendirmişlerdir. Fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyon modeli, STEM bilgisini, tematik entegrasyon yaklaşımına (Davison ve ark., 1995) ve anlamlı öğrenmeye (Beane, 1991, 1995; Burrows ve ark., 1989; Capraro ve Slough, 2008; Childress, 1996; Jacobs, 1989; Mathison ve Freeman, 1997; Sweller, 1989) değinen kişisel ve gerçek dünya tecrübesiyle bağdaştırılan bir tema kullanarak STEM entegrasyonunun öğrencilere daha anlamlı öğrenme deneyimleri kazandırdıklarını savunmaktadır. Öğrencilere kendileri için daha anlamlı olan bir öğrenme deneyimi sunmak için, tematik entegrasyon yaklaşımı ve anlamlı öğrenme gibi yöntemlerin tümü müfredat entegrasyonunun farklı

disiplinleri birbirine bağlamak için bir temaya ihtiyaç duyduğunu önermektedir. Öğretmenlerin öğrencileri için kişisel ve gerçek bir dünya bağlantısı kurma niyetleri açıktır; ancak, bu çalışma, öğrencilerin öğretmenler tarafından seçilen temalarla ilgili algıları ve değerlendirmeleri hakkında karar verebilmek açısından veri içermemektedir.

Huntley (1998), disiplinlerin örtük veya açıkça entegre edilme fikrinin disiplinlerarası ve entegre müfredat arasında ayırım yapmada önemli bir bakış açısı olduğuna inanmaktadır. Entegre bir müfredatta, öğretmenlerin iki (veya daha fazla) disipline eşit derecede dikkat göstererek açık bir şekilde disiplinler arasında bağlantılar kurması gerektiğini belirtmiştir. Ayşe ve Haluk, STEM entegrasyonu uygulamalarında öğrencilere mühendisliği açıkça, mühendislik tasarım sürecini ise adım adım bir yaklaşım kullanarak öğretmişlerdir. Her ne kadar Meral ve Faik, mühendislik tasarım sürecini STEM entegrasyonu uygulamalarında kullanmak istemiş olsalar da mühendislik çalışmalarının STEM entegrasyonu derslerinde oynadıkları rolle kasıtlı ve açık bir bağlantı kurmamışlardır. Mühendislik tasarımını, tasarım sürecini öğrencileri ile tartışmaya açmaksızın STEM entegrasyonu dersinde uygulamışlardır. Sonuç olarak, Ayşe ve Haluk'un STEM uygulamaları entegre müfredata, ancak Faik ve Meral'in STEM uygulamaları disiplinlerarası müfredata dahil olmaktadır.

Bu çalışmada STEM entegrasyonu uygulamaları için önemli noktalardan biri Gerçek yaşam problemlerini çözme olmuştur. Öğretmenlerin çoğu, STEM entegrasyonundaki ana amaçlarının, öğrencilerin önceki bir üniteye ya da derste öğrendikleri fen ve matematik bilgilerini uygulayabilme becerilerini kolaylaştırmak olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla öğretmenlerin çoğu, STEM entegrasyonu uygularken, “içerik sunumları” (Berlin ve White, 1995; Davison ve ark., 1995) yerine gözlemlemeyi, çıkarım yapmayı, akıl yürütmeyi ve problem çözmeyi vurgulayan — “süreç pratiğine” odaklanmıştır. Örneğin, Berrin, Ayşe ve Haluk, mühendislik tasarımını öğrencilerin bir problemi çözmeye yardımcı olmak için bir süreç olarak ifade etmişlerdir. Öğrencilerinden mühendislik problemini çözmek için mühendislik tasarım sürecini kullanmalarını istemişlerdir. Her ne kadar, Faik ve Meral açık bir şekilde mühendislik tasarımını aşamalı olarak öğretmese de STEM entegrasyonu derslerinde bağımsız düşünme becerilerini vurgulamışlardır. Öğretmenler mühendislik problemini gerçek yaşam problemi gibi tanımlamış ve öğrencilerin bu problem ya da sorunla ilişkili

en iyi cevabı veya çözümü bulmaları gerekmiştir. Öğrencilerin problemi veya sorunu çözmeye denedikleri “düşünce sürecine” değer vermişlerdir.

Sonuç olarak, Drake’in (1998) önerdiği gibi, “Bir pozisyon diğerinden üstün değildir; aksine, kullandıkları bağlama göre farklı yaklaşımlar daha uygundur” (s. 19). Bu çalışmanın amacı, araştırmacı tarafından hangi STEM entegrasyonu uygulamasının daha iyi bir modeli temsil ettiğine karar verilmesi değildir. Ancak, bu model eğitimciler ve diğer araştırmacılara, STEM entegrasyonuna ilişkin ortaokul fen bilgisi öğretmenlerinin algısı ve sınıf uygulamalarında hangi öğelerin yetersiz veya eksik olduğunu anlamalarına yardımcı olacak bazı yararlı bilgiler sunmaktadır. Buna ek olarak, bu model bir öğretmenin kendi ihtiyaçlarına göre kullanmayı seçebileceği STEM entegrasyon modeli türüne ilişkin yararlı bilgiler sağlayabilmektedir.

Bulgular aynı zamanda STEM entegrasyonunun uygulanmasında öğretmenlerin fen ve mühendisliği STEM entegrasyonu uygulamalarına dahil etmek zorunda olduklarına inandıklarını ortaya koymuştur. Matematik ve teknoloji içinse, bu iki disiplinin STEM entegrasyon derslerinde ikincil sırada olduklarını düşünmekteydi. Öğretmenler STEM entegrasyonu uygulamalarını fen ve mühendislik üzerine yoğunlaştırmaya çalışsalar da STEM entegrasyonu uygulamalarında bu disiplinlerin farkını vurgulayamamışlardır. Bunlar dikkate alınması gereken noktalar. Kazanımlar önemlidir. Kazanımların içeriği ve spesifik ifadeleri sınıf uygulamaları üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Ancak müfredat düzenleyicilerin sorması gereken soru şudur: Sınıf ortamında STEM eğitimi için istenilen durum mühendisliğe odaklanmak mıdır?

Buna ek olarak, öğretmenlerin STEM entegrasyonu algısı ve sınıf uygulamaları, problem çözme, uygulama ve mühendislik tasarımı gibi belirli STEM entegrasyonlarına odaklanmıştır. Yine de, öğretmenler STEM entegrasyonu derslerinde problem çözme, uygulama ve mühendislik tasarımına odaklandıklarında, dersler aslında güçlü bir bilimsel odağa sahip olmaktan ziyade mühendislik odaklı hale gelmektedir. Fen eğitiminde STEM entegrasyonunun problem çözme, uygulama ve mühendislik tasarımından daha fazlası olmasını istiyorsak öğretmenler fen içeriğine olan odaklanmalarını korurken diğer yandan STEM entegrasyonunu gerçekleştirebilmek için daha fazla fikir sahibi olmalarına yardımcı olmak açısından fazlasıyla desteğe ihtiyaç duyacaktır.

## 5.2. Öneriler

Araştırmanın bulguları ışığında gerek etkili STEM entegrasyonu sağlanmasının gerekse STEM eğitiminin geliştirilebilmesi için faydalı olabilecek çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Yenilenen ortaokul programı açık bir şekilde STEM eğitiminin bütünleşik yapısını vurgulamaktadır. Bu noktada okullarımızda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bütünleşmesini gerçekleştirecek olan matematik, fen bilimleri ve teknoloji-tasarım öğretmenleri arasındaki işbirliğinin artması sağlanabilir.

Ülkemizde değişen fen bilimleri müfredatına hazırlanmak için öğretmenler, bilgi birikimini, beceri havuzunu ve uygulama repertuarını artıracak STEM entegrasyonu mesleki eğitimi deneyimleriyle meşgul olmalıdırlar. STEM entegrasyonu odaklı mesleki öğrenme yoluyla öğretmenlerin öz yeterliği ve STEM uygulamalarına hakim olma becerileri artacak ve böylece öğrencilerini 21. yüzyıl işgücüne hazırlayacaklardır.

Fen derslerinde STEM entegrasyonunu uygulama arzusu ortaokullarda kaliteli STEM eğitimi sağlamak için yeterli değildir. Ortaokullarda STEM eğitimi iyileştirmek için, STEM entegrasyonu ve modellerine yönelik daha kapsamlı bir bakış açısı STEM entegrasyonu için kritik öneme sahiptir. Öğretmenler STEM entegrasyonunu nasıl uygulayacakları konusunda stratejiler hakkında güçlendirilmelidir.

Okullarda kaliteli STEM entegrasyon uygulamaları geliştirmek önem kazanmaktadır. İyi bir STEM entegrasyonu uygulaması sadece öğretmenlerin öğrettiği konuyu ele almakla kalmayıp aynı zamanda diğer STEM disiplinlerinin kazanımlarıyla da ilgili olmalıdır. Bu, STEM entegrasyonunu daha etkili bir şekilde öğretilmesine ve sınıflarda STEM entegrasyonunu uygulanmasında daha istekli olmaya yardımcı olabilir.

Mesleki gelişim programları ve okul idaresi desteği STEM entegrasyonu için kritik öneme sahiptir. STEM mesleki gelişim programları, öğretmenlerin STEM entegrasyonunun sınıf uygulamaları bakımından daha farklı bir bakış açısı ve farklı stratejiler sunmaya yardımcı olma konusuna daha fazla odaklanabilir.

STEM konusundaki öğretmenler, fen ve matematik içeriğini STEM entegrasyon derslerine nasıl dahil edebilecekleri konusunda öğretmenlere daha fazla yardım sağlayan programlar geliştirmelidir.

Öğrencilerin STEM tutumlarını arttırmak ve STEM disiplinleriyle ilgili kariyer bilincine sahip olmalarını sağlamak için sadece fen bilgisi derslerinde değil matematik derslerinde de STEM entegrasyonu sağlanmaya çalışılmalıdır.

Okullarda daha etkili STEM entegrasyonu sağlanması için kaynaklar artırılmalı öğretmenler arasında işbirliği teşvik edilmelidir.

STEM'in fen eğitimine entegrasyonu ile ilgili beklentiler daha net tanımlanmalıdır. Araştırmacılar için ilk adım, STEM'in fen derslerine nasıl uygulanması gerektiğini anlatan teorik STEM entegrasyonu çerçevesini oluşturmasıdır.

Fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu modeli, öğretmenlerin mühendislik tasarım problemi, problem çözme ve yaratıcı düşünme üzerine odaklandığını göstermektedir. Ancak, “problem çözme” ve “yaratıcı düşünme” terimleri öğretmenler tarafından oldukça geniş bir ölçekte kullanılmıştır. STEM entegrasyon uygulamalarında problem çözme ve yaratıcı düşüncenin gerçek rolü net değildir ve mülakatlar sırasında sorulduğunda, problem çözme ve yaratıcı düşünmenin ne olduğunu açıklamakta zorlandıkları gözlenmiştir. Öğretmenler STEM entegrasyonu algısı ve sınıf uygulamalarında bu önemli unsurlar hakkında oldukça belirsizlik yaşadıkları için, araştırmacılar öğretmenlerin STEM entegrasyonundaki temel unsurlar hakkında açık bir görüş geliştirmelerini sağlaması önemli hale gelmektedir.

Bu çalışmanın amacı fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu algısı, öz yeterlik algısı, sınıf uygulamaları ve öğrencilerinin STEM tutumlarını araştırmaktır. Bir sonraki adım, bir fen dersindeki STEM entegrasyonu dersinin uygulanmasında öğrencinin öğrenmesini irdelenecek bir çalışmadır. Öğrenmeyi ele alan bir çalışma STEM entegrasyonunun STEM disiplinlerine dair öğrenmeye yardımcı olup olmadığına dair daha kapsamlı bir görüş sağlayabilecektir.

STEM disiplinlerine ek olarak, STEM entegrasyonunun önemli noktalarından biri problem çözme olduğu için gelecekte yapılacak araştırmalar bir fen bilgisi dersindeki STEM entegrasyonu dersi uygulaması esnasında öğrencilerin problem çözme becerilerini ve becerileri irdelemelidir.

Gelecek araştırmalar için bir diğer önemli konu ise STEM eğitiminin ulusal boyutta okul ortamında STEM disiplinlerinin entegrasyonundan ortaya çıkan

beklentilerin incelenmesidir. Bu, eğitimcileri, araştırmacıları STEM entegrasyonunun sonuçlarını incelemeye ve değerlendirmeye yönlendirecek bir fen eğitimi içerisindeki STEM entegrasyonu çerçevesini oluşturmak bakımından yardımcı olabilecektir. Bu aynı zamanda STEM entegrasyonunun fen eğitimindeki rolünü belirlemek açısından da çok önemli bir adımdır.

Son olarak, beş Fen bilgisi öğretmeni ile görüşmek suretiyle, bu çalışma, ortaokul fen bilgisi öğretmenlerinin STEM entegrasyonu modellerini kurgulamıştır. Bu çalışma, STEM entegrasyonunun ortaokul düzeyindeki öğretmenlerin algıları ve sınıf uygulamaları hakkında bilgi içermemektedir. Lise ve ilköğretim öğretmenlerinin STEM entegrasyonu algısı ve sınıf uygulamalarına yönelik bir çalışma okullarda STEM entegrasyonunun nasıl uygulanması gerektiği konusunda farklı bir bakış açısı sağlayabilir.

## KAYNAKÇA

- Adelman, C. (2000). Over two years, what did froebel say to pestalozzi? *History of Education*, 29(2), 103-114. doi:10.1080/004676000284391
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., ve Özdemir, S. (2015). STEM Eğitimi Türkiye Raporu. *İstanbul: Scala Basım*.
- Alsop, P. R.(2015). *The effect of video interviews with STEM professionals on STEM-subject attitude and STEM-career interest of middle school students in conservative Protestant Christian schools* (Doktora Tezi).
- Anderman, E. M., ve Maehr, M. L. (1994). Motivation and schooling in the middle grades. *Review of Educational Research*, 64(2), 287-309.
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., ve Prime, G. M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 4.
- Atwater, M. M., Wiggins, J., ve Gardner, C. M. (1995). A study of urban middle school students with high and low attitudes toward science. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(6), 665-677.
- Autio, O. (2011). The development of technological competence from adolescence to adulthood. *The Journal of Technology Education*, 22(2), 71-89.
- Avery, Z. K., ve Reeve, E. M. (2013). Developing effective professional development programs. *Journal of Technology Education*, 25(1), 55-69.
- Balmer, R. T. (2006). Converging technologies in higher education: Paradigm for the new liberal arts? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 109, 374–383. doi:10.1196/annals.13 82.005
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman and Company.
- Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology*, 52, 1–26. doi:10.1146/annurev.psych.52.1.1
- Barab, S., ve Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The journal of the learning sciences*, 13(1), 1-14.
- Basham, J. D., ve Marino, M. T. (2013). Understanding STEM Education and Supporting Students Through Universal Design for Learning. *Council for Exceptional Children*, 45(4), 8-15
- Beane, J. (1991). The middle school: The natural home of integrated curriculum. *Educational Leadership*, 49(2), 9–13.
- Beane, J. (1995). Curriculum integration and the disciplines of knowledge. *Phi Delta Kappan*, 76, 616–622.



- Beane, J. A. (1997). *Curriculum integration: Designing the core of democratic education*. New York, NY: Teachers College Press.
- Beaudoin, C. R., Johnston, P. C., Jones, L. B., ve Waggett, R. J. (2013). University support of secondary STEM teachers through professional development. *Education, 133*(3), 330-339.
- Beecher, M., ve Sweeny, S. (2008). Closing the achievement gap with curriculum enrichment and differentiation: One school's story. *Journal of Advanced Academics, 19*(3), 502-530.
- Becker, K. ve Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research, 12*(5), 23–37.
- Bequette, J. W. ve Bequette, M. B. (2012). A place for ART and DESIGN education in the STEM conversation. *Art Education, 65*(2), 40-47.
- Berlin, D. F., ve White, A. L. (1994). The Berlin-White Integrated Science and Mathematics Model. *School Science and Mathematics, 94*, 2–4.
- Berlin, D. F., ve White, A. L. (1995). Connecting school science and mathematics. In P. A. House ve A. F. Coxford (Eds.), *Connecting mathematics across the curriculum. 1995 National Council of Teachers of Mathematics Yearbook*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Berlin, D. F., ve White, A. L. (2010). Preservice mathematics and science teachers in an integrated teachers' preparation program for grades 7-12: A 3-year study of attitudes and perceptions related to integration. *International Journal of Science ve Math Education, 8*(1), 97-115.
- Berlin, D. F. ve White, A. L. (2012). A longitudinal look at attitudes and perceptions related to the integration of mathematics, science, and technology education. 166 *School Science and Mathematics, 112*(1), 20–30. doi:10.1111/j.1949-8594.2011.00111.x
- Berry, B. (2011). *Teaching 2030: What we must do for our students and our public schools – Now and in the future*. New York: Teachers College Press.
- Bicer, A., Navruz, B., Capraro, R., ve Capraro, M. (2014). STEM schools vs. non-STEM schools: Comparing students mathematics state based test performance. *International Journal of Global Education, 3*(3), 8-19.
- Bingolbali, E., Monaghan, J. ve Roper, T. (2007). Engineering students' conceptions of the derivative and some implications for their mathematical education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 38* (6), 763–777.
- Blackley, S., ve Howell, J. (2015). A STEM Narrative: 15 Years in the Making. *Australian Journal of Teacher Education, 40*(7), 8.

- Board on Science Education (1996). *National science education standards*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Bogdan, R. C. ve Biklen, S. K. (2007). *Qualitative research in education: An introduction to theory and methods* (5th ed.). Needham Heights, MA: Allyn ve Bacon.
- Bottoms, G., ve Uhn, J. (2007). *Project Lead the Way Works: A New Type of Career and Technical Program*. Southern Educational Review Board.
- Breiner, J. M., Johnson, C. C., Harkness, S. ve Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science ve Mathematics*, 112(1), 3–11. doi:10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The journal of the learning sciences*, 2(2), 141-178.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K. ve Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5–9. doi:10.1136/bjsports-2011-090606.55.
- Brown, J. (2012). The current status of STEM education research. *Journal of STEM Education*, 13(5), 7-11.
- Brosterman, N. (1997). Child's play. *Art in America*, 85(4), 108-111, 130.
- Burris, A. (2005). A brief history of mathematics education and the NCTM standards. Excerpt from *Understanding the Math You Teach: Content and Methods for Prekindergarten Through Grade 4*. Columbus, OH: Pearson.
- Burrows, S., Ginn, D. S., Love, N., ve Williams T. L. (1989). A strategy for curriculum integration of information skills instruction. *Bulletin of the Medical Library Association*, 77(3), 245–251.
- Bursal, M. ve Paznokas, L. (2006). Mathematics anxiety and pre-service elementary teachers' confidence to teach mathematics and science. *School Science and Mathematics*, 106(4), 173. doi:10.1111/j.1949-8594.2006.tb18073.
- Burt, Stacey M. (2014). *Mathematically precocious and female: Self-efficacy and STEM course choices among high achieving middle grade students* (Doktora Tezi).
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology ve Engineering Teacher*, 70(1), 30–35.
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for Stem Education: Challenges and Opportunities*. NSTA Press.
- California Department of Education (2012). *Science, technology, engineering ve mathematics (STEM) information*.

- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A. ve Velasquez-Bryant, N. (2005). *Using engineering design curriculum to close science achievement gaps for middle school students. Paper presented at the Frontiers in Education, Indianapolis, IN.*
- Caprara, G., Barbaranelli, C., Steca, P., & Malone, P. (2006). Teachers' self-efficacy beliefs as determinants of job satisfaction and students' academic achievement: A study at the school level. *Journal of School Psychology, 44*, 473–490, doi: 10.1016/j.jsp.2006.09.001.
- Capraro, R. M. ve Slough, S. W. (2008). *Project-based learning: An integrated science, technology, engineering phenomenological, and mathematics (STEM) approach*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Carnegie Science Center. (2014). The role of STEM education in improving the tri-state region's workforce.
- Carr, R. L., Bennett, L. D., ve Strobel, J. (2012). Engineering in the K-12 STEM standards of the 50 U.S. states: An analysis of presence and extent. *Journal of Engineering Education, 101*(3), 539-564.
- Chen, G. (2011). The rising popularity of STEM: A crossroads in public education or a passing trend [www.publicschoolreview.com/articles/408](http://www.publicschoolreview.com/articles/408) adresinden alındı.
- Chen, X., ve Weko, T. (2009). Students Who Study Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in Postsecondary Education. National Center for Education Statistics, 1-25.
- Childress, V. W. (1996). Does integration technology, science, and mathematics improve technological problem solving: A quasi-experiment. *Journal of Technology Education, 8*(1), 16–26.
- Cobb, P., Confrey, J., Lehrer, R., ve Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational researcher, 32*(1), 9-13.
- Cochran-Smith, M. (2003). Teacher quality matters. *Journal of Teacher Education, 54*, 95-98.
- Coladarci, T. (1992). Teachers' sense of efficacy and commitment to teaching. *The Journal of Experimental Education, 60*(4), 323-337.
- Colbeck, C. L., Cabrera, A. F., ve Terenzini, P. T. (2000). Learning Professional confidence: Linking teaching practices, students' self-perceptions, and gender. *The Review of Higher Education, 24*(2), 173-191.
- Coleman, W. (2005). Educating Americans for the 21st century. Prepared by the Center for the Study of Mathematics Curriculum.
- Coleman, D. (2008). Long before Legos, wood was nice and did suffice. *The New York Times*, 11.
- Collins, A. (1992). Toward a design science of education. In *New directions in educational Technology* (pp. 15-22). Springer Berlin Heidelberg.

- Connections Learning. (2015). STEM Education: Preparing students for a growing field.
- Corlu, M. S. (2012). *A pathway to STEM education: Investigating pre-service mathematics and science teachers at Turkish universities in terms of their understanding of mathematics used in science*, (doktora tezi), Texas A&M University, Texas. USA.
- Corlu, M. S. (2014). FeTeMM Eğitimi Makale Çağrı Mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3 (1), 4-10.
- Cotabish, A., Dailey, D., Hughes, G. D. ve Robinson, A. (2011). The effects of a STEM professional development intervention on elementary teachers' science process skills. *Research in the Schools*, 18(2), 16–25. doi:10.1111/ssm.12023
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research: choosing among five traditions*. London: Sage Publications.
- Christensen, L., (2004). *Experimental Methodology*. United States of America: Person Education.
- Cunningham, W. G. ve Cordeiro, P. A. (2006). *Educational leadership: A problem-based approach* (3rd ed.). New York: Allyn ve Bacon.
- Daugherty, M. (2009). The “T” and “E” in STEM. In ITEEA (Ed.), *The Overlooked STEM Imperatives: Technology and Engineering (18-25)*, Reston, VA: International Technology and Engineering Educators Association.
- Davis, K. (2003). ‘Change is hard’: What science teachers are telling us about reform and teacher learning in innovative practices. *Science Education*, 87, 3–30.
- Davison, D. M., Miller, K. W., ve Metheny, D. L. (1995). What does integration of science and mathematics really mean? *School Science and Mathematics*, 95(5), 226–230.
- Day, C., Elliot, B., ve Kington, A. (2005). Reform, standards and teacher identity: Challenges of sustaining commitment. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 563-577.
- Day, C. and Gu, Q. (2007). Variations in the conditions for teachers' professional learning and development: sustaining commitment and effectiveness over a career. *Oxford Review of Education*, 33(4), 423–443. doi:10.1080/03054980701450746
- Degenhart, S. H., Wingenbach, G. J., Mowen, D. L., ve Lindner, J. R. (2005). Graduate fellows in the classroom: Middle school students' stem beliefs and interests. *Southern Journal of Agricultural education*.
- DeJarnette, N. K. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77–84. <http://search.proquest.com/docview/1062442552?accountid=458>  
adresinden alındı

- Delvin, T. J., Feldhaus, C. R., ve Bentrem, K. M. (2013). The evolving classroom: A study of traditional and technology-based instruction in a STEM classroom. *Journal of Technology Education*, 25(1), 34-54.
- Department of Defense (DOD) (2012). Science, technology, engineering and mathematics. STEM Education and Outreach Strategic Plan, 2013–2014.
- Dewey, J. (1997). *Experience and education*. New York: Touchstone/Simon and Schuster
- Dorph, R., Shields, P., Tiffany-Morales, J., Harty, A. ve McCaffrey, T. (2011). *High hopes-few opportunities: The status of elementary science education in California*. Sacramento, CA: The Center for the Future of Teaching and Learning at WestEd.
- Drake, S. M. (1991). How our team dissolved the boundaries. *Educational Leadership*, 49(2), 20–22.
- Drake, S. M. (1998). *Creating integrated curriculum: Proven ways to increase student learning*, Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Dugger, W. E. (2010). *Evolution of STEM in the United States*. [www.iteea.org/Resources/Press Room/AustraliaPaper.pdf](http://www.iteea.org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper.pdf). Adresinden alındı.
- Dugger, Jr., W. E. (2011). *Evolution of STEM in the United States*. Ağustos 2014 tarihinde alındı. <http://www.iteaconnect.org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper.pdf>.
- Eberle, F. (2010). Why STEM education is important. *InTech*, 57(5), 62.
- Edelson, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105-121.
- Ekiz, D. (2003). *Eğitimde araştırma yöntem ve metodlarına giriş*. Ankara: Anı
- Elam, M. E., Donham, B. L., ve Solomon, S. R. (2012). An engineering summer program for underrepresented students from rural school districts. *Journal of STEM Education: Innovations ve Research*, 13(2), 35-44.
- Elliott, B., Oty, K., McArthur, J. ve Clark, B. (2001). The effect of an interdisciplinary algebra/science course on students' problem solving skills, critical thinking skills and attitudes towards mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 32 (6), 811–816.
- Enginnering is Elementary, <http://www.eie.org> 15Haziran 2015 tarihinde ulaşılmıştır.
- English, L. D., Hudson, P. B., ve Dawes, L. A. (2011). Perceived gender differences in STEM learning in the middle school. *International Journal of Engineering Education*, 27(2), 389-398.
- Epstein, D. ve Miller, R. T. (2011). Slow off the mark: Elementary school teachers and the crisis in science, technology, engineering, and math education. *Center for American Progress*, 77(1),

- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: tasarım temelli fen eğitimi*. Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Farrior, D., Hamill, W., Keiser, L., Kessler, M., LoPresti, P., McCoy, J., Pomeranz, S., Potter, W. ve Tapp, B. (2007). Interdisciplinary lively application projects in calculus courses. *Journal of STEM Education*, 8 (3ve4), 50–61.
- Federal Inventory of STEM Education. (2011). The federal science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education portfolio..The Executive Office of the President of the UnitedStateswebsite: Adresinden alındı.
- Figliano, F. (2007). Strategies For Integrating STEM Content: A Pilot Case Study. Yüksel Lisans Tezi). Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.
- Fioriello, P. (2014). Understanding the basics of STEM education. <http://drpfconsults.com/understanding-the-basics-of-stem-education/>
- Fisher, D., Frey, N., ve Pumpian, I. (2012). *How to create a culture of achievement in school and classroom*. Alexandria, VA: ASCD.
- Fogarty, R. (1991). Ten ways to integrate the curriculum. *Educational Leadership*, 49(2), 61–65.
- Frykholm, J. A., ve Glasson, G. E. (2005). Connecting mathematics and science instruction: Pedagogical content knowledge for teachers. *School Science and Mathematics*, 105, 127-141.
- Fulton, K. ve Britton, T. (2011). STEM teachers in professional learning communities: From good teachers to great teaching. *National Commission on Teaching and America's Future*.
- Gallant, D. (2010). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. Edited by McGraw-Hill. Columbus, OH: The McGraw-Hill Companies.
- Gecer, A. ve Ozel, R. (2012). Elementary science and technology teachers' views on problems encountered in the instructional process. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(3), 2256–2261.
- Gitomer, D., Lathman, A., ve Ziomek, R. (1999). The academic quality of prospective teachers: The impact of admissions and licensure testing. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Goldston, C. (2014). How student engagement facilitates STEM interest. *PBS.org*.[www.pbs.org/wgbn/nova/blogs/education/2014/10](http://www.pbs.org/wgbn/nova/blogs/education/2014/10).Adresinden alındı
- Gonzalez, H., ve Kuenzi, J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer..Congressional Research Service website: <http://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf> Adresinden alındı

- Goodpaster, K. P., Adedokun, O. A., ve Weaver, G. C. (2012). Teachers' perceptions of rural STEM teaching: Implications for rural teacher retention. *The Rural Educator*, 33(3), 9-22.
- Gredler, M. (2009). *Learning and instruction: Theory into practice* (6th ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill Pearson.
- Griffith, G., ve Scharmann, L. (2008). Initial impacts of No Child Left Behind on elementary science education. *Journal of Elementary Science Education*, 20(3), 35-48.
- Grunwald Associates (2010). *Educators, technology, and 21st century skills: Dispelling five myths*. Walden University, Richard W. Riley College of Education and Leadership website: <http://www.waldenu.edu/~media/Files/WAL/report-summary-dispelling-five-myths.pdf>. Adresinden alındı.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., ve Harwell, M. (2016). Building Up STEM: An Analysis of Teacher-Developed Engineering Design-Based STEM Integration Curricular Materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (JPEER)*, 6(1), 2.
- Hamurcu, H. (2006). Sınıf öğretmeni Adaylarının Fen Öğretimine Yönelik Öz-Yeterlik İnançları. *Eğitim Araştırmaları*, 24, 112-122.
- Hanover Research. (2012). Best practices in elementary STEM programs. Adresinden alındı. [http://school.elps.k12.mi.us/ad\\_hoc\\_mms/committee\\_recommendation/4.pdf](http://school.elps.k12.mi.us/ad_hoc_mms/committee_recommendation/4.pdf)
- Hartzler, D. (2000). A meta-analysis of studies conducted on integrated curriculum programs and their effects on student achievement (Doktora tezi).
- Hayden, K., Ouyang, Y., Scinski, L., Olszewski, B., ve Bielefeldt, T. (2011). Increasing student interest and attitudes in STEM: Professional development and activities to engage and inspire learners. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education (CITE Journal)*, 11(1), 47-69
- Herschbach, D. (2011). The STEM initiative: Constraints and challenges. *The Journal of Stem Teacher Education*, 48(1), 96-122.
- Hoachlander, G. ve Yanofsky, D. (2011). Making STEM real. *Educational Leadership*, 68(6), 60-65
- Howell, J. P. ve Costley, D. L. (2006). *Understanding behaviors for effective leadership*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Hudson, S. B., McMahon, K. C., ve Overstreet, C. M. (2002). The 2000 national survey of science and mathematics education: Compendium of tables. Chapel Hill, NC: Horizon Research, Inc. <http://www.horizon-research.com>. Adresinden alındı.
- Huntley, M. A. (1998). Design and implementation of a framework for defining integrated mathematics and science education. *School Science and Mathematics*, 98(6), 320-327.

- Hurley, M. M. (2001). Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. *School Science and Mathematics, 101*(5), 259-68.
- International Technology and Engineering Educators Associations (ITEEA), Technology for All Americans Project (2006). *Technological literacy for all: A rational and structure for the study of technology*.
- Irez, S. (2007). Reflection-oriented qualitative approach in beliefs research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science ve Technology Education, 3*(1): 17–21.
- International Technology Education Association (ITEA). (2009). Advancing excellence in technological literacy: Student assessment, professional development, and program standards. Reston.
- İsman, A., Baytekin, Ç., Balkan F., Horzum, B. ve K1yıcı, M. (2002). Fen Bilgisi Eğitimi ve Yapısalci Yaklaşım. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, 1* (1), 41-47.
- Israel, M., Maynard, K. ve Williamson P. (2013). Promoting Literacy- Embedded, Authentic STEM Instruction for Students With Disahilities and Other Struggling Learners. *Teaching Exceptional Children, 45* (4), 18-25.
- Jacobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Johnson, C. C. (2007). Effective science teaching, professional development and No Child Left Behind: Barriers, dilemmas, and reality. *Journal of Science Teacher Education, 18*, 133-136.
- Judson, E. (2013). The relationship between time allocated for science in elementary schools and state accountability policies. *Science Education, 97*, 621–636. doi: 10.1002/sce.21058.
- Judson, E. ve Sawada, D. (2000). Examining the effects of a reformed junior high school science class on students' math achievement. *School Science and Mathematics, 100* (8), 419–425.
- Kaufman, D. Moss, D. ve Osborn, T. (2003). *Beyond the boundaries: A transdisciplinary approach to learning and teaching*. Westport, CT: Praeger.
- Kay, K. (2010). 21st century skills: Why they matter, what they are, and how we get there. In J. Bellanca ve R. Brandt (Eds.), *21st century skills* (xiii-xxxi). Bloomington, IN: Solution Tree Press.
- Kaya, İ., Karakaya S. (2012). Öğretmen Eğitiminde Yapılandırıcı Öğrenmeye Dayalı Uygulamaların Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Eğilimlerine Etkileri, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, sayı:9.
- Kendricks, K. D., Nedunuri, K. V., ve Arment, A. R. (2013). Minority student perceptions of the impact of mentoring to enhance academic performance in STEM disciplines. *Journal of STEM Education: Innovations ve Research, 14*(2), 38-46.



- Kelley, T. R., Brenner, D. C., ve Pieper, J. T. (2010). Two approaches to engineering design: Observations in STEM education. *Journal of STEM Teacher Education*, 47(2), 5-40.
- Kelley, T. R. (2012). Voices from the past: Messages for a STEM future. *Journal of Technology Studies*, 38(1), 34-42.
- Kier, M. W. (2013). *Examining the effects of a STEM career video intervention on the interests and STEM professional identities of rural, minority middle school students* (Doktora Tezi).
- Klahr, D. (2005). Early science instruction: Addressing fundamental issues. *American Psychological Society*, 16(11), 871. doi: 10.1111/j.1467-9280.2005.01629.x
- Koch, D., ve Sanders, M. (2011). The effects of solid modeling and visualization on technical problem solving. *Journal of Technology Education*, 22(2), 3-21.
- Kuenzi, J. J. (2008). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action. *Congressional Research Service Reports*.
- Lacey, T. A. ve Wright, B. (2009). Occupational employment projections to 2018. *Monthly Labor Review*, 132(11), 82–123.
- Lambert, L. (2014). *Middle school STEM curriculum: connect the learning* (Doktora Tezi).
- Langdon, D., McKittrick, G., Beede, D., Khan, B., ve Doms, M. (2011, July). *STEM: Good jobs now and for the future*.
- LaPorte, J. ve Mark, S. (1993). The T/S/M integration project: Integrating technology, science and mathematics in the middle school. *Technology Teacher*, 52(6), 17–21.
- Ledbetter, M. (2012). Teacher preparation: Once key to unlocking the gate to STEM literacy. *CBE Life Sciences Education*, 11(3), 216–220. doi:10.1187/cbe.12-06-0072
- Lee, A. (2013). Determining the effects of pre-college STEM contexts on STEM major choices in 4-year postsecondary institutions using multilevel structural equation modeling. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 3(2), 13-30.
- Library of Congress (2008). CRS report for Congress: Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action. *Congressional Research Service*. Washington, DC.
- Lonning, R. A., ve DeFranco, T. C. (1997). Integration of science and mathematics: A theoretical model. *School Science and Mathematics*, 97(4), 212–215.

- Loucks-Horsley, S., Love, N., Stiles, K., Mundry, S., ve Hewson, P. (2003). *Designing professional development for teachers of science and mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press
- Lynch, S. (2011). In G. deBoer (Ed.), *The role of public policy in K-12 science education*. Charlotte NC: IAP Information Age Publishing Inc
- Marulcu, I. ve Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(1), 13-23.
- Mativo, J. M., ve Park, J. H. (2012). Innovative and creative K-12 engineering strategies: Implications of pre-service teacher survey. *Journal of STEM Education*, 13(5), 26-29.
- Mathison, S. ve Freeman, M. (1997). *The logic of interdisciplinary studies*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.
- Marzano, R. J. (2013). Ask yourself: Are students engaged. *Educational Leadership*, 70(6), 81-82.
- Marx, R. W., ve Harris, C. J. (2006). No Child Left Behind and science education: Opportunities, challenges, and risks. *Elementary School Journal*, 106(5), 467-477.
- Mendoza Diaz, N. V., Cox, M. F., ve Adams, S. G. (2013). Elementary educators' perceptions of design, engineering, and technology: An analysis by ethnicity. *Journal of STEM Education: Innovations ve Research*, 14(3), 13-21.
- Mentzer, N., ve Becker, K. (2010). Academic preparedness as a predictor of achievement in an engineering design challenge. *Journal of Technology Education*, 22(1), 22-42.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study application in education*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Merriam, S. B. (2002). *Qualitative research in practice: Examples for discussion and analysis*. San Francisco, CA: Jossey-Bass
- McKenney, S., ve Reeves, T. (2012). *Conducting educational design research*. Routledge.
- Milner, A. R., Sondergeld, T. A., Demir, A., Johnson, C. C., ve Czerniak, C. M. (2012). Elementary teachers' beliefs about teaching science and classroom practice: An examination of pre/post NCLB testing in science. *Journal of Science Teacher Education*, 23(2), 111-132. doi:10.1007/s10972-011-9230-7
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2009). MEB 2010-2014 Stratejik Planı. Ankara, Millî Eğitim Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı.
- Minnesota P-20 Education Partnership, (2011). *Stem achievement gap strategic planning*

workgroupfinalreport.[http://scimathmn.org/docs\\_mnstemnet/p20STEMAchieveGapFinaReport](http://scimathmn.org/docs_mnstemnet/p20STEMAchieveGapFinaReport).

- Moore, T. J., ve Smith, K. A. (2014). Advancing the State of the Art of STEM Integration. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(1), 5.
- Morell, P. D., ve Lederman, N. G. (1998). Students' attitudes toward school and classroom science: Are they independent phenomena? *Journal of School Science and Mathematics*, 98(2), 76-83.
- Morrison, J. (2006). TIES: STEM education monograph series, attributes of STEM education. *Teaching Institute of Excellence in STEM*.
- Nadelson, L. S., Seifert, A., Moll, A. J., ve Coats, B. (2012). I-STEM summer institute: An integrated approach to teacher professional development in STEM. *Journal of STEM Education*, 12(2), 69-83.
- Nathan, M. J., Tran, N. A., Atwood, A. K., Prevost, A. ve Phelps, L. A. (2010). Beliefs and expectations about engineering preparation exhibited by high school STEM teachers. *Journal of Engineering Education*, 99(4), 409–426. doi:10.1002/j.2168- 9830.2010 .tb01071
- Nathan, M. J., Srisurichan, R., Walkington, C., Wolfgram, M., Williams, C., ve Alibali, M. W. (2013). Building cohesion across representations: A mechanism for STEM integration. *Journal of Engineering Education*, 102(1), 77-116. doi:10.1002/jee.20000
- National Academy of Engineering and National Research Council. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research* (Honey, M., Pearson, G., ve Schweingruber, H., Eds.). Washington DC: National Academies Press.
- National Center on Education and the Economy (2008). *Tough choices or tough times: The report of the new commission on the skills of the American workforce*. San Francisco: Jossey-Bass.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA.
- National Commission on Teaching and America's Future (2011). *STEM teachers in professional learning communities: a knowledge synthesis*.
- National Science Foundation. (2014). *The NSF mission*. Adresinden alindi. [www.nsf.gov/nsf/nsfpubs/straplan/mission.htm](http://www.nsf.gov/nsf/nsfpubs/straplan/mission.htm)
- National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (2007). *Rising above the gathering storm: energizing and employing America for a brighter economic future*. Washington, DC: The National Academies Press, 2007.

- National Research Council, Committee on Highly Successful Science Programs for K–12 Science Education, Board on Science Education and Board on Testing and Assessment: Division of Behavioral and Social Sciences and Education (2011). *Successful K–12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2014). Capturing change in science, technology, and innovation: Improving indicators to inform policy. Panel on developing science, technology, and innovation indicators for the future. R.E. Litan, A.W. Wyckoff, and K.H. Fealing, Editors. Committee on National Statistics, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Board on Science, Technology, and Economic Policy, Division of Policy and Global Affairs. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Next Generation Science Standards Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21, 509–523.
- Nowicki, B. L., Sullivan-Watts, B., Shim, M. K., Young, B., ve Pockalny, R. (2012). Factors influencing science content accuracy in elementary inquiry science lessons. *Research in Science Education*, 43(3), 1135-1154. doi: 10.1007/s11165-012-9303-4.
- Ozdilek, Z., ve Ozkan, M. (2008). Needs assessment study in science education: Sample of Turkey. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*, 2(2), 189-207.
- Page, C. A., Lewis, C. W., Autenrieth, R. L., ve Purry-Butler, K. L. (2013). Enrichment experiences in engineering (e3 )for teachers’ summer research program: An examination of mixed-method evaluation findings on high school teacher implementation on engineering content in high school STEM classrooms. *Journal of STEM Education*, 14(3), 27-33.
- Pajares, F. (2002). Overview of Social Cognitive Theory and of Self-efficacy. S:31-36.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Newbury Park: Sage Publication.
- Pfeiffer, S. I., Overstreet, J. M., ve Park, A. (2010). The state of science and mathematics education in state-supported residential academies: A nationwide survey. *Roeper Review*, 32(1), 25-31. doi:10.1080/02783190903386579
- Poulson, L. (2001). Paradigm lost? Subject knowledge, primary teachers and education policy. *British Journal of Educational Studies*, 49(1), 40-55.

- President's Council of Advisors on Science and Technology. (2010). Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future.
- President's Council of Advisors on Science and Technology. (2014). Preparing Americans with 21st century skills. The White House. (2013). Knowledge and skills for the jobs of the future.
- Rabenberg, T A.(2013). *Middle school girls' STEM education: Using teacher influences, parent encouragement, peer influences, and self efficacy to predict confidence and interest in math and science* (Doktora Tezi).
- Ralston, P. A. S., Hieb, J. L., ve Rivoli, G. (2013). Partnerships and experience building STEM pipelines. *Journal of Professional Issues in Engineering Education ve Practice*, 139(2), 156-162.
- Ramey-Gassert, L., Shroyer, M. G., ve Staver, J. R. (1996). A qualitative study of factors influencing science teaching self-efficacy of elementary level teachers. *Science Education*, 80(3), 283-315.
- Ray, K., ve Smith, M. C. (2010). The kindergarten child: What teachers and administrators need to know to promote academic success in all children. *Early Childhood Education Journal*, 38(1), 5-18.
- Richards, R. (2012). Screencasting: Exploring a middle school math teacher's beliefs and practices through the use of multimedia technology. *International Journal of Instructional Media*, 39(1), 55–65
- Riskowski, J. L., Todd, C. D., Wee, B., Dark, M. ve Harbor, J. (2009). Exploring the effectiveness of an interdisciplinary water resources engineering module in an eighth grade science course. *International Journal of Engineering Education*, 25 (1),181–195
- Robelen, E. W. (2012). STEM instruction. *Education Week*, 32(4), 5.
- Robelen, E. W. (2013). More students consider STEM careers, study says. *Education Week*, 32(20), 9.
- Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L., Hirsch, L. S., ve Kimmel, H. (2010). Advancing the "E" in K-12 STEM education. *Journal of Technology Studies*, 36(1), 53-64.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H., ve 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 ve Mathematics*, 112(1), 31-44. doi:10.1111/j.1949-8594.2011.00112.x
- Rotherham, A., ve Willingham, D. (2009). 21st century skills: The challenges ahead. *Educational Leadership*, 67 (1), 16-21.
- Royal, K. (2013). Benefits of STEM. Adresinden alındı.<http://connectlearningtoday.com/benefits-stem-programs>.

- Saad, M. E. (2014). *Progressing science, technology, engineering, and math (STEM) education in North Dakota with near-space ballooning*. Master Thesis. Master of Science Grand Forks, North Dakota.
- Sadler, P. M., Sonnert, G., Hazari, Z., ve Tai, R. (2012). Stability and volatility of STEM career interest in high school: A gender study. *Science Education*, 96(3), 411-427. doi:10.1002/sce.21007.
- Sahin, A. (2013). STEM clubs and science fair competitions: Effects on post-secondary matriculation. *Journal of STEM Education: Innovations ve Research*, 14(1), 5-11.
- Sahin, S. M., (2007). Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Matematik Gücünün Belirlenmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Sandoval, W. A., ve Bell, P. (2004). Design-based research methods for studying learning in context: Introduction. *Educational Psychologist*, 39(4), 199-201
- Sandoval, W. (2014). Conjecture mapping: An approach to systematic educational design research. *Journal of the Learning Sciences*, 23(1), 18-36.
- Satchwell, R., Loepp, F. (2002). Designing and implementing an integrated mathematics, science, and technology curriculum for the middle school. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39 (3), 41-66.
- Schaefer, M. R., Sullivan, J. F., ve Yowell, J. L. (2003). Standard-based engineering curricula as a vehicle for K–12 science and math integration. *Frontiers in Education*, 2, 1–5.
- Schleigh, S. P., Bossé, M. J., ve Lee, T. (2011). Redefining curriculum integration and professional development: In-service teachers as agents of change. *Current Issues in Education*,
- Schneider, M. R. (2014). *Middle school students' attitudes toward math and STEM career interests: A 4-year follow-up study* (Doktora Tezi).
- Scott, C. (2012). An investigation of science, technology, engineering and mathematics (STEM) focused high schools in the U.S. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(5), 30-39.
- Shaughnessy, M. (2012). STEM: An advocacy position, not a content area. *Summing up*.
- Shapiro, D. (2012, March 2). Exploring STEM professional development. *NSTA WebNews Digest*
- Sherrod, S. E., Dwyer, J., ve Narayan, R. (2009). Developing science and math integrated activities for middle school students. *International Journal of Mathematical Education in Science ve Technology*, 40(2), 247-257. doi:10.1080/00207390802566923

- Singer, S. (2011). STEM education: Time for integration. *Peer Review*, 13(3), 4-7.
- Sowell, S., Southerland, S.A. ve Granger, E. (2006). *Exploring the construct of teacher pedagogical discontentment: A tool to understand teachers' openness to reform*.
- Squires, A., ve Mitchell, C. T. (2015). *UNO EUREKA-STEM: Doing something about the double bind*.
- Smith, J. ve Karr-Kidwell, P. J. (2000). *The interdisciplinary curriculum: A literature review and a manual for administrators and teachers*. <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED443172.pdf> adresinden Ocak 2015 tarihinde alındı.
- Smolleck, L. A., ve Yoder, E. P. (2008). Further development and validation of the teaching science as inquiry (TSI) instrument. *School Science and Mathematics*, 108(7).
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Stansbury, M. (2011). Panel: STEM education crisis stems from unsupported teachers. *eSchool News*. <http://www.eschoolnews.com/2011/09/14/panelstem> adresinden alındı.
- Starkweather, K. (2011). Branding: Putting a little dent in the universe. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 36-40.
- STEM Akademi. (2013, Nisan 24). Dünyada STEM. Mayıs 18, 2016 tarihinde [www.stemakademi.com.tr](http://www.stemakademi.com.tr) adresinden alındı.
- STEM Smart. (2014). STEM smart brief. *Improving STEM curriculum and instruction: Engaging students and raising standards*. Adresinden alındı. [successfulstemeducation.org/resources](http://successfulstemeducation.org/resources)
- Stearns, L. M., Morgan, J., Capraro, M. M., ve Capraro, R. M. (2012). A teacher observation instrument for PBL classroom instruction. *Journal of STEM Education: Innovations ve Research*, 13(3),
- Stohlmann, M., Moore, T. J., ve Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28-34.
- Student engagement. (2014). In *The glossary of education reform*. Adresinden alındı. <http://edglossary.org/student-engagement/>
- Sweller, J. (1989). Cognitive technology: Some procedures for facilitating learning and problem solving in mathematics and science, *Journal of Education Psychology*, 81(4), 457-466.
- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (1990). 13. Milli Eğitim Şurası. [Çevrim-içi: <http://ttkb.meb.gov.tr/secmeler/sura/sura.htm>], Erişim tarihi: 13.09.2015.

- Technology and Engineering Educators Association, STEM Center for Teaching and Learning (2011). *Engineering by design. STEM Center for Teaching and Learning*. Adresinden alındı. <http://www.iteea.org/EbD/CATTS/catts.htm>
- Tennessee STEM innovation network (2012). <http://thetsin.org/> adresinden alındı.
- The Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 5-8.
- Trilling, B. ve Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. San Francisco: Josey-Bass.
- Tseng, K. H., Chang, C.C., Lou, S.J ve Chen, W.P. (2011). Attitudes Towards Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in a Project-Based Learning (PjBL) Environment. *International Journal of Technology and Design*. 23, 87-102.
- Tsupros, N., Kohler, R., ve Hallinen, J. (2009). *STEM education: A project to identify the missing components*, Intermediate Unit 1 and Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
- TUSIAD. (2014). STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics, Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması. TUSIAD.
- Uredi, I., Uredi L. (2006). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Cinsiyetlerine, Buldukları Sınıflara ve Başarı Düzeylerine Göre Fen Öğretimine İlişkin Öz-Yeterlik İnançlarının Karşılaştırılması
- United States Department of Education, Academic Competitiveness Council (U.S.),. (2007). *Report of the academic competitiveness council*. Washington, D.C.: U.S. Dept. of Education.
- Vasquez J. A., Snelder C., Corner M., (2013). The inclined plane of STEM integration. Adapted from *STEM Lesson Essential, Grade 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering and Mathematics*.
- Venville, G., Wallace, J., Rennie, L., ve Malone, J. (2000) Bridging the boundaries of compartmentalised knowledge: Student learning in an integrated environment. *Research in Science and Technological Education*, 18(1), 23–35.
- Waldron, D. (2015). Top 15 benefits of a STEM education. Adresinden alındı. <http://stemjobs.com/top-15-benefits-of-a-stem-education/>
- Wang, H. H., Moore, T., Roehrig, G. ve Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perception and practice. *The Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1–13. doi:10.5703/1288284314636
- Ware, H., Kitsantas, A., (2007). Teacher and collective efficacy beliefs as predictors of professional commitment. *The Journal of Educational Research*, 100(5), 303-310. doi:10.3200/JOER.100.5.303-310.



- Watanabe, T., ve Huntley, M. A. (1998). Connecting mathematics and science in undergraduate teacher education program: Faculty voices from the Maryland collaborative for teacher preparation. *School Science and Mathematics*, 98(1), 19–25.
- Watt, H., Richardson, P. W. ve Pietsch, J. (2007). Choosing to teach in the “STEM” disciplines: Characteristics and motivations of science, ICT, and mathematics teachers. *Mathematics: Essential Research, Essential Practice*.
- Watters, J. J., ve Diezmann, C. M. (2013). Community partnerships for fostering student interest and engagement in STEM. *Journal of STEM Education*, 14(2), 47-55.
- Weiss, I.R., Pasley, J.D., Smith, P.S., Banilower, E. R., ve Heck, D.J. (2003). *Looking inside the classroom: A study of K-12 mathematics and science education in the United States*
- Wieman, C. (2012). Applying new research to improve science education. *Issues in Science ve Technology*, 29(1), 25-32.
- Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 26–35.
- Wineburg, S., ve Grossman, P. (2000). *Interdisciplinary curriculum: Challenges to implementation*. New York, NY: Teachers College Press.
- Wisniewski, M. A. (2010). Leadership and the millennials: Transforming today’s technological teens into tomorrow’s leaders. *Journal of Leadership Education*, 9(1), 53-68.
- Woodruff, K. (2013). A history of STEM: Reigniting the challenge with NGSS and CCSS. Adresinden alındı. [www.us-satellite.net/STEMblog](http://www.us-satellite.net/STEMblog)
- Wynn, T. ve Harris, J. (2012, September). Toward a STEM + arts curriculum: Creating the teacher team. *Art Education*, 65(5), 42–47.
- Yamak, H., Bulut, N., ve Dündar, S. (2014). 5. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi dergisi (GEFAD) [*Gazi University journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF)*], 34(2), 249-265.
- Yednak, C. (2015). The lowdown on STEM schools. Adresinden alındı. [www.greatschools.org/gk/articles/what-is-stem-school/](http://www.greatschools.org/gk/articles/what-is-stem-school/)
- Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2014). STEM Eğitimi Üzerine Derleme Çalışması: Fen Bilimleri Alanında Örnek Ders Uygulanmaları. M. Riedler et al. (Ed.) VI. International Congress of Education Research (s. 239-248). Ankara, Hacettepe Üniversitesi.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and Methods*, 3rd edition. London, England: Sage.

- Yuen, T. T., Boecking, M., Tiger, E. P., Gomez, A., Guillen, A., Arreguin, A., ve Stone, J. (2014). Group tasks, activities, dynamics, and interactions in collaborative robotics projects with elementary and middle school children. *Journal of STEM Education: Innovations ve Research*, 15(1), 39-45.
- Zhang, X., McInerney, J., ve Frechtling, J. (2011). Effect of STEM faculty engagement in the math and science partnership program. *School Science and Mathematics*, 111(6), 274-287. doi: 10.1111/j.1949-8594.2011.00088
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.
- Zubrowski, B. (2002). Integrating science into design technology projects: Using a standard model in the design process. *Journal of Technology Education*, 13 (2), 48-67.

## EKLER

### Ek A: STEM Tutum Ölçeği

<b>MATEMATİK</b>					
	<b>Kesinlikle Katılmıyorum</b>	<b>Katılmıyorum</b>	<b>Kararsızım</b>	<b>Katılıyorum</b>	<b>Kesinlikle Katılıyorum</b>
1. Matematik benim en kötü olduğum derstir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Matematiğin kullanıldığı bir kariyeri seçmeyi düşünebilirim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Matematik benim için zor.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Matematikte başarılı olabilecek bir öğrenciyim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Birçok dersle başa çıkabilirim ancak matematikle başa çıkamıyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Matematik konusunda ileri seviyede çalışmalar yapabileceğimden eminim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Matematikte iyi notlar alabilirim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Matematikte iyiyim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>FEN</b>					
	<b>Kesinlikle Katılmıyorum</b>	<b>Katılmıyorum</b>	<b>Kararsızım</b>	<b>Katılıyorum</b>	<b>Kesinlikle Katılıyorum</b>
1. Fen ile ilgilenirken kendimden emin davranıyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Fen üzerine bir kariyer yapmayı düşünebilirim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Okuldan mezun olduğumda fen'i kullanmayı umut ediyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Fen konusunda bilgili olmam benim hayatımı kazanmama yardım edecek.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Gelecekteki çalışmalarım için fene ihtiyacım olacak.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Fen konusunda başarılı olabileceğimi biliyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Hayatımdaki çalışmalarda, fen benim için önemli olacak.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Birçok dersle başa çıkabilirim ancak fenle başa çıkamıyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Fen konusunda ileri seviyede çalışmalar yapabileceğimden eminim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<b>MÜHENDİSLİK</b>					
	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Yeni ürünlerin üretildiğini hayal etmek hoşuma gidiyor.	O	O	O	O	O
2. Mühendisliği öğrenirsem, insanların günlük yaşamlarında kullandığı şeyleri geliştirebilirim.	O	O	O	O	O
3. Bir şeyleri oluşturmak ve onları tamir etmekte iyiyim.	O	O	O	O	O
4. Makinelerin nasıl çalıştığı ile ilgiliyim.	O	O	O	O	O
5. Ürünler veya yapılar tasarlamak gelecekteki çalışmalarım için önemli olacak.	O	O	O	O	O
6. Elektronik eşyaların nasıl çalıştığı konusunda meraklıyım.	O	O	O	O	O
7. Yaratıcılık ve yeniliği gelecekteki çalışmalarında kullanmak isterim.	O	O	O	O	O
8. Matematik ve Fen'i birlikte nasıl kullanacağımı bilmek bana kullanışlı şeyler icat etme şansı taniyacak.	O	O	O	O	O
9. Mühendislik konusunda başarılı bir kariyere sahip olabileceğime inanıyorum	O	O	O	O	O
<b>21. YÜZYILIN YETENEKLERİ</b>					
	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Diğer bireylere bir hedefe ulaşmalarında liderlik edebileceğim konusunda kendime güveniyorum.	O	O	O	O	O
2. Diğer bireyleri ellerinden gelenin en iyisini yapmaları için cesaretlendirebileceğime inanıyorum.	O	O	O	O	O
3. Yüksek kalitede çalışmalar yapabileceğimden eminim.	O	O	O	O	O
4. Akranlarımla farklılıklarına karşı saygılı davranacağımdan eminim.	O	O	O	O	O
5. Akranlarıma yardım edebileceğime eminim.	O	O	O	O	O
6. Karar verirken başkalarının görüşlerini göz önüne alacağımdan eminim	O	O	O	O	O

7. İşler planlandığı gibi gitmediğinde değişiklikler yapabileceğimden eminim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Kendi öğrenme hedeflerimi belirleyebileceğime inanıyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Kendi başıma çalışırken zamanımı akıllıca yönetebileceğimden eminim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Yapmam gereken görevler olduğunda hangilerinin önce yapılması gerektiğini seçebilirim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Farklı altyapılara sahip olan öğrencilerle iyi bir şekilde çalışabileceğimden eminim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**EK B: ÖRNEK ÇALIŞMA YAPRAKLARI**

**Adı Soyadı:**

**Tarih:**

**Seri Bağlı Bir Devre Tasarlamak****Mühendislik Tasarım Süreci****SOR!**

**1. Amacımız:**

**2. Elektrik devremiz için gerekenler:**

**3. Elektrik devremizin bölümleri:**

**4. Seri bağlı devreler hakkında bildiklerimiz:**

**Adı Soyadı:**

**Tarih:**

## **Seri Bağlı Bir Devre Tasarlamak**

### **Mühendislik Tasarım Süreci**

**HAYAL ET!**

#### **Bölüm-1**

- 1. Seri bağlı bir elektrik devresini nasıl tasarlayacaksın? Aşğıdaki alana fikirlerini çiz.**



## **Seri Bağlı Bir Devre Tasarlamak**

### **Mühendislik Tasarım Süreci**

**HAYAL ET!**

#### **Bölüm-2**

- 1. Aşğıdaki alana devre elemanlarını nasıl bağlayacağın ile ilgili fikirlerini çiz.**



## **Seri Bağlı Bir Devre Tasarlamak**

### **Mühendislik Tasarım Süreci**

#### **PLANLA!**

#### **Bölüm-1**

- 1. Aşğıdaki alana oluşturmak istediğiniz elektrik devresini çiziniz? Bu resminizin Pil, Ampul ve anahtar içerdğinden emin olunuz.**

- 2. Kullanacağınız malzemeleri yazınız.**

**Tarih:**

## **Seri Bağlı Bir Devre Tasarlamak**

### **Mühendislik Tasarım Süreci**

#### **PLANLA!**

#### **Bölüm-2**

- 1. Aşağıdaki alana devrenizin anahtar ve ampul ile bağlantılarını gösteren bir resim çiziniz.**

- 2. Kullanacağımız malzemeleri yazınız.**

## **Seri Bağlı Bir Devre Tasarlamak**

### **Mühendislik Tasarım Süreci**

#### **DİZAYN ET!**

- 1. Tasarlandığınız elektrik devrenizi test ettiğinizde neler oldu?**
- 2. Elektrik devrenizin hangi bölümleri düzgün çalıştı? Düzgün çalıştığını nasıl anladınız?**
- 3. Elektrik devrenizin hangi bölümleri düzgün çalışmadı? Sizce düzgün çalışmamasının nedenleri nelerdir?**
- 4. Elektrik devrenizi nasıl geliştirebilirsiniz?**

## **Seri Bağlı Bir Devre Tasarlamak**

### **Mühendislik Tasarım Süreci**

#### **GELİŞTİR!**

**1. Elektrik devrenizin hangi kısımları geliştirilmelidir? Neden?**

**2. Elektrik devrenizin geliştirilmesi gereken kısımlarının resimlerini çiziniz?**

## **Seri Bağlı Bir Devre Tasarlamak**

### **Geri Bildirim Formu**

**Mühendisin Adı Soyadı:.....**

**1. Yaptığınız bu tasarım başarılı görünüyor mu?**

**2. Eğer başarısız ise size göre problem nerede? Bir mühendis olarak problemi ortadan kaldırmak için önerileriniz nelerdir?**

## Rüzgar Türbini Çalışma Kağıdı



### Problem

Bir ev için bir Rüzgar Türbini tasarımı ile ne tür problemleri çözmeyi hedefliyorsunuz?

### Ön Bilgi

Rüzgar Türbinleri hakkında bildiklerinizi aşağıdaki alana yazınız.

### Beyin Fırtınası

Bir Rüzgar Türbini tasarlamayı düşünüyorsunuz. Rüzgar Türbinleri farklı bir çok tasarıma sahiptir. Sizde kendi tasarımınızı aşağıdaki alana çiziniz.

### Test ve Analiz

Üç farklı fan hızı için aşağıdaki verileri toplayın ve kayıt edin. Her bir deneme için türbini, fanın yaklaşık 15 cm önünde tuttuğunuzdan emin olun.

		Hız 1 (düşük)	Hız 2 (orta)	Hız 3 (yüksek)
Yatay Rüzgar Türbini ile üretilen Voltaj	Deneme 1			
	Deneme 2			
	Deneme 3			
Dikey Rüzgar Türbini ile üretilen Voltaj	Deneme 1			
	Deneme 2			
	Deneme 3			

- Her bir türbin için farklı hızlarda üretilen ortalama voltajı (gerilimi) hesaplayın.

▪ **Değerlendirme/Sorular**

1. Grubunuzun topladığı verilere dayanarak, hangi rüzgâr türbini (dikey veya yatay) en yüksek verimli görünmektedir (yani, hangi türbin farklı hızlarda diğerlerinden daha iyi görünmektedir)?

2. Neden bu türbin çeşidinin diğerinden daha verimli olduğunu düşünüyorsunuz?

3. Günümüzde kullanılan rüzgâr türbinlerinin büyük çoğunluğu yatay eksenli rüzgâr türbinleridir.

Bu durum sizin elde ettiğiniz verilerle tutarlılık gösteriyor mu? Uyum varsa neden ya da yoksa neden?





6. Konutun elektriğini üretmek için şirketinizin rüzgar türbinini nereye yerleştirmesini tavsiye edersiniz? Rüzgâr türbini, bireyleri ve çevreyi nasıl etkileyecektir? Firmanızın rüzgâr enerjisini bu bölgede kullanmanın avantajlarını anlamalarına yardımcı olmak için kısa ve ikna edici bir yazı yazınız.

## Oyuncak Tasarım

**Problem:** Yangın sonucu evlerini boşaltmak zorunda kalmış ailelerin çocuklarının artık hiç oyuncakları yoktur. Onlar için birkaç yeni oyuncak yapmamız gerekiyor.

NOT: Sadece 80 TL'lik bütçemiz var ve siz mümkün olduğu kadar az maliyetli bir oyuncak tasarlamaya çalışacaksınız.

<b>Elektrik Motoru</b>	20 TL
<b>Pil</b>	10 TL
<b>Tel</b>	2 TL
<b>Tahta Çubuk</b>	2 TL
<b>Pipet</b>	2 TL
<b>Aks</b>	5 TL
<b>Tekerlek</b>	5 TL
<b>Dişli</b>	5 TL
<b>Lastik Bant</b>	1 TL
<b>Not kartı</b>	5 TL
<b>Maskeleme bandı</b>	1 TL
<b>Tel Raptiye</b>	1 TL
<b>Mıknatıs</b>	3 TL

**Hayal Et:** Oyuncak tasarımı için grubunuzun bütün fikirlerini aşağıdaki alana yazınız.

**Tasarım:** Tasarımınızı aşağıdaki alana çiziniz.

**İnşaa Et:**

Oyuncak araba tasarımınız için hangi malzemeden ne kadar kullanacağınızı yazıp karşısında verilen fiyatı ile çarpınızı ve ücretini yazınız. En son aşamada ise tasarımınızın toplam maliyetini hesaplayıp yazınız.

<b>Malzeme</b>	<b>İhtiyaç duyulan miktar</b>	<b>Ücret</b>	<b>Maliyet</b>
Elektrik Motoru		20 TL	
Pil		10 TL	
Tel		2 TL	
Tahta Çubuk		2 TL	
Pipet		2 TL	
Aks		5 TL	
Tekerlek		5 TL	
Dişli		5 TL	
Lastik Bant		1 TL	
Not kartı		5 TL	
Maskeleme bandı		1 TL	
Tel Raptiye		1 TL	
<b>Toplam Maliyet</b>			

**Test:**

1. Tasarımınızı test ettiğinizde oyuncuğınızın nasıl çalıştığına ilişkin fikirlerinizi yazınız.
2. Tasarımınızı geliştirmek için ne tür düzenlemelerde bulunursunuz?

**Kaynak Sayfası**

<b>Kullanıcı Tipi (ulusal ortalama)</b>	<b>Kullanılan elektrik % (toplam %100)</b>
Bireysel meskenler (ev ve apartmanlar)	%22
İş yerleri (mağazalar, dükkanlar, vb.)	%18
Sanayi (ürün üreten tesisler)	%28
Ulaşım (gezme vasıtaları)	%32
Toplam:	%100

<b>Bir ev içerisinde enerji dağılımı:</b>	
Evin ısınması	%50
Klima (havalandırma)	%4
Su ısıtma	%19
Ev gereçleri	%27
Toplam:	%100

## Referans Kağıdı

<b>Girdi Enerji kaynağı</b>	<b>Elektriğe dönüştürüldüğünde verimlilik</b>	<b>Avantajları</b>	<b>Dezavantajları</b>
Güneş enerjisi	%15	Bitmez tükenmez enerji	Daha geniş yüzey alanına ihtiyaç dyar. Genelde bulutlu yerlerde verimli değildir.
Su	%80	Bitmez tükenmez enerji	Balıkların akıntı aşağı veya yukarı hareketini etkiler. Genelde baraj gereklidir.
Rüzgar	%30	Bitmez tükenmez enerji	En az 12mph şiddetinde rüzgarlara ihtiyaç duyar.
Doğal Gaz	%30	Kolayca bulunabilir	Sera gazı etkisi yaratan gazlar ve hava kirliliği oluşturur. Sondaj toprağı etkilemektedir.
Kömür	%30	Kolayca bulunabilir	Sera gazı etkisi yaratan gazlar ve hava kirliliği oluşturur. Madencilik toprağı etkiler. Sülfür emisyonları asit yağmurlarına yol açar.
Petrol	%30	Kolayca bulunabilir	Sera gazı etkisi yaratan gazlar ve hava kirliliği oluşturur. Sondaj toprağı etkiler. Sulfur emisyonları asit yağmuruna yol açar.

## Çalışma Kağıdı 2

Grup Üyelerinin isimleri:

---

---

---

Tahmininiz: \_\_\_\_\_

Danışmanlık Şirketi Amaçları:

- Yeni hastanenin elektrik ihtiyacını hesaplayınız.
- Talep edilen artışı üretebilmek için hangi enerji türünün kullanılması gerektiğine dair 2 farklı öneri geliştirin. Her öneri aşağıdakileri içeren kısa bir yazı veya poster olmalıdır:
  - Tahmin edilen elektrik talebi ve gerekçesi.
  - Önerilen kaynak için gerekli girdi enerji miktarı (kaynağı için Kaynak sayfası verimlilik değerlerini kullanın).
  - İlgili enerji kaynağını kullanmanın potansiyel etkileri.

**Hazırlık Çalışma Kâğıdı**

- 1. Ülkenin enerji sorunlarına ilişkin bir araştırma yapın. Grup ile paylaşabileceğiniz en az bir yazı seçin ve okuyun.**

Ayrıca gazetelere ve diğer online kaynaklara da bakabilirsiniz.

- 2. Aklınıza gelen tüm enerji kaynaklarının bir listesini yapınız her bir türe ilişkin olumlu ve olumsuz yanları yazın.**



<i>Enerji Türü</i>	<i>Artılar</i>	<i>Eksiler</i>

**3. Elektrik faturanızı (kullanım miktarını göstermek için) veya ailenizin kullanım miktarını gösteren başka bir not kağıdını getirin.**

## EK C: Ön Görüşme Soruları

Kategori	Sorular
Her bir STEM disiplinine yönelik algıları	1.Fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinleri arasında nasıl bir ilişki vardır?
STEM entegrasyonuna yönelik algıları	1.STEM entegrasyonunu tanımlayabilir misiniz? Dersiniz ile ilişkili mi? Bir örnek verebilir misiniz? 2. Size göre Fen bilimleri dersinde STEM entegrasyonu kullanılmasının zayıf ve güçlü yanları nelerdir? 3. STEM entegrasyonu öğrencilerinizin Fen Bilgisi konularını daha iyi öğrenmelerine yardımcı olur mu? Olursa hangi yollarla? 4.İmkanınız olursa Sınıflarınızda STEM entegrasyonu kullanmayı düşünür müsünüz? Neden? 5.Tek bir disiplini STEM entegrasyonundan farklılaştıran unsurlar nelerdir?
STEM entegrasyonu ile ilgili geçmiş deneyimler	1.Derslerinizde daha önce STEM entegrasyonu uyguladınız mı? Cevabınız evet ise deneyimleriniz paylaşır mısınız? Hayır ise; STEM disiplinlerini kullanarak nasıl entegrasyon sağladınız? 2. Daha önce STEM entegrasyonu sağlayan birilerini gözlemlemiş miydiniz? Bu deneyim hakkında kendinizi nasıl hissettiniz? Ve bundan neler öğrendiniz?
STEM entegrasyonunun amaçları	1.Elektrik ünitesi ile ilgili uygulayacağınız STEM etkinliklerinde öğrencilerin özellikle anlamasını istediğiniz kısımlar nelerdir?
STEM entegrasyonunun zorlukları ve faydaları	1.STEM entegrasyonunun zorlukları ve sağlayacağı faydaları hakkında ne düşünüyorsunuz?
STEM entegrasyonu Öz-yeterlik algıları	1.Bu eğitim STEM entegrasyonunu etkin bir şekilde uygulama yeteneğinize dair algınızı nasıl etkiledi? 2. Bu eğitim kendinize güveninizi nasıl etkiledi ve STEM entegrasyonu uygulamalarına yaklaşımınızı nasıl geliştirdi?

## Ek D: Son Görüşme Soruları

Kategori	Sorular
STEM entegrasyonu sınıf uygulamaları	<p>1.Uyguladığınız bu etkinliklerin en çok beğendiğiniz kısımları nelerdir? Neden?</p> <p>2.Bu etkinliklerin hangi kısımları Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik ile ilişkiydi?</p> <p>3. Bu etkinliklerin STEM entegrasyonu olduğunuz düşünüyor musunuz? Neden?</p> <p>4.Bu etkinliklerin en çok beğendiğiniz kısımları nelerdir? Neden?</p>
Ön-görüşme ifadelerinin açıklanması	<p>1.Ön görüşmede STEM entegrasyonunu gerçek yaşam problemlerini çözmek için öğrencilerin var olan fen ve matematik bilgilerini kullanmalarıdır. Şeklinde tanımlamıştınız. Bu düşüncenizi bu uygulamalarla nasıl ilişkilendirirsiniz?</p>
STEM entegrasyonunun uygulanmasına ilişkin görüşler	<p>1.Bu etkinliklerde öğrencilerin en çok zorlandığı kısımlar hangileriydi? Neden?</p> <p>2. Uyguladığınız bu etkinliklerin en çok beğendiğiniz kısımları nelerdir? Neden?</p> <p>3.Bu etkinliklerin hangi kısımlarını değiştirmek ya da geliştirmek istediniz? Hangi kısımları? Neden?</p> <p>4.Bu etkinliklerin hangi bölümleri öğrencileri daha çok çalışmaya teşvik ediyor? Neden?</p>
STEM entegrasyonu Öz-yeterlik algıları	<p>1.Uygulamış olduğunuz STEM entegrasyonu kendinize güveninizi nasıl etkiledi?</p> <p>2. Uygulamış olduğunuz STEM entegrasyonu sonucunda etkin bir şekilde STEM entegrasyonu yapma yeteneğinize dair algınızda ne tür değişiklikler oldu?</p>

## EK E: Öğrencilerin Derslerde Doldurdıkları Çalışma Kağıtları

### Hazırlık Çalışma Kağıdı

1. Ülkenin enerji sorunlarına ilişkin bir makale araştırması yapın. Grup ile paylaşabileceğiniz en az bir makale seçin ve okuyun.

Ayrıca gazetelere ve diğer online kaynaklara da bakabilirsiniz.

2. Aklınıza gelen tüm enerji kaynaklarının bir listesini yapınız her bir türe ilişkin olumlu ve olumsuz yanları yazın.

Enerji Türü	Artılar	Eksiler
Güneş Enerjisi	Çevreyi kirlilemez. Elektrik üretiminde kullanılır.	Depolaması zor ve pahalıdır.
Rüzgar enerjisi	Maliyeti azdır. Çevreye zarar vermez.	azca kullanılsa iklim değişikliği yavaşlatılır.
Jeotermal enerji	Uzun süreli, temiz, ulaşım alanında ihtiyaçlarını karşılar.	Çevre kirliliğine yol açar.
Hidroelektrik santraller	Maliyeti düşük ve çevreye zararı çok azdır.	Zor yer bulurması.
Hidrojen enerjisi	Maliyeti azdır. Çevre zararı yoktur.	Hava ile karışır ve düşük da yanabilir.
Nükleer Enerji	Elektrik üretimi için sıyınabilir.	Hızlı bir şekilde üretilen malzeme hazırlar.

3. Elektrik faturanızı (kullanım miktarını göstermek için) veya ailenizin kullanım miktarını gösteren başka bir not kağıdını getirin.

## Çalışma Kağıdı 2

Grup Üyelerinin isimleri:

<u>Fatma Sarıkaya</u>	Elif Nur Pötkay
<u>Gülşah Say</u>	Canan Akkus
<u>Sena Orhan</u>	İrem Akgün

Tahmininiz: \_\_\_\_\_

Danışmanlık Şirketi Amaçları:

- Yeni hastanenin elektrik ihtiyacını hesaplayınız.
- Talep edilen artışı üretebilmek için hangi enerji türünün kullanılması gerektiğine dair 2 farklı öneri geliştirin. Her öneri aşağıdakileri içeren kısa bir yazı veya poster olmalıdır:
  - Tahmin edilen elektrik talebi ve gerekçesi.
  - Önerilen kaynak için gerekli girdi enerji miktarı
  - İlgili enerji kaynağını kullanmanın potansiyel etkileri.

Yeni bir hastahane olacağı için elektrik giderleri tam olarak zor hesaplanabilir. Bu yüzden az masraf tutması için güneş panelleri kullanılabilir. Küçük raşar tribünleri.

Klinikler  $e \rightarrow \%10$   
 Error-Tomografi vb  $\rightarrow \%25$   
 Ameliyat  $\rightarrow \%30$   
 Acil Servis  $\rightarrow \%35$   
 Toplam =  $\%100$

### Çalışma Kağıdı 1

Grup Üyelerinin isimleri:

Fatma Sıcakaya Elif Nur Gökçay  
 Gülsah Soy Canan Akkus  
 Sena Orhan İrem Akgün

Kullanıcı Türleri	Tahmin:	Gerçek:
	% Kullanılan Elektrik	% Kullanılan Elektrik
Bireysel Konut (Evler, Apartmanlar vs.)	%20	%22
İşletmeler (Mağazalar, Dükkanlar vs.)	%19	%18
Endüstri sektörü	%36	%28
Taşımacılık ve Ulaşım	%25	%32
<b>Toplam:</b>	100%	100%

En çok yaklaştığımız değer: İşletmeler

Nedeni: Tahminimize göre İşletmelerin pek fazla elektrik kullanmadığını düşündük ve öyle yazdık.

En çok tahminimiz: Taşımacılık ve Ulaşım

Nedeni: Taşımacılıkta fazla elektrik kullanılmadığını düşündüğümüz için gerçek değerler olduğunda altında yazdık.

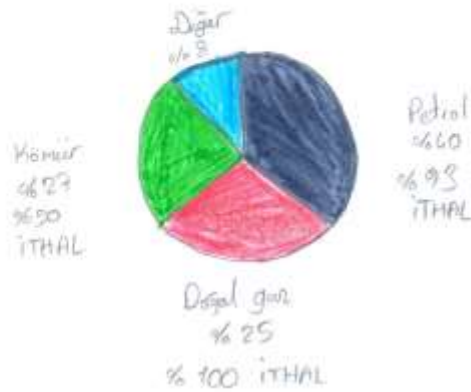
Soru 1: Ne yaparsak %32'lik elektrigi azaltabiliriz?

Cevap: Mümkün olduğu kadar fazla taşıma araçlarını kullanırız.

## Türkiye'nin Enerji Sorunları

Türkiye gelinen küçük bir kısmı enerji ihtiyacına harcamaktadır. Tüketilen enerjisi  $\frac{3}{4}$ 'ünü ithal ediyoruz ve geri kalan  $\frac{1}{4}$ 'ünün sadece %20'si yerli kaynaklardan elde ediliyor. Enerji üretmekte ve tüketmekte kullanılan doğal gazın tümü ise ithal ediliyor. İthal edilen gazın %60'ı Rusya'dan, %40'ı İran'dan geliyor. Petrolde aynı şekilde ithal ediliyor. Tüketilen petrolün sadece %7'si ülke içindeki kaynaklardan elde ediliyor.

## Türkiye'nin Enerji Durumu



Kömüre gelince, Türkiye'de çıkarılan kömürün enerjisi düşük ve sorunları büyük tür. Hava kirliliği, erozyon, su kirliliği, sağlık sorunları gibi iklim değişikliği olur. Kömür ocaklarında çalışanlar akciğerde akciğer kanseri ve solunum yolu hastalıkları ortaya çıkar. Bu yüzden çok tercih edilmez.

Türkiye enerji kaynaklarını arttırmayı başaramamış ve yerli kaynakları yeterli kalmıyorsa ithalata yönelmiştir. İthal dışı bağımlılığı arttırmama düşüncesinde ihtiyacımız vardır. Dışa bağımlı en azından, belki miktarda sürekli enerji sağlayacak ve dışarıya zarar vermeyen kaynakların başında nükleer enerji vardır. Fakat bu da tüm potansiyeli felece düşüncelerden dolayı küçük bir miktarda meydana gelecek büyük bir potansiyel taşıyan ve kalite zarar vermeden elde edilebilir, fazla kullanılan bir kaynaktır.

7. Konutun elektriğini üretmek için şirketinizin rüzgar türbinini nereye yerleştirmesini tavsiye edersiniz? Rüzgâr türbini, bireyleri ve çevreyi nasıl etkileyecektir? Firmanızın rüzgâr enerjisini bu bölgede kullanmanın avantajlarını anlamalarına yardımcı olmak için kısa ve ikna edici bir yazı yazınız.

Yüksek bir yere koyarsanız çok fazla enerji olur  
Rüzgâr türbini ile alternatif enerji üretilir. Enerji tasarrufu  
Sıfır kasa tutulmuş olur. Enerji çok yer alır



Adı Soyadı: Arzu İnce  
Tarih: 10/05/2016

#### GELİŞTİR

9. Elektrik devrenizi nasıl geliştirebilirsiniz?

1 ampul kayıp deneyebilirim.

10. Elektrik devrenizin geliştirilmesi gereken kısımlarının resimlerini çiziniz.

kablolar ve pili

12. Yaptığınız bu tasarım başarılı görünüyor mu?

Evet başarılı

13. Eğer başarısız ise size göre problem nerede? Bir mühendis olarak problemi ortadan kaldırmak için önerileriniz nelerdir?

başarısız olsaydı ortadan kaldırmak için sürekli olana kadar deneyim etkenlerinde yaparım zaten sonunda durur.

Adı Soyadı: *Azra İnce*  
Tarih: *10/05/2016*

Seri Bağlı Devre Çalışma Yaprağı

1. 2 ampul, 2 pil,(bantlanmış) 1 anahtar içeren bir seri devre şeması çiziniz.



2. Yukarıdaki devrede anahtarı kapattığımızda ne tür değişiklikler olur?

*Ampul yanmaz*

3. Yukarıdaki devrede bir ampülü çıkardığımızda ne tür değişiklikler olur?

*ampül çıkarılırsa diğer ampül daha az parlak olur.*

4. Yukarıdaki devreye 3. bir ampül eklediğimizde ne tür değişiklikler olur?

*Ampüllerin gücü' azaldığı için daha az yanar*

5. Yukarıdaki devrede ampül sayısını arttırdığımızda ampüllerin parlaklıklarını değiştirir mi?

*Evet değişir*

6. 3. bir pil eklediğimizde ampüllerin parlaklıklarında ne tür değişiklikler olur?

*Ampüllerin parlaklığı artar.*

5. Çalıştığınız mühendislik şirketi bir enerji verimlilik konutu tasarladı ve rüzgâr türbini kullanarak konutun elektriğini üretmeyi incelemeye karar verdi. Bir mühendis bir rüzgâr türbini kurmaya karar verdiğinde birçok faktör dikkate alınmaktadır. Aşağıdaki tablo konutun yanında olası bir rüzgâr türbini kurulumu ile ilgili son zamanlarda yapılan çalışmanın ayrıntılarını ortaya koymaktadır. Bu bilgilerin ve aşağıdaki soruların kullanılması, hangi türbin çeşidini kullanacağınız ve türbinin kurulumu için en uygun yeri belirlemeniz konusunda size yardımcı olacaktır.

Ölçümler	Konum 1	Konum 2	Konum 3
<b>Ortalama Rüzgâr Hızı</b> Yerin 10 metre üstünde	9.3 m/s	11.1 m/s	10.5 m/s
<b>Ortalama Rüzgâr Hızı</b> Yerin 20 metre üstünde	10.42 m/s	12.43 m/s	11.76 m/s
<b>Ortalama Rüzgâr Hızı</b> Yerin 40 metre üstünde	11.67 m/s	13.92 m/s	13.17 m/s
<b>Ortalama Rüzgâr Hızı</b> Yerin 60 metre üstünde	12.37 m/s	14.77 m/s	13.97 m/s
Uygun olan <b>Dikey Türbin</b> sayısı	2	1	1
Yerin üstünde <b>Dikey Türbin</b> 'nin ulaşabildiği yükseklik	40 m	40 m	40 m
15 m/s'de her bir <b>Dikey Türbin</b> için maksimum elektrik (güç) oranı	7.5 kW	7.5 kW	7.5 kW
<b>Dikey Türbin</b> verimliliği	%91	%91	%91
1 <b>Dikey Türbin</b> kurulum ücreti	6,500 TL	7,500 TL	7,000 TL
Uygun olan <b>Yatay Rüzgar Türbini</b> sayısı	3	1	2
Yerin üstünde <b>Yatay Rüzgar Türbini</b> 'nin ulaşabildiği yükseklik	60 m	60 m	60 m
15 m/s'de her bir <b>Yatay Rüzgar Türbini</b> için maksimum elektrik (güç) oranı	10 kW	10 kW	10 kW
<b>Yatay Rüzgar Türbini</b> verimliliği	%95	%95	%95
1 <b>Yatay Rüzgar Türbini</b> kurulum ücreti	7,000 TL	8,000 TL	7,500 TL

## Oyuncak Tasarım

**Problem:** Yangın sonucu evlerini boşaltmak zorunda kalmış ailelerin çocuklarının artık hiç oyuncakları yoktur. Onlar için birkaç yeni oyuncak yapmamız gerekiyor.

NOT: Sadece 80 TL'lik bütçemiz var ve siz mümkün olduğu kadar az maliyetli bir oyuncak tasarlamaya çalışacaksınız.

Materyal Fiyatları:

Elektrik Motoru	20 TL
Pil	10 TL
Tel	2 TL
Tahta Çubuk	2 TL
Pipet	2 TL
Aks	5 TL
Tekerlek	5 TL
Dişli	5 TL
Lastik Bant	1 TL
Not kartı	5 TL
Maskeleme bandı	1 TL
Tel Raptiye	1 TL
Mıknatıs	3 TL

**Haval Et:** Oyuncak tasarımı için grubunuzun bütün fikirlerini aşağıdaki alana yazınız.

- Tasarımımız hakkında başka şeyler

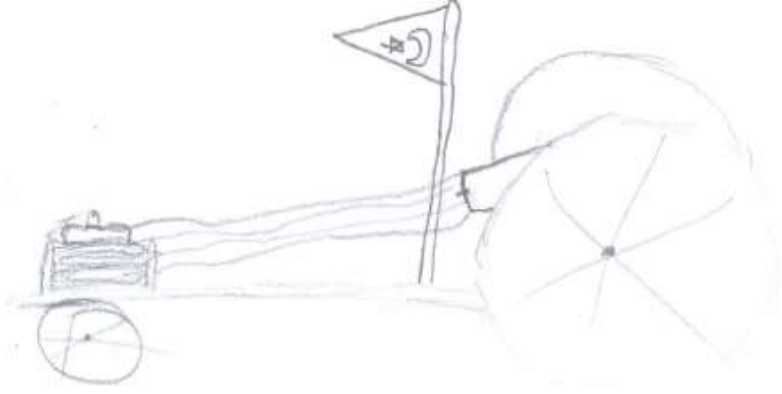
düşünüyoruz ama yapamadık aklımızda

başka fikir geldi ve araba yaptık

Grup arkadaşlarımızla beraber arabamızı

çok beğendik ve başaracağımızı düşünüyoruz

**Tasarım:** Tasarımınızı aşağıdaki alana çiziniz.



**İnsaa Et:**

Oyuncak araba tasarımınız için hangi malzemeden ne kadar kullanacağınızı yazıp karşısında verilen fiyatı ile çarpınız ve ücretini yazınız. En son aşamada ise tasarımınızın toplam maliyetini hesaplayıp yazınız.

Malzeme	İhtiyaç duyulan miktar	Ücret	Maliyet
Elektrik Motoru	1	20 TL	20
Pil	1	10 TL	10
Tel	3	2 TL	6
Tahta Çubuk	1	2 TL	2
Pipet	1	2 TL	2
Aks	1	5 TL	5
Tekerlek	4	5 TL	20
Dişli	1	5 TL	5
Lastik Bant	1	1 TL	1
Not kartı	-	5 TL	
Maskelene bandı	-	1 TL	
Tel Raptiye	-	1 TL	
<b>Toplam Maliyet</b>			<b>66 TL</b>

Motor, pil, araba, tekerlek yardımıyla arabamızı

**Test:** tasarlayıp geliştirdik. (ve bir çok malzeme yardımıyla)

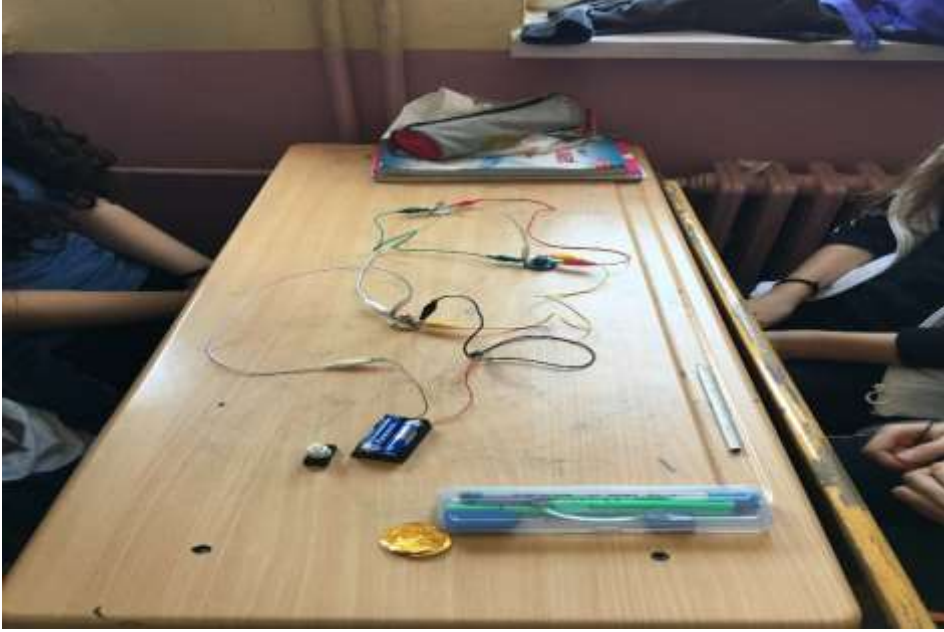
1. Tasarımınızı test ettiğinizde oyuncakınızın nasıl çalıştığına ilişkin fikirlerinizi yazınız.

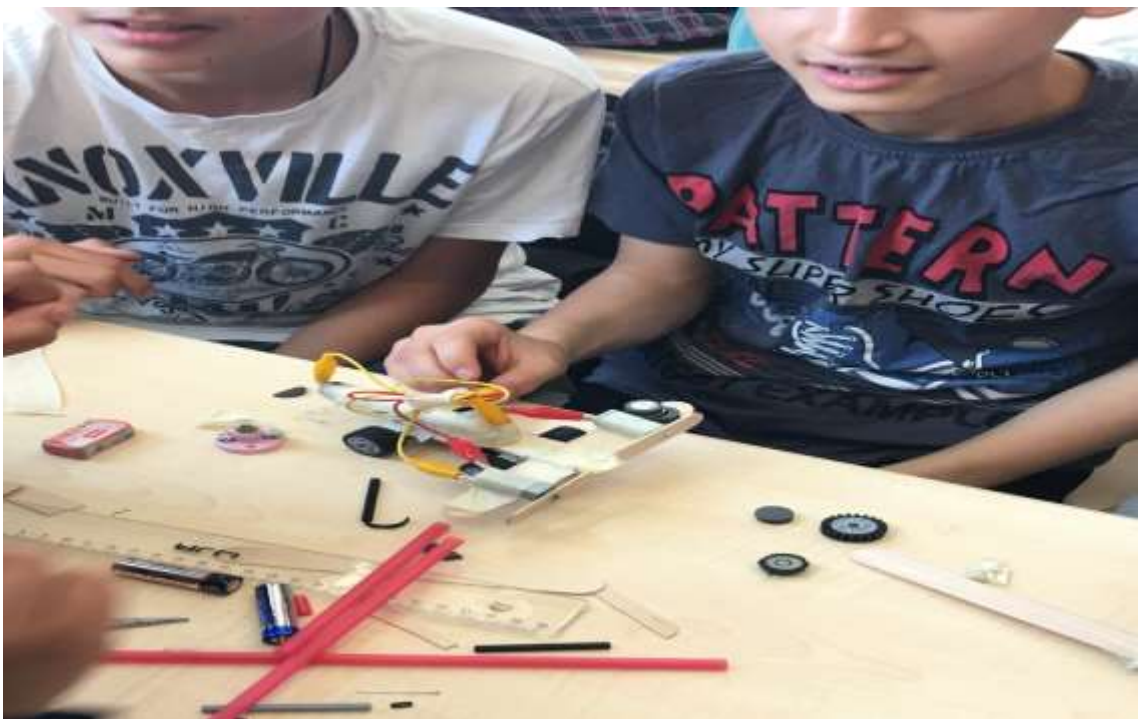
Tasarımımızı tasarladıktan sonra ve test ettikten sonra aklımızdakileri yaptık ve fikirlerimiz oluştu.

2. Tasarımınızı geliştirmek için ne tür düzenlemelerde bulunursunuz?

Tasarımımızı geliştirmek için arabayı kaplayıp daha güzel görünüm

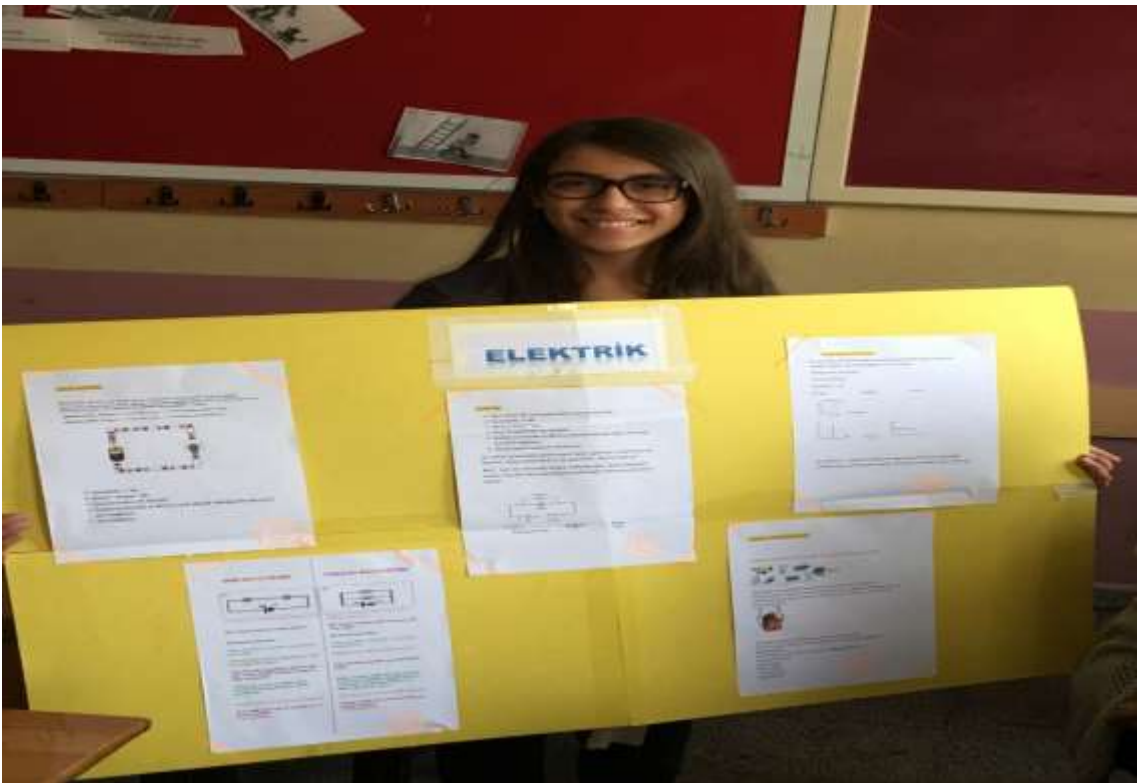
3 Sağlayabiliriz. (ama elimizde yok)

**EK F: Öğrenci Çalışmalarına Ait Fotoğraflar**









**EK G: YASAL İZİN**

**T.C.  
DENİZLİ VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü**

Sayı : 16605029/44-E.4035251  
Konu : Anket İzni

11/04/2016

**VALİLİK MAKAMINA**

**İlgi** : Pamukkale Üniversitesi Rektörlüğünün 29/03/2016 tarih ve 6380 sayılı yazıları.

Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Doktora Programı öğrencisi Aytaç KARAKAŞ " Fen, Teknoloji, Matematik,(FeTeMM) Uygulamalarının Fen Öğretimine Yansımaları" konulu tez çalışması kapsamında ilgi yazı gereği Müdürlüğümüze bağlı Merkezefendi ve Pamukkale İlçelerinde bulunan ortaöğretim okullarında veri toplamak istemektedir.

Yukarıda adı geçen müracaatlar ile ilgili (Lisans/Lisansüstü/Doktora) öğrencileri ve Öğretim Görevlilerinin ilgi yazıları ekinde belirtmiş oldukları okullarda, (Ortaöğretim/İlköğretim/Okulöncesi) konuları ile ilgili anket çalışmalarının "Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik İzinleri" Genelgesinde belirtilen esaslar gereğince; Okul ve kurumların eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmayacak şekilde 2015/2016 eğitim-öğretim yılı içerisinde uygulamaları Müdürlüğümüze uygun görülmüştür.

Olurlarınıza arz ederim.

Mahmut OĞUZ  
Millî Eğitim Müdürü

OLUR  
11/04/2016  
Ali ŞANLIER  
Vali a.  
Vali Yardımcısı

**Güvenli Elektronik İmzalı**  
Aşlı İle Aymdır  
18/04/2016  
Aşlı ERKAN  
V.H.K.I.  
*A.Şanlier*

T.C.  
DENİZLİ VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE**

Kurumunuzca Müdürlüğümüzden talep edilen araştırma isteklerine ait Makam Onayı ve Müdürlüğümüze Onay verilen anket formları ekte gönderilmiştir.  
Gereğini rica ederim.

Ali ŞANLIER  
Vali a.  
Vali Yardımcısı

Ek:  
1-Anket Formları

Sırakapılar Muh. Saitak Cad. No:76 Merkez / DENİZLİ  
Tel No : (0 258) 265 55 54 Faks No:(0 258) 265 01 69  
e-posta: strateji20@meb.gov.tr İnternet Adresi: http://denizli.meb.gov.tr

Bilgi için :S.GELMİŞ V.H.K.I

Tel: (0 258) 265 55 54 - 708

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. http://evraksurgu.meb.gov.tr adresinden 628c-e929-3c0c-b62e-39b5 kodu ile teyit edilebilir.

**EK H: ÖZGEÇMİŞ**

<b>Kişisel Bilgiler</b>	
<b>Adı:</b>	Aytaç
<b>Soyadı:</b>	KARAKAŞ
<b>Doğum Yeri ve Tarihi:</b>	Maden / 06.09.1983
<b>Uyruğu:</b>	T.C.
<b>e-mail Adresi:</b>	aytaçkarakas@gmail.com
<b>Eğitim</b>	
<b>İlköğretim:</b>	<b>Birinci Kademe:</b> Atatürk İlkokulu
	<b>İkinci Kademe:</b> Atatürk Ortaokulu
<b>Ortaöğretim:</b>	Ahmet Kabaklı Anadolu Öğretmen Lisesi
<b>Yüksek Öğretim (Lisans):</b>	Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği
<b>Yüksek Öğretim (Yüksek Lisans):</b>	Mehmet Akife Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Eğitimi
<b>Yabancı Dil</b>	
<b>Yabancı Dil Adı:</b>	İngilizce
<b>Sınav Adı, Sınavın Yapıldığı Ay / Yıl:</b>	ÜDS, Aralık/2010
<b>Alınan Puan:</b>	78,75