



T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

MESLEK LİSESİ ÖĞRENCİLERİNİN ALANLARIYLA İLGİLİ
MESLEKİ MATEMATİK BAŞARISINI GELİŞTİRMEYE YÖNELİK
STEM UYGULAMALARI

DOKTORA TEZİ

Hüseyin ÖZDEMİR

BURSA

2018



T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

**MESLEK LİSESİ ÖĞRENCİLERİNİN ALANLARIYLA İLGİLİ
MESLEKİ MATEMATİK BAŞARISINI GELİŞTİRMEYE YÖNELİK
STEM UYGULAMALARI**

DOKTORA TEZİ

Hüseyin ÖZDEMİR

Danışman

Prof. Dr. Rıdvan EZENTAS

BURSA

2018

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim.

Hüseyin ÖZDEMİR

29/11/2018





EĞİTİM BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

DOKTORA İNTİHAL YAZILIM RAPORU

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 28/12/2018

Tez Başlığı: **Meslek Lisesi Öğrencilerinin Alanlarıyla İlgili Mesleki Matematik Başarısını Geliştirmeye Yönelik STEM Uygulamaları**

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 234 sayfalık kısmına ilişkin, 28/12/2018 tarihinde şahsım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 2 'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar dahil
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Özgünlük Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: HÜSEYİN ÖZDEMİR

Öğrenci No: 811432005

Anabilim Dalı: MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ

Programı: MATEMATİK EĞİTİMİ

Statüsü: Y.Lisans Doktora

Danışman
Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ
28/12/2018

YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

“Meslek Lisesi Öğrencilerinin Alanlarıyla İlgili Mesleki Matematik Başarısını Geliştirmeye Yönelik STEM Uygulamaları” adlı Doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan
Hüseyin ÖZDEMİR

Danışman
Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Başkanı

Prof. Dr. Mustafa ÖZKAN

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı 811432005 numaralı Hüseyin Özdemir'in hazırladığı “Meslek Lisesi Öğrencilerinin Alanlarıyla İlgili Mesleki Matematik Başarısını Geliştirmeye Yönelik STEM Uygulamaları” konulu Doktora çalışması ile ilgili tez savunma sınavı 30/11/2018 günü 13:00 – 15:00 saatleri arasında yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin/çalışmasının başarılı olduğuna oybirliği ile karar verilmiştir.

Tez Danışmanı ve Sınav Komisyon Başkanı

Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ

Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye

Doç. Dr. Nuray PARLAK YILMAZ

Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye

Doç.Dr. Melih Turğut

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Üye

Dr. Öğr. Üy. Menekşe Seden TAPAN BROUTIN

Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye

Dr. Öğr. Üy. Hatice Kübra GÜLER

Düzce Üniversitesi

ÖNSÖZ

Doktora eğitimimin en başından sonuna kadar, ders aşamasında ve tez aşamalarının tümünde her türlü akademik ve manevi desteği veren, yardımını esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Rıdvan EZENTAS'a, tez izleme komitemde yer alan değerli hocalarım Doç. Dr. Nuray PARLAK YILMAZ ve Dr. Öğr. Üyesi Menekşe Seden TAPAN BROUTIN'e, ana bilim dalı toplantıları vasıtasıyla tez yazım sürecine katkı sağlayan İlköğretim Matematik Öğretmenliği Anabilim Dalı'ndaki öğretim üyesi hocalarım ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma;

Doktora tezimin uygulama çalışmalarını yaptığım ve bir öğretmeni olarak çalıştığım, bana her türlü desteği veren ve çalışmada gönüllü katılımcı olarak yer alan kurumun değerli idareci ve öğretmenlerine ve uygulamada özveri ile yer alan okulun Endüstriyel Otomasyon Teknolojisi bölümü 2016-17 öğretim yılı 11. Sınıf öğrencilerime;

Doktora tez çalışmasında materyal geliştirme ve uygulamaların yürütülmesi aşamalarına aktif olarak katılan ve bana her ihtiyaç duyduğumda her türlü desteği veren, okulda ve okul dışında meslektaştan öte kardeş gibi hissettiren öğretmen arkadaşlarım Mehmet ŞENDEMİR, Adem ERMIŞ ve Dinçer GÜLER'e;

Hayatım boyunca bana hep destek olan, her kararımdaya arkamda duran, varlığımın sebebi canım anneme ve babama ve varlıklarından sonsuz mutluluk duyduğum kardeşlerim Canan ve Nazan'a çok teşekkür ediyorum. Ayrıca tez çalışmamda bana destek olup ismine yer veremediğim herkese teşekkür ediyorum.

Bu süreci benimle birlikte yaşayan, benimle birlikte sevinip birlikte üzülen, hayatıma ışık, mutluluk ve anlam katan canım eşime, Neslim'e (Neslihan ÖNDER ÖZDEMİR) çok teşekkür ediyorum.

Hüseyin ÖZDEMİR

ÖZET

Yazar : Hüseyin ÖZDEMİR
Üniversite : Bursa Uludağ Üniversitesi
Anabilim Dalı : Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Tezin Niteliği : Doktora Tezi
Sayfa Sayısı : xix+212
Mezuniyet Tarihi :
Tez Adı : Meslek Lisesi Öğrencilerinin Alanlarıyla İlgili Mesleki Matematik Başarısını Geliştirmeye Yönelik STEM Uygulamaları
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ

MESLEK LİSESİ ÖĞRENCİLERİNİN ALANLARIYLA İLGİLİ MESLEKİ MATEMATİK BAŞARISINI GELİŞTİRMeye YÖNELİK STEM UYGULAMALARI

Yaşadığımız bilgi ve teknoloji çağında ülkelerin ihtiyaçları ve bu ihtiyaçları gidermek için gerekli işgücü niteliği geçen yüzyıla göre büyük bir değişim göstermektedir. Bu değişime paralel olarak sanayi ve teknoloji alanlarında söz sahibi olan ya da olmayı hedefleyen ülkeler, yetiştirdikleri yeni nesillerine hedefleri doğrultusunda eğitim programları ve yöntemleri uygulamaya başlamışlardır. Türkiye’de, özellikle örgün eğitim kurumlarında öğrencilere verilen eğitimin çağın gerektirdiği niteliklere sahip işgücünün arzı için yeterli ve etkili olmadığı, uygulanan eğitim programlarının gözden geçirilerek günümüzün ve geleceğin ihtiyaç duyduğu insan gücünü yetiştirmeye odaklı bir hale getirilmesi birçok araştırmacı ve iş örgütü tarafından değişik araştırma ve raporlarla ifade edilmektedir. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) eğitimi yaklaşımı bu işgücünün yetiştirilmesi için yapılması gereken eğitim reformları arasında önemli ve etkili bir yere sahiptir. Türkiye’de

eğitimden işgücüne geçişin en net gözlenebildiği ortaöğretim kurumları mesleki ve teknik liselerdir. Ülkemizde STEM eğitimi konusunda meslek liselerinde matematik alanına özel yapılmış bir akademik çalışma bulunmamaktadır. Bu araştırmada, FeTeMM uygulamalarının ve STEM temelli bir matematik eğitiminin meslek lisesi öğrencilerinin mesleki matematik başarisının ve ilgisinin gelişimine etkisi incelenmiştir.

Araştırmada ön-test son-test desenli yarı deneysel nicel yöntem yanı sıra tematik analiz ve doküman analizi yapılan nitel yöntemi kapsayan bir *karma yöntem* kullanılmıştır. Araştırmanın nicel verileri STEM Kariyer İlgi Anketi ve Mesleki Matematik Başarı Testi uygulanarak elde edilmiştir. Nitel veriler ise tematik analiz, gözlem ve doküman analizi yöntemleri ile elde edilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında Güney Marmara bölgesindeki bir ilde bir Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'nin 11. sınıfında öğrenim gören 32 deney grubu ve 32 kontrol grubu olmak üzere toplam 64 öğrenci ve 3'ü kurum idarecisi 22 öğretmen oluşturmaktadır. Araştırmanın başlangıcında öğrencilere STEM Kariyer İlgi Anketi ve Mesleki Matematik Başarı Testi ön-test olarak uygulanmıştır. Öğretmen ve öğrencilere STEM eğitimi ve uygulamaları ile bazı ülkelerden uygulama örnekleri konusunda bilgi verilmiştir. Katılımcılarla, uygulanması planlanan STEM eğitimi için ihtiyaç analizi çalışması yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları da dikkate alınmak suretiyle, meslek dersleri kitapları ve öğretim programları incelenerek STEM matematik modülü ve bu modülün uygulanabileceği ders planları oluşturulmuştur. Deney grubu öğrencileri ile STEM temelli matematik dersleri yapılırken kontrol grubu öğrencileri ile geleneksel eğitim yöntemlerinin uygulandığı ders uygulamaları yapılmıştır. Uygulamalardan sonra öğrencilere STEM Kariyer İlgi Anketi ve Mesleki Matematik Başarı Testi son-test olarak uygulanmıştır. Deney grubundaki öğrencilerden sürece yönelik düşüncelerini belirten bir form doldurmaları istenmiştir.

Araştırmanın sonucunda deney grubundaki öğrencilerin matematik, fen, teknoloji ve mühendislik tutumlarında ve kariyer ve meslek seçimlerinde STEM alanlarındaki işlere yönelik ilgilerinde artış olduğu gözlenmiştir. Mesleki matematik başarı testinde ise ön-test puanları çok yakın olan deney ve kontrol gruplarının son-test puanlarında deney grubu lehinde anlamlı fark olduğu gözlenmiştir. Uygulamaya katılan öğrencilerin gerçekleştirilen eğitim sürecine yönelik düşüncelerinin çok büyük oranda olumlu olduğu gözlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar ve bulgular ışığında araştırmacılara, öğretmenlere ve program hazırlayıcılarına yönelik öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi, mesleki matematik meslek lisesi, STEM kariyeri

ABSTRACT

Author : Hüseyin ÖZDEMİR
University : Bursa Uludag University
Department : Department of Mathematics and Science Education
Kind of Thesis : PhD
Number of Page : xix+212
Graduate Date :
Name of the Thesis : STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)
Implementations to Improve the Students' Vocational Mathematics
Success regarding their Branch in Vocational High Schools
Thesis Supervisor : Prof. Dr. Rıdvan EZENTAS

STEM IMPLEMENTATIONS TO IMPROVE THE STUDENTS' VOCATIONAL MATHEMATICS SUCCESS REGARDING THEIR BRANCH IN VOCATIONAL HIGH SCHOOLS

Today, in the area of information and technology, the needs of countries and the quality of the required labor force that are needed to meet these needs have changed considerably when we compare with the last century. In line with these changes, the countries that have or aim to have a voice in the industry and technology started to implement educational programs and methods to the new generations they have cultivated. In Turkey, the education particularly in the schools that deliver formal education is inadequate and ineffective for the workforce that is needed for the requirements that our age needed and there are different research and reports prepared by the researchers and organizations that need to be reviewed and should be tailored considering the workforce needed for today and in the

future. Science, Engineering and Mathematics (STEM) education has a vital and effective role among the educational reforms for the workforce growth. Vocational and technical secondary schools are the schools where the transition from education to workplace could be observed clearly in Turkey. When the relevant literature is examined, there is not any study on STEM education in mathematics in the vocational schools in Turkey. In this study, the potential effects of STEM applications and mathematics education drawing on STEM on vocational students' vocational mathematics success and their interest in STEM education.

In this research, using *a mixed methodology*, pre- and post-test as semi-experimental quantitative method and content and document analyses were performed. The quantitative data were obtained using STEM Career Interest Survey and Vocational Mathematics Success Test. The qualitative data were collected through thematic analysis, observation protocol and document analysis. The experimental group in this study consisted of 64 11th-grade vocational students who were studying in the Vocational and Technical Higher Education in a large city located at South Marmara region. There were 32 students in the experimental group and 32 students were in the control group, three of the participants were administrative staff and 22 of the participants were teachers.

In the beginning of this research, STEM Career Interest Test and Mathematics Success Test were applied as pre-test to the students both in the experimental and control groups. Both teachers and students in this study were provided with information about STEM education and STEM applications. A SWOT analysis was conducted on the participants concerning STEM education which was planned to be applied. Considering the SWOT analysis results, vocational course books and educational programs were examined to design course programs for the development and application of the STEM module. While the mathematics courses were based on STEM in the intervention group, traditional mathematics education was followed in the control group in this study. After the applications, STEM Career Interest Test

and Mathematics Success Test were applied as post-test to the students both in the experimental and control groups. In addition, students in the experimental group filled a form to write their perceptions about STEM education application process.

In this study, the findings showed that the students' attitudes in Science, Engineering and Mathematics and interest in career and job choices in the STEM subjects increased in the experimental group. In the vocational Mathematics success test, there was a significant difference between pre-test and post-tests among the students in the experimental and control groups whose pre-tests results were similar. Students' opinions regarding STEM education after STEM module was positive considerably in the experimental group. In light of the findings in this study, there are recommendations to the researchers, teachers and program developers.

Key words: STEM education, vocational mathematics, vocational high school, STEM career

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	i
İNTİHAL YAZILIM RAPORU	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI.....	iii
ÖN SÖZ.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	ix
İÇİNDEKİLER.....	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xvi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xviii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xix
1. Bölüm	1
Giriş.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. STEM Eğitiminin Başarıyla Uygulandığı Ülkelerdeki Benzerlikler	5
1.3. STEM Eğitimi Konusunda Çalışma Motivasyonu	7
1.4. Araştırmanın Kuramsal Temelleri.....	9
1.5. Doktora Araştırma Projesinin Amacı.....	10
1.6. Araştırmanın Önemi.....	12
1.7. Araştırma Soruları.....	14
1.8. Araştırmanın Varsayımları.....	14
1.9. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	14
2. Bölüm	16
Kavramsal Çerçeve.....	16
2.1. 21. Yüzyıl Becerileri.....	16

2.2. Mesleki Matematik	21
2.3. Durumlu Öğrenme Kuram	23
2.4. PISA Ölçeğinden Fen, Matematik Okuryazarlığı ve Okuma İle İlgili Bulgular.....	26
2.5. STEM (FeTeMM) Eğitimi.....	29
2.6. STEM Okuryazarlığı.....	35
2.7. STEM Kariyeri.....	37
2.8. STEM'in Dünyada Ortaya Çıkışı ve Gelişimi.....	41
2.8.1. Amerika Birleşik Devletleri.	42
2.8.2. Avrupa Birliği.....	44
2.8.3. Çin.....	52
2.8.4. Rusya.....	53
2.8.5. Avustralya.....	53
2.9. STEM Eğitime Karşı Tutum	54
2.10. Başarılı K-12 STEM Okullarının Belirlenmesi için Kriterler.....	55
2.11. Literatürde STEM Müfredatı İle İlgili Tartışmalar.....	57
2.12. K-12 STEM Eğitiminin Müfredata Entegrasyonu	59
2.13. Türkiye'de STEM Eğitimi.....	60
2.14. STEM İle İlgili Yapılan Çalışmalardan Örnekler	70
2.15. Türkiye'deki Meslek Liseleri.....	73
3. Bölüm.....	78
Yöntem.....	78
3.1. Araştırmanın Yöntemi.....	78
3.2. Katılımcılar.....	82
3.3. Veri Toplama Araçları	84
3.3.1. STEM kariyer ilgi anketi.....	87

3.3.2. Mesleki matematik başarı testi.....	89
3.3.3. İhtiyaç analizi.....	91
3.3.4. Etkinlik formu.....	93
3.3.5. Sürece ilişkin düşünceler formu.....	94
3.4. Çalışma Grupları	94
3.4.1. Çalışmanın yapıldığı kurum	94
3.4.2. STEM kariyer ilgi anketi ve mesleki matematik testi için çalışma grubu.....	96
3.4.3. İhtiyaç analizi için çalışma grubu	97
3.4.4. Eğitim/öğretim programının analizi ve STEM matematik modülünün yazımı için çalışma grubu.....	98
3.4.5. Ders uygulamaları için çalışma grubu.....	98
3.4.6. Sürece ilişkin düşünceler formu için çalışma grubu.....	99
3.5. Araştırmanın Aşamaları.....	99
3.6. STEM Matematik Modülü.....	101
3.6.1. STEM matematik modülü ve ders planının hazırlanması.....	101
3.6.2. Matematik eğitimini STEM aktivitelerine dönüştürmek.....	106
3.6.2.1. Mevcut müfredat ve STEM eğitimi ile ilgililik düzeyi.....	106
3.6.2.2. İyi bir STEM aktivitesinin yapısı.....	107
3.7. Verilerin Analizi.....	108
3.7.1. Nicel verilerin analizi.....	108
3.7.2. Nitel verilerin analizi.....	109
4. Bölüm	112
Bulgular ve Tartışma.....	112
4.1. Birinci Araştırma Sorusu için Elde Edilen Bulgular.....	112
4.1.1. Öğrenci ihtiyaç analizinden elde edilen bulgular.....	113

4.1.2. Öğretmen ihtiyaç analizinden elde edilen bulgular.....	122
4.1.3. Öğrenci ve öğretmen ihtiyaç analizlerinin karşılaştırılması.....	132
4. 2. İkinci Araştırma Sorusu için Elde Edilen Bulgular.....	133
4.2.1. STEM kariyer ilgi anketinden elde edilen bulgular.....	134
4.2.2. Mesleki matematik başarı testinden elde edilen bulgular.....	140
4.3. Sürece Yönelik Düşünceler Formundan Elde Edilen Bulgular.....	148
5. Bölüm	155
Tartışma ve Öneriler.....	155
5.1. Tartışma.....	155
5.2. Öneriler.....	166
5.2.1. STEM eğitiminin geliştirilmesi için öneriler.....	166
5.2.2. STEM eğitimi konusunda yapılacak çalışmalar için öneriler.....	167
Kaynakça.....	169
Ekler.....	198

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1 2015 PISA sonuçları.....	28
Tablo 2.2 Disiplin Entegrasyon düzeyleri.....	31
Tablo 2.3 Profesyonel kurumların okuryazarlık tanımları.....	36
Tablo 2.4 Türkiye’deki ortaöğretim kurumları türleri ve sayıları.....	76
Tablo 3.1 Çalışmaya katılan kurum idarecileri ve öğretmenleri.....	97
Tablo 3.2 Deney ve kontrol grupları.....	99
Tablo 3.3 Araştırmanın aşamaları, katılımcılar ve veri toplama araçları.....	99
Tablo 3.4 MEGEP Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri Bölümü dersleri ve modülleri.....	102
Tablo 4.1 Öğrenci ihtiyaç analizi temaları.....	113
Tablo 4.2 Öğretmen ihtiyaç analizi temaları.....	123
Tablo 4.3 Deney grubunun STEM Kariyer İlgi Anketi ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılmasına ait eşleştirilmiş t- testi sonuçları.....	135
Tablo 4.4 STEM meslek alanları ilgisi ön test ve son test puan ortalamaları.....	136
Tablo 4.5 Deney grubunun “Bu yıl aşağıdaki derslerde ne kadar başarılı olacağınızı düşünüyorsunuz?” ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılmasına ait eşleştirilmiş t- testi sonuçları.....	137
Tablo 4.6 Deney grubunun “Gelecek planlarım arasında” ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılmasına ait eşleştirilmiş t- testi sonuçları.....	138
Tablo 4.7 Deney grubunun “Üniversiteye gitmeyi planlıyor musunuz?” ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılmasına ait eşleştirilmiş t- testi sonuçları.....	140
Tablo 4.8 Matematik başarı testi faktör analizi sonuçları	142
Tablo 4.9 Kontrol ve deney grupları ön test puanları arasındaki ilişkisiz t testi sonuçları...	142
Tablo 4.10 Matematik başarı testi madde analizi sonuçları.....	144
Tablo 4.11 Matematik başarı testi iki yarı test güvenilirliği sonuçları.....	145

Tablo 4.12 <i>Grupların matematik ön test sonuçlarının karşılaştırılmasına ait bağımsız iki örneklem t-testi sonuçları</i>	146
Tablo 4.13 <i>Grupların matematik son test sonuçlarının karşılaştırılmasına ait bağımsız iki örneklem t-testi sonuçları</i>	147
Tablo 4.14 <i>Kontrol grubunun matematik ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılmasına ait eşleştirilmiş t-testi sonuçları</i>	147
Tablo 4.15 <i>Deney grubunun matematik ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılmasına ait eşleştirilmiş t-testi sonuçları</i>	148
Tablo 4.16 <i>Sürece yönelik düşünceler formundan elde edilen bulgular</i>	149

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 21. Yüzyıl öğrenme çerçevesi.....	17
Şekil 2.2 PISA ağırlıklı alan uygulama döngüsü.....	27
Şekil 2.3 Türkiye'nin yıllara göre PISA sonuçları değişimi.....	28
Şekil 2.4 Entegre STEM eğitiminin genel özellikleri ve alt bileşenlerini gösteren betimleyici çerçeve.....	33
Şekil 2.5 STEM eğitim merkezleri (ABD).....	44
Şekil 2.6 STEM eğitimi için önerilen adımlar.....	65
Şekil 2.7 MEB STEM merkezi yapısı.....	66
Şekil 3.1 Karma metodun uygulanması.....	79
Şekil 3.2 Katılımcılar	83
Şekil 3.3 Temel Endüstri Uygulamaları dersi Lojik Devreler Modülü (sayfa 4).....	103
Şekil 3.4 Temel Endüstri Uygulamaları dersi Lojik Devreler Modülü (sayfa 17).....	103
Şekil 3.5 Mekanizmalar dersi Mekanizma Yapımı Modülü (sayfa 37).....	104
Şekil 3.6 Mekanizmalar dersi Mekanizma Yapımı Modülü (sayfa 22, 23).....	105
Şekil 3.7 Tematik analiz aşamaları.....	110

KISALTMALAR LİSTESİ

FeTeMM:	Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik
ISTE:	International Society for Technology in Education
K-12:	Kindergarten to 12 th grade
MEB:	Milli Eğitim Bakanlığı
MEGEP:	Mesleki Eğitim ve Öğretim Sistemini Güçlendirme Projesi
NCTE:	National Council of Teachers of English
NCTM:	<i>National Council of Teachers of Mathematics</i>
NRC:	National Research Council
OECD:	Organisation for Economic Co-operation and Development
PISA:	Programme for International Student Assessment
STEM:	Science, Technology, Engineering, Mathematics
TED:	Türk Eğitim Derneği
TIMMS:	Trends in International Mathematics and Science Study
TÜBİTAK:	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜSİAD:	Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
UNESCO:	The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

1. Bölüm

Giriş

Araştırmanın bu bölümünde, araştırmanın problem durumuna, amacına ve önemine, araştırma sorularına, kuramsal temellerine, konu seçimindeki motivasyon sebeplerine, sınırlılıklara ve kavramsal çerçeve bölümünde ayrıntıları verilecek olan araştırma için önemli olan tanımlara yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

FeTeMM kelimesi “Fen”, “Teknoloji”, “Mühendislik” ve “Matematik” kelimelerinin kısaltılmasıyla oluşturulmuş bir ifadedir. İngilizce STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) kavramından yola çıkılarak türetilmiştir. Taşıdığı anlam bakımından ortaya çıkışı çok daha önce olmakla birlikte STEM terimi ilk olarak 2001 yılında ABD’de Ulusal Bilim Kurumu (National Science Foundation [NSF]) direktörlerinden Judith A. Ramaley tarafından önerilmiştir (Bybee, 2010). Bu çalışmada, uluslararası anlaşılabilirlik ve kullanım yaygınlığı bakımından FeTeMM yerine STEM terimi kullanılmıştır.

STEM eğitimi yaygın olarak, ‘farklı disiplinleri birleştiren ve uygulamayı esas alan bir yaklaşıma sahip, Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik olmak üzere dört önemli ana disiplinin entegrasyonunu amaç edinen bir öğretim sistemidir’ biçiminde tanımlanmıştır (Bybee, 2010, s. 11). STEM eğitimi, fen ve matematikte edinilen bilginin teknoloji desteği ve mühendislik yaklaşımıyla somut ürüne dönüştürülmesi ve bireylerin 21. YY. becerilerini kazanmaları bakımından büyük öneme sahiptir. Bu eğitim yaklaşımı, teknolojik ve ekonomik olarak gelişmeyi, bilgi çağını yakalamış yapıcı, sorgulayıcı ve yaratıcı bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir (Akgündüz, Ertepinar, Ger ve Türk, 2018).

Eğitim açısından bakıldığında, bu açılamdaki Fen (Science) -dünyanın doğasını çalışma, Teknoloji (Technology) –insanların istek ve ihtiyaçlarını karşılamak için insan eliyle yapılmış her türlü ürün, Mühendislik (Engineering) –çocukların problem çözmek için

kullandığı tasarım süreçleri ve Matematik (Mathematics) – sayıların, şekillerin ve niceliklerin dili biçiminde ifade edilebilir (Jolly, 2014). Amerikan Ulusal Bilim Kurumu STEM alanlarını daha kapsamlı tanımlamaktadır. Buna göre STEM sadece yaygın olarak bilindiği şekliyle Matematik, Doğa Bilimleri, Mühendislik, Bilgisayar ve Bilgi Bilimlerini değil, bunun yanında Psikoloji, Ekonomi, Sosyoloji ve Politik Bilimler gibi sosyal ve davranışsal bilimleri de içerir (Green, 2007). 21. yüzyıl bilgi ve becerilerini kullanıp STEM alanlarında öğrencilerin etkin katılımı da STEM eğitiminin bir parçasıdır. STEM ile ilgili literatür incelendiğinde, STEM eğitimi tanımlanırken değişik yönlerine temas edilse ve farklı bakış açıları getirilse de yukarıda bahsedilen dört ana disiplinin güçlerinin birleştirilerek öğretilmesi gerekliliği tüm tanımların ortak noktası olarak vurgulanmaktadır (Akgündüz ve diğerleri, 2018).

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik insanoğlunun insanlığını yansıtan, ekonomiyi güçlendiren ve vatandaş, çalışan, tüketici ve ebeveynler olarak hayatın temel yönlerini oluşturan kültürel başarılarıdır (National Research Council [NRC], 2011). Çorlu, Capraro ve Capraro'nun (2014) vurguladığı gibi STEM eğitimi dünyada gittikçe artan ekonomik rekabette stratejik öneme sahiptir. Bu nedenle, öğretmenlerin hem uzman oldukları alanda kendilerini iyi yetiştirmiş hem de disiplinleri entegre etme bilgisine ve yetisine sahip olmaları gerekmektedir. Günümüzde işverenler işe aldıkları bireylerin çoğunda matematik, problem çözme gibi gerekli yeterlilikleri bulamamaktadırlar. Bu problem sadece Türkiye'ye ait değildir ve birçok gelişmiş ülkede acilen önlem alınması çağrısında bulunulan büyük bir tehlike olarak görülmektedir (National Governors Association, 2007). Gelecekte birçok iş gücü için STEM bilgisi ve yeterliliği gerekecektir (Lacey & Wright, 2009). Amerika Birleşik Devletleri başta olmak üzere birçok ülke de bu gittikçe büyüyen işgücü ihtiyacının farkında olup STEM eğitimi uygulamalarına öncelik vermektedir. Örneğin, STEM içeriği ve uygulamalarını öğrenme, STEM'e karşı olumlu bir tutum gelişiminin sağlanması ve

öğrencileri hayat boyu öğrenmeye hazırlamak için ABD’de genel hatlarıyla STEM ile ilgili kapsamlı üç ana hedefe odaklanılmıştır (NRC, 2011, s.41):

- 1- STEM alanlarında ileri derecede eğitilmiş ve iyi bir kariyere sahip olacak öğrencilerin sayısını arttırmak,
- 2- STEM becerilerini içeren işgücünü genişletmek ve kadın ve azınlıkların STEM alanında işgücüne katılımını arttırmak,
- 3- STEM kariyerini takip etmeyen ya da STEM disiplinlerinde çalışmayan öğrenciler de dâhil olmak üzere tüm öğrenciler için STEM okuryazarlığını arttırmaktır.

STEM eğitimi, Türkiye’de eğitim programlarına adapte edilmekten daha çok teori olarak tartışılmaktadır. Var olan veriler ışığında yapılan bilimsel araştırmalar ise öğrencilerin mühendislik tasarım döngüsünü kullanarak televizyon kanallarında gösterilecek bir STEM spotu tasarımları (Canbazoğlu-Bilici & Mesutoğlu, 2017), STEM içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri (Şahin, Ayar & Adıgüzel, 2014), öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve Fen Bilimlerine karşı tutumlarına STEM etkinliklerinin etkisi (Yamak, Bulut & Dündar, 2014), STEM kariyerine olan ilgileri (Unlu, Dokme & Unlu, 2016), okul dışı STEM aktiviteleri (Baran, Canbazoğlu-Bilici & Mesutoğlu, 2017), STEM ve medya dizayn dersinin entegre edilmesinin öğrenciler üzerindeki etkisi (Karahana, Bilici & Unal, 2015), Fen bilgisi dersi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik tasarımına bakış açılarının değerlendirilmesi (Marulcu & Sungur, 2012) gibi konularla sınırlıdır.

Türkiye’de mesleki eğitimde en büyük eksikliklerden biri de teorik bilgiyle bilginin pratiğe dönüştürülmesinin kurumun kuruluş amacı olduğu mesleki ve teknik liselerde bu amaç yeterince önemsenmemektedir. Dolayısıyla ele alınan araştırmanın STEM eğitimi literatürüne katkısı, kapsamlı ve detaylı bir araştırma yöntemiyle STEM eğitimi sürecini bir mesleki ve teknik lisede çalışan öğretmenler ile iş birliği yaparak uygulamaya geçirmektir. Bu uygulama

girişimi sırasında karşılaşılan problemleri raporlamak gelecekteki STEM eğitimi çalışmalarına ve uygulamalarına ışık tutacaktır.

Colucci-Gray, Trowsdale, Cooke ve Davies (2017) hazırladıkları teknik raporda STEM'in ekonomik bir kavram olarak özellikle gelişmekte olan ülkelerin gayri safi yurt içi hasılasında çok büyük etki yaptığı eğitim alanlarını hedef almasına rağmen STEM'in pedagojik ve müfredat etkilerinin net olmadığını eleştirel bir bakış açısı ile vurgulamaktadırlar. STEM konuları var olan eğitim ve öğretim programlarına adapte edilmeye çalışıldığında çeşitli sorunlar ile karşılaşmaktadır ve uygulamalar ışığında STEM eğitimi araştırmaları oldukça sınırlıdır. STEM için etkili uygulamalar, eğitime yönelik etkili uygulamalar ile yakından ilişkilidir. Matematik, fen ve teknolojinin hâkim olduğu bir dönemde, fen ve matematik bilgisinin bütün sınıf düzeylerinde öğretilmesi önerilmektedir. Öğretmenlerin uzmanlık alanlarındaki bilgiyi ve becerileri öğrencilere anlamlı bir şekilde öğretecek yeterlilikleri olmalıdır (Colucci-Gray ve diğerleri, 2017). Fakat günümüzde öğrencilerin standart test ile bilgilerinin ölçüldüğü bir eğitim sisteminde anlamlı bir şekilde matematik, fen ve teknolojinin öğretilmesi çok zordur (Furner & Kumar, 2007). Bu durum, gençlerin neredeyse tüm hayatının test sınavlarına endeksli olduğu bir ülke olan Türkiye açısından daha da güçtür. Bu kapsamda K-12 sınıflarında STEM eğitimini eğitim sistemine adapte edebilmek için iki önemli öncelik dikkati çekmektedir: STEM eğitiminin uygulanacağı pilot derslerin yapılması ve STEM dersini verecek öğretmenlerin yeterlilikler kazanması için gereken eğitimin sağlanması (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2016).

Bybee ve Loucks-Horsley'un da (2000) belirttiği gibi STEM eğitiminin etkili olabilmesi ve STEM okuryazarlığı için eğitim camiasının profesyonel gelişimini sürdürmesi gerekmektedir ve bu süreçte dört temel ihtiyacın karşılanması önerilmektedir (s. 32):

1. Öğretmenlerin, teknoloji ve mühendislik ile ilgili becerileri öğrenip geliştirerek içerik bilgilerini derinleştirmek için fırsatlara ihtiyacı vardır.

2. Öğretmenler, öğrenme ile ilgili neler bildiklerini ve belirli içerikleri nasıl öğretecekleri bilgilerini kullanarak alan bilgilerini ve pedagojiyi entegre ederek kullanmalıdırlar.
3. Öğretmenlerin uygulamalarında sürekli öğrenme ve iyileşmeyi kolaylaştırmak için bilgiye, motivasyona ve kaynaklara ihtiyacı vardır böylece bilgileri ve becerileri hep güncel kalır.
4. Öğretmenlere dersler, seminerler ve çalıştaylar gibi güncel öğrenim fırsatları sunulmalıdır. Böylece bilmeleri gereken güncel bilgileri öğrenip ne yapabilecekleri konusunda derinlemesine bir bilgiye sahip olabilirler.

1.2. STEM Eğitiminin Başarıyla Uygulandığı Ülkelerdeki Benzerlikler

STEM nitelikleri bireylere iş yaşamında birçok iş fırsatı sunar. Bu nedenle eğer bir ülkenin kadınlarını ve düşük sosyo-ekonomik ailelerden gelen bireylerini de içeren STEM eğitimine sahip öğrenci oranı artarsa o ülkenin STEM alanında yetenek havuzunu genişletecektir (TÜSİAD, 2014). STEM eğitiminde güçlü ülkeler farklı ekonomi, siyasi ve sosyal kültürlere ve eğitim geleneklerine sahip olmalarına rağmen, Marginson, Tytler, Freeman ve Roberts (2013) tarafından hazırlanan STEM raporunda aşağıda maddeler halinde özetlenen bazı ortak özellikler vurgulanmaktadır.

İlk olarak dünya geneli düşünüldüğünde, öğretmenlerin kendilerine saygısı çoktur, iyi maaş alırlar ve çalıştıkları kurumlarda kendi yeterliliklerine göre çalışırlar. Buna en iyi örneklerden biri Finlandiya'dır. Finlandiya'da tüm öğretmenler en az yüksek lisans derecesine sahiptir ve öğretmen olmak diğer mesleklere göre çok daha zordur. En iyi öğretmenler, fakir ailelere hizmet veren okullarda öğrenme zorluğu çeken öğrencilere eğitim vermek için çalışmaktadır. Çin'de STEM öğretmenlerinin aldığı maaş hem çalıştığı yıl sayısına hem de uzmanlık alanlarında kendini geliştirme programlarına katılım ile artmaktadır. Çin'de öğretmenlerin terfi edebilmesi için yaptıkları işin standardının giderek iyileşmesi gerekmektedir.

İkinci olarak, eğitimin başarıyla uygulandığı ülkelerde çok sıkı bir disiplin içeriği vardır. Bu ülkelerde öğretmenlik sadece sınıf yönetimi değildir. Bilgiye odaklanırlar. STEM eğitimi veren öğretmenler alanlarında gerekli tüm niteliklere ve becerilere sahiptirler ve sadece uzmanlık alanlarında eğitim verirler.

Üçüncü olarak, en başarılı ülkeler, eğitim müfredatlarında ve eğitimde aktif programlar başlatarak probleme dayalı ve araştırmaya dayalı öğrenme yoluyla yaratıcılık ve eleştirel düşünmeyi vurgulayarak fen ve matematiğin daha çekici ve pratik hale getirilmesini sağlamışlardır. Güney Kore, STEM katılımı ve başarısı için STEM eğitime sanatı (art) da katıp bu programda STEAM kısaltmasını kullanmaktadır. Burada daha fazla öğrenci merkezli yaklaşımlar STEM içeriğini aksatmadan benimsenmiştir. Japonya'da son yirmi yılda zorunlu STEM saatleri ve standartları azaltılmış ve sonuçta PISA performansı düşmüştür. 2008'den beri de daha güçlü içerik gereksinimlerine dönülmektedir.

Dördüncü olarak, STEM katılımını arttırmak için bu ülkeler tarafından geliştirilen yenilikçi politikaların varlığıdır. Finlandiya'nın az başarılı öğrencilerle ilgili yaptığı bir uygulama buna bir örnektir.

Son olarak da STEM açısından güçlü ülkeler ulusal STEM politikaları geliştirmişlerdir. Bu politikalar, STEM eğitiminin gelişimi için olumlu şartlar sağlamıştır. Bunlar merkezi ve merkezi olmayan girişimler olarak sınıflandırılabilir. Müfredat reformunu ve yeni öğretim stratejilerini kapsayan, merkezce yürütülüp fonlanan projeler ve programlar, dünya standartlarında üniversite programları, uluslararası bilimin temini ve yeni doktora eğitim grupları merkezi politikalarla oluşturulan girişimlerdir. STEM aktivitelerini okullarda ve yüksek endüstri, iş dünyası ve profesyoneller ile öğretimde bir araya getiren merkezi olmayan program girişimleri ve ortaklıkların yapılması bu politikaların işlevselliğini göstermektedir.

1.3. STEM Eğitimi Konusunda Çalışma Motivasyonu

Bir ülkenin ekonomik gücü pek çok açıdan ülkenin bilim ve teknolojiye araştırma geliştirme yeterliliğine ve gücüne bağlıdır. Ülke olarak, rekabetin giderek arttığı dünya ekonomisinde yer alabilmek için STEM uygulamalarında güncel bilgileri ve yenilikleri takip etmek önemlidir. Öğrencilerin sadece fen ve matematik sorularını çözmeleri değil bu bilgileri somut çıktılar ortaya çıkarmak için iş yaşamında ve günlük hayatta kullanabilmeleri önemlidir. Bu kapsamda okullarda verilen eğitimin rolü çok büyüktür (TÜSİAD, 2017).

“STEM Eğitiminin Başarıyla Uygulandığı Ülkelerdeki Benzerlikler” başlığı altında yukarıda raporlanan bilgiler ışığında ülkelerin özellikleri incelediğinde Türkiye’de yapılması gereken birçok reform olduğu görülmektedir. Eğitim sisteminin en önemli unsurlarından biri olan öğretmenlerin eğitimi ve gelişimi, çalışma şartlarının ve olanaklarının iyileştirilmesi ve her anlamda gereken değer verilmesi öncelikli önem taşımaktadır. Çünkü öğrencinin neyi, nasıl, ne kadar öğreneceğine, her ne kadar plan ve programlara bağlı olsa da en nihayetinde karar veren ve bu kararları uygulayan öğretmendir.

STEM eğitimi yaklaşımı öğrencilere sorumluluk alma, iletişim becerileri, yaratıcılık ve bilimsel merak, eleştirel düşünme, kişilerarası ve iş birliği becerileri, problem çözme ve sosyal sorumluluk gibi 21. yüzyıl becerileri kazanmaları için fırsat sağlamaktadır (Partnership for 21st Century Skills, 2009). Eğitim sistemi içerisinde uygulanan mevcut öğretim programlarındaki ders ve içerik uygulamaları ile bu becerileri geliştirmek ve STEM etkinliklerine katılımı sağlamak mümkün olmayabilir (Roberts, 2012). STEM eğitim yaklaşımının amacına uygun olarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin vurgulandığı entegre programlar vasıtasıyla öğretimin gerçekleştirilmesi, okulların ve öğretim programlarının bugünkü yapısı nedeniyle mümkün olmamaktadır (Bybee, 2010; NRC, 2012). Öğretim programları STEM eğitimi için uygun hale getirilmelidir. MEB (2016) tarafından yayınlanan “STEM Eğitimi Raporu” adlı belgede yer alan aşağıdaki ifadeleri mevcut öğretim

programlarının STEM yaklaşımına göre yeniden düzenlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. STEM eğitiminin verilebilmesi için eğitim programlarının incelenmesi, öğretmen ve öğrencilerle iletişime geçilip eğitim müfredatının STEM eğitimine uygun hale getirilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde STEM eğitimine geçiş için öncelikle ilköğretim ve ortaöğretim Fen ve Matematik ve fen eğitimi öğretim programlarında yer alan ders içerikleri STEM ders etkinliklerine zaman kalacak biçimde azaltılmalı ve sınav sistemi buna göre şekillendirilmeli, öğrencilerin sorgulama, araştırma yapma, ürün geliştirme ve buluş yapma gibi üst düzey becerileri ön plana çıkarılmalıdır. Okullardaki Fen laboratuvarları STEM eğitimine uygun biçimde yeniden düzenlenmeli ve okullara STEM eğitimi öğretim programlarına uygun ders materyalleri sağlanmalıdır (s. 42).

Ortaokuldan sonra meslek liselerine devam eden öğrencilerin özelliklerine baktığımızda, büyük çoğunluğunun, Anadolu ve Fen Liselerine devam eden akranlarına göre akademik başarı ve bilimsel altyapı yönünden daha düşük seviyelerde, eğitim düzeyleri, sosyoekonomik ve sosyokültürel seviyeleri bakımından toplumun alt kademelerinde yer alan ailelerden gelen bireyler oldukları gözlenmektedir. Pek çok yönden dezavantajlı hayat şartlarına sahip bu öğrencilerin, gelecek planları ve kariyer seçimi konusunda da kendilerine ışık tutacak ya da en azından aldıkları eğitimin işlevselliğini artıracak bir sisteme ihtiyaçları vardır. STEM eğitimi ve sonrasında yönlenebilecekleri STEM kariyerleri bu öğrenciler için iyi bir seçenek, belki de bir umut olabilir.

Uluslararası düzeyde, STEM kariyerlerinde öğrencilerin ilgisini çekme girişimleri artmaktadır (Avrupa Komisyonu, 2014). STEM literatürü incelendiğinde araştırmalar ve ülkelerin bu konuda hazırladığı raporları, iş gücü üretme kabiliyetini etkileyecek vasıflı işçilerin yetersiz kalması konusunda STEM alanındaki işverenlerin endişelerini vurgulamaktadır. ABD'nin STEM eğitimine yaptığı önemli yatırımlara rağmen, STEM iş

gücünün büyüklüğü ve mesleki yeterlilikleri ülkenin talebini karşılayamamaktadır. Wang ve Degol'e (2013) göre ABD'de 2012'de yaklaşık 7,4 milyon STEM pozisyonu varken bu sayının 2020'ye kadar 8,95 milyona ulaşması beklenmektedir. Öğrenciler, gelecekte oluşması öngörülen STEM işgücü açığını göz önüne alarak STEM kariyerine dâhil olmalıdırlar (Avrupa Komisyonu, 2014; Wang & Degol, 2013). Bu nedenle, öğretim programları, okullar ve öğretmenler öğrencilerin kariyer konusunda yönlendirilmesinde önemli bir role sahiptir. Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'de eğitim sistemiyle ilgili bazı sorunlar olmasına rağmen, öğrencilerin farkındalığını artırmak ve STEM eğitimini uygulamak için gerekli adımların atılması gerekliliği açıkça görülmektedir. Günümüzde var olan ve gelecekte artacağı öngörülen STEM işgücü ihtiyacına dikkat çekmek ve meslek lisesi öğrencilerinin STEM kariyeri konusundaki farkındalığını artırmak bu çalışmanın başlangıcında motivasyon kaynaklarından biridir.

Dünyada STEM eğitiminin gittikçe artan önemine rağmen Türkiye'de STEM çalışmalarının araştırma ve uygulama boyutunda çok sınırlı ve yetersiz olması, araştırmacının doktora öğrencisi ve meslek lisesinde çalışan bir matematik öğretmeni olarak STEM eğitimi araştırma konusunun Türkiye'deki eğitim sisteminin iyileşmesi için bu doktora araştırma konusu olarak seçilmesinde temel motivasyonu oluşturmaktadır.

1.4. Araştırmanın Kuramsal Temelleri

Bu araştırma kuramsal anlamda STEM eğitimi, mesleki matematik başarısı ve durumlu öğrenme teorisi temellerine dayanmaktadır.

(i) Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM=FeTeMM) eğitimi, disiplinlerarası uygulamalı bir yaklaşımdır. STEM'in eğitim programlarında uygulanması, entegre programlı öğretim ve materyalin geliştirilmesi ile mesleki ve teknik okulların eğitim programlarında 21. yüzyıl becerilerini geliştirerek öğrencilerin farklı alanlarda daha iyi kararlar vermelerini sağlayacaktır (Bybee, 2010). Konu ile ilgili literatür, STEM eğitimindeki

müfredat entegrasyonu noktasında bizlere iki farklı seçenek sunmaktadır: (i) içerik entegrasyonu (etkinliklerde birden fazla STEM disiplininin birleştirilmesi) ve (ii) bağlam entegrasyonu (içeriği daha anlamlı hale getirmek için değişik STEM bağlamlarını kullanma) (Baran ve diğerleri, 2015; Moore, Stohlmann & Wang, 2014). STEM eğitimi belirtilen dört disiplinin birbirinden ayrı bir şekilde öğrenilmesi yerine, araştırma, tasarım, problem çözme, takım çalışması ve etkili iletişim kurma gibi becerilere odaklanan özgün öğrenme ve üretme etkinliklerine odaklanmaktadır (Baran ve diğerleri, 2015).

(ii) Sosyal hayatta ve iş yaşamında, okuma, yazma, bilgi teknolojilerinin kullanılması konusunda becerilere ihtiyaç duyulmasının yanı sıra sayıların ve matematiksel becerilerin işlevsel olarak anlaşılmasına da ihtiyaç vardır. Çünkü her iş alanında, her yeni teknolojide ve gelişmede gizli veya açık matematik bulunmaktadır (Wedeg, 2010). Bu bağlamda meslek lisesi öğrencileri için yadsınamaz bir ihtiyaç olmasına rağmen çoğunlukla göz ardı edilen mesleki matematik kavramı bu çalışmanın temel kavramlarından biridir. Öğrencilerin mesleki matematik başarısının artırılması da araştırma hedefleri arasında yer almaktadır.

(iii) Çalışmada yukarıda tanımlanan STEM eğitimi ‘durumlu öğrenme’ teorisi ile birleştirilerek kullanılmaktadır. Durumlu öğrenme teorisine göre öğrenme ve bilgi, belli ortamlarda bulunan sosyal süreçler ile edinilir ve geleneksel öğretimle karşılaştırıldığında gerçek hayatı daha çok yansıtır (Kılıç, 2004; Moore ve diğerleri, 2014). Bu süreç, öğrencilerin alanlarıyla ilgili aktivitelere katılımı, eğitim sürecinde iletişimi, etkileşimi ve öğrencinin aktif katılımı ile gerçekleşir.

1.5. Doktora Araştırma Projesinin Amacı

Türkiye’de, ilköğretim ikinci kademe sonunda uygulanan merkezi sınavda alınan puanlara göre öğrenciler lise tercihlerini yapmakta ve öğrencilerin ataması bu puanların sıralamasına göre Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yapılmaktadır. Lise türlerine bakıldığında, puan bakımından alt sıralarda yer alan okullar meslek liseleridir. Milli Eğitim

Bakanlığı'nın verileri bunu açıkça göstermektedir. Örneğin, MEB verilerine göre Bursa'da yer alan 210 devlet lisesinin 2017-2018 öğretim yılı giriş taban puanları incelendiğinde en yüksek taban puanla öğrenci alan ilk 50 okulun 7'si Fen Lisesi, 37'si Anadolu Lisesi, 4'ü Anadolu İmam Hatip Lisesi ve sadece 2'si Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesidir. Taban puanlar bakımından en sonda yer alan 50 okulun ise 15'i Anadolu İmam Hatip Lisesi iken 35 tanesinin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi olduğu görülmektedir (MEB, 2017). Meslek liselerine giren öğrenciler diğerleriyle kıyaslandığında genel olarak akademik başarı yönünden daha alt seviyededirler. Matematik başarısı da bu kıyaslamada ayrı tutulamaz. Ayrıca, Türkiye'nin PISA ve TIMSS gibi uluslararası sınavlardaki kötü sıralaması göz önüne alındığında, matematik başarısı bakımından meslek lisesi öğrencilerinin ne kadar kötü durumda olduğu daha net ortaya çıkar. 2015 yılında yapılan son PISA değerlendirmesinde Türkiye matematik sıralamasında 72 ülke arasında 50. sıradadır (OECD, 2016a).

Meslek liselerinde 10. sınıftan itibaren dersler, meslek dersleri (alanlarıyla ilgili mesleki bilgi ve beceri içerikli dersler) ve kültür dersleri (diğer türlerdeki liselerle aynı içeriğe sahip Matematik, Fizik, Kimya, Biyoloji, Türkçe, Tarih, Yabancı Dil gibi) olarak iki ayrı kategoride ele alınır. Bu ayırım hem öğretmenler hem de öğrenciler açısından ve ayrıca müfredat içerikleri incelendiğinde çok net görülmektedir. Meslek derslerinin haftalık ders saati sayısı ve direkt olarak öğrencinin not ortalamasına etkisi kültür derslerine göre çok fazladır. Öğrencinin kültür derslerindeki seviyesi de dikkate alındığında bu dersler (özellikle Matematik gibi kendisini yetersiz gördüğü, zor olarak değerlendirdiği ve altyapısının iyi olmadığı dersler) öğrenci açısından önemsiz, çalışsa da yapamayacağı ya da yapamasa bile notunu meslek dersleriyle telafi edebileceği dersler olarak görülmektedir. Fakat meslek dersleri içeriğinde –bölümüne göre değişiklik gösterse de- yoğun bir matematik gereksinimi bulunmaktadır. Öğrenciler, bu derslerdeki matematiksel bilgi ve kavramları alanlarının bir parçası olarak görüp daha kolay öğrenip anlayabilirken kültür dersleri içinde aldığı matematik

dersine yabancı ve ilgisiz kalmaktadır. Bu çalışmanın amacı; meslek lisesi öğrencilerinin matematik dersine karşı olan olumsuz yargılarını olumlu yönde değiştirmek, öğrendikleri matematik bilgilerinin aslında mesleki bakımdan ne kadar anlamlı ve kullanışlı olduğunu farketmelerini sağlamak ve ortaya çıkacak pozitif tutumla bu öğrencilerin mesleki matematik başarısını geliştirmeye çalışmaktır.

Meslek dersleri için Milli Eğitim Bakanlığı, Mesleki ve Teknik Liselerde kullanılmak üzere modüller hazırlamış ve yayınlamıştır. Bu çalışmada modüllerdeki teknoloji ve mühendislik konularının (ve bu konuların içerdiği matematiksel bilginin) öğrencilerin gördüğü matematik dersiyle entegrasyonunun sağlanması hedeflenmektedir. Bu amaçla modüller incelenecek, içeriklerinde yer alan matematik konuları belirlenecek ve matematik derslerinin örnek, alıştırmaya ve uygulamaları, öğrencilerin meslek derslerindeki matematik ihtiyaçlarını karşılayacak ve dahası ilgisini çekecek, kendisine anlamlı gelecek şekilde düzenlenecektir.

Meslek lisesi öğrencilerinin büyük bir kısmı için matematik dersi ve matematiği anlama büyük bir problem olarak görülmektedir. Matematik dersine karşı hem altyapılarının yetersizliğinden hem de çevrelerinin etiketlemesinden kaynaklanan yoğun bir önyargıları bulunmaktadır. STEM eğitiminin, öğrencilerin bu problemlerine çare olabileceği ve meslek lisesi eğitiminin mantığına katkıda bulunabileceği düşüncesi bu çalışmaya itici güç oluşturmaktadır.

1.6. Araştırmanın Önemi

Literatürde STEM eğitimi olarak geçen ve STEM kısaltmasını oluşturan alanların eğitiminde bir entegrasyonun sağlanmasını öngören bu öğrenme-öğretme stratejisi (Çorlu ve diğerleri, 2014) tez çalışmasının teorik çerçevesi içinde yer almaktadır. Tez konusunun önemi: Mesleki ve Teknik Liselerde matematik eğitimi ile ilgili var olan uygulamaları sorunlar ışığında iyileştirmek ve eğitime uluslararası değer katmaktır. Bu araştırma,

Türkiye’de STEM eğitimine yatırımın artırılması, STEM eğitimi veren öğretmenlerin yeterliliklerini geliştirmeleri ve STEM alanında eğitim ve kariyerlerine devam eden öğrencilerin sayısının artırılmasını önermektedir.

Türkiye’de yüksek lisans ve doktora düzeyinde hazırlanan ve Ulusal Tez Merkezi’nde yer alan tezler incelendiğinde STEM eğitimini konu alan yirmi üç yüksek lisans ve yedi doktora olmak üzere toplam otuz adet tez bulunmaktadır.¹ Bunların yedi tanesi 2018, on dokuz tanesi 2017, üçü 2016 ve biri 2014 yılı olmak üzere neredeyse tamamı bu çalışmayla benzer zamanlarda yapılmıştır. Bu tezlerden on yedi tanesi ilkokul ve ortaokul öğrencileriyle, on tez de öğretmen ve öğretmen adayları ile yapılan çalışmaları konu edinmektedir. Ayrıca bahsedilen tezlerin çok büyük bir kısmı fen bilgisi dersi konu edilerek hazırlanmıştır. Yapılan bu çalışma ise lise düzeyinde olması ve özellikle eğitim araştırmalarının az yapıldığı meslek lisesinde yapılması, uygulamaların matematik disiplinine yönelik olması gibi sebeplerden dolayı akademik düzeyde yapılan ilk çalışmalardan olacaktır.

Bu tez çalışmasına 2015 yılında başladığında STEM eğitimi Türkiye’de yeni ve sadece teorik boyutta ilgilenilen bir konuydu. Ülkedeki mesleki ve teknik okullarda öğrenim gören öğrencilerin başarı seviyesi düşünüldüğünde ise mesleki ve teknik eğitimde uygulanabilirliği göz ardı edilmekteydi. Bu çalışmada ise öğretim programları, ders içerikleri ve kurum hedefleri göz önünde bulundurularak STEM’in asıl uygulanması gereken alanın mesleki eğitim olduğu savunulmaktadır. Çünkü STEM eğitimi oluşturan disiplinlerin entegrasyonuna gereksinim duyulan ve bunun en net gözlenebildiği eğitim alanı mesleki ve teknik eğitimidir. Nitekim 2018 yılında TÜSİAD ve Milli Eğitim Bakanlığı bir protokol imzalamış ve bu protokolle 2018-19 eğitim ve öğretim yılında “Mesleki ve Teknik Anadolu Liselerinin STEM Eğitimi ve Endüstri 4.0 Bileşenleri ile Güçlendirilmesi” projesinin uygulanmasına karar verilmiştir (TÜSİAD, 2018). Bu girişim de doktora tez çalışmasının

¹ Ulusal Tez Merkezi, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

önemini ve öngörülülüğünü göstermektedir. Bu bağlamda çalışma meslek liseleri ve STEM eğitimi konularında gelecekte yapılacak araştırma ve projeler için yararlı bir kaynak olacaktır.

1.7. Araştırma Soruları

Bu araştırma, Güney Marmara bölgesinde yer alan büyük bir ilin merkez ilçelerinden birinde bulunan bir Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'nde yapılmış olup çalışmaya okul öğretmenleri ve Endüstriyel Otomasyon Teknolojisi (Mekatronik) bölümü 11. sınıf öğrencileri katılmıştır. Yapılan çalışmalarda aşağıda yer alan araştırma sorularına cevaplar aranmıştır:

1. STEM eğitiminin uygulanmasında öğrencilerin ve öğretmenlerin, ortaya çıkabilecek olası ihtiyaçlar konusunda fikirleri ve STEM eğitimi uygulamasından beklentileri nelerdir?
2. Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Endüstriyel Otomasyon Teknolojisi (Mekatronik) bölümü öğrencileri için hazırlanan STEM eğitimi temelli matematik programının öğrencilerin kariyer seçimi, matematik tutumu ve mesleki matematik başarıları üzerindeki etkisi nedir?

1.8. Araştırmanın Varsayımları

Bu çalışmada,

1. Görüşme yapılan öğretmenlerin gerçek fikirlerini açıkça ve içtenlikle belirttikleri,
2. İhtiyaç analizi için kullanılan yapılandırılmamış anketin öğrenciler tarafından açıkça ve içtenlikle cevaplandırıldığı,
3. STEM kariyeri ilgi anketi ve mesleki matematik başarı testinin öğrenciler tarafından ciddiyle ve içtenlikle cevaplandırıldığı,
4. Deney ve kontrol grupları arasında tek farkın çalışmada uygulanan öğretimden kaynaklandığı, kontrol edilemeyen değişkenlerin ise grupları eşit olarak etkilediği varsayılmıştır.

1.9. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma,

1. Güney Marmara bölgesinde yer alan büyük bir ilin merkez ilçelerinden biri,
2. Kurum öğretmenleri (n=22) ve 11. sınıf öğrencileri (n=64),
3. Endüstriyel Otomasyon Teknolojisi (Mekatronik) bölümü meslek dersleri modüllerinde yer alan matematiksel yapılar,
4. Hazırlık ve görüşmelerin yapıldığı 2016 – 2017 öğretim yılı birinci dönemi ile uygulamanın ve STEM aktivitelerinin yapıldığı aynı öğretim yılının ikinci dönemi ile sınırlıdır.



2. Bölüm

Kavramsal Çerçeve

Çalışma kapsamında STEM temelli matematik öğretimi ile meslek lisesi öğrencilerinin 21. yüzyıl becerileri, mesleki matematik başarısı ve STEM kariyerleri konusunda tutum ve seviyelerinde olumlu anlamda artış sağlanması amaçlanmaktadır. Bu nedenle, 21. yüzyıl becerileri, mesleki matematik, durumlu öğrenme kuramı, STEM eğitimi ve mesleki eğitim çalışmanın dayandığı temel kavramlardır. Bu kavramlar aşağıda açıklanmaktadır.

2.1. 21. Yüzyıl Becerileri

“21. yüzyılda karmaşık bilgiler içinden gerekeni seçebilen, parçaları bir araya getirebilen, sezgi, empati ve anlayış geliştirmiş, sosyal, kültürel ve siyasal kimlik geliştirmiş bireylere gereksinim vardır.” Genç & Eryaman (2008, s. 101)

21. yüzyıl becerileri, 21. yüzyılın bilgi toplumunda gençlerin etkili çalışan ve etkili vatandaş olması için gerekli beceriler ve yeterlilikler olarak tanımlanmaktadır. (Ananiadou & Claro, 2009). Birçok eğitimcinin vurguladığı gibi, günümüzde öğrencilerin başarılı olması için 21. yüzyıl becerilerine sahip olmaya ihtiyacı vardır. 21. yüzyıl öğrenci becerileri bazı noktalarda benzerlik gösterse de bu konuda farklı sınıflandırmalar bulunmaktadır. Bu kapsamda, Rotherham ve Willingham (2010) eleştirel düşünme ve problem çözme ya da bilgi okuryazarlığı ve evrensel farkındalık gibi 21. yüzyıl becerilerinin aslında yeni beceriler olmadığını iddia etmektedir. Yeni olan durum “ekonomimizdeki değişikliğin ne boyutta olduğu ve dünyada kabul edilen ortak ve bireysel başarının bu becerilere bağlı olması” (s. 17) anlamına gelmektedir. 21. yüzyıl becerilerinin öğrenciler tarafından kazanılması için üç ana bileşkeye ihtiyacımız vardır:

(i) Eğitimciler ve karar verici / politika belirleyicilerin, eğitim programlarının eksikliklerinden arındırması ve program içeriğinin becerilerin uzun vadeli kazanımını sağlaması,

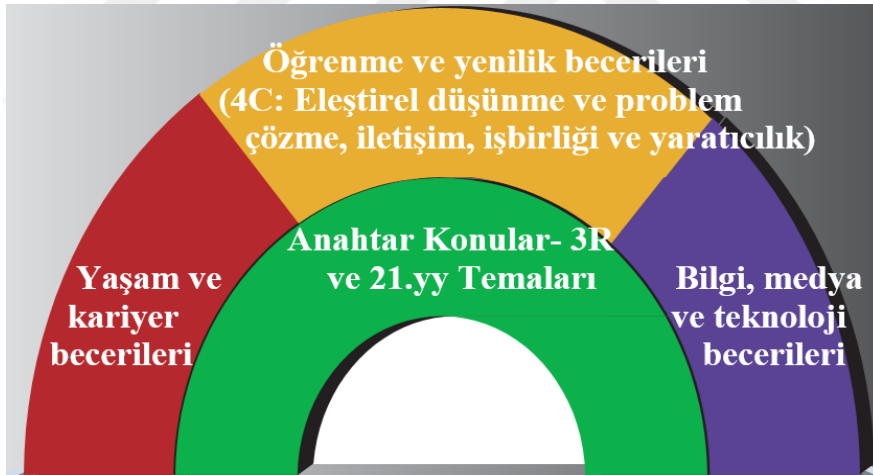
(ii) Öğretmen eğitimlerinin bu becerileri kazandıracak ve öğretebilecek şekilde yapılandırılması,

(iii) Daha zengin öğrenmeyi ve daha karışık görevleri ölçen yeni sınav formatlarının geliştirilmesi.

21. yüzyıl öğrenme çerçevesi (P21's Framework for 21st Century Learning, 2007) öğretmenlerden, eğitim uzmanlarından, yöneticilerden alınan bilgiler ışığında tanımlanmış olup öğrencilerin iş yaşamında, günlük hayatta ve bir vatandaş olarak sahip olmaları gereken beceri ve bilgileri ve de 21. yüzyıl öğrenme çıktılarını göstermektedir (Şekil 2.1). Bu anlayış ABD'de ve diğer gelişmiş ülkelerde pek çok eğitim uzmanı ve okul tarafından öğrenmenin merkezine konulmuştur.

Şekil 2.1

21. Yüzyıl öğrenme çerçevesi



21. yüzyıl öğrenme çerçevesinde Şekil 2.1'de gösterildiği gibi anahtar konular ve temalar ve üç ayrı beceri türü olmak üzere dört başlık bulunmaktadır. Bu başlıklar altında öğrencilerin almaları gereken dersler ve edinmeleri gereken beceriler aşağıda listelenmiştir:

1- Ana Konular ve 21. Yüzyıl Temaları: Okuma, yazma ya da dil sanatları, dünya dilleri, sanat, matematik, ekonomi, fen bilimleri, coğrafya, tarih, yurttaşlık.

Okullarda disiplinlerarası bilginin anlaşılması için şu ana konulara önem verilmelidir: küresel farkındalık, finans, ekonomi, iş ve girişimcilik okuryazarlığı, yurttaşlık okuryazarlığı, sağlık okuryazarlığı, çevresel okuryazarlık.

2- Öğrenme ve Yenilik Becerileri (4C- critical thinking, communication, collaboration, creativity): Eleştirel düşünme ve problem çözme, yaratıcılık ve yenilik, iletişim ve işbirliği.

Eleştirel düşünme ve problem çözme: Eleştirel düşünme; doğru bir şekilde analiz ve çıkarımlar yapabilme tümevarım ve tümdengelim kullanarak akıl yürütme becerisidir. Bu beceriye sahip olan öğrenciler; duruma uyan akıl yürütmeler yapabilme, bütünü oluşturan parçaların birbiriyle etkileşimini analiz edebilme, farklı bakış açılarını analiz edebilme, yaptığı analizleri yorumlayabilme ve bunlardan sonuç çıkarabilme, öğrenme süreç ve tecrübelerini eleştirel olarak düşünebilme gibi özelliklere sahip olmalıdır (Partnership for 21st Century Learning, 2015). Problem çözme bir amacı gerçekleştirmek ya da bir sorunu aşmak için gerekli zihinsel basamaklar bütünüdür (Haladyna, 1997). Bir öğrenci problem çözme becerisine sahip ise daha önce karşılaşmadığı bir problemi geleneksel ya da yenilikçi yollarla çözebilir, problemi farklı bakış açıları ile değerlendirebilir ve daha iyi çözüm yolları bulmak için akılcı sorular sorabilir.

İletişim becerisi: Yazılı, sözlü ve sözsüz iletişim yöntemlerini etkin biçimde kullanarak çevresiyle etkileşim halinde olma, düşüncelerini etkin biçimde ifade edebilme ve iyi bir dinleyici olabilme becerisidir (Partnership for 21st Century Learning, 2015).

İşbirliği becerisi: Farklı topluluklar içinde saygılı ve özverili biçimde çalışabilme, topluluğun hedeflerini gerçekleştirebilmek için topluluk zincirinin bir halkası olmayı benimseme ve sorumluluklarını yerine getirebilme becerisidir (Partnership for 21st Century Learning, 2015).

Yaratıcılık becerisi: Bir şeyleri daha önce olmayan yollarla yapma ya da daha önce olmayan bir şeyi yapma olarak tanımlanabilir. Bu beceriye sahip öğrenciler; yeni ve değerli fikirler oluşturma, bunları geliştirme ve analiz etme özelliklerine sahiptirler (Partnership for 21st Century Learning, 2015).

3- Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri: Bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı, bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı

Bu başlıkta sayılan okuryazarlık niteliklerine sahip öğrencilerden bilgiye çeşitli yollarla erişebilmesi, bu bilgiyi yaratıcı şekilde kullanabilmesi ve bunları yaparken etik kurallarına uyması beklenir. Çağımızda bilgiye erişim çok kolaylaşmış olmasına rağmen doğru ve faydalı bilgiye erişim çok da kolay değildir. Çünkü çok geniş bir kaynak olan internette son derece fazla bilgi kirliliği mevcuttur (Partnership for 21st Century Learning, 2015; Trilling & Fadel, 2009).

4- Hayat ve Kariyer Becerileri: Esneklik ve uyumlu olma, girişimcilik ve kendi kendini yönetme, sosyal ve kültürlerarası etkileşim, üretkenlik ve hesap verilebilirlik, liderlik ve sorumluluk

21. yüzyıl becerilerinde profesyonel öğrenme ortamlarının rolü DuFour ve DuFour (2010) tarafından vurgulanmıştır. DuFour ve DuFour'a göre geleneksel okul kültürü öğrencilere 21. yüzyıl becerilerini kazandırmamaktadır. Bu becerilerin kazanılması için eğitimcilerin "iş birliği" anlayışının öğrenci başarısı üzerinde olumlu etkisi olacağını benimseyip okulları profesyonel öğrenme topluluklarına (professional learning communities- PLC) çevirmesi gerekmektedir. Bu nedenle, eğitim verilen ortam yüz yüze, sanal ya da karma iletişim için bilgi paylaşımını güçlendiren profesyonel öğrenme ortamları olmalıdır. 21. yüzyıl becerilerinin başarılı bir şekilde uygulanması ve öğrencilere kazandırılması yeni bir eğitim programının oluşturulmasından daha öte bir konudur. Bu iş birliğinde üç temel vurgu vardır:

- (i) Tüm öğrencilerin üst seviyede öğrenme gerçekleştirebilmesi için kararlılık göstermek,
- (ii) Bu kararlılığı gerçekleştirmek için ortak çaba harcamak,
- (iii) Her bir öğrencinin ihtiyacına cevap veren, öğretmen uygulamalarını zenginleştiren ve sürekli gelişimi sağlayan sonuçlara odaklanmaktır.

Günüç, Odabaşı ve Kuzu (2013) tarafından sosyal paylaşım platformu Twitter üzerinden yapılan bir çalışma ile Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi 1., 2., 3. ve 4. sınıflarında öğrenim gören 39 öğretmen adayının 21. yüzyıl öğrenci özellikleri hakkında düşünceleri araştırılmıştır. 39 öğrenci “geleceğin öğrencisi” konusunda tweet atmıştır.

Toplanan tweetler tematik analiz ile incelenmiş, analiz sonucu 21. yüzyıl öğrenci özellikleri hakkında 4 ana tema ortaya çıkarmıştır:

- (i) Kişisel beceriler (bilişsel, içsel/öz ve sosyal),
- (ii) Araştırma ve bilgi edinme becerileri (araştırma, öğrenme ve bilgiyi edinme),
- (iii) Yaratıcılık, yenilik ve kariyer becerileri (kariyer ve yenilik) ve
- (iv) Teknoloji becerileridir (kullanım ve yaygınlaştırma).

Uluslararası Eğitimde Teknoloji Kullanımı Topluluğu (International Society for Technology in Education (ISTE)), öğretmenlerin, eğitimi iyileştirebilmek ve profesyonel uygulamaları zenginleştirmek için belli performans göstergelerini sergilemesi gerektiğini önermektedir. Bu göstergeler beş başlık altında toplanmıştır:

- (i) Öğrencinin öğrenmesini ve yaratıcılığını kolaylaştırmak,
- (ii) Dijital çağ öğrenme deneyimleri ve sınavlarını (değerlendirme metotlarını) tasarlayıp geliştirmek,
- (iii) Dijital çağ iş ve öğrenmelerini modellemek,
- (iv) Dijital vatandaşlık ve sorumluluğu desteklemek ve modellemek ve
- (v) Profesyonel gelişim ve liderlik için çalışmaktır (ISTE, 2007).

21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması öğrencilerin farklı disiplinleri anlayabilmesi, bunları harmanlayabilmesi ve hem günlük yaşamına hem de iş yaşamına adapte etme yetisini kazanması ile mümkün olabilir (Trilling & Fadel, 2009). Bu doktora çalışmasında STEM eğitiminin 21. yüzyıl becerilerine etkisini araştıran ve çalışmanın yöntem bölümünde detayları açıklanıp bulgular bölümünde sonuçlarının değerlendirildiği bir kısım bulunmaktadır.

2.2. Mesleki Matematik

Sosyal hayatta ve iş yaşamında, okuma, yazma, bilgi teknolojilerinin kullanılması konusunda becerilere ihtiyaç duyulmasının yanı sıra sayıların ve matematiksel becerilerin işlevsel olarak anlaşılmasına da ihtiyaç vardır. Çünkü her iş alanında, her yeni teknolojiye ve gelişmede gizli veya açık matematik bulunmaktadır (Wedege, 2010).

Mesleki eğitim programlarına, Avrupa Birliği'ndeki eğitim ve işgücü piyasası politikalarında, öncelikli olarak teknolojik gelişmelere dikkate alınarak öncelik verilmektedir. Eğitim planlamacıları, 1980'lerden itibaren ciddi olarak ortaya çıkmaya başlayan, kişilerin mesleki yeterlilikleri hususunda zorunluluk ve öncelik görmektedirler. Ayrıca, yeterlilik kavramı, 'işyerinde matematik eğitimi' konusundaki çalışmaların yer aldığı sosyal ve pedagojik araştırma alanları arasında önemli bir bağlantıdır. Kavram, yetişkin eğitimi ve iş arasındaki ilişkiye dair didaktik yansıma için bir çerçeve sunmaktadır. Bu noktada iki soru ortaya çıkmaktadır: işgücü piyasasındaki teknolojik gelişim için gerekli nitelikler nelerdir ve bunlar nasıl bir eğitimle elde edilir (Wedege, 2010)? Meslek eğitimcileri tarafından matematiksel bilgi (aritmetik, cebir ve geometri) kilit bir yeterlilik olarak gösterilmektedir (Darrah, 1992). Ek olarak, eğitim planlayıcıları çoğunlukla basit bir denklem kullanır:

$$(\text{Yeterlilik talebi}) - (\text{Yeterlilikler}) = (\text{Yeterlilik ihtiyaçları})$$

Matematik, iş sektöründeki kariyerlerin çoğunun anahtarıdır. Bilgisayarlar ve bilgi teknolojileri için de en önemli yeterliliklerden biri matematik bilgisidir. Bilgisayarların ve bilgi teknolojisinin etkisi sadece mühendislik ve bilimde değil, üretim ve tarım, sağlık ve

reklamcılık gibi çeşitli alanlarda da görülebilir. Hemen hemen her sektördeki kariyerlere hazırlıklı olmak için öğrencilerin matematiği öğrenmeleri gerekir. Bununla birlikte, bu öğrenme ne akademik müfredatın soyut matematiği ne de itibar edilmeyen mesleki matematiğin sınırlı konuları gibi olmalıdır. İş yaşamındaki bireylerin eksiklikleri, yüksek matematik veya ileri cebir değil, lisede öğretilebilecek ancak öğretilmeyen daha temel ve mesleki anlamda öğrenmeyi destekleyici matematik becerileridir. Öğrencilerin nicel verileri sözel, görsel ve mekanik bilgilerle birleştiren problemleri düşünmek için eğitime ihtiyaçları vardır. Teknik bilgiyi yorumlama ve sunma kapasitesi ve bir şeyler ters gittiğinde durumlarla başa çıkma yeteneği meslek bilgisi kadar matematik bilgisi de gerektirmektedir. Günümüzün zorluklarını karşılamak için yeni yaklaşımlar gerekmektedir (Forman & Steen, 1999).

İş yaşamındaki örnekler ve yapılan araştırmalar gösteriyor ki, alınan diplomalar ve dereceler öğrencilerin gerçek performans yetenekleri hakkında pek bir şey söylememektedir. Matematik, akademik ve mesleki ortam arasındaki dualitenin bir mikrokozmosunu sağlar. Yaygın olarak teori ve soyutlamanın özü olarak algılanan matematik, aynı zamanda güçlü ve pratik bir araç olarak değerlendirilir (Odom, 1998). Birçok meslekte, sayısal okuryazarlık sözel okuryazarlık kadar önemlidir (Steen, 1997). Bununla birlikte, eğer matematik eğitimi iş dünyasına hizmet edecekse, tipik matematik derslerinde bulunanlardan farklı bir tecrübe gerekir (National Research Council, 1998).

Günümüz dünyasında öğretim programlarında öğrencilere öğretilmesi gereken matematik şu özelliklere sahip olmalıdır (Forman & Steen, 1999):

- Tüm lise mezunları bilmeleri ve yapmaları gerekenler konusunda toplumun beklentilerini karşılamalı.
- Devlet kurallarına ve ulusal değerlere ait ortak öncelikleri ve özellikleri yansıtmalı.
- Matematik de dâhil olmak üzere matematik temelli derslerde başarıyla devam eden öğrenci sayısını arttırmaya olanak sağlamalı.

- Öğrencilerin matematiği günlük yaşamın ve iş hayatının her alanında görmesini ve kullanmasını sağlamalı.
- Öğrencilerin doğru matematik dilini anlamalarına ve kullanmalarına yardımcı olmalı.

Ülkemizde eğitim veren liseler farklı türlerde ve türüne göre farklı amaçlara sahip olmalarına rağmen, üniversite eğitimine devam etmek isteyen tüm öğrencilerin girmek zorunda olduğu üniversite giriş sınavı sebebiyle mesleki anlamda iyi bir matematik eğitimi verilememektedir. Özellikle matematik altyapısı zayıf olan öğrencilerin okuduğu meslek liselerinde bu durum daha da büyük sorunlara yol açmaktadır. Mesleki matematik yukarıda da açıklandığı gibi öğrencilerin kariyer seçimi ve iş yaşamındaki başarıları bağlamında önemle üzerinde durulması gereken bir konudur. Bu çalışmada uygulanan STEM temelli matematik eğitimiyle öğrencinin mesleki matematikteki başarısının artırılması amaçlanmıştır.

2.3. Durumlu Öğrenme Kuramı

Öğretimi temel alan eğitim türleri genellikle, bilme ve yapma arasında fark olduğunu, bilginin tek başına yeterli olduğunu, bilginin öğrenildiği ve kullanıldığı ortamdan izole edilebileceğini farz etmektedirler. Ders içerikleri çoğunlukla, soyut şekilde düzenlenmekte ve uygulanmaktadır. Durumlu öğrenme kuramına göre ise, bilgi durumludur ve kullanıldığı ortamın bir parçasıdır. Nesnelci yaklaşımı temel alan geleneksel öğretim, bu bakış açısını görmezden gelmektedir. Aslında bir şey gerçekten biliniyorsa uygulamaya geçirilebilir yani başka durumlara transfer edilebilir. Fakat bu geleneksel uygulamalarla mümkün olamamaktadır (Brown, Colins ve Duguid 1989).

Lave (1996) de; Brown, Colins ve Duguid'i (1989) destekler nitelikte öğrenmenin, ortaya çıktığı kültürden bağlamdan ve uygulamalardan etkileneceğini belirtir. Fakat ne yazık ki geleneksel sınıflarda sunulan bilgi, anlam kazandığı bağlamdan soyutlanarak öğrencilere sunulmaktadır. Bu da öğrencinin gerçek hayattaki problemlerin çözümünde başarısız olmalarına sebep olmaktadır. Kısacası durumlu öğrenme, öğrenmeyi sosyal ve kültürel bir

yapı olarak ele almaktadır. Durumlu öğrenme, öğrencileri öğrenme sürecinin merkezinde tutar. Öğrenme, çevredeki gerçek uygulamalara mümkün olduğunca benzeyen bir bağlamda diğer durumlarla bağ kurmaya dayanan bir süreç hâline gelir. Sınıfta durumlu öğrenme kuramı ile içerik, bağlam, topluluk ve katılım bütünleştirilmelidir. Durumlu öğrenme, öğrenmenin nasıl gerçekleştiği ile ilgilenir. İnsan bilgisi, davranışların düzenlenmesi yeteneği ve değişen koşullara dinamik olarak uyum sağlama becerisi olarak görülmelidir (Clancey, 1995). Kişi farklı durumlarla karşılaştığında, durumun özelliğine bağlı olarak bilgilerini kullanılabilmelidir.

Bir öğretim stratejisi olarak durumlu biliş, öğrencilerin ilgileri ve ihtiyaçları ile konuların ilişkilendirilmesi gereğini vurgulamaktadır. Öğrenme günlük hayattaki gerçek olaylardan elde edilen anlamdır. Bunun için konular öğrenci deneyimleri ile bütünleştirilmeli ve öğrencilere gerçek hayat bağlamındaki olaylar yansıtılmalıdır. Ancak bu şekilde bilgi edinme süreci gerçekleşir ve öğrenilenler sınıftan gerçek uygulamalara transfer edilebilir. Sınıflarda, durumlu öğrenmenin uygulanabilmesi için de, öğrencilerin gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri kadar karmaşık durumların yer alacağı ortamlar tasarlamak gerekmektedir (Stein, 1998).

Durumlu öğrenme, öğrenciler akademik bilginin alıcısı ve uydurma problemleri çözerek değil, belli bir disiplin alanında çırak olarak görev aldıklarında ve etkinlikler gerçek durumlara benzer olursa gerçekleşir. Gerçek öğrenme etkin öğrenmedir. Bu öğrenme şekli, gerçek hayat durumlarını ve gerçek hayat karmaşık problemlerini ve şartlarını içerir (Brown ve diğerleri, 1989; Jonassen, 1991). Fakat öğrencilere tüm durumlardaki problemleri sunmak mümkün olmayacağından, ne yapmak gerektiği sorgulanmalıdır. Birçok duruma transfer edilebilecek bilgi ve becerilerin kazandırılması, öğrencilere sunulan gerçek hayatı yansıtan durumların, çoklu bakış açısını gösterecek şekilde düzenlenmesi ile sağlanabilir. Bunu gerçekleştirebilmek için de öğrencilere verilen durumların basit değil karmaşık olması ve

çeşitlendirilmesi gerekir. Öğrenmede transferin önemi bilinmesine rağmen transferin nasıl sağlanacağı çok da açık değildir. Öğrencilere verilen bilgileri nerelerde kullanabileceklerini söylemek ve göstermek yeterli olmamaktadır. Öğrencilere öğrendikleri ortamdan farklı bir ortamda öğrendiklerini uygulama fırsatı verilmelidir. Öğrencilere kazandırılan bilgi ve beceriler, gerçek görevlerle bütünleştirilmeden bağlamdan uzak bir şekilde verilirse transferin sağlanması mümkün olmayacaktır. (Winn, 1993). Kullanılabilir bilgi (transfer edilebilen bilgi) belli özelliklere sahip öğrenme ortamlarında kazanılır. Bu ortamların özellikleri özetlemek gerekirse (Herrington ve Oliver,1995);

- Gerçek hayatta kullanılabilecek bilgileri yansıtan gerçek bağlamlar sağlamalıdır.
- Gerçek etkinlikler sunmalıdır.
- Uzman deneyimlerinden yararlanabilme imkânı sağlamalıdır.
- Çoklu roller ve bakış açıları sağlamalıdır.
- Bilginin işbirliği içinde yapılandırılması desteklemelidir.
- Soyut düşüncelerin şekillenmesine imkân veren yansımayı desteklemelidir.
- Bilgilerin ifade edilmesini desteklemelidir.
- Değerlendirmenin görevler yolu ile yapılmasını sağlamalıdır.

Bu çalışmada, araştırma yapılan ortam (meslek lisesi) düşünülerek, STEM eğitimi Lave ve Wenger'nin (1991) literatüre kattığı '*durumlu öğrenme*' (situated learning) teorik çerçevesinde ele alınmıştır. Teorik çerçeve olarak durumlu öğrenme teorisinin seçilmesinin nedeni, araştırma yapılan meslek lisesindeki *çıraklık eğitimi* (apprenticeship) vurgusunun araştırmadaki önemidir. Ayrıca *durumlu öğrenme* teorisinde *öğrenme ve bilgi belli ortamlarda bulunan sosyal süreçler ile edinilir ve geleneksel öğretimle karşılaştırıldığında gerçek hayatı daha çok yansıttığı* vurgusudur (Lave & Wenger, 1991; Moore ve diğerleri, 2014) ve bu teorik çerçevede *öğrencinin içinde bulunduğu toplumsal bağlam* çok önemlidir.

Çünkü meslek liselerinde öğrencilerin alanlarıyla ilgili aktivitelere katılımı, eğitim sürecinde iletişimi, etkileşimi ve öğrencinin aktif katılımı ile gerçekleşir.

Durumlu öğrenmede, Lave ve Wenger (1991) öğrenmeyi “*uygulama toplumunun bir yönü*” olarak tanımlamaktadır (s. 29). STEM eğitimi literatürü incelendiğinde de geleneksel, ezbere dayalı eğitimden ziyade uygulamalı eğitimi önerir ve bu eğitim, öğrencinin bulunduğu ortamda aktif katılımını sağlar ve toplumun ihtiyaç duyduğu bilgi ve becerileri kazanmasını kolaylaştırır. Bu araştırmanın yapıldığı yer bir meslek lisesidir ve bu lisede STEM eğitimi öğrencilere, öğretmenlere ve kurum idarecilerine tanıtılıp bir süreç içinde bu paydaşların aktif katılımı ile STEM eğitimi uygulaması yapılmıştır. Bu teorik çerçevede önemli noktalardan biri de bilgi ve öğrenmenin bir çıktı değil bir *süreç* olarak ele alınmasıdır. Kullanılan teorik çerçeve ile ilgili olarak çeşitli eleştiriler bulunmaktadır. Bu eleştirilerden biri de *durumlu öğrenme* kuramının kurucuları Lave ve Wenger’in de (1991) kabul ettiği bir eleştiridir. Lave ve Wenger, teorilerindeki sınırlılığı *öğrencilerin katıldığı ortamın yeterince vurgulanmaması* olduğunu belirtmiştir. Literatürde vurgulanan bu eksiklik, yöntem bölümünde araştırma merkezi olan meslek lisesinin detaylı betimlenmesiyle giderilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada, Lave ve Wenger’in (1991) teorisi araştırma alanına adapte edildiğinde durumlu öğrenme kavramı ‘*meslek lisesi öğrencilerinin STEM eğitiminde akranları ve alan uzmanı öğretmenleri ile iş birliği yaparak aktif öğrenmeyi gerçekleştirmeleri*’ olarak tanımlanmıştır. Durumlu öğrenme teorik çerçevesinin bu araştırmaya getirmesi beklenen en önemli katkıları öğrencilerin STEM eğitimi ile ilgili farkındalığının artması, STEM modülünün geliştirilmesi, farklı disiplinlerdeki öğretmenlerin iş birliği yapması ve STEM kariyerleri hakkında bilinçli tercih yapmalarına olacak etkileridir.

2.4. PISA Ölçeğinden Fen, Matematik Okuryazarlığı ve Okuma İle İlgili Bulgular

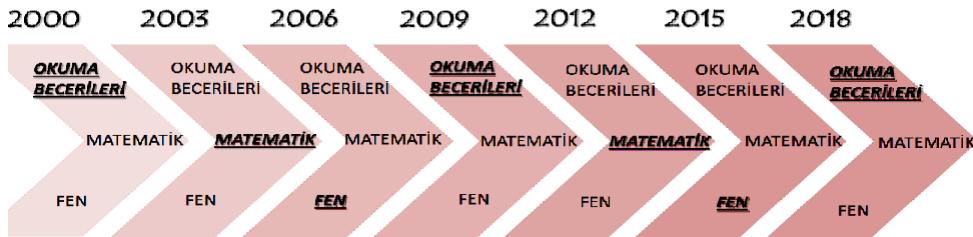
Her üç yılda bir kez OECD tarafından yapılmakta olan PISA (Programme for International Student Assessment) testi 15 yaş grubundaki öğrencilerin matematik, fen ve

okuma becerileri alanlarındaki yeterliliklerini değerlendirmeye yönelik bir testtir ve okul sistemlerindeki kaliteyi ve etkililiği değerlendiren bir ölçüdür. Sonuçlar her ülkeye öğrencilerini ne derece etkili eğitim verdiklerini diğer ülkelerle ve kendi içinde kıyaslamalar yaparak görme fırsatı sunar. Böylelikle yeni eğitim politikalarının geliştirilmesinde ve eğitim kalitesinin artırılmasında bazı kriterler oluşturmaya yardımcı olur (OECD, 2016a). PISA sonuçlarına göre yüksek performansı olan ülkeler ve eğitim kurumları belirlenir ve bu sonuçlar eğitimciler ve hükümetler ile kendi okullarına adapte edebilmeleri için paylaşılır.

PISA uygulama materyalleri başarı testleri, öğrenci anketi ve okul anketi olmak üzere üç farklı değerlendirme aracından oluşmaktadır. Başarı testleri ile matematik, fen ve okuma becerileri okuryazarlığı ölçülmektedir. Öğrenci anketi ile öğrencilerin motivasyonları, öz değerlendirmeleri, öğrenme şekilleri, okul ve aileleri ile ilgili bilgiler toplanmaktadır. Okul anketi ise okulların sosyal, ekonomik ve fiziki durumları ve eğitim ortamları ile ilgili verilerin toplanabilmesi amacıyla yapılmaktadır. Üç yılda bir yapılan PISA’da matematik, fen ve okuma becerileri arasından ağırlıklı alan olarak Şekil 2.2’de görüldüğü gibi düzenli bir döngü söz konusudur. 2015 yılında düzenlenen son PISA testinde ağırlıklı alan fendir.

Şekil 2.2

PISA ağırlıklı alan uygulama döngüsü



Sadece Kanada, Estonya, Finlandiya, Hong Kong (Çin), Macao (Çin) ve Singapur ‘da 15 yaşındaki her beş öğrenciden dördü fen, matematik ve okumada temel yeterliliğe sahiptir. (OECD, 2016a). PISA 2015’te fen, değerlendirilen ana bilgi alanı olduğu için öğrencilerin fen bilimlerine, teknolojiye, mühendisliğe ve matematiğe (STEM) olan ilgileri ve motivasyonları

ve de bunlarla ilgili inanç ve davranışları önemli bir değerlendirme boyutunu oluşturmaktadır (OECD, 2016b, s.109).

OECD tarafından düzenlenen Uluslararası Öğrenci Performansı Değerlendirme PISA 2015 raporuna göre maalesef Türkiye önceki yıllara göre daha geride kalmıştır: 72 ülke ve ekonomik bölgede 15 yaşındaki 540 bin öğrenci üzerinde yapılan değerlendirmede Türkiye matematikte 50. sırada, fende 54. sırada ve okumada 50. sırada yer almıştır. Tablo 2.1’de 2015 PISA sonuçları ve Şekil 2.3’te de Türkiye’nin yıllara göre sonuçlarının değişimi görülmektedir.

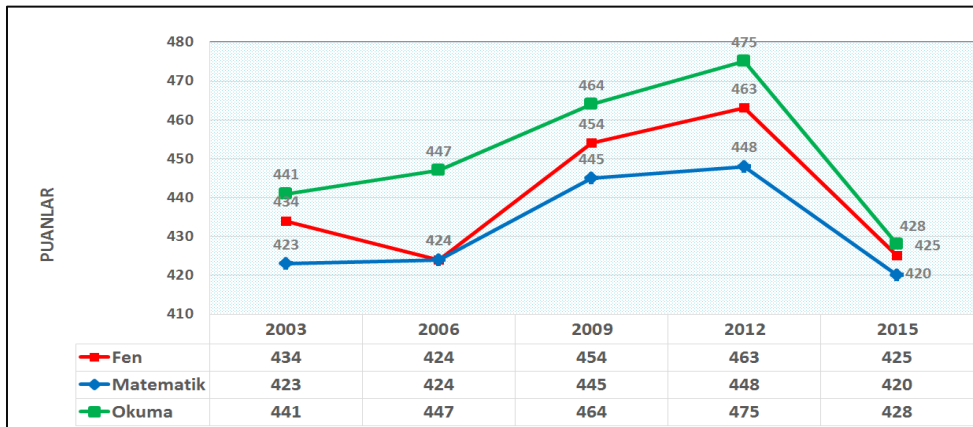
Tablo 2.1

2015 PISA sonuçları

	Fen	Okuma	Matematik
OECD Ortalaması	493	493	490
Tüm Ülkeler Ortalaması	465	460	461
Puan (Türkiye)	425	428	420
Sıra (Türkiye)	54	50	50

Şekil 2.3

Türkiye’nin yıllara göre PISA sonuçları değişimi



2015 PISA sonuçlarına bakıldığında Türkiye’nin PISA ortalamasının çok altında sonuçlar aldığı görülmektedir. 72 ülke arasındaki sıralaması da ülke puanının durumunu teyit etmektedir. Türkiye’nin 2003’ten beri katılmakta olduğu PISA’da 2012 yılına kadar aldığı puanlar yönünden artan bir grafiği olmakla birlikte 2015 yılında ciddi bir düşüş göze

çarpılmaktadır. 2015 yılında yapılan PISA uygulaması sonuçları incelendiğinde Türkiye'nin matematik puanlarının % 14,2 ve fen puanlarının % 13,7 OECD ortalamasının altında kaldığı görülmektedir (OECD, 2016a).

2018 yılında yapılacak olan PISA uygulaması için Türkiye'den okul türlerinin oranına göre 189 okul rastgele seçimle belirlenmiş ve bu okullarda kurulan PISA koordinatörlükleri okullarındaki 15 yaşındaki öğrencilerin listesini PISA merkezine göndermişlerdir. Uygulamaya katılacak her okuldan 42 öğrenci yine rastgele seçimle bu merkez tarafından belirlenmektedir.

PISA uygulamalarında öğrencilere sorulan sorular göz önünde bulundurulduğunda öğrencilerin bu sınavlarda başarılı sonuçlar alabilmeleri için okuduğunu anlama ve yorumlama, matematik ve fen bilgilerini günlük hayatta karşılaşılabilecekleri durumlara uygulayabilme becerisine sahip olmaları gerekliliği açıkça görülmektedir. Ancak mevcut eğitim sistemimiz bu gereklilikleri tam olarak sağlayamamaktadır. Öğrencilerin uygulamayı temel alan ve farklı disiplinleri birleştiren bir eğitim modeline ihtiyacı bulunmaktadır.

2. 5. STEM (FeTeMM) Eğitimi

Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik kelimelerinin kısaltılmasıyla oluşturulmuş olan FeTeMM kelimesi İngilizce STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) kavramından yola çıkılarak türetilmiştir. STEM kavramı ilk olarak ABD'de Ulusal Bilim Kurumu (National Science Foundation) direktörlerinden Judith A. Ramaley tarafından önerilmiştir. Bu araştırmada uluslararası anlaşılabilirlik ve kullanım yaygınlığı bakımından FeTeMM yerine STEM terimi kullanılmıştır.

Bu çalışmada, *STEM eğitimi* kavramı, 'dört farklı disiplini birleştiren ve uygulamayı temel alan bir yaklaşımla, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi dört önemli ana disiplinin entegrasyonunu amaçlayan bir öğretim sistemidir' şeklinde tanımlanmıştır (Bybee, 2010, s. 996). Bu dört disipline odaklanıldığında; fen, dünyanın doğasını anlama ve üzerinde

çalışma, teknoloji, insanların istek ve ihtiyaçlarını karşılamak için insan eliyle yapılmış her türlü ürün, mühendislik, öğrencilerin problem çözmek için kullandığı tasarım süreçleri ve matematik, birbiriyle ilgisiz görünen sayıların, şekillerin, işlemlerin ve niceliklerin dili biçiminde daha işlevsel olarak açıklanabilir (Jolly, 2014). STEM eğitimi yaklaşımı, belirtilen dört disiplinin farklı farklı öğretilmesinin yerine disiplinlerarası ve disiplinler içi iş birliği sağlanarak entegre şekilde öğretilmesini sağlar (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Entegre öğrenme ve müfredat entegrasyonu, konuların gerçek hayatla ilişkilendirildiği ve müfredat entegrasyonu yoluyla daha anlamlı hale getirildiği gelişimci Dewey geleneğini yansıtır (Beane, 1997). STEM eğitimi sadece belli bir eğitim düzeyinde değil okulöncesi eğitiminden üniversite eğitimine kadar tüm seviyelerde disiplinlerarası bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Gonzalez & Kuenzi, 2012).

Williams'a (1999) göre ise, STEM hareketi eğitimsel olmayan bir mantıktan yola çıkmıştır ve bu hareket sınıflarda Matematik ve Fen (Fizik, Kimya, Biyoloji) derslerinin etkili biçimde verilmesini sağlamakla birlikte toplumsal ve ekonomik gerekçeler STEM hareketini başlatmıştır. Küresel ekonomik kaygıların etkilerini göz önünde bulundurduğumuzda, STEM faaliyetlerinin iş ve endüstri alanındaki işgücünü daha donanımlı hale getirmesi ve Mühendislik ve Fen alanlarında daha fazla eğitim ve istihdam yaratmasını teşvik etmesi umulmaktadır.

İdeal bir STEM eğitimi, öğrencilerin araç-gereç ve mekanizmaların nasıl çalıştığını anlamasını sağlayan ve teknolojiyi kullanmalarını artıran bir eğitimidir (Bybee, 2010). Lise düzeyindeki bir STEM eğitimi, öğrencileri yaşama dair farklı disiplinlerin bilgi ve becerilerini birlikte öğrenmeye teşvik eder ve onları bilgi temelli bir ekonomi için hazırlar (NRC, 2011). Her türlü bilgi ve becerinin çok hızlı değiştiği ve geliştiği günümüzde bireyler, fen ve matematik gibi temel bilimlerden edindikleri kuramsal bilgileri teknoloji ve mühendisliğin

pratiği ile birleştirip dünyaya değer katacak yenilikler yapmalıdır (Akgündüz ve diğerleri, 2015).

STEM içeriğinde yer alan dört ana disiplinin ne şekilde ya da ne seviyede entegre edilebileceği, konunun yapısına ve içeriğine, öğrenci ve okul seviyelerine göre değişiklik gösterebilir (Vasquez, Sneider, Comer, 2013). Tablo 2.2’de disiplin entegrasyonu türleri ve özellikleri görülmektedir.

Tablo 2.2

Disiplin entegrasyon düzeyleri (Vasquez ve diğerleri, 2013)

Entegrasyon formu	Özellikler
1-Disipliner	Kavramlar ve beceriler, her disiplinde ayrı olarak öğrenilir.
2-Multidisipliner	Kavramlar ve beceriler, her disiplinde ayrı olarak ancak ortak bir tema içerisinde öğrenilir.
3-İnterdisipliner	Bilgi ve becerileri derinleştirmek amacıyla iki veya daha fazla disiplinden, birbirine bağlı kavramlar ve beceriler öğrenilir.
4-Transdisipliner	İki veya daha fazla disiplinden öğrenilen bilgi ve beceriler, gerçek dünyadaki sorunlara ve projelere uygulanır böylece öğrenme deneyimini şekillendirmeye yardımcı olur.

Jolly’e (2014) göre STEM eğitimi, bazı derslerin bir araya getirilmesinden daha fazlasıdır. Öğrencilerin 21. yüzyıl rekabetçi işgücü ortamında ihtiyaç duyacakları derinlemesine bir matematiksel ve bilimsel destek sağlayan bir harekettir. Ancak bu hareket öğrencileri bilimsel meslekler için hazırlamanın da ötesinde, onlara hayatlarının her alanında kullanabilecekleri düşünme, muhakeme etme, iş birliği içinde çalışabilme, araştırmacı ve yaratıcı yetenekler kazandırma gibi bir misyona ve anlayışa da sahiptir. Lederman ve Niess (1997), farklı disiplinlerin bir araya getirilmesini bölünmüşlük değil farklı bir bütünleşme olarak görmektedir. Onlara göre bu bütünleşme kimyadaki bileşiklerin oluşumuna benzemektedir. Bileşikler, yapılarındaki elementlerden bambaşka özelliklere sahiptirler. STEM eğitimindeki dört disiplin de entegre edildiklerinde ayrı ayrı olduklarından daha farklı ve daha net bir bütün ortaya çıkarırlar. Çünkü STEM eğitiminde yer alan dört farklı disiplinin her birinin içinde yer alan konular belli oranlarda diğer disiplinlerin konuları içinde

bulunmakta ya da bunları desteklemektedir. Ancak STEM'i oluşturan bu dört disiplinin nasıl entegre edilmesi gerektiği bu noktada yeni bir olgu olarak ortaya çıkmaktadır.

STEM eğitimi ve benzeri bazı tümleşik eğitim sistemleri dışında tüm dünyada ve Türkiye'de örgün eğitimde disiplinler entegrasyon formasyonu uygulanmaktadır. Bu formasyonda her disiplin, diğer disiplinlerin kavram ve becerilerinden bağımsız olarak kendi alt konularına odaklanır. Tablo 2.1'de görülen entegrasyon düzeyleri dikkate alındığında, interdisipliner ve transdisipliner formasyonlar, STEM eğitiminin doğası ve amaçlarına uygunluğu açısından ve dersleri bir araya getirmekten öte gerçek dünya ve gerçek hayat problemlerine odaklanmış etkin öğrenme ve öğretme yaklaşımlarına yönelmesinden dolayı son dönemde ABD'de daha sık örnekleri görülen STEM entegrasyonu formasyonlarıdır (STEM Task Force Report, 2014).

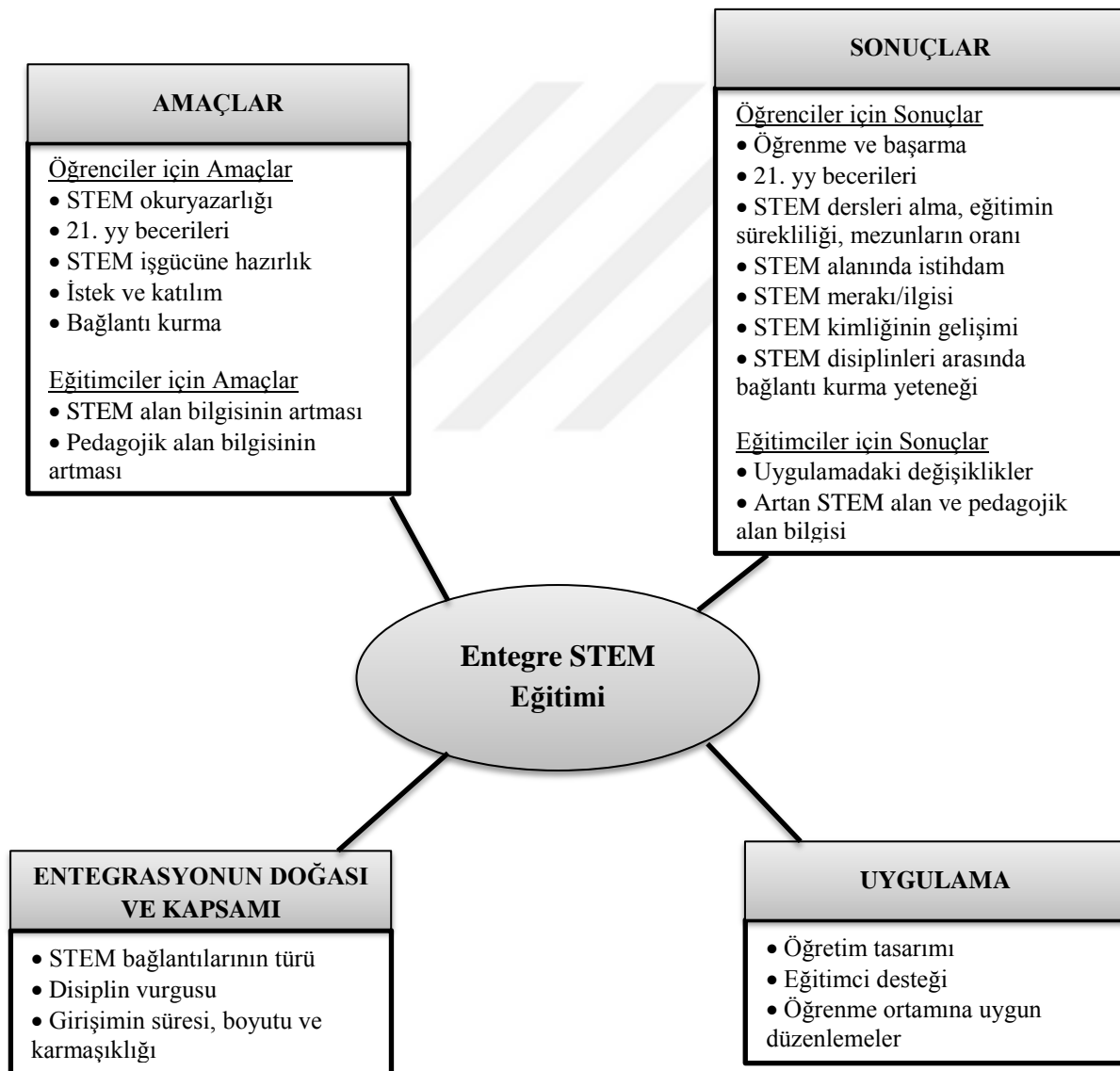
STEM eğitimi kavramı, yaşadığımız yeni bilgi çağında, ülkesine ekonomik ve bilimsel anlamda katkıda bulunacak vatandaşlara duyulan ihtiyaçtan ortaya çıkmıştır (Soylu, 2016). STEM eğitimi, yukarıda belirtilen dört disiplini entegre edilmiş bir bütün olarak öğretmeyi amaçlayan ve okul öncesinden yükseköğretime kadar tüm eğitim süreçlerini kapsayan bir yaklaşımdır (Bybee, 2010). Çocukluk ve ergenlik döneminde bireyler meraklıdırlar ve çevrelerindeki dünyayı keşfetmeye arzuludurlar; aynen bilim insanları gibi aktif öğrenici, yaratıcı ve sorgulayıcıdırlar (Katz, 2010). Bu sebeple onlara, araştırmak, incelemek ve doğuştan gelen yeteneklerini geliştirmek için gerekli kaynakları, fırsatları sunmak önemlidir (Soylu, 2016). Ancak geleneksel formal eğitim onların ilgilerini kısıtlayabilmekte ve öğrenmeye karşı tutumlarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (OECD, 2006). Türkiye'deki ezbere dayalı öğretim programları ve çoktan seçmeli merkezi sınavlar da bu olumsuzluğu katlamaktadır. STEM eğitimi, öğrencilerin, ilgilerini çeken problemlere karşı problem temelli öğrenme ve bilimsel sorgulama yöntemleriyle edindikleri matematiksel, bilimsel ve teknolojik

bilgilerini kullanarak çözümler tasarlamalarını ve geliştirmelerini amaçlamaktadır (Sanders, 2009).

ABD’de Ulusal Araştırma Konseyi’nin entegre STEM eğitimi için amaçlar, sonuçlar, entegrasyonun doğası ve kapsamı, uygulama şeklinde dört ana başlık ve bunların farklı alt başlıkları olmak üzere çizdiği genel çerçeve (NRC, 2014) Şekil 2.4’te görülmektedir.

Şekil 2.4

Entegre STEM eğitiminin genel özellikleri ve alt bileşenlerini gösteren betimleyici çerçeve



Şekil 2.4’te çizilen genel çerçeve incelendiğinde, ana başlıkların ve bunların alt bileşenlerinin farklı şekillerde sıralanabileceği, değişebileceği ya da bunlara eklemeler

yapılabileceği görülebilir. Çünkü entegre STEM eğitiminin her varyantı (okul öncesinden üniversiteye kadar farklı eğitim düzeyleri, okul içi veya okul dışı eğitimler, vb.), farklı planlama yaklaşımlarını, kaynak ihtiyaçlarını, uygulama zorluklarını ve sonuçlarını önermektedir (NRC, 2014).

STEM eğitiminde öğretim programının çok iyi hazırlanmış olması kadar, bu programı öğrencilere aktaracak olan öğretmenlerin STEM alanında iyi eğitilmiş olması ve eğitimin gerçekleştiği ortamın ve alt yapının da eğitimin amaç ve gerekliliklerine uygun olması çok önemlidir. Yukarıda sayılan üç ana gereksinimin sağlandığı iyi bir STEM dersi aşağıdaki altı özelliği taşımaktadır (Jolly, 2014):

- Gerçek yaşam durumlarına ve problemlerine odaklanmalıdır. Öğrenciler, kendilerinde merak uyandıracak gerçek sosyal, ekonomik ve çevresel problemlerle karşılaşmalı ve bu problemlere çözümler aramalıdır.
- Mühendislik tasarım süreçlerine –mühendislikte bir problemin çözümüne ulaşmak için takip edilen basamaklar bütünü- uygun yönlendirilmelidir. Bu süreç öğrencilere, problemi anlama ve çözümler yaratıp geliştirmede esneklik sağlar.
- Öğrencileri, sorgulayıcılığa ve açık uçlu keşfe çekmelidir.
- Öğrencileri verimli takım çalışmasına dâhil etmelidir.
- Öğrencilerin öğrendiği matematik ve fen konularının içeriği özenle uygulanmalıdır.
- Birden fazla doğru cevaba ve yanlış yapmanın da öğrenmenin bir parçası olduğuna olanak tanınmalıdır.

Sanders (2009) geleneksel STEM eğitimi yerine STEM ifadesine bütünlüyci/tamamlayıcı kelimesini ekleyerek “bütünlüyci/tamamlayıcı (integrative) STEM eğitimi” önerir. Sanders’e göre bütünlüyci/tamamlayıcı STEM eğitimi, STEM konu alanlarının herhangi birinde, iki alan veya daha fazla alan arasında ve/veya STEM konusu ile

okulda işlenen bir veya daha fazla konu arasında öğretme ve öğrenmeyi keşfeden yaklaşımların bütünüdür.

2.6. STEM Okuryazarlığı

Geleneksel olarak okuryazarlık terimi okuyup yazabilme yeteneği olarak tanımlanır ancak günümüzde okuryazarlık kavramı bu iki yetiden daha fazlasını kapsamaktadır (Zollman, 2012). Shanahan (1992), buna tanıma, akıcılık, kavrayış ve kompozisyonu da ilave etmiştir. ABD'deki Ulusal İngilizce Öğretmenleri Konseyi (NCTE), 21. yüzyıl okuryazarlarında aşağıdaki özelliklerin bulunması gerektiğini ifade etmiştir (NCTE, 2008):

- Teknolojik aletleri kullanmada yeterlilik geliştirmek,
- Sorunları işbirlikçi ve kültürlerarası açıdan ortaya koymak ve çözmek için başkalarıyla ilişkiler kurmak,
- Çeşitli amaçlar doğrultusunda küresel topluluklar için bilgi tasarlamak ve paylaşmak,
- Birden çok eşzamanlı bilgi akışını yönetmek, analiz etmek ve sentezlemek,
- Multimedya metinlerini yaratmak, eleştirmek, analiz etmek ve değerlendirmek ve
- Bu karmaşık ortamların gerektirdiği etik sorumluluklara katılmaktır.

UNESCO (2008), okuryazarlık terimini tanımlamada daha da zengin bir yelpaze sunar: Okuryazarlık, bireylerin hedeflerini gerçekleştirmelerine, bilgi ve potansiyellerini geliştirmelerine ve topluluklarına ve daha geniş bir topluma tam olarak katılmalarına olanak sağlayan bir öğrenme süreci içerir. Bu tanım UNESCO'nun öğrenmeyle ilgili dört temel şartına bağlanmıştır: (1) öğrenmeyi öğrenme, (2) yapmayı öğrenme, (3) birlikte yaşamayı öğrenme, (4) kendini öğrenme. O halde günümüzde okuryazarlık, geleneksel dil süreçleri, multimodal dijital süreçler ve iletişimin sosyal uygulamaları ile iç içe geçmiş durumdadır (Lankshear & Knobel, 2006).

STEM okuryazarlığı da, STEM'i oluşturan dört disiplinin her biri için ayrı ayrı yapılan ve Tablo 2.3'de görülebilen tanımların birleşiminden daha fazlasını ifade etmektedir (Zollman, 2012).

Tablo 2.3

Profesyonel kurumların okuryazarlık tanımları

Disiplin	Tanımlı Yapan Kuruluş	Okuryazarlık Tanımı
Fen/bilim okuryazarlığı	Ulusal Bilim Eğitimi Standartları (National Science Education Standards) (1996)	Kişisel karar verme, sivil ve kültürel işlere katılım ve ekonomik üretkenlik için gerekli olan bilimsel kavram ve süreçleri bilme ve anlama becerisi
	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organization for Economic Cooperation and Development-OECD) (2003)	Bilim ve fen bilgisini (fizik, kimya, biyoloji ve dünya/uzay bilimleri alanlarında) ve süreçleri kullanarak anlama ve bunlara ek olarak, fen bilincini hayat, sağlık, yeryüzü ve çevre ve teknoloji alanlarında etkileyen kararlara katılma becerisi
Teknoloji okuryazarlığı	Ulusal Değerlendirme Yönetim Kurulu (National Assessment Governing Board) (2010)	Teknolojiyi kullanma, anlama ve değerlendirmenin yanı sıra çözüm üretmek ve hedeflere ulaşmak için gerekli teknolojik ilkeleri ve stratejileri anlama kapasitesi
	Uluslararası Eğitim Teknolojisi Topluluğu (International Society for Technology in Education) (2000)	Yaratıcılık ve yenilikçilik gösterme, iletişim ve iş birliği kurma, araştırma yapma ve bilgiyi kullanma, eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme ve teknolojiyi etkili ve üretken kullanma becerisi
	Uluslararası Teknoloji Eğitimi Birliği (International Technology Education Association) (2007)	Teknolojinin nasıl oluşturulduğunu ve toplumu nasıl şekillendirdiğini ve dahası toplum tarafından nasıl şekillendirildiğini anlama becerisi
Mühendislik okuryazarlığı	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organization for Economic Cooperation and Development-OECD) (2003)	Etkin ve ekonomik yapıların, makinelerin, süreçlerin ve sistemlerin tasarımı, üretimi ve işletilmesi gibi bilimsel ve matematiksel prensipleri pratik amaçlara sistematik ve yaratıcı bir biçimde uygulayabilme becerisi
	Mühendislik ve Teknoloji Akreditasyon Kurulu (Accreditation Board for Engineering and Technology) (2010)	İnsanlığın yararına doğanın materyallerini ve kuvvetlerini ekonomik olarak kullanmanın yollarını geliştirmek için uygulanan çalışma, deneyim ve uygulamaların edindirdiği matematik ve doğa bilimlerinin bilgisi
Matematik okuryazarlığı	PISA (Program for International Student Assessment) (2006)	Matematikle uğraşma, matematiği anlama ve tanımlama yeteneği veya kapasitesi, ayrıca bireyin o anki ve gelecekteki özel yaşamında, iş hayatında ve akran ve arkadaşlarıyla arasında gelişen, sosyal yaşamında yapıcı, ilgili ve yansıtıcı bir vatandaş olarak genel hayatında matematiğin ne gibi bir işlevi olduğu üzerine sağlam temellere dayalı yargılara varma becerisi
	Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics-NCTM) (2000)	Okuma, dinleme, yaratıcı düşünme ve problem durumları, matematiksel sunular ve matematiği geliştirmek ve derinleştirmek için çözümler hakkında iletişim kurabilme becerisi

STEM okuryazarlığı sadece yukarıdaki tabloda görülen dört disiplinin okuryazarlığına sahip olmak değildir. Aynı zamanda, sayısız örtüşen disiplinlerarası becerileri, kavramları ve süreçleri eşleştirmekten daha fazlasını ifade eder. STEM okuryazarlığı, bu dört disiplindeki okuryazarlığın toplamından daha fazlasıdır, bunların birlikte oluşturduğu sinerjidir (Toulmin & Groome, 2007).

Bloom'un taksonomi modeli, öğrenmeyi, bilişsel alan (bilgi ve süreçler), duygusal alan (tutum ve inançlar) ve psikomotor alan (manuel ve fiziksel beceriler) olmak üzere üç alana ayırır (Bloom & Krathwohl, 1956). STEM okuryazarlığının tam bir açıklaması için, üç öğrenme alanının (bilişsel, duygusal ve psikomotor) hepsi gereklidir. Bu nedenle, STEM okuryazarlığını tasvir etmek için yapılacak bir açıklama, üç tabakayı aydınlatmaya ihtiyaç duyar: (1) Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve diğer ilişkili alanların okuryazarlığı, (2) kişisel, toplumsal ve ekonomik ihtiyaçlar ve (3) bilişsel, duygusal ve psikomotor öğrenme alanları (Zollman, 2012).

Bu çalışmada STEM okuryazarlığı, Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik okuryazarlığı kavramlarının bütününe içeren, kişisel, toplumsal ve ekonomik ihtiyaçların göz önünde bulundurulduğu, bilişsel, duygusal ve psikomotor öğrenme alanlarının tümüne gereksinim duyan yaşamsal bir kavram olarak tanımlanmakta ve kullanılmaktadır. Fakat şunu da belirtmek gerekir ki Williams (2011) ve Bybee (2010) STEM eğitiminin ana amaçlarından biri olan *STEM okuryazarlığı* teriminin net olmadığını eleştirmekte ve birçok değişkene bağlı olarak değişiklik gösterebileceğine vurgu yapmaktadır.

2.7. STEM Kariyeri

STEM disiplinleri ile ilgili işler STEM iş kariyeri olarak isimlendirilir. Dünyada birçok ülkede STEM kariyerlerine öğrencilerin ilgisini artırma girişimleri artmaktadır. Öğrencileri STEM kariyeri için hazırlamak gelişmiş ülkelerde verilen eğitimin en önemli önceliklerdendir ve dünyadaki birçok ülke STEM iş alanlarında daha fazla birey istihdam

etmeyi hedeflemektedir (Regisford, 2012). STEM kariyerlerine yönelik tutumda belirgin bir cinsiyet farklılığı vardır. Bu alanlara eğilim çok büyük oranda erkekler yönüdedir (Diekman, Brown, Johnston, Clark, 2010; Hill, Corbett & St Rose, 2010). Küçük çocukların başlangıçta, yani eğitimin ilk basamaklarında bilim ve matematiğe yüksek bir ilgi göstermektedirler. Ancak eğitim sisteminde daha yukarıya çıktıkça yani lise ve üniversite eğitiminde, özellikle kız öğrencilerde çoğu aşamada STEM'e olan ilgilerinin kaybolduğu ve STEM kariyerlerinin daha çok oranda erkekler tarafından tercih edilmekte olduğu görülmektedir (Riegle-Crumb, Moore & Ramos-Wada, 2011; Sadler, Sonnert, Hazari, Tai, 2012). Brotman ve Moore'nın (2008) yaptığı derleme çalışmasındaki birçok nitel araştırma kız öğrencilerin fen bilimlerine ve matematiğe olan tutumunun erkeklere göre daha az olumlu olduğunu ve kız öğrencilerin yaşları ilerledikçe bu ilgilerinin daha da azaldığını göstermiştir. Teknoloji ve mühendislik alanlarındaki işler ise hem erkek hem de kız öğrenciler tarafından *erkek işi* olarak betimlenmektedir. Johnson ve Miller (2002) bu durumun nedenlerinden biri olarak STEM kariyerlerinin tanıtımında erkek işgücünün vurgulanmasının sorumlu etkenlerden biri olduğunu ifade etmiştir.

STEM literatürü incelendiğinde, araştırmalar ve gelişmiş ülkelerdeki STEM araştırma raporları, iş gücü üretme kabiliyetini etkileyecek vasıflı işçilerin yetersiz kalması konusunda STEM işverenlerinin endişelerini vurgulamaktadır. Örneğin, ABD'nin STEM eğitime yaptığı önemli yatırımlara rağmen STEM iş gücünün büyüklüğü ve bileşimi ülkenin talebini karşılayamıyor. Örneğin, ABD'de 2012'de yaklaşık 7,4 milyon STEM pozisyonu varken bu sayının 2020'ye kadar 8,95 milyona ulaşması bekleniyor.

Avustralya'da STEM ile ilgili iş başvurularını inceleyen iş istatistik verileri, doğa ve çevre bilimleri ve tıbbi alanlardaki başvurulara kıyasla, mühendislik ve teknoloji alanlarındaki işler için nispeten daha az nitelikli başvuru yapıldığını göstermektedir. Örneğin, petrol mühendisliğinde her boş iş pozisyonu için ortalama 43 kişinin başvurduğu ve hemen

hemen hiçbirinin pozisyon için uygun nitelikte olmadığı görülmektedir. Avustralya'daki bilgi teknolojileri alanındaki işverenlerin % 30'u da boşalan pozisyonda nitelikli başvuru sahiplerinin çok az olması nedeniyle başvuruların işe alınmalarında zorluklar yaşandığını bildirmektedir (Healy, Mavromaras, Zhu, 2011).

Günümüzde, öğrencileri STEM alanlarındaki mesleklere hazırlama kaygısı K-12 eğitiminde dünya çapında ön planda bulunmaktadır. Bu kaygının nedenlerinden biri de STEM alanlarına öğrencilerin ilgisinin azalmasıdır (Wells, Sanchez, Attridge, 2007; Wells, 2008). Öğrenciler arasında STEM'e olan ilginin kaybolmasının nedeni literatürde çeşitli vurgularla raporlanmıştır: STEM eğitimi konusunda rehberlik ve yönlendirme eksikliği, teknolojiye erişim eksikliği, önyargılar (örn. matematik ve fen bilimleri dersleri çok zordur), STEM kariyerlerin çok zor olduğu önyargısı ve çok fazla eğitim gerektiriyor düşüncesi (Drew, 2011) ve STEM eğitiminde yer alan alanlardaki rol modellerinin eksikliği bunlardan bazılarıdır (Drew, 2011; Scott & Martin, 2012). Günümüzde iyi bir iş bulmanın giderek zorlaştığı düşünülerek ve gelecekte oluşması öngörülen STEM işgücü açığını göz önüne alarak, öğrenciler STEM kariyerine dâhil olmalıdırlar (Avrupa Komisyonu, 2014; Wang & Degol, 2013).

STEM kariyerlerinde öğrencilerin farkındalık ve ilgi artışını hedefleyen, az temsil edilen öğrencileri STEM işgücüne ve kariyerine bağlamak için okul içi ve okul dışı müdahaleler yapan çalışmalar bulunmaktadır (Avery, 2013; Stout, Dasgupta, Hunsinger, McManus, 2011). K-12 öğrencilerinin STEM kariyeri ve bu kariyerlerde çalışanlar hakkındaki algılarını ortaya çıkarmak için yapılan araştırmalar, öğrencilerin STEM kariyerleri hakkında çok az tecrübesi ve bilgisi olduğunu göstermiştir (Masnick, Valenti, Cox, Osman, 2010). Okullarda STEM içeriğini ve uygulamalarını öğrencileri etkileyecek biçimde öğretmek zorlu bir süreçtir. Etkili STEM eğitimi için, öğretmenlerin STEM içerik bilgisine ve uzmanlığına ihtiyaçları vardır. Fakat araştırmalar, fen ve matematik öğretmenlerinin bu

talepler için hazırlıksız olduğuna işaret etmektedir. Hem ortaokul hem de lise, fen ve matematik derslerini öğreten çoğu öğretmenin öğrettikleri konularda sertifikalandırılmadığı gibi üniversitede de ilgili bir alanda uzmanlık eğitimi almamış olduğu bilinmektedir (NRC, 2010). Bu nedenle STEM alanında etkili öğretmenlerin profesyonel gelişimi de öğrencilerin başarılı olmasında çok önemlidir. STEM kapsamında Ulusal Araştırma Konseyi'nin (National Research Council) (2011, s. 21) yayınladığı raporda tüm disiplinlerde öğretmenlerin etkili kişisel gelişimi için aşağıdaki tavsiyelerde bulunulmuştur:

- İçerik ve dersi öğretmek için öğretmenler kapasitesini ve bilgisini geliştirmeli,
- Öğretmenlerin sınıfta yaptığı öğretime ve okul ortamında karşılaştığı problemlere değinilmeli,
- Öğretmen eğitimi için çoklu ve sürdürülebilir fırsatlar sağlanmalıdır.

Bununla birlikte, STEM politikalarını iyileştirmek için yapılması gereken çok şey olduğu kabul edilmelidir. Çünkü ekonominin taleplerini karşılamak yalnızca Türkiye'de değil dünyada da zorlaşmaktadır. Ayrıca gelecekte, özellikle mesleki becerilerle donatılmış personel için daha fazla işgücüne ihtiyacımız olacaktır (TÜSİAD, 2014). Dünyada STEM yeteneğine sahip bir işgücünün bu karşılanmamış ihtiyaçları göz önüne alındığında, ülkenin ekonomik geleceği, bu alanlara girmek için K-12 öğrencilerinin daha iyi ve kalifiye hazırlanmasına bağlıdır. Bu nedenle, öğretmenler, okullar ve eğitim programları öğrencilerin kariyer konusunda yönlendirilmesinde önemli bir role sahiptir. STEM kariyeri için genellikle spesifik STEM bilgisini gösteren mesleki bir sertifika ya da diploma gerekir (Lacey & Wright, 2009). STEM disiplinlerindeki STEM konusunda eğitilmiş K-12 öğretmenlerinin sayısının artırılması da önemlidir. STEM ile ilgili ana dallara ve kariyerlere girme testler dışında STEM içerik bilgisinin uygulanması ve kullanılmasını da gerektirir. Bu bağlamda Türkiye'deki meslek liselerinin rolü önemlidir.

Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye’de eğitim sistemiyle ilgili bazı sorunlarımız olmasına rağmen öğrencilerin farkındalığını artırmak ve STEM eğitimini uygulamak için gerekli adımları atmak ve STEM eğitime katkıda bulunmak mümkündür. Günümüzde var olan ve gelecekte artacağı öngörülen STEM işgücü ihtiyacına dikkat çekmek ve meslek lisesi öğrencilerinin STEM kariyeri konusundaki farkındalığını artırmak bu çalışmanın amaçları kapsamında yer almaktadır.

STEM literatüründeki vurgulardan biri de öğrencilerin eğitim hayatlarında potansiyel STEM kariyer seçenekleri hakkında bilgilendirilmesidir. Böylece başarıları düşük öğrenciler de okullarda aldıkları eğitimi gelecekleri için daha ciddi düşünebilirler. Meslek liselerinde eğitim programları incelendiğinde STEM kariyer seçenekleri hakkında öğrencilere bilgi verecek ders içeriklerinin çok az olduğu görülmektedir. Bu durumu iyileştirmek için çalışmada STEM kariyerleri hakkında bilgi verilip STEM bilgisi öncesi ve uygulama derslerinden sonra verilen bu bilginin öğrenci üzerindeki etkileri de araştırıldı. Bu çalışmanın Yöntem bölümünde detaylandırılan, STEM uygulaması yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra deney grubundaki 32 öğrenciye STEM kariyeri ilgi testi verilip STEM eğitimi uygulamasına geçilmiştir.

STEM kariyeri açıklamasından sonra aşağıda STEM’in ortaya çıkışı ve Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği, Çin, Rusya ve Avustralya gibi gelişmiş ülkelerdeki STEM uygulamaları hakkında literatür ışığında bir sentez bulunmaktadır.

2.8. STEM’in Dünyada Ortaya Çıkışı ve Gelişimi

Geçtiğimiz yüzyılın ikinci yarısından itibaren gelişen teknolojiyle birlikte dünyada hızlı bir küreselleşme yaşanmıştır. Bu da dünya ülkeleri arasında ekonomi, teknoloji, savunma ve yenilikçilik alanlarında önde olma yarışı doğurmuştur. Bu teknolojik ve endüstriyel gelişmişlik yarışı ülkeleri eğitim alanında da yenilik ve reformlar yapmaya zorlamıştır. Çünkü gelişimin temeli iyi eğitilmiş bireylerle mümkündür (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Bu

amaçla çeşitli eğitim programları geliştirilmiş ve uygulamaya konulmuştur. Bu konuda ABD öncü rol oynamıştır. Birçok ülkenin güncel eğitim sisteminde STEM eğitimi yer almaktadır. Günümüzde STEM, ABD, Avrupa Birliği, Çin, Japonya ve Almanya gibi gelişmiş ülkelerin çoğunda her eğitim seviyesinde uygulanmaktadır (MEB, 2016). Yapılan araştırmalara göre ilkokul ve ortaokulda verilmeye başlanan STEM eğitimi üniversitelerde maksimum düzeye çıkmaktadır. Bu da STEM eğitiminin öğrencinin meslek ve kariyer seçiminde önemli role sahip olduğunu göstermektedir (Gonzalez & Kuenzi, 2012). STEM eğitimi konusunda Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği, Çin, Rusya ve Avustralya'nın durumları, politikaları ve bu konudaki uygulamaları aşağıda özetlenmiştir.

2.8.1. Amerika Birleşik Devletleri. 1980'lerde Japonya'nın oluşturduğu ekonomik ve teknolojik gelişime (tehdide) benzer bir başarının Çin tarafından da elde edilebileceği düşüncesiyle ABD çeşitli eğitim reformları başlatmıştır (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Bunlardan en bilineni 1996'da yayınlanan Ulusal Fen Eğitimi Standartları (National Science Education Standards) içerisinde yer alan, Fen Bilimlerinde hangi konunun ne şekilde öğretileceği hususunda okullara yol gösteren bir müfredat programıdır (NRC, 1996). Bu program, öğrencilere sorgulayıcı, araştırmaya dayalı bir öğrenme sunmayı amaçlamıştır. Bunu sağlamak amacıyla öğretmenlere hizmet içi eğitimler verilmiş ve bu yöntem gerçekten de başarı sağlamış olup hala uygulanmaya devam etmektedir. Buna ek olarak, George Bush döneminde No Child Left Behind (Hiçbir Çocuk Geride Kalmasın) projesiyle her öğrenci için kaliteli eğitim, sistematik başarı ölçümü ve eğitimciler için hesap verilebilirlik hedeflenmiştir (US Department of Education, 2004). Ancak istenen başarının elde edilememesi ve Çin'in teknolojik ve bilimsel insan kaynağı olarak tehdit olarak algılanmaya başlanması, Amerikan iş dünyasının işçilerde ve mühendislerinde istedikleri nitelikleri görememesi nedeniyle yine iş dünyası tarafından eğitim konusunda raporlar yayınlanmıştır. Bu raporlar, eğitimin teorik ve felsefi sınırlardan kurtarılıp öğrencileri gerçek hayata hazırlayan, iş hayatının aradığı

özelliklere cevap verecek nitelikte olması gerektiğini belirten ana fikirlere sahiptir. Bu noktadan hareketle STEM akımı popüler olmaya başlamıştır. STEM eğitimi için müfredatlar geliştirilmiş ve okullarda yerleşmesi için kaynak aktarılmıştır. Günümüzde yedi eyalette yaygın olarak üniversite öncesi okullarda bu sistem uygulanmaktadır (Akgündüz ve diğerleri, 2015).

ABD Başkanı Obama, lider ülke olabilmenin yolunun, öğrencilerin STEM alanlarında nasıl eğitileceğine bağlı olduğunu söylemiştir (Obama, 2010). Kendi döneminde STEM'i bir devlet politikası haline getiren Obama 2014-2016 yılları arasında üç yıllık süreçte öğrencilerin iyi bir STEM eğitimi alabilmeleri için yaklaşık dokuz milyar dolar bütçe ayırmıştır (White House, 2015).

ABD Ulusal Araştırma Konseyi'nin 2011 raporuna göre, ABD'de K-12 STEM eğitimi için yaygın biçimde kabul edilen üç genel hedef ABD'de STEM eğitiminin yayılma alanını etkilemiştir. Bu da ülkenin bilim ve teknolojiye büyümesi ve gelişimi için gittikçe artan ihtiyaç duyulan sermaye türlerine yansımaktadır. Birinci hedef, STEM alanlarında üst seviyede eğitim alıp kariyer olarak seçecek öğrencilerin sayısını arttırmaktır. İkinci hedef, STEM yeteneğine sahip işgücünü ve kadınların ve azınlıkların katılımını genişletmektir. Üçüncü hedef, STEM kariyerini seçmeyenler de dahil tüm öğrenciler arasında STEM okuryazarlığını artırmak ya da STEM disiplinlerinde ek eğitim almalarını sağlamaktır. Bu üç hedef apayrı hedefler değildir. Bu hedefler ABD'de STEM eğitiminin kapsamlı uzun vadeli hedefleri olduğu için bu hedeflerin hepsinin merkezinde çok sayıda ara hedefler vardır. Bu ara hedefler, STEM içeriği ve uygulamasını öğrenmeyi, STEM'e karşı olumlu tutum geliştirmeyi ve öğrencileri hayat boyu öğrenci olmaları için hazırlamayı içermektedir (NRC, 2011).

Amerika Birleşik Devletlerinde STEM eğitimi vermek amacıyla kurulmuş ve eğitim programlarını bu yönde oluşturup uygulayan ortaokul ve lise düzeyinde STEM okulları bulunmaktadır. ABD'deki STEM okullarında, seçilmiş, yetenekli öğrencilere diğer okullardan

farklı olarak nörobiyoloji, robotik, mikro elektronik, DNA bilimi ve ileri astronomi gibi derslerde kaliteli bir eğitim verilmektedir (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Amerika’da STEM okulları bir sistemin parçası olarak ele alınmıştır. Bu sistemi oluşturan diğer parçalar ise üniversitelerde kurulan STEM merkezleri, eğitim hizmet merkezleri ve STEM koçlarıdır. Şekil 2.5, ABD’de yer alan STEM merkezlerinin dağılımını göstermektedir.

Şekil 2.5

STEM eğitim merkezleri (ABD)



Öğrencilerin okulda başarılı olması, devamlılıklarının sağlanması, üniversitelerin STEM alanlarında bir bölüme ve devamında iş kariyerine yönlendirilmeleri sorumluluğu sadece okulun çalışanlarına değil sistemin tüm bileşenlerine yüklenmiştir (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Ayrıca, bu okullardaki öğretmenlerin hizmet içi eğitimleri de yine bu sistemin her ögesinin yükümlülüğü altındadır. Ancak öğretmenlerin eğitiminde en büyük sorumluluğu üstenenler üniversiteler ve bünyelerinde kurulan STEM merkezleridir (Akgündüz ve diğerleri, 2015).

2.8.2. Avrupa Birliği. Amerika Birleşik Devletleri’nde STEM eğitimine olan bakış ve bu konudaki gelişmeler böyleyken Avrupa’da bu alanda nasıl bir seyir olduğuna bakmakta yarar vardır. Avrupa Birliği’nin 2007’de yayınladığı “Fen Eğitimi Şimdi: Avrupa’nın Geleceği için Yenilenen Pedagoji” (Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Henriksson, Hemmo,

2007) başlıklı raporda Fen, Teknoloji ve Matematik alanlarında Avrupa genelinde genç bireylerin ilgilerinin azlığından ve böyle sürmesi halinde Avrupa’da uzun vadede yaşanması beklenen yenilikçilik ve yaratıcılık kapasitesinin azalmasından söz edilmiştir. Fen, teknoloji ve matematik eğitiminde sorgulamaya dayalı müfredatlar geliştirilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır. Bu rapor sonucunda eğitim alanında yenilikçi yaklaşımların ortaya çıkarılabilmesi için Avrupa genelinde proje çağruları başlatılmıştır. 2007-2013 yılları arasında devam ettirilen 7. Çerçeve programı içerisinde PROFILES, S-TEAM, MASCIL gibi pek çok proje desteklenmiştir. Bu programın sonrasında da 2014-2020 yılları aralığını kapsayan Horizon 2020 programı başlamıştır (HORIZON 2020, 2015). Avrupa Birliği, bilimsel ve teknolojik gelişmelerin ve süreçlerin toplum tarafından anlaşılabilmesine ve takip edilebilmesine önem vermektedir. Doğal olarak bu da eğitimin bu yönde düzenlenmesiyle mümkün olabilecek bir durumdur. Avrupa Komisyonu, bilim ve teknolojiyle ilgili mesleklerin öğrenciler tarafından kariyer hedefi olarak belirlenmesi için okul, üniversite, sanayi ve diğer sivil toplum kuruluşlarının sürekli etkileşim halinde bulunmasının sağlanmasına vurgu yapmıştır (Avrupa Komisyonu, 2014).

Avrupa Parlamentosu İstihdam ve Sosyal İşler Komitesi’nin isteği üzerine hazırlanan ve 2015 Mart ayında yayınlanan raporda, Avrupa’da STEM alanlarıyla ilgili ülkelerin yaptığı eğitim çalışmalarına, bu alanlarla ilgili işgücü ihtiyacının durumuna ve yapılması önemli görülen tavsiyelere yer verilmiştir (Caprile, Palmen, Sanz, 2015). Raporda belirtildiğine göre, birçok Avrupa Birliği üyesi ülkede yüksek işsizlik oranları görülmesine rağmen STEM alanlarıyla ilgili işlerde eğitimli işgücüne ihtiyaç duyulmaktadır.

Günümüzde Avrupa işgücü piyasasındaki STEM alanlarıyla ilgili durum incelendiğinde görülenler şu şekilde özetlenebilir (Caprile ve diğerleri, 2015):

- Avrupa Birliği ülkelerinde STEM alanlarıyla ilgili işler için yeterli eğitime sahip çalışan ihtiyacı, yüksek sayıda donanımlı çalışanın emeklilik yaşına geliyor olması ve

alttan bunların yerinin doldurulamaması sebebiyle gittikçe artmakta ve 2025 yılına kadar açılması beklenen yaklaşık 7 milyon pozisyonun üçte ikisinin emekli olacakların yerine alınacak kişilerin oluşturması düşünülmektedir.

- STEM alanlarıyla ilgili ihtiyaçlar da farklılık göstermektedir. Örneğin, profesyonel hizmetler ve bilişim alanlarında çalışan ihtiyacının artması beklenirken ilaç sektöründe çalışan alımı konusunda herhangi bir büyüme tahmin edilmemektedir.
- STEM alanlarıyla ilgili işlerde çalışanlar lise ya da üniversite eğitimi almalıdır ve bu trendin bu şekilde sürmesi beklenmektedir.
- STEM eğitimi almak isteyen öğrenci sayısı Avrupa düzeyinde artış göstermemektedir.
- Birlik üyesi ülkelerin büyük kısmında teknoloji alanında eğitim almış işgücü ihtiyacı görülmektedir.
- Birlik üyesi bazı ülkelerde görülen ekonomik kriz ve buna bağlı ortaya çıkan yüksek işsizlik oranına rağmen STEM alanları işlerde işsizlik oranı çok düşüktür.
- Avrupa Birliği'nde STEM alanlarındaki işlerde 2013 yılında işe yerleşme 2000 yılına göre yaklaşık %12 daha fazladır.
- STEM alanlarındaki işlerde 2013-2025 yılları arasındaki büyüme beklentisi %8 iken bu beklenti tüm işlerde ortalama %3'tür.
- Avrupa Komisyonu'nun Avrupa Birliği iş piyasalarında ihtiyaç ve tıkanıklık olan iş alanlarıyla ilgili raporunda 28 Avrupa Birliği ülkesinde en büyük açığın STEM becerileri ile ilgili işlerde olduğu belirtilmiştir (Avrupa Komisyonu, 2014).

Avrupa komisyonu tarafından hazırlanan raporda belirtildiği üzere, STEM becerileri yenilik ve bilgiye dayalı ekonomilerde rekabet üstünlüğü yaratmıştır. Raporda STEM becerileri tanımı Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarında üniversite eğitimi seviyesinde eğitim alması beklenen kişilerde olan becerilerdir. Bu beceriler, matematik becerisine sahip olmak, eleştirel analizi de içeren ampirik verileri oluşturmak, anlamak ve

analiz etmektir: fen ve matematik prensiplerini anlamak, karışık problemlerin sistematik ve eleştirel değerlendirmesini uygulayabilme yetisi, paydaşlar ve diğerleri ile bilimsel konular hakkında iletişimde bulunma yetisi, yaratıcılık, mantıksal çıkarım ve pratik zekadır. STEM becerilerinin üst seviyede olabilmesi bireylerin STEM konularında eğitimlerinin erken aşamalarından itibaren gösterecekleri yeterliliklerinin, ilgilerinin ve tutkularının gelişimine bağlıdır (Avrupa Komisyonu, 2015).

Avrupa’da STEM’in durumu ve gelecek için önemi konusunda eğitim bilimci ve araştırmacılar arasında fikir birliği vardır. 1970’lerden itibaren Avrupa’da STEM çalışmaları ve bu alandaki işleri gençlere çekici kılmaya çalışan çeşitli girişimler olmuştur (Caprile ve diğerleri, 2015). Gençleri STEM çalışmalarına ve ilgili mesleklere teşvik etmeyi amaçlayan girişimleri çerçevesinde üç ana politik girişim vardır (Kearney, 2011):

- i. Etkili ve cazip STEM müfredatları ve öğretme metotları geliştirmek,
- ii. Öğretmen eğitimini ve mesleki gelişimini iyileştirmek ve
- iii. Gençleri STEM kariyerlerine yönlendirmektir.

Yukarıdaki üç STEM politikası başlığı altında Avrupa Birliği ülkelerinde yapılan çalışmalardan bazı örnekler aşağıda detaylı olarak ele alınmıştır (Kearney, 2011).

i. Etkili ve cazip STEM müfredatları ve öğretme metotları geliştirmek

Litvanya: Litvanya’daki Eğitim Geliştirme Merkezi, ‘14-19 Yaşlarındaki Öğrencilerin Bir Öğrenme Yolu Seçmeleri İçin Daha Geniş Olasılıklar Sağlama’ adlı bir proje yapmıştır. Bu projenin içeriğinde, müfredatı bireylerin günlük hayatı anlamalarına uygun hale getirme, öğrencilerin kariyer seçeneklerini artırma, müfredatı iş piyasalarının ihtiyaçlarını daha iyi karşılayacak şekilde dizayn etme ve bunu daha cazip hale getirme ve böylece öğrencilerin mesleki rekabette başarılı olmasını sağlama gibi amaçlar yer almaktadır (Kearney, 2011).

Portekiz: 2014 yılında Portekiz Yükseköğretim Bakanlığı'na teknik üniversiteler tarafından sunulan seçenekleri genişletmek amacıyla 'Yeni Teknoloji odaklı Yükseköğretim kısa kursları' kurulmuştur. Bu kurslar, yerel ve bölgesel ekonomi açısından işgücü piyasasıyla kuvvetli bağları olan ve mesleki eğitim veren ortaöğretim okullarının mezunları ile yetişkinlerin katıldığı kurslardır (European Commission/EACEA/Eurydice, 2013).

Finlandiya: LUMA programı 1996 yılında Fin hükümeti tarafından başlatılmıştır. LUMA kelimesi Fince'de doğa bilimleri ve matematik kelimelerinin kısaltılmasından meydana gelmiştir. Bu çalışmayla STEM eğitiminin ve bu alandaki öğrenci sayısının geliştirilmesi hedeflenmiştir. LUMA programı, fen eğitimini geliştirmek için Eğitim Bakanlığı, yerel yönetimler, okullar, yüksek öğrenim kurumları ve iş çevrelerinin de dahil olduğu tüm büyük paydaşların yer aldığı bütünsel bir yaklaşım halini almıştır. Programın amaçları, yükseköğretimde STEM alanlarına geçişi ve bu alanda mezun sayısını artırmak, yüksek matematik, fizik ve kimya çalışan öğrenci sayısını artırmak, STEM alanında çalışan kız öğrenci sayısını artırmak, mesleki eğitimde yer alan öğrencilerin matematiksel ve bilimsel bilgilerini artırmak olarak özetlenebilir. Programın uygulamaya geçirilmesinden sonra bu hedeflere büyük ölçüde ulaşıldığı görülmüştür (Van den Berghe & de Martelaere, 2012).

ii. Öğretmen eğitimi ve mesleki gelişimini iyileştirmek

Danimarka: Danimarka Hükümeti 2010 yılında devlet okullarında çalışmaya devam eden öğretmenlerin fen veya matematikteki (ve diğer bazı derslerdeki) konularda uzmanlaşmasını sağlayan bir program başlatmıştır. Üç yıl devam eden uygulama sürecinin sonunda 800 öğretmen bir alanda uzmanlaşmıştır. Ayrıca 430 öğretmen fen bilimleri rehber danışman unvanını kazandıran kursları bitirmiştir.

İrlanda: Fen ve Mühendisliği Keşfetme programı (The Discover Science and Engineering (DSE)) 2003 yılında başlatılmış ve ana paydaşların desteğiyle İrlanda Bilim Kurumu tarafından yürütülmüştür. Temel amacı gençler, öğretmenler ve halk arasında

STEM'e olan ilgiyi artırmak olan programın değişik eğitim seviyeleri için farklı tematik alanları vardır. 4000'den fazla öğretmen ve 3000'den fazla ilkokul bu programa dâhil edilmiştir. Programın değerlendirmesinde, en ölçülebilir etkisinin ortaöğretimdeki öğrencilerin matematik ve fen bilimlerini kavramasında yükseliş olduğu belirtilmiştir.

Birleşik Krallık: İngiltere, kariyerini ortaokul seviyesinde matematik, fen ya da bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) öğretme yönünde değiştirmek isteyenler için 'Öğretmeye Geçiş Programı' adıyla bir çalışma başlatmıştır. Bu program çerçevesinde STEM iş alanlarında çalışan kişilerin eğitime dâhil edilmesi hedeflenmiştir. Geliştirme kursları sayesinde, bu kişilerin ortaokul seviyesinde dersleri verebilecek konu bilgisine ulaşmaları sağlanmıştır.

iii. Gençleri STEM kariyerlerine yönlendirmek

Fransa: Temmuz 2013'te Fransa'da okulların yeniden yapılandırılması ve yükseköğretim ve araştırma alanlarını düzenleyen yeni bir yasa yürürlüğe girmiştir. Bu yasadaki düzenlemelerden biri de mesleki ve teknik lise eğitimi alan ve iyi derecelerle mezun olan öğrencilerin yükseköğretime geçişinin kolaylaştırılmasıdır.

Almanya: Almanya Federal Eğitim ve Araştırma Bakanlığı bilim ve iş dünyası arasında iş birliğini amaçlayan iki çalışma başlatmıştır. Bu girişimlerin önemli bileşenleri şunlardır: ortak araştırma ve geliştirme, yenilikçi akademik eğitim ve lisans programlarının geliştirilmesi.

Belçika: Belçika'nın yaptığı "Dünya ayaklarınızda" projesiyle 16-18 yaşlarındaki öğrencileri üniversite eğitiminde fen ve teknik bilimlere güdülemek, yönlendirmek amaçlanmıştır. Özellikle kız öğrencilerin inşaat ve makine mühendisliği gibi erkek egemen alanlara yönlendirilmesi de projenin alt amaçlarındandır. Halen çalışan mühendislerin öğrencilerle birlikte çalışmalar yapması ve öğrencilerin bu alanlara işin bilincinde olarak yönlendirilmesi sağlanmaya çalışılmıştır.

Portekiz: Portekiz'in yürüttüğü Uygulamalı Araştırma ve Teknoloji Transferi Programı aracılığıyla 'hibrit' doktora programları ve ulusal-uluslararası iş konsorsiyumlarının, araştırma birimlerinin ve üniversitelerin kurulması desteklenmiştir. Bu program, öncelikli alanlarda doktora bursları sağlamak ve fen ve teknoloji alanlarında doktora derecesi olanlara iş tahsisinde vergi teşvikleri sunmak gibi yönleri bakımından yenilikçi özelliklere sahiptir.

Hollanda: Hollanda'da bilimsel ve teknik eğitim almış kişilerin yeterli kullanılabilirliğini sağlamak için hükümet, eğitim ve iş sektörleri bir araya gelip BètaTechniek platformunu görevlendirmişlerdir. Buradaki ana hedef "gelecekteki fikir işçisi talebine yeterli arzın sağlandığından ve zaten işgücü piyasasında yer alan yetenekli profesyonellerin etkin kullanıldığından emin olmak" tır. Fen bilimleri ve teknik eğitimde %15'lik yapısal artış hedefine ulaşmışlardır. Bu, gençleri eğitime bağlamak için eğitimde yenilikler geliştirirken aynı zamanda gençler için bilimsel kariyeri daha çekici hale getirme problemine bütüncül bir yaklaşım getirmektedir. Böylelikle, sanayi, okullar, üniversiteler, politikacılar ve bölgesel ve ekonomik sektörler hep birlikte işin içine katılmaktadır. Elbette kadınlar ve etnik azınlıklar da bu bütünün içine dâhil edilmektedir.

Birleşik Krallık: STEM Birleşme Programı (The STEM Cohesion Programme), çeşitli paydaşları STEM konularını öğretme ve tanıtımda bir araya getirmeyi amaçlamıştır. Bu programın STEM eğitiminde anahtar alana sahip 11 eylem programı vardır (profesyonel gelişimin devam ettirilmesi, kariyerler, geliştirme ve zenginleştirme faaliyetleri, vb.). Bu programın uygulamaları sonucunda öğretmenlerin rapor ettiği bazı gelişmeler, okul içi ve okullar arası bilgi koordinasyonu, STEM bağlantılı fırsatlar ve faaliyetlerde ve bunlara erişme konusunda farkındalığın yükselmesi şeklindedir. STEM çalışmalarının spesifik etkisinin kavranması bakımından bir yükseköğretim çalışanının söylediğine göre üç yıl içinde matematik dersini alan öğrenci sayısı 180'den 300'e çıkmıştır. Ancak bazı kesimlere göre, STEM'e olan ilgideki artışı sadece bu programa bağlı olarak değerlendirmek doğru değildir.

Avrupa Birliği'nde inGenious Programı Avrupa Komisyonu tarafından fonlanan geniş ve en stratejik projelerden biridir. Bu program, STEM konularına olan ilgi eksikliğinin ve gelecek becerileri konusunda oluşacak boşlukların karşısında Avrupalı gençlerin STEM eğitimi ve kariyerine ilgisini artırmayı hedeflemiştir. inGenious projesi sayesinde gerçekleşen bazı başarılı endüstriyel eğitim pratiği örnekleri arasında Electronic Dice (Philips), Sensor adventure (Intel), It is all about Energy (Shell) sayılabilir.

Yapılan bu çalışmalara rağmen Wynarczyk ve Hale'nin belirttiği gibi, STEM eğitimindeki sayısal artışlar ve faaliyetler için yapılan harcamalar, girişimler ve düzenlemeler artarken STEM konularındaki kavrama, performans ve başarıdaki artışa olan gerçek etkisi henüz araştırılmamıştır ve bunların STEM eğitime olan gerçek katkısı göz ardı edilmektedir (Wynarczyk & Hale, 2009).

Gençleri STEM eğitime yönlendirmek uzun vadeli bir süreçtir. Nitekim bunun sonuçları da çok uzun vadede etkisini gösterecektir. Bu sebeple bu alanda oluşturulacak ulusal stratejiler şunları amaçlamalıdır (Durando, 2013):

- STEM konularına pozitif bir imaj getirmeli,
- Halkın bilim konusundaki bilgisi artırılmalı,
- Okul temelli bilim öğretme ve öğrenme geliştirilmeli,
- Öğrencilerin STEM konularına ilgisi artırılmalı,
- Eğitimde daha iyi bir cinsiyet dengesi sağlanmalı ve
- İşverenlerin aradığı becerilere sahip işgücü yetiştirilmelidir.

Bunlar da aşağıdakiler ile mümkündür (Durando, 2013):

- Müfredatlar reformunun sağlanması,
- Okullar, şirketler ve sanayi arasında iş birliği yaratılması,
- Bilim merkezleri kurulması,
- Spesifik rehberlik sağlanması,

- Öğretmenler için sürekli mesleki gelişimin sağlanması,
- Kariyer merkezlerinin kurulması,
- Okullarda kaliteli kariyer yönlendirme birimlerinin kurulması ve
- STEM eğitimi için öğretmenler yetiştirilmesidir.

2.8.3. Çin. Çin'in eğitim politikasında fen bilimleri eğitiminin iyi yapılmasının toplumun gelişiminde temel rol oynadığı kabul edilmektedir. STEM eğitimi ölçütlerine uygun fen ve matematik dersleri lise düzeyinde zorunlu derslerdir. Çin'de bir öğrencinin liseden mezun olabilmesi için Genel Ortaöğretim Mezuniyet Sınavında (General Secondary Unified Graduation Examination) başarılı olması gerekmektedir. Bu sınav dokuz farklı alanda sorular içermekte olup matematik, fizik, kimya ve biyoloji her öğrencinin geçmek zorunda olduğu zorunlu derslerdir. Bu da aslında Çin'deki eğitim sisteminin öğrencileri STEM alanlarına ittiğini göstermektedir (Gao, 2013).

2001 yılında 1022 üniversitenin bulunduğu Çin'de bu sayı 2014 yılında 2824'e çıkmıştır. Çin'in 2030 yılında dünyada en fazla STEM mezununa sahip olacağı tahmin edilmektedir. Ülkede 2016 yılında 4,7 milyon üniversite mezununun yaklaşık %40'ı STEM alanlarındandır. Eğitim bakanlığının 2020 hedefi, toplumu bir inovasyon toplumuna dönüştürmektir. Dünyada teknoloji ve sanayi sektörlerinde lider ülkelerden biri olan Çin, sahip olduğu muazzam iş gücünün kalitesini artırmak için STEM eğitime önem vermektedir. Ancak Çin'de nüfusun aşırı fazlalığından ve bölgeler arasında var olan gelişmişlik düzeyleri uçurumundan dolayı eğitim yatırımları tüm ülkeyi kapsayamamaktadır (Frolovskiy, 2017).

Lise sonrası yükseköğretimde de son yıllarda STEM alanlarına ilde artış gözlenmiştir. Çin'de öğretmenlik eğitimi verilirken programlara STEM eğitimi entegre edilmiştir. Bu durum, ülkede STEM eğitime olan gereksinimden doğmaktadır (MEB STEM Eğitimi Raporu, 2016).

2.8.4. Rusya. Rusya’da Sovyetler Birliği’nden miras kalan bir eğitim anlayışı mevcuttur. Diğer OECD ülkeleri ile karşılaştırıldığında Rusya’da ilkokuldan itibaren daha akademik bir eğitim uygulanmaktadır. Rusya’nın PISA ve TIMSS gibi sınavlarda OECD ülkeleri ortalamasının altında kalmasının bunun sonucu olduğu düşünülmektedir. 2020 hedefi olarak dünyanın önde gelen ileri teknoloji merkezi olmayı koyan Rusya’da özellikle STEM eğitime odaklı bir eğitim politikası bulunmamaktadır. Bunun yanında Rusya’da öğretim programlarının araştırma ve proje temelli hale getirilmesine çalışılmaktadır. Bu yolla STEM disiplinlerine odaklanması ve uluslararası sınavlarda başarının artırılması hedeflenmektedir (Smolentseva, 2013).

Rusya’nın eğitim politikasında öncelik yükseköğretimin iyileştirilmesine verilmiş ve uygulamaya konulan yeni programlarla eğitimdeki eksiklikler giderilmeye çalışılmaktadır (MEB STEM Eğitimi Raporu, 2016). Rusya’da idareciler tarafından STEM eğitimi için aşağıdaki üç uygulama öngörülmüştür:

- Mühendislik, fen bilimleri ve tıp programlarını barındıran enstitülerin programlarını üniversiteler öncülüğünde geliştirmek
- Mühendislik programlarında kaliteyi artırmak,
- Matematik eğitiminin geliştirilmesini sağlamaktır (Smolentseva, 2015).

2.8.5. Avustralya. Son yıllarda STEM’i eğitim politikalarının odağına koyan ülkelerden biri de Avustralya’dır. 2008 yılında Eğitim Bakanlığı tarafından duyurulan “Genç Avustralyalılar için Eğitim Hedefleri Deklerasyonu” metninde fen, matematik ve teknoloji alanlarında eğitim sisteminde yapılması hedeflenen planlardan söz edilmekte ve bu alanlardaki eğitimin interdisipliner bir yapıda verilmesi gerekliliğine vurgu yapılmaktadır. Bu da STEM eğitime odaklanıldığını göstermektedir (MCEETYA, 2008).

2014 yılında Avustralya hükümeti tarafından hazırlanan “Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik: Avustralya’nın Geleceği” raporu, STEM eğitiminin ülkede

gelişmesine ivme kazandırmıştır. Raporda Avustralyalı öğrencilerin matematik ve fen derslerinde diğer ülkelere göre daha geride olduğunun altı çizilmiştir. STEM performansındaki bu geriliğin tersine çevrilmesinin toplum genelinde zaman ve çaba gerektirdiği, gençlerin STEM'e katılımının okul eğitiminden çok daha öte bir olgu olduğu belirtilmiştir. Bu raporda STEM'in en iyi şekilde ülke eğitimine adapte edilmesine yönelik yol haritaları çizilmiş ve bunu başarmak için gerekli kilit adımlara yer verilmiştir (Office of the Chief Scientist, 2014).

Avustralya Eğitim Konseyi Aralık 2015'te yayınladığı "Ulusal STEM Eğitimi Stratejisi 2016-2026: Avustralya'da Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi için Kapsamlı Bir Plan" raporunda ise ülkenin matematik, fen ve teknoloji eğitimi bakımından durumundan, STEM iş gücü ve iş alanlarının ülke ekonomisi ve geleceği açısından öneminden söz edilmektedir. Bu raporda gelecek on yıllık süreçte STEM eğitiminin geliştirilmesi için başarılması gereken beş hedef belirlenmiştir (Australia Education Council, 2015). Bu hedefler;

- i. Öğrencilerin STEM yeteneğini, katılımını, bağlılığını ve isteğini artırma
- ii. Öğretmen kapasitesini ve STEM öğretme kalitesini artırma
- iii. Okullarda STEM eğitimi fırsatlarını destekleme
- iv. Üçüncül eğitim sağlayıcıları olan iş ve sanayi sektörü ile etkili işbirliği kurma
- v. Güçlü bir altyapı kurma

2.9. STEM Eğitime Karşı Tutum

İlk ve ortaöğretim yıllarındaki öğrenci deneyimleri gelecek hedeflerinin oluşmasında ve nihai tercihlerin gerçekleşmesinde güçlü bir etkidir. STEM'e karşı oluşan olumlu öğrenci tutumları performans ile bağlantılıdır. Devlet politikalarında, eğitim sisteminde, okul yapılarında ve öğrenme-öğretme pratiklerinde öğrenciyi STEM disiplinlerine özendirerek ve STEM kariyerine yönlendirecek adımlar öğrencinin tutumunu elbette ki olumlu etkileyecektir

(Tseng, Chang, Lou, & Chen, 2013). STEM raporlarında da açıklandığı üzere, STEM'e yönelik olumlu tutum, STEM eğitiminde yüksek ulusal katılım ve performansa dönüşmeyebilir. Tıp alanı ile karşılaştırıldığında STEM iş alanlarında daha düşük saygınlık ve ücret oranlarının olması buna örnek olarak verilebilir. Bir başka deyişle STEM iş alanlarının da öğrenci için cazip olması gerekir (Wang & Degol, 2013).

Matematik ve fen eğitiminde okul öncesinden başlayarak ailelerin rolü çok önemlidir. Çünkü çocuk için ailenin yönlendirmeleri ve sahip oldukları rol model özellikleri son derece önemlidir, çocuğun karakter oluşumunda ve gelecek düşüncelerinin yeşermesinde etkilidir. Okullarda STEM kariyeri farkındalığına yönelik aktiviteler yoksa ve öğrenciler düşük gelirli ailelerden geliyorsa STEM ile ilgili iş fırsatları konusunda yüksek gelirli ailelerin çocukları kadar cesaretlendirilmemiş olabilirler (Paredes, 2011).

2.10. Başarılı K-12 STEM Okullarının Belirlenmesi İçin Kriterler

ABD Ulusal Araştırma Konseyi'nin (2011) hazırladığı raporda, başarılı K-12 STEM okullarının belirlenmesi için üç tür kriter belirlenmiştir: (i) başarı düzeylerine göre kriterler, (ii) okul türüne göre kriterler ve (iii) okulda verilen eğitim ve okul seviyesinde uygulamalar ile ilgili kriterler. En kapsamlı araştırma, STEM uygulamalarında bulunmaktadır. Çünkü araştırmayı ve değerlendirmeyi yapanlar uygulamalarda etkili STEM eğitiminin özelliklerini, etkili STEM eğitiminin özelliklerine katkı sağlayan ana bileşenleri ve öğrenmeyi destekleyen okul özelliklerini saptayabilir.

Etkili STEM eğitimi, öğrencilerin erken yaşlarda ilgi ve deneyimlerini değerlendirir, bilgilerini tanımlayıp geliştirir ve öğrencilerin STEM uygulamalarına katılımını sağlar. Böylece öğrenciler ilgi alanlarına giren disiplinler hakkında deneyim kazanarak ilgi alanlarının sürekliliği sağlanmış olur. Morrison (2006) bir sınıfta etkili bir STEM eğitimi için önerilerde bulunmuştur. Morrison STEM entegrasyonunun yapıldığı sınıftaki öğrencilerin taşınması gereken özellikleri altı başlıkta ele almıştır: (i) problem çözücü, (ii) yenilikçi, (iii)

kâşif (iv) mantıklı düşünen ve ihtiyaç duyulan becerileri anlayan ve geliştirebilen, kendine güvenen ve (vi) teknoloji okuryazarlığına sahip olan öğrencilerdir.

Etkili STEM eğitimine katkıda bulunan temel unsurlar tutarlı, uyumlu, iyi tasarlanmış yüksek standartlı eğitim müfredatını, yüksek kapasiteli ve alanında iyi yetişmiş öğretmenleri, destekleyici değerlendirmeleri (sınav) ve hesap verebilirliği, uygun öğretim süresi ve kaliteli STEM öğrenme fırsatlarına eşit erişime dayalı olmasını içerir (Morrison, 2006). Araştırmalar da etkili okul eğitimi için yukarıda sayılan unsurları vurgulamaktadır. Bu unsurların yanında, güçlü liderlik, öğretmenler arasında profesyonel iş birliği, veliler ve toplum ile güçlü bağlar, öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı ve öğretmenler için öğretim rehberliği gibi eğitimi güçlendirici maddeler ilave edilebilir. Bu unsurların aşırı derecede yoksulluk ve sıkıntı yaşayan öğrencilerin bulunduğu okullarda bile öğrenme kazanımlarını desteklediği görülmüştür (NRC, 2011).

ABD Ulusal Araştırma Konseyi (2011) raporunda okullar ile ilgili kriterler ışığında üç tür STEM odaklı okul belirlenmiştir: seçmeli (selective) STEM okulları, kapsayıcı (inclusive) STEM okulları ve STEM odaklı kariyer ve teknik eğitim veren okullar (STEM-focused career and technical education -CTE-). Bu okulların farklı hedefleri, stratejileri ve öğrenci mevcutları vardır ve bu okullar STEM eğitimini iyileştirme potansiyeline sahiptir. STEM odaklı eğitim veren bu okullarda araştırma yapılırken karşılaşılan zorluklardan dolayı STEM'in etkililiğini gösteren çok az araştırma vardır. Bu çalışma STEM literatüründeki bu soruna veriler ışığında örnek bir uygulama raporlayarak literatüre katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Literatürdeki diğer bir eksiklik de STEM odaklı okulların kriterlerinin genel olarak bilinmesi fakat spesifik olarak belirlenememesidir. Fakat STEM dışında farklı yaklaşımları kullanan okullarla ilgili daha çok araştırma yapılmıştır. Bu eksikliği başarılı STEM okullarında ortaya çıkan birçok sonucu kullanarak başarılı STEM okullarının kriterleri belirlenebilir. Fakat sadece çıktılarını/sonuçlarını tek başına kullanımı uygulamalar konusunda

aydınlatıcı olmak için yeterli değildir. Öğrenci başarıları hakkında boylamsal araştırmalar da yapılmalı ve başarılı öğrenci yetiştiren STEM okulları incelenmelidir. Bu inceleme, mezun öğrenci oranlarının ve etkili STEM uygulamalarını gösteren verinin de ötesine geçmelidir. Bu doktora tezinde de görülebileceği üzere STEM eğitiminin uygulanmasını zorlaştıran çeşitli unsurlar bulunmaktadır. Örneklendirmek gerekirse bu çalışmada yöntem bölümünde tartışılan meslek liselerindeki eğitim programları içeriğinin STEM uygulamalarına uygun olup olmaması bu zorluklardan biridir. Bu sorunlara rağmen STEM eğitiminin Türkiye’de devamlı gelişimi için çok önemli olduğunu göz önünde bulundurarak Türkiye’de meslek lisesinde yapılan bu araştırmada karşılaşılan sorunlar araştırmanın çıktısı olarak gelecekteki iyileştirmeler için önemli bir katkı sağlayacak ve K-12 STEM eğitiminin güçlendirilmesine yardımcı olacaktır.

2.11. Literatürde STEM Müfredatı İle İlgili Tartışmalar

Wineburg ve Grossman’ın (2000) belirttiği üzere STEM müfredatı, öğrencilere gerçek yaşamdan problemler sunmalı ve öğrenciler problemi STEM bilgileri ile çözmelidir. STEM eğitimi faaliyetlerini geliştirmek ve koordine etmek için çok büyük hibeler ile İngiltere, ABD, Avustralya ve Güney Afrika gibi birçok ülkede ulusal programlar oluşturulmuştur. Sunulan bu imkânlarla rağmen STEM eğitimi konusunda bir takım sorunlar yaşanmaya devam etmektedir. Fakat Williams (2011), Pitt (2009) ve Sanders’in (2009) eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirdiği gibi okullardaki öğretim müfredatlarında eşgüdümlü bir yaklaşım yakalanamamış ve STEM eğitiminin nasıl değerlendirilmesi gerektiğine ilişkin net bir yöntem ortaya konulamamıştır. Williams (2011) ve Sander’in (2009) STEM müfredatı ile ilgili eleştirisini ele alıp bu eleştiriye somut bir şekilde göstermek amacı ile okullarında STEM aktivitelerini uygulamak isteyen öğretmenler için geliştirilen online sunulan STEM projelerine odaklanılmıştır. Bu projeler, genelde fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği

entegre etmez fakat bu alanlardan bazı konuları kapsar ve temel olarak bilim veya matematik amaçlarına odaklanan aktiviteleri detaylı olarak sunar.

Williams (2011, s. 27) eleştirisinde STEM eğitiminde takip edilen okul müfredatlarında eşgüdümlü bir yaklaşımın ne anlama geldiğine ilişkin net bir açıklama olmadığını *netlik* (clarity) olmaması ifadesiyle ele alıp, “*fen ve matematik alanlarının* teknoloji ve mühendislik alanları karşısında *üstünlüğüne* (dominance)” vurgu yapmaktadır. Ayrıca bilgi kuramı (epistemoloji) kapsamında “fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik arasındaki benzerlikler, farklılıklar ve ilişkiler hakkında *çok az netlik*” olduğuna dikkat çeker. Benzer eleştirilere odaklanıp entegre müfredatın zorluklarını ortaya koymuş ve öğretmenlere STEM eğitimi hakkında eğitim verilmesi ihtiyacını vurgulamıştır. Williams’a (2011) göre entegre bir müfredat mümkün olsa bile muhtemelen ortaokul ve liselerde kısa vadede böyle bir yaklaşımın başarılı olmasını beklemek gerçekçi değildir. İlköğretim öğretmenleri genel olarak tüm konuları sınıftaki öğrencilere öğretirler. Bu yüzden bütünlükçü bir yaklaşım bu düzeyde çok da radikal bir hareket değildir. Bununla birlikte, ortaokul ve lise öğretmenlerinin tek tek tümleşik bir yaklaşım sunabilmeleri için tüm STEM konularında gerekli uzmanlığı geliştirebilmeleri son derece zordur. Bu nedenle, entegre öğretim sistemi takım çalışmasıyla güçlenir ve tüm okul organizasyonu ve takvimi ile birlikte olmalıdır. Öğretmenlerin bu tür bir yaklaşım için eğitilmesi gerekir. Bu eleştirisi kapsamında, Williams STEM eğitimi ve konularının birbirleriyle nasıl ilişkili olabileceği açısından okullarda nasıl uygulanabileceği konusunda netlik olmadığını vurguluyor.

Literatürde vurgulanan bu problemlere rağmen, Bybee (2010) eğitimde reform ve STEM’in ilerlemesindeki ilk adım olarak model STEM ünitelerinin geliştirilmesini önermektedir. Bu çalışmada meslek lisesinde verilen matematik dersinin STEM modülü ile nasıl zenginleştirilebileceği ve karşılaşılabilecek potansiyel problemler tezin yöntem bölümünde sunulmuştur.

2.12. K–12 STEM Eğitiminin Müfredata Entegrasyonu

Entegre bir müfredat ile öğrencilerin daha yüksek motivasyonlu ve öğrenme sürecinde aktif olmalarını sağlayarak daha tutarlı ve gerçek hayatla ilgili öğrenme gerçekleşmektedir (Koirala & Bowman, 2003). Bu çalışmada *müfredat entegrasyonu* teriminin anlamı meslek lisesinde verilen matematik eğitiminin STEM eğitimi kapsamında interdisipliner bir modülün eklenmesiyle geliştirilen disiplinler arası içerik ve becerilere odaklanan bir yöntemdir (Drake, 1998). Davison, Miller ve Metheny (1995) içerik, beceriler ve süreçlere bakmaksızın bir öğretmenin farklı alt disiplinleri bir disiplinde birleştirmesini disipline özgü entegrasyon olarak adlandırmışlardır. Günümüzde, lise eğitiminde ve özellikle meslek liselerinde matematik dersleri ve diğer dersler (fen ve mesleki teknik dersler) ayrı ayrı dersler olarak öğretilmektedir. Bu çalışmada geliştirilen STEM matematik modülü kapsamında endüstriyel otomasyon bölümü dersleri ve matematik derslerinin entegrasyonu ile bu dersleri öğrenciler için daha anlamlı kılmak ve onların iş yaşamına hazırlanmalarına yardımcı olma amacı güdülmektedir.

Konuyla ilgili literatürdeki çalışmalara bakıldığında araştırmacıların daha çok fen bilgisi ve matematik derslerini entegre edip interdisipliner araştırmalar yaptığı görülmektedir (Berlin & White, 1995; Huntley, 1998). Tsupros, Kohler ve Hallinen (2009) STEM eğitimi entegrasyonunun bilgiyi gerçek ortamda öğrenmek için büyük bir fırsat olduğunu vurgulamıştır. Fakat STEM entegrasyonunun yapılabilmesi için net bir biçimde teorik çerçeveye ihtiyacın olduğu tartışılmaktadır (Lederman & Niess, 1998).

Akgündüz ve diğerlerinin gerçekleştirdiği STEM Eğitiminin Öğretim Programlarına Entegrasyonu Çalıştayı'nda (2018) STEM'in müfredata entegrasyonu sürecinde ortaya çıkabilecek sorunların nasıl giderilebileceği üzerinde durulmuş ve çözüm önerileri aranmıştır. Çalıştay katılımcılarından elde edilen bilgi ve bulgular ışığında oluşan temalar, öğretmen yeterlilikleri, mesleki gelişim eğitimleri, farkındalık yaratma, fiziksel ve sosyal altyapı, eğitim

politikaları, ölçme ve değerlendirme, öğretim programı geliştirme, okulda uygulama, bilimsel yöntem, paydaş işbirliği biçiminde sıralanmıştır.

2.13. Türkiye’de STEM Eğitimi

ABD ve Avrupa Birliği gibi küresel ekonomik güçlerin de içinde yer aldığı pek çok ülke, eğitim sistemlerini, inovasyon çağında rekabet edebilmek için değiştirmektedir (Fensham, 2008). OECD’nin kurucu üyelerinden olan Türkiye, AB üyeliği aday ülke olması sebebiyle birçok büyük reform yapmaktadır. STEM alanları eğitimi ile ilgili reformlar, insan kaynaklarına oranla inovasyon verimliliğinde gelişmiş ülkelerin gerisinde bulunan Türkiye’nin ekonomik rekabette güçlenebilmesi için özellikle önemlidir (Türkiye Bilimler Akademisi, 2010). 2016 yılı itibari ile Türkiye yaklaşık 30.524.000 işgücü nüfusu ile OECD ülkeleri arasında altıncı sırada olmasına rağmen eğitim seviyelerine göre istihdam oranları dikkate alındığında yükseköğretim mezunlarının istihdam edilmesi bakımından 35 ülke içinde 34. sıradadır (TÜSİAD, 2017). Türkiye’nin gelişim yarışında olabilmesi ya da bu yarışta kalabilmesi için inovasyon kapasitesini artırmaya ve kalifiye işgücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum STEM alanında eğitilmiş işgücüne gelecekte çok daha fazla ihtiyaç duyulacağı anlamına gelmektedir. Eğitim reformlarının gerekliliği hususunda açık bir fikir birliği olmasına rağmen bazı paydaşlar ülkenin siyasal, sosyal ve teknolojik geçmişinin dikkate alınmadığını öne sürerek bu reformları eleştirmektedir (Tuzcu, 2006). Türk eğitim reformları, AB ve OECD inovasyon stratejilerine uygun olması yanında ülkenin kendine has zorluklarını ve çalışma pratiklerini de göz önünde bulundurmalıdır (TÜBİTAK, 2010).

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), Avrupa’nın en büyük eğitim sistemlerinden birini, kıtanın en merkeziyetçi ve seçici metotlarıyla yönetmektedir (Fretwell & Wheeler, 2001). MEB, sadece öğretmen istihdamı ve yerleştirmesini düzenlemekle kalmaz, aynı zamanda okullarda kullanılan müfredat, çalışma takvimi ve ders kitaplarını belirler, yaptığı sınavlarla öğretme pratikleri üzerinde güç sahibidir (Baki & Gökçek, 2005). MEB bünyesinde eğitim-

öğretim faaliyetlerine dâhil olan öğrenci sayısı yaklaşık 18 milyon, öğretmen sayısı ise 1 milyon civarındadır (MEB, 2017). Sınırlı kaynakları büyük öğrenci kitlesine –eşit değil ama- liyakatli şekilde dağıtabilmek için eğitim sistemi, merkezi, standart ve çoktan seçmeli sınavlardaki başarıya dayanmaktadır. Bu sınavlar başarı yönünden kitleler içindeki en müktehirleri daha iyi bir ortaöğretim veya yükseköğretim kurumuna seçmektedir (Türk Eğitim Derneği [TED], 2008, 2010). Seçme sürecinin karmaşıklığı, sistemin, tüm öğrencilerin yüzde altısı gibi çok sınırlı bir kısmına iyi ve özel bir eğitim sağladığı olgusunu değiştirmemektedir (Özel, Yetkiner, Capraro, Küpçü, 2009).

Yükseköğretime geçişte Türkiye’de öğrencilerin %18’i STEM alanlarına kayıt yaptırırken bu oran OECD ülkelerinde ortalama %36 düzeyindedir. Bu anlamda Türkiye en OECD ülkeleri arasında en düşük orana sahiptir. Ekonominin pek çok alanında itici güç olarak kabul edilen STEM alanlarında öğrenim gören öğrenciler ülke geleceği için hem nitelikli işgücü hem de geleceğin bilim insanları olarak görülmektedir. Türkiye’de bu alanlarda yükseköğrenim gören öğrenci oranının diğer ülkelere göre daha düşük olması ülkeyi güçlü ülke olma hedeflerinden uzaklaştırmaktadır (TEDMEM, 2018). Türkiye’de MEB’in hazırladığı STEM eğitimi odaklı bir eylem planı bulunmamakla birlikte 2015-2019 Stratejik Planı’nda STEM eğitiminin güçlendirilmesine dair amaçlar bulunmaktadır (MEB STEM Eğitimi Raporu, 2016). Türkiye, ulusal ve uluslararası sınav sonuçlarından görülebileceği üzere, diğer ülkelerle karşılaştırıldığında, matematik, fen ve teknoloji eğitimi bakımından büyük eksikliklere sahiptir. Matematik, fen ve teknoloji eğitimindeki problemler, öğrencilerin yaratıcı ve eleştirel düşüncelerini, doğaya karşı meraklı ve olumlu tutumlarını engeller (Özden, 2007). Türkiye’deki bu problemin giderilmesi hususunda STEM eğitimi önemli bir yaklaşımdır. Çünkü STEM eğitimi farklı disiplinleri birleştiren bir yaklaşımdır. 21. yüzyıl becerileri olarak da isimlendirilen, bireylerin, yaratıcılık, güçlü iletişim becerisi, eleştirel ve analitik düşünebilme, iş birliği içinde çalışabilme, geleceğin bilim insanlarının, başarılı

mühendislerin, matematikçilerin ortak özellikleri olarak görülmekte ve dünyada söz sahibi olacak bir ülke haline gelebilmek için kesinlikle gençlere kazandırılması gereken niteliklerdir. STEM eğitiminin eğitim sistemine entegre edilmesi, bu özelliklere sahip nesiller yetiştirilmesi açısından çok önemlidir (Akgündüz ve diğerleri, 2015, s. 6).

ABD ve Avrupa Birliği üyesi ülkelerin yanı sıra Avustralya, Çin, Güney Kore, Tayvan gibi bazı ülkelerde de farklı eğitim düzeylerinde her STEM alanı için disiplinler arası entegre müfredatlar üzerinde çalışılmakta ve bunlar uygulamaya konulmaktadır (Fan & Ritz, 2014, s. 8). Türkiye’de de öğrencilerin STEM alanlarıyla ilgili bilgi ve becerilerinin artırılması, STEM işgücünün geliştirilmesi konularında çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Baran ve diğerleri, 2015). MEB stratejik planı (MEB, 2009), 2015 STEM Eğitimi Türkiye Raporu (Akgündüz ve diğerleri, 2015), Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği (TÜSİAD) STEM raporu (TÜSİAD, 2014), MEB STEM Eğitimi Raporu (MEB, 2016), TÜSİAD tarafından hazırlatılan 2023’e Doğru Türkiye’de STEM Gereksinimi (TÜSİAD, 2017) ve STEM Eğitiminin Öğretim Programlarına Entegrasyonu: Çalıştay Raporu (Akgündüz ve diğerleri, 2018) gibi çalışmalar öğrencilerimizi STEM farkındalığı ve STEM yeterlilikleri yönünden hazırlama ihtiyacının açıkça ifade edildiği en önemli çalışmalar arasındadır.

Türkiye’de üniversite düzeyinde STEM eğitimi ile ilgili çalışma ve projeler pek yaygın değildir (Çorlu, 2013). Bu alanda eğitim verecek öğretmen yetiştirilmesi konusunda da çalışmalara fazla rastlanmamaktadır. Ancak bazı üniversitelerin bünyesinde öğrencilerin ve öğretmenlerin ulaşabileceği STEM merkezleri kurulmaya başlamıştır. Bu alanda öncü olan okullar Hacettepe Üniversitesi ve İstanbul Aydın Üniversitesi’dir (MEB, 2016). Bunlarla birlikte ülkemizde STEM alanları konusunda paydaşlarda farkındalık yaratabilmek ve gerekli eğitim ihtiyaçlarının giderilmesi adına çalışmalar yapılmıştır (TÜSİAD, 2017). Bunlara örnek olarak:

- İstanbul İl Milli Eğitim Müdürlüğü tarafında “Okul-Sanayi İşbirliği İstanbul Modeli” projesi uygulamaya geçirilmiştir. Bu projedeki en önemli hedefler, okullardaki bilimsel ve teknolojik altyapının geliştirilmesi, işletme ve kuruluşların iş hayatına dair deneyimlerini öğrencilerle paylaşması ve eğitimde istihdama yönelik bir bakış getirmek olarak sıralanabilir.
- Bahçeşehir Okullarında STEM eğitimi verilen bölümler yer almakta ve üniversitelerdeki STEM alanlarına geçiş desteklenmektedir. Bunun yanında Bahçeşehir Üniversitesi’nde STEM araştırmalarının yapıldığı bir STEM merkezi kurulmuş olup faaliyetlerini sürdürmektedir.
- Hacettepe Üniversitesi’nde 2009 yılında kurulan Hacettepe STEM & Maker Lab adı verilen STEM araştırma merkezi, Öğretmen Eğitiminde İleri Uygulamalar (S-TEAM), Araştırmaya Dayalı Bilim Öğreniminde Değerlendirme Stratejileri (SAILS) ve Yaşam için Matematik ve Fen (MASCIL) gibi projeler geliştirmiştir.
- İstanbul Aydın Üniversitesi bünyesinde de bir STEM merkezi kurulmuş ve “STEM Öğretmeni Sertifika Programı” hayata geçirilmiştir.
- Özyeğin Üniversitesi ve ODTÜ’de STEM merkezleri kurulmuştur.

Türkiye’de STEM eğitimi aktiviteleri okul türlerine göre değişiklik göstermektedir.

Öğrencilerin çok küçük bir kısmı bu iş için özelleşmiş uluslararası standartlarda STEM eğitimi alabilmektedir (Çorlu ve diğerleri, 2014). Diğer olanaklar ise daha çok Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen, öğrenciler ve öğretmenler için STEM eğitimini güçlendirmeyi amaçlayan projeleri içermektedir. Örneğin, TÜBİTAK tarafından fonlanan bir projede, ilkokul 5. Sınıf öğrencileri STEM eğitimi için tasarım temelli yöntem kullanarak güneş enerjisiyle çalışan robot ve kaleydoskop tasarlamışlar ve hareket detektörleriyle grafikler oluşturmuşlardır. Bu aktiviteler çocukların bilime karşı tutumlarını pozitif yönde geliştirmektedir (Yamak ve diğerleri, 2014).

STEM projeleri ayrıca aday öğretmenlerin eğitiminde ve görevdeki öğretmenlerin hizmet içi eğitimlerinde de karşımıza çıkmaktadır. Sungur Gül ve Marulcu (2014), yürüttükleri projede mühendislik disiplinine odaklanmışlar, aday ve görevde olan Fen Bilgisi öğretmenleriyle mühendislik tasarım süreçleri ve robotlar ve Legolar kullanılan etkinlikler üzerine çalışmışlardır. Araştırmayı yapanlar, mühendislik tasarım süreçlerine yabancı olan öğretmenlerin, mühendislik süreçleri algılarındaki artışı, mühendisliğin önemi, mühendisliğin ve mühendislerin özellikleri ve Legoların kullanımı konularında daha geniş bir perspektif kazandıklarını gözlemişlerdir. Bozkurt (2014) yaptığı projede Fen Bilgisi öğretmen adaylarının karar verme ve bilimsel süreç becerilerinin, mühendislik tasarım temelli laboratuvar etkinlikleriyle geliştiğini ortaya çıkarmıştır. Çorlu (2013) STEM öğretim uygulamalarını, STEM topluluğu, STEM entegrasyonu ve STEM değerlendirmesi yönlerinden ders planları aracılığıyla değerlendirebilmek için bir analitik rubrik geliştirmiştir. Bu analitik rubrik, ders planlarını değerlendirerek, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik konularında öğretim uygulamaları sunmayı hedeflemiştir. Çalışmanın sonuçları, bu rubrik ile akredite olan STEM programlarıyla olmayanlar arasındaki önemli farkı göstermiştir (Çorlu, 2013).

Türkiye’de STEM eğitimi için yapılan öneri ve adımlar

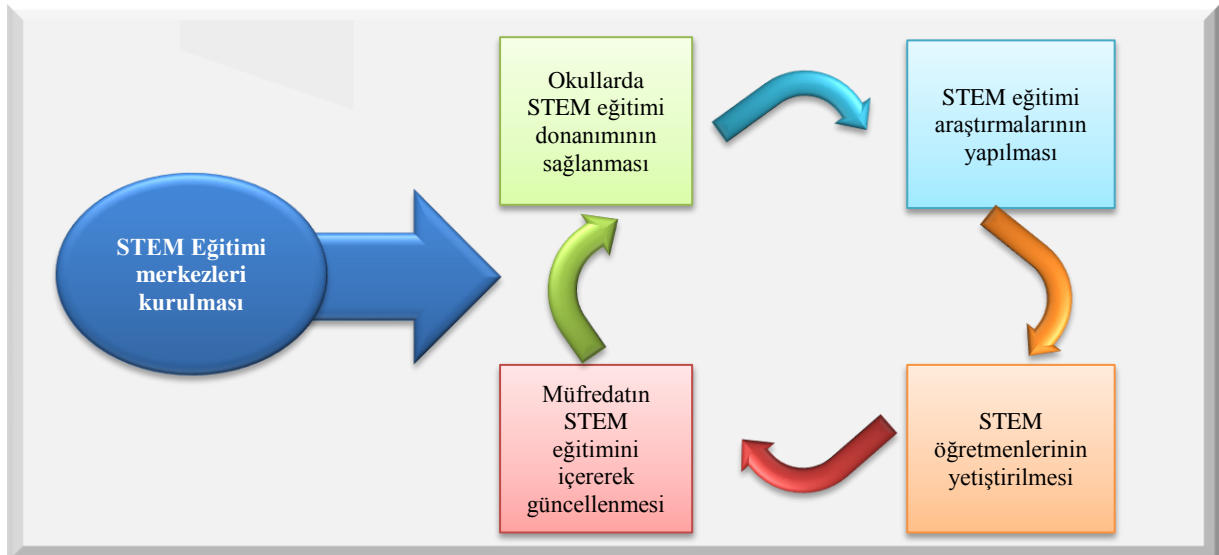
Kalkınma Bakanlığı tarafından duyurulan 10. Kalkınma Planı’nda “bilim, teknoloji ve yenilik” başlığı altında alanında iyi yetişmiş insan gücünün nitelik ve sayıca geliştirilmesi ve özel sektörde istihdamının artırılmasına duyulan ihtiyaçtan söz edilmektedir (Kalkınma Bakanlığı, 2014). Bunun yanında 64. Hükümet Programı incelendiğinde inovasyon ve ileri teknoloji temelli bir ekonomiye dönüşümü, girişimcilik kapasitesinin artırılması ve bu dönüşümlerin sağlanabilmesi için nitelikli bir işgücü altyapısının oluşturulması en öne çıkan hedefler arasında görülmektedir (Başbakanlık, 2015).

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan STEM Eğitimi Raporu'nda (2016), STEM eğitiminin yukarıda ifade edildiği üzere ülke hedefleri açısından ne kadar önemli olduğu vurgulanmıştır. Öğrencilerin iş birliğine dayalı eğitimle hayata daha iyi hazırlanacağından, Fen, Teknoloji ve Matematikle ilgili bilgilerin mühendislik uygulamaları yardımıyla pratiğe dönüştürülüp üretime katkı sağlayacağından söz edilmiştir. Ayrıca öğrencilere (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında) disiplinlerarası bir bakış açısı kazandıracağından ve bunların gerçekleşebilmesi için öğrencilerin STEM eğitimine teşvik ve dâhil edilmesi gerekliliğinden bahsedilmiştir (MEB, 2016).

Raporda, sayılan sebeplerle, STEM eğitime katkıda bulunabilecek tüm paydaşların ortaklığıyla oluşturulacak bir eylem planı hazırlanması ve sonrasında bunun uygulanması MEB tarafından gerekli görüldüğü belirtilmektedir (MEB, 2016). Bu eylem planı için bakanlık tarafından önerilen adımlar Şekil 2.6'da da görülebileceği gibi şu şekilde sıralanabilir: (i) STEM merkezlerinin kurulması, (ii) STEM merkezlerinde üniversitelerle koordineli olarak STEM eğitimi araştırmalarının yapılması, (iii) STEM öğretmenlerinin yetiştirilmesi, (iv) Okullarda uygulanan eğitim programlarının STEM içerikli olarak yenilenmesi ve (v) Okulların donanım olarak STEM eğitime uygun hale getirilmesidir.

Şekil 2.6

STEM eğitimi için önerilen adımlar

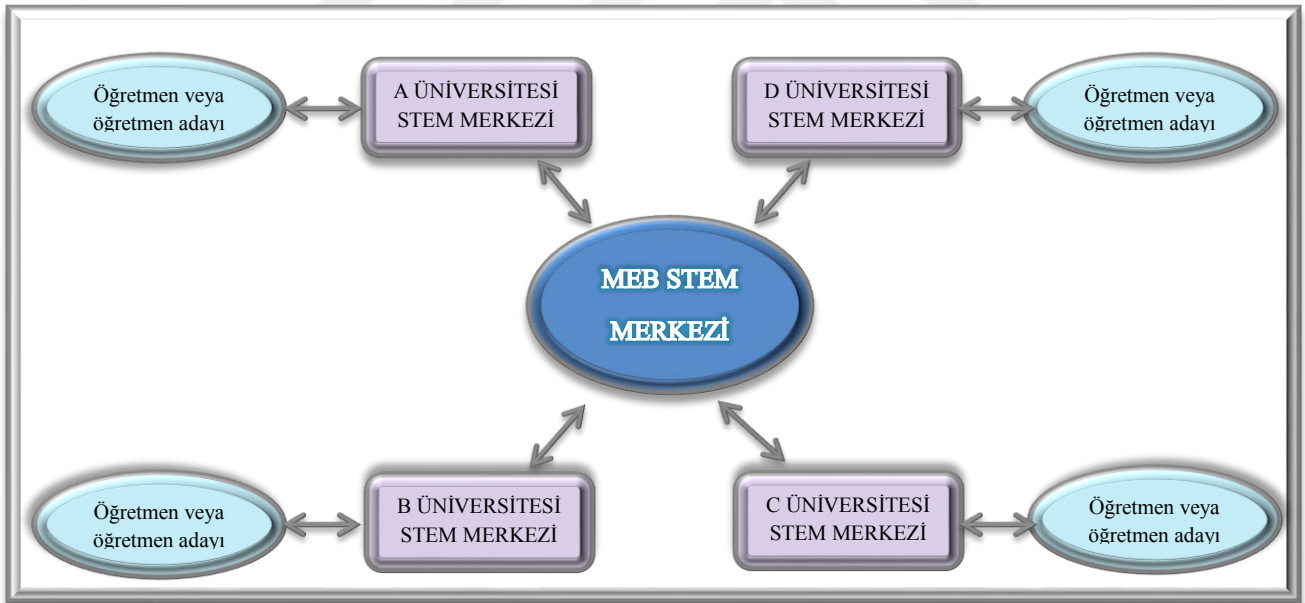


i. STEM merkezleri kurma. Her öğrenci ve öğretmenin erişimine açık, STEM eğitimini ülkemiz eğitim sistemine entegre etmek için yapılacak çalışmaları koordine edecek, hem STEM araştırmaları yapma, program geliştirme ve öğretmenlerin bu alanda eğitimine hem de STEM eğitiminin işleyişine destek olacak STEM merkezleri kurulabilir. Türkiye açısından düşünüldüğünde bu merkezler illerde ve büyük ilçelerde oluşturulabilir (Akgündüz ve diğerleri, 2015).

Hacettepe ve İstanbul Aydın Üniversiteleri bünyesinde birer STEM merkezi kurulmuştur (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Ancak bunlar Türkiye’de STEM eğitiminin geliştirilebilmesi için çok yetersizdir. MEB’in STEM Eğitimi Raporu’nda önerdiği sistem Şekil 2.7’de görülmektedir.

Şekil 2.7

MEB STEM merkezi yapısı



MEB’in önerdiği sistemde, STEM eğitimi ihtiyaçlarına cevap verecek öğretmen ve öğretim programlarının geliştirilmesinde aktif rol oynayacak, üniversitelerin eğitim ve mühendislik fakülteleri iş birliği yaparak STEM eğitimi merkezleri kurmaları öngörülmektedir. Üniversitelerdeki bu merkezler, MEB’in kuracağı STEM merkezi ile koordineli çalışacak ve Mili Eğitim Bakanlığı’nın etkin koordinasyonu sağlanmış olacaktır.

Yukarıdaki Şekil 2.7’de gösterilen modelle MEB’in yapılmasını tasarladığı faaliyetler şu şekilde sıralanabilir (MEB, 2016):

STEM merkezlerinde,

1. STEM eğitimini var olan eğitim sistemine entegre etmek için araştırmalar yapılabilir.
2. Öğrenciler için standart STEM eğitimi faaliyetleri yanında başka güncel eğitimler de verilebilir.
3. Okullarda uygulanan öğretim programlarının uygun bölümlerine STEM eğitimiyle ilgili yenilikler ve düzenlemeler getirilebilir.
4. STEM eğitimi konusunda öğretmenlerin gelişimine yönelik çalışmalar yapılabilir.
5. Öğretmenlere STEM eğitimini geliştirici proje olanakları sağlanabilir.
6. Öğretmen ve öğrencilere yönelik yarışmalar veya benzeri etkinlikler düzenlenebilir.

ii. STEM eğitimi konusunda araştırmalar yapma. STEM eğitimi merkezleri kurulduktan sonra, öğretmen ve öğrencilerin bu alandaki ihtiyaçları, yeni öğretim programları geliştirilmesi, STEM konularının yürürlükteki öğretim programlarına entegrasyonu ve bu programların güncellenmesi, STEM eğitimi verecek öğretmenlerin yetiştirilmesi veya çalışmakta olan öğretmenlerin bu konuda yetiştirilmesi konularında araştırma ve faaliyetlerin yapılması gereklidir (MEB, 2016).

iii. STEM alanlarında öğretmen yetiştirme. STEM eğitime önem verilen ve etkili olarak uygulanan ülkelerde bu alanda öğretmen yetiştirme temel bileşenlerden biri olduğu görülmüş ve buna yönelik değişik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar bazı ülkelerde internet üzerinden öğretmenlerin bu alanda geliştirilmelerine yönelik faaliyetlerken bazı ülkelerde belirli merkezlerde yüz yüze eğitimler şeklinde gerçekleştirilmiştir (MEB, 2016).

Ülkemizde STEM eğitimi alanında öğretmenlere yönelik yapılacak çalışmalarda ilk yapılması gereken STEM eğitiminin ne olduğu, neden ve nasıl yapıldığını öğretmenlere anlatmak ve bu konuda bir farkındalık oluşturmak olmalıdır. Bunun yanında okullarda ilgili

öğretmenler tarafından STEM zümreleri oluşturulup kendi okullarında ne gibi çalışmalar yapılacağı konusunda kararlar alınabilir. Ayrıca üniversitelerde kurulması hedeflenen STEM merkezlerinden öğretmen ve öğrenci düzeyinde destek ve yardım alınabilir (Çorlu & Aydın, 2016).

STEM öğretmeni yetiştirilmesi konusunda ülkemizde ilk çalışma Bahçeşehir Üniversitesi tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmadaki amaç, STEM eğitimine uygun öğretmen yetiştirilmesi ve bir STEM öğretim programı taslağı hazırlanmasıdır. Eğitime katılan öğretmenlere program sonunda STEM eğitimi sertifikası verilmektedir (BAUSTEM, 2016).

iv. Öğretim programlarının STEM eğitime göre güncellenmesi. MEB'in STEM raporunda (2016) belirtildiğı üzere, Türkiye'de ilköğretim ve ortaöğretimde uygulanan öğretim programlarında çok yoğun bir ders içeriğı bulunmakta ve merkezi sınavların zorlayıcılığı sebebiyle içeriğı öğrenmeye yönelik bir öğrenme ortamı oluşmaktadır. Bu da STEM eğitiminin doğasına aykırı bir öğrenme ortamı anlamına gelmektedir. Çünkü STEM eğitimi öğrencileri sorgulamaya, araştırmaya, ürün ve buluşlar yapmaya yönlendirir. Ülkemizde STEM eğitime geçişte öncelikli olarak üniversiteye kadar olan eğitim öğretim kademelerinde uygulanan müfredatların STEM etkinliklerine zaman ayrılabilir şekilde azaltılması, sınav sisteminin buna uygun düzenlenmesi, öğrencilerin araştırma yapmaya, sorgulamaya ve yenilik üretmeye yönlendirilmesi gerekmektedir (MEB, 2016).

STEM eğitimi uygulanmak istendiğinde, Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik derslerinin öğretim programları içinde entegre edilmesi sürecinde derslerin içeriklerinde yer alan ve diğer derslerle ortak işlenebilecek konular belirlenir ve bu konular için etkinlikler tasarlanır. Örneğin, Fizik dersinde yer çekimi konusu işlenirken, ders etkinliğı olarak öğrencilere bir roket yaptırılır. Bu roketin uçması için gerekli kodlama, mühendislik ve hesaplama yaptırılır ve böylelikle Fizik dersi öğretim programına Mühendislik, Matematik,

Teknoloji ve Fen becerileri entegrasyonu yapılmış olur (Yıldırım & Altun, 2014; Şahin ve diğerleri, 2014).

STEM eğitimi sürekli değişen ve gelişen bir süreçtir. Bu eğitime uygun ölçme, değerlendirme yöntemlerinin de tespit edilmesi gerekir çünkü şu an var olan ders içeriği bilgisini ölçen ölçme değerlendirme yöntemleri kullanılarak STEM eğitimi için sağlıklı değerlendirme yapılamaz. Dünyada STEM eğitimi alan öğrencilerin genel sınavlarda yeterince başarılı olamadığı gözlenmiştir. Ancak bu başarısızlığın nedeni STEM eğitimi değil, STEM eğitimine uygun ölçme araçlarının kullanılmamış olmasıdır. Bu sebeple, STEM eğitimine uygun öğretim programları hazırlarken öğrencinin sorgulama, araştırma yapma, üretme ve buluş yapma etkinliklerindeki zihinsel sürecini görecektir ve ölçülecek ölçme araçları geliştirilmelidir. Öğrencilerin sorgulama, düşünme, araştırma süreçlerine girme, ürün geliştirme ve buluş yapma süreçlerine ne kadar katıldığı değerlendirilmelidir (Özdemir, 2016).

v. Okulların donanım olarak STEM eğitimine uygun hale getirilmesi. STEM eğitimi anlamı ve doğası gereği büyük oranda uygulamaya ve etkinliklere dayalı, grup çalışmaları şeklinde olmaktadır. Bu yüzden, etkinliklerin içeriği doğrultusunda araç gereçlere ve donanıma ihtiyaç vardır (Baran ve diğerleri, 2015).

MEB'in yaptığı çalışmalar sonunda hazırladığı STEM Eğitimi Raporu (2016)'nun sonunda yer alan 2016-2018 STEM Eğitimi Eylem Planı Önerisi içinde yer alan bazı maddeler şu şekilde özetlenebilir:

- STEM eğitimine yönelik MEB, TÜBİTAK, Üniversiteler ve TUSİAD'ın koordinasyonu ile ortak çalışma gruplarının ve STEM eğitimi merkezlerinin kurulması,
- Bu merkezlerde araştırma çalışmalarının yapılması,
- Araştırmaların sonuçlarına göre eylem planlarının hazırlanması,

- Paydaşlara seminerler ve hizmet içi eğitimler verilmesi,
- Öğretim programlarının STEM eğitimini içerecek şekilde güncellenmesi,
- Okulların alt yapı ve donanımlarının STEM eğitime uygun hale getirilmesi,
- Üniversitelerin eğitim fakültelerinde STEM öğretmeni yetiştirilmesine yönelik düzenlemeler yapılması,
- Halen okullarda görev yapmakta olan fen, teknoloji ve matematik öğretmenlerine yönelik STEM öğretmeni olmaları için hizmet içi eğitimler verilmesi (MEB, 2016, s. 78).

2.14. STEM ile İlgili Yapılan Çalışmalardan Örnekler

Türkiye’de STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar son yıllarda artmış olsa da bu alandaki uluslararası literatüre bakıldığında neredeyse 35-40 yıldır STEM eğitime yönelik araştırma ve çalışmaların yer aldığı görülmektedir. Bu çalışmalar genel olarak, STEM eğitiminin bireylerin ilgi, beceri, tutum, başarı ya da mesleki tercihlerine etkisi üzerine yapılmıştır.

Literatürdeki çalışmalar fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının birbirleriyle çok ilişkili olduklarını göstermiştir. STEM kapsamında geliştirilen eğitim etkinliklerinin amacı öğrencilerin bu dört disiplindeki bilgi ve becerileri sistemli olarak kullanıp etkili ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmelerine olanak sağlamaktır (Bybee, 2010). İlgili literatürde STEM ile ilgili gerçekleştirilen bilimsel araştırmalar ve çalışmalar çeşitlikler göstermektedir. Güncel literatürden datalar ışığında yapılan bilimsel araştırmalardan detaylı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Son yıllarda STEM eğitimi, proje tabanlı öğrenme ile birlikte vurgulanmıştır. Çünkü proje tabanlı öğrenme ile öğrencilerin bilimsel yöntemler ışığında takım çalışması ve problem çözümü yoluyla bilgiyi öğrenmeleri üzerine araştırmalar mevcuttur. Örneğin, Tseng ve diğerleri (2013) STEM’in entegre edildiği proje tabanlı öğrenme aktivitesini anket ve görüşme metotları ile Tayvan’da beş teknoloji enstitüsünden mühendislik bölümlerinden 30

birinci sınıf öğrencisi üzerinde uygulamışlardır. Bu araştırmada amaç öğrencilerin STEM'e olan ilgilerini arttırmak olarak belirlenmiştir. Proje tabanlı öğrenme aktivitesinin öncesinde ve sonrasında anketler ve görüşmeler yapılarak öğrencilerin STEM'e karşı tutumları araştırılmıştır. Projede öğrenciler elektrikli bir araç yapmak için STEM bilgilerini aktif olarak kullanıp ekip çalışması ile iş birliği yapmak durumunda kalmışlardır. Öğrenciler, her biri altı üyeden oluşan beş takım halinde gruplara ayrılmıştır. Öğrenci etkileşimini artırmak için web tabanlı bir platform kurulmuştur. Anket sonuçlarında çoğu öğrencinin proje tabanlı öğrenme aktivitesinden sonra fen bilimleri ve mühendislik alanlarına karşı tutumlarının çok büyük oranda değiştiği görülmüştür. Öğrenciler ile yapılan görüşmelerde de gelecekteki kariyerlerinde profesyonel anlamda fen bilimlerini öğrenmenin ne kadar faydalı olacağı, teknolojinin hayatı ve toplumu iyileştirebileceği ve böylece dünyayı daha yaşanılır bir hale getireceği sonuçları çıkmıştır. Hem ön hem de son anket sonuçlarına göre öğrencilerin matematik alanına karşı çok olumlu bir tutuma sahip oldukları görülmüştür. Görüşmede ortaya çıkan veriler de bu anket sonuçlarını desteklemektedir. Çoğu öğrenci “güncel mühendislik ve teknoloji derslerinin mantık ve matematik gerektirdiğini” belirtmiştir. Bazı öğrenciler ise “anlaşılması zor olduğu için matematiği sevmediklerini fakat önemli bir konu olduğu için hala öğreneceklerini” vurgulamıştır (Tseng ve diğerleri, 2013, s. 95). Özetle, proje tabanlı öğrenme aktivitesi STEM ile birleştirildiğinde etkili öğrenmenin arttığı ve anlamlı öğrenmenin ortaya çıktığı, öğrencilerin STEM alanlarına karşı olumlu tutum geliştirmesinin de gelecekteki kariyerlerini etkilediği sonucuna varılmıştır.

Wang, Eccles ve Kenny (2013) tarafından yapılan çalışma, 12. sınıfta yüksek matematik ve yüksek sözlü yeteneğe sahip bireylerin yüksek matematik ve orta derecede sözel yeteneklere sahip bireylere göre STEM mesleklerini seçme olasılığının daha yüksek olup olmadığını araştırmıştır. Bu boyutsal ulusal araştırmada, toplamda 1.490 katılımcı yer almıştır. Veriler bireylerden telefon görüşmeleri ile bireyler 12. sınıfta öğrenciyken ve aynı

bireyler 33 yaşına geldiklerinde iki farklı zaman diliminde toplanmıştır. Araştırma sonucu ilginç bir şekilde yüksek sözlü becerilere sahip matematiksel olarak yetenekli bireylerin STEM kariyeri elde etme olasılıklarının, yüksek matematik becerisine sahip ancak orta düzeyde sözlü becerilere sahip olan kişilerden daha az olduğunu ortaya koymuştur. Dikkat çeken bir bulgu da yüksek matematik ve yüksek sözlü yeteneğe sahip olan grupta erkeklerin daha fazla sayıda olmasıdır. Araştırma aynı zamanda bayanların STEM dışı kariyerlerine devam etmesine neden olan etmenin yetersizlik değil yüksek düzeyde matematik kabiliyetine sahip olan bayanların aynı şekilde yüksek sözlü yeteneğe sahip olma ihtimalinin yüksek olmadığını ve dolayısıyla erkek meslektaşlarından daha geniş bir meslek yelpazesi gözlemleyebileceğini göstermektedir.

Freeman, Eddy, McDonough, Smith, Okoroafor, Jordt, ve Wenderoth, (2014) toplam 225 araştırmayı inceleyerek bir meta analiz çalışması (daha önceden yapılmış araştırmaların sonuçlarına bakarak bu çalışmalar ışığında yeni bir sonuç ortaya çıkarma veya sonuçları genelleme işlemleri (Dinçer, 2014)) gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada üniversite derslerinin öğrenmeyi ve ders performansını en üst düzeye çıkardığı hipotezini test etmek, geleneksel öğretim ve aktif öğrenme arasındaki lisans Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik derslerindeki öğrenci performansını karşılaştırırken sınav sonuçlarını veya başarısızlık oranlarını göstermek amaçlanmıştır. Etki boyutları, aktif öğrenme-158 çalışmada- sınav ve kavram envanterindeki öğrenci performansının 0,47 Ss arttığını ve başarısızlık oranının geleneksel ders anlatımı esnasında- 67 çalışmada- 1.95 olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, aktif öğrenme bölümlerinde ortalama sınav puanlarının yaklaşık %6 oranında iyileştiğini ve geleneksel ders verme sınıflarında öğrencilerin başarısız olma ihtimalinin aktif öğrenme olan sınıflara göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Heterojenite analizlerinin her iki sonucunda STEM disiplinlerinde aktif öğrenmenin kavram envanterindeki puanları ders incelemelerinden daha fazla arttırdığını ve en aktif etkilerin

küçük ($n \leq 50$) sınıflarda olmasına rağmen aktif öğrenmenin tüm sınıf boyutlarında etkili olduğunu göstermiştir. Meta analizi sonuçları uygulama temelli ve aktif öğrenmenin gerçekleştiği öğretim yöntemlerinin geleneksel ders anlatma yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. Özellikle bu tür öğretim yöntemlerini kullanan STEM eğitiminin geliştirilmesini desteklemektedir.

Wang (2013), liseden sonra üniversite öğrenimine devam eden öğrencilerle yaptığı çalışmada öğrencileri STEM ilgisini araştırmıştır. Araştırmanın sonunda, STEM kariyeri seçiminde etkili olan faktörlerin STEM alanlarına olan ilgi, lisedeki matematik dersi başarısı ve sonrasındaki eğitim deneyimleri olduğunu bulmuştur.

Öner ve diğerleri (2014) ABD'nin Teksas eyaletinde farklı bölgelerde yer alan Teksas STEM akademilerinde eğitim gören öğrencilerin üç yıllık matematik başarılarını incelemişlerdir. Sonuç olarak farklı merkezlerde yer almasının ve cinsiyetin T-STEM akademilerindeki öğrencilerin matematik başarılarında anlamlı bir fark oluşturmadığını görmüşlerdir.

2.15. Türkiye'deki Meslek Liseleri

Sanayi devrimi sonrası ekonomik gelişme sürecinde, mal üreten ekonominin gittikçe hizmet ekonomisine dönüşmesi ve çağa ayak uydurması için mesleki eğitim çok önemli görülmüştür (Dura, 1990). Türkiye'de iş ve meslek alanlarına eleman yetiştiren meslek liselerinde verilen eğitimin önemini düşünerek meslek lisesi eğitimi yeniden gözden geçirilmelidir (Sezgin, 1999; Yörük, Dikici, & Uysal, 2002). Bu çalışmada mesleki eğitim “bireye iş hayatında belirli bir meslekle ilgili bilgi, beceri ve iş alışkanlıkları kazandıran ve bireyin yeteneklerini çeşitli yönleriyle geliştiren eğitim” olarak tanımlanmıştır (Özsoy, 2015, s. 174).

Sanayinin ve teknolojinin gittikçe geliştiği dünyamızda, iş gücü ve toplumun ihtiyaçlarını karşılamak, kalkınmanın hızlandırılması ve istihdamın artırılması için nitelikli

insan gücünün yetiştirilmesi çok önemlidir (Adıgüzel & Berk, 2009; Özsoy, 2015).

Türkiye’de meslek liselerinde verilen eğitim, mesleki yetenek ve yeterlilikleri vurgulayıp iş dünyası ve iş gücü piyasasının gereksinimini karşılayacak ve uluslararası piyasada rekabet edebilir kalitede olmalıdır (Binici & Necdet, 2004). Mesleki ve teknik eğitim, ülkemizdeki ekonomik gelişimin ilerlemesi, kaynaklarımızın etkili kullanımı, üretimde kalitenin artması ve işsizliğin azalması için çok önemli bir role sahiptir (Aykaç, 2002). Ülkemizde üç tür mesleki ve teknik eğitim modeli uygulanmaktadır: (i) okul merkezli modeller, (ii) işletme merkezli modeller ve (iii) okul ve işletmeyi birleştiren dual sistem modelidir (Adıgüzel & Berk, 2009). Bu doktora araştırma projesinin gerçekleştirildiği örgün eğitim verilen mesleki ve teknik lisede bu modellerden ilki uygulanmaktadır. Bunun yanı sıra okul öğrencileri okul eğitiminin yanında staj eğitimi diye bilinen işletmelerde beceri eğitimi sürecine katılırlar. Bu eğitim, öğrencilerin zorunlu dersi olup diploma notuna etkisi büyüktür. Öğrencilerin iş ortamlarını görmeleri, teorik bilgilerinin pratiğe dönüşümü ve gerçek iş ortamını deneyimlemeleri bakımından oldukça önemlidir.

Ülkemizde, ortaokul sonunda yapılan sınavlarda alınan puanlara göre öğrencilerin lise tercihleri alınmakta ve öğrencilerin ataması bu puanların sıralamasına göre Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yapılmaktadır. Türkiye’de eğitim veren lise türleri incelendiğinde, giriş puanları bakımından en alt sıralarda yer alan okullar meslek liseleridir. Örneğin, Örneğin, MEB verilerine göre Bursa’da yer alan 210 devlet lisesinin 2017-2018 öğretim yılı giriş taban puanları incelendiğinde en yüksek taban puanla öğrenci alan ilk 50 okulun 7’si Fen Lisesi, 37’si Anadolu Lisesi, 4’ü Anadolu İmam Hatip Lisesi ve sadece 2’si Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesidir. Taban puanlar bakımından en sonda yer alan 50 okulun ise 15’i Anadolu İmam Hatip Lisesi iken 35 tanesinin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi olduğu görülmektedir (MEB, 2017). Meslek liselerine giren öğrenciler diğerleriyle kıyaslandığında genel olarak akademik başarı yönünden daha alt seviyededirler. Matematik başarısı da bu kıyaslamada ayrı

tutulamaz. Türkiye'nin PISA sınavındaki kötü sıralaması göz önüne alındığında matematik başarısı bakımından meslek lisesi öğrencilerinin ne kadar kötü durumda olduğu daha net ortaya çıkar.

Meslek liselerinde 10. sınıftan itibaren dersler, meslek dersleri (alanlarıyla ilgili mesleki bilgi ve beceri içerikli dersler) ve kültür dersleri (diğer türlerdeki liselerle aynı içeriğe sahip Matematik, Fizik, Kimya, Biyoloji, Türkçe, Tarih, Yabancı Dil, vb.) olarak iki ayrı kategoride ele alınır. Bu ayrım, hem öğretmenler hem de öğrenciler açısından ve ayrıca müfredat içerikleri incelendiğinde çok net görülmektedir. Meslek derslerinin haftalık ders saati sayısı ve direkt olarak öğrencinin karne notuna etkisi kültür derslerine göre çok daha fazladır. Öğrencinin kültür derslerindeki seviyesi de dikkate alındığında bu dersler (özellikle matematik gibi kendisini yetersiz gördüğü, zor olarak değerlendirdiği ve altyapısının iyi olmadığı dersler) öğrenci açısından önemsiz, çalışsa da yapamayacağı ya da yapamasa bile notunu meslek dersleriyle telafi edebileceği dersler olarak görülmektedir. Fakat meslek liselerindeki bölüm ve alanların çoğunda meslek dersleri içeriğinde yoğun bir matematik gereksinimi bulunmaktadır. Öğrenciler bu derslerdeki matematiksel bilgi ve kavramları alanlarının bir parçası olarak görüp daha kolay öğrenip anlayabilirken kültür dersleri içinde aldığı matematik dersine yabancı ve ilgisiz kalmaktadır. Bu çalışmada amaçlanan bu yargıyı değiştirme yolunda adımlar atmaktır.

Meslek dersleri için MEB, Mesleki ve Teknik Liselerde kullanılmak üzere modüller hazırlamış ve yayınlamıştır. Bu çalışmada modüllerdeki mesleki konuların ve bu konuların içerdiği matematiksel bilginin öğrencilerin gördüğü matematik dersleriyle entegrasyonunun sağlanması hedeflenmektedir. Bu amaçla modüller incelenmiş, içeriklerinde yer alan matematik konuları belirlenmiş ve matematik derslerinin örnek, alıştırmaları ve uygulamaları, öğrencilerin meslek derslerindeki matematik ihtiyaçlarını karşılayacak ve dahası ilgisini çekecek, kendisine anlamlı gelecek şekilde düzenlenmiştir. Literatürde FeTeMM eğitimi

olarak geçen ve bu alanların eğitiminde bir entegrasyonun sağlanmasını öngören bu öğrenme-öğretme stratejisi tez çalışmasının teorik çerçevesi içinde yer almaktadır (Çorlu ve diğerleri, 2014).

MEB'in (2017) verileri incelendiğinde Türkiye'de 8.457'si resmi ve 2.618 tanesi özel olmak üzere toplam 11.076 ortaöğretim kurumunda 5 milyon 849 bin 970 lise öğrencisi öğrenim görmektedir. MEB'in yayınladığı istatistiklere dayanarak ülkemizde örgün eğitim veren ortaöğretim kurumlarının ve bu okullarda öğrenim gören öğrencilerin sayısı Tablo 2.4'te sunulmuştur.

Tablo 2.4

Türkiye'deki ortaöğretim kurumları türleri, sayıları ve öğrenci mevcutları (Ekim, 2017)

Okul Türü	Okul Sayısı	Öğrenci Sayısı
Genel Ortaöğretim Toplamı (Anadolu Lisesi, Fen ve Sosyal Bilimler Lisesi, Spor Lisesi, Güzel Sanatlar Lisesi)	5.225	3.136.440
Resmi	2.978	1.537.036
Özel	2.246	402.760
Genel Açıköğretim Lisesi		1.196.644
Meslekî ve Teknik Ortaöğretim Toplamı (Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Mesleki ve Teknik Eğitim Merkezi, Çok Programlı Anadolu Lisesi, Özel Eğitim Meslek Lisesi)	4.399	2.068.212
Resmi	4.027	1.737.000
Özel	372	111.720
Mesleki Açıköğretim Lisesi		219.492
Anadolu İmam Hatip Lisesi	1.452	645.318

Mesleki ve teknik eğitimde son 15 yılda öğrenci sayısı iki kattan fazla, okul sayısı ise üç kattan fazla artmıştır (Salman, 2016). Meslek lisesi mezunu olan öğrenciler aldıkları eğitime paralel olarak bir işe girebilir ya da üniversitelerde eğitimlerine devam edebilirler. Fakat Kenar'ın da (2010) vurguladığı gibi maalesef günümüzde meslek liselerinde başarısı düşük öğrenciler öğrenim görmekte ve bu öğrenciler üniversite kapısı kapalı imajı ile ilişkilendirilmektedir. Var olan bu problemin iyileştirilmesi için STEM eğitimi uygulamalarının meslek liselerinde yaygınlaştırılması önemli bir seçenektir. Kayır, Karaca ve

Şenyüz (2004) tarafından yapılan araştırma da gösteriyor ki meslek lisesi öğrencilerinin çoğu okullarını mesleğe hazırlamada yeterli görmemektedir. Özsoy (2015) Türkiye’de mesleki eğitimin kalitesine oranla okul sayısına daha fazla önem verilmiş olmasını eleştirmektedir.

Meslek liseleri ile ilgili literatür incelendiğinde çoğu araştırma meslek liselerindeki eğitim programları üzerinedir. Meslek liselerinin iyileştirilmesi için büyük bir fırsat olan STEM eğitimi Türkiye’deki araştırmalarda data ışığında çok az yer almıştır.



3. Bölüm

Yöntem

Bu bölümde, bu araştırmanın modeli ve bu modelin seçilme sebepleri, çalışma grubunun nasıl oluşturulduğu, veri toplama araçlarının tanıtılması ve nasıl oluşturulup kullanıldığı, araştırmanın geçerliği ve güvenilirliği ve verilerin analizinde takip edilen süreçler hakkında bilgiler yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın Yöntemi

Eğitim alanındaki araştırmacılar önyargılarını ortadan kaldırmalı ve araştırmalarını veriler ışığında kanıtlayarak sunmalıdırlar (Johnson & Onwuegbuzie, 2004). Bu araştırmada ön-test son-test desenli yarı deneysel nicel yöntem yanı sıra tematik analiz yapılan nitel yöntemi kapsayan *karma yöntem* kullanılmıştır.

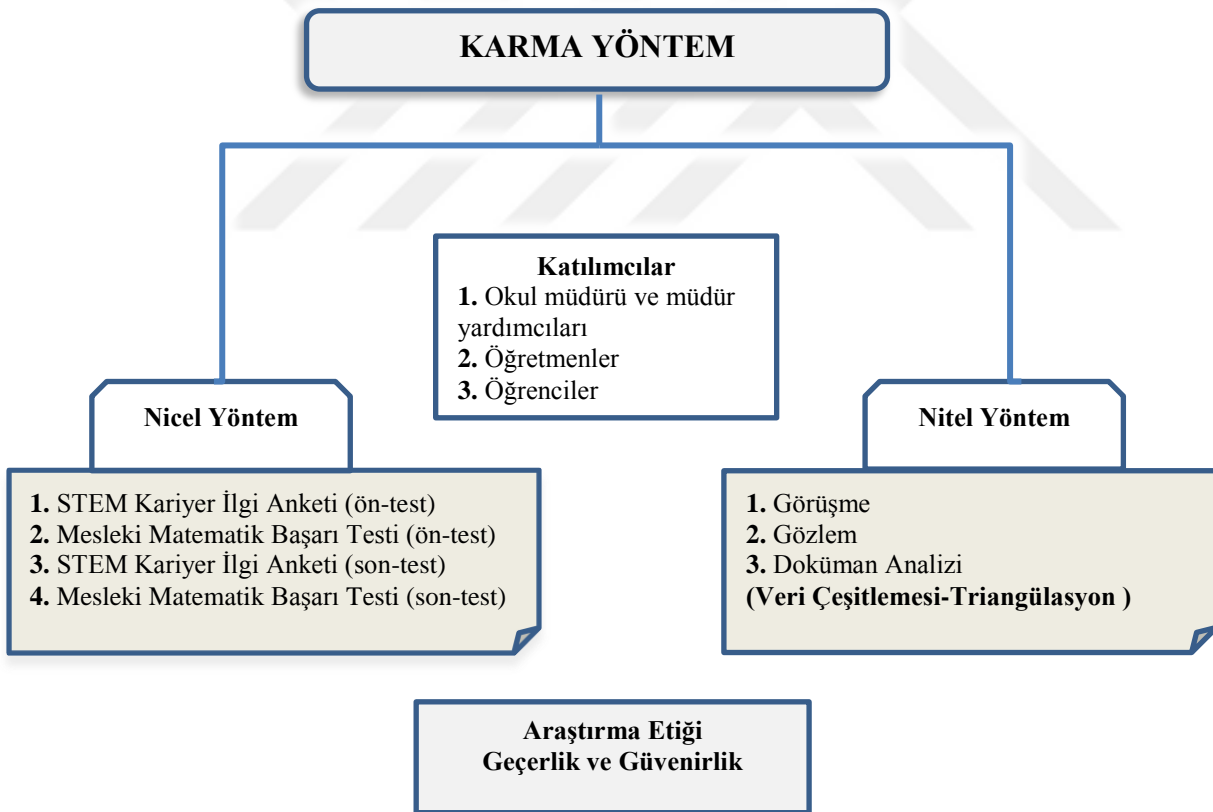
Karma yöntem, araştırmacının çalışma içinde nicel ve nitel yöntem ve yaklaşımları birleştirmesi (Creswell, 2009; Johnson & Onwuegbuzie, 2004) ve bu iki yaklaşımla çalışmanın gücünü, güvenilirliğini ve geçerliğini artırması (Creswell & Plano Clark, 2007) olarak tanımlanmıştır. Karma yöntemin kullanıldığı araştırmalar, araştırmacının bir çalışma veya birbirini izleyen çalışmalar içerisinde nitel ve nicel yöntem, yaklaşım ve kavramları birleştirmesi olarak tanımlanır (Creswell, 2003; Tashakkori ve Teddlie, 1998; Johnson ve Onwuegbuzie, 2004). Bu yöntemle çalışmak çeşitli yöntemler kullanarak kavram ve durumları bütünlük içerisinde sunma, analiz etme ve bir araya getirmektir. Johnson ve Turner (2003) karma araştırmanın temel ilkesini, “*araştırmacı farklı strateji, yöntem ve yaklaşımları kullanarak çoklu veriler toplamalı*” diye ifade etmektedir. Ayrıca Creswell (2006) karma yaklaşımın temel önermesini “*nicel ve nitel yaklaşımları birlikte kullanmak, her iki yaklaşımı tek başına kullanmaya oranla araştırma problemlerini daha iyi anlamamızı sağlar.*” şeklinde vermektedir (s. 79). Verilen tanımla uyumlu olarak Creswell (2006) karma yöntem çalışmalarının bir araştırma çerçevesinde yapılan tek bir çalışma veya çoklu çalışmalar

kapsamında, nicel ve nitel verilerin toplanması ve analiz edilmesini kapsadığını söylemektedir(s. 128).

Bu çalışmada da hem nicel hem nitel yöntemde kullanılan veri toplama araçlarından faydalanılmış, elde edilen veriler birleştirilmiş ve bir bütünlük oluşturacak şekilde sunulmuştur. İzlenen süreç ve kullanılan yöntemler bakımından nitel yöntemle başlayıp nicelle devam ettiğinden araştırma karma desenin keşfedici sıralı türüne girmektedir. Daha net bir perspektif oluşturmak için aşağıda önce çalışmada kullanılan nicel ve nitel yöntem hakkında kısa bilgi sunulmuştur (bkz. Şekil 3.1).

Şekil 3.1

Karma metodun uygulanması



Bu çalışmada STEM kariyer ilgi anketi ve mesleki matematik başarı testi örneklerinde görüleceği gibi nicel araştırma araçları verilen araştırma konusu kapsamında toplanacak

verileri ölçer ve ölçme aracıyla toplar. Bilgiye sayısal gözlem ve ölçümler ile ulaşılır (Creswell, 2009).

Rossmann ve Rallis'in (2003) belirttiği gibi nitel araştırmacılar araştırma yapılacak kişiler ile iletişime geçerler ve onları günlük hayatlarından ayırmazlar çünkü nitel araştırma ortamının komplike, dinamik ve çok yönlü olduğunun farkındadırlar. Nitel yöntem yeni bulgular, bakış açıları bulmak için açıklayıcı olduğundan faydalı bir yöntemdir. Bu çalışmada detaylandırılacağı üzere ihtiyaç analizi ve eğitim müfredatının incelenmesi gibi nitel yöntem ile birçok çeşit veri toplanabilir (Merriam, 2002).

Karma yöntem ile bir araştırmada nicel ve nitel yaklaşımları bir arada kullanmak, bu yaklaşımları ayrı ayrı kullanmak yerine birleştirerek kullanmak, araştırma problemlerinin daha iyi anlaşılmasını ve araştırma sorularının daha net cevaplanmasını sağlar (Creswell, 2009) ve nicel ve nitel araştırmalar arasında bir köprü görevi üstlenir (Onwuegbuzie & Leech, 2004). Johnson ve Onwuegbuzie (2004) karma yöntemi tanımlarken nicel ve nitel yöntemlerin ortak yönlerini vurgulayıp karma yöntemin en önemli özelliğinin “metodolojik yönden çokluk ve eklektizm” (s. 14) olduğunu belirtmişlerdir.

Creswell ve Plano Clark (2007) karma yöntemde üç ana özelliği vurgulamıştır:

- 1- Nicel ve nitel veri toplamada *zaman, sıralama*; verilerin ne zaman ve hangi sıralama ile toplanacağıdır. Örneğin, bu çalışmada nicel ve nitel veri art arda toplanmıştır.
- 2- Veri türünün *ağırlığı* vurgusu, karma metot kullanılırken nicel ve nitel veri ağırlığı benzer mi yoksa herhangi bir veri türü daha mı ağır basıyor yönünü kapsamaktadır. Araştırma deseni nedeniyle çalışmada nitel veri (yüz yüze görüşme, doküman analizi ve gözlem) nicel veriye oranla (STEM kariyer ilgi anketi, mesleki matematik başarı testi) daha çok toplanmıştır.
- 3- Karma yönü ise *nicel ve nitel yöntemlerin bir araştırmada nasıl birlikte kullanıldığına* işaret etmektedir.

İlgili literatür ışığında, bu çalışmada karma yöntem kullanılmasının nedenleri:

(i) Bir araştırma yaparken, tek tip verinin tek başına sonuçları görmek açısından eksiklikleri olmasıdır. Hem nicel hem de nitel verilerin anlamlı bir şekilde birlikte kullanılması ile araştırmayı güçlendirip tek bir metot kullanımının eksikliklerini azaltma amacı (Ivankova & Creswell, 2009; Patton, 2002) araştırma bulgularının geçerliği ve güvenilirliği için çok önemlidir.

(ii) Nicel ve nitel yöntem ile veri toplanması *araştırma sonuçlarının geçerliliğini* artıracaktır (Creswell, Plano Clark, Gutmann, & Hanson, 2003).

(iii) Çalışmada yer alan araştırma sorularında, veri toplama araçlarında, örneklem seçiminde, verilerin analiz edilmesinde hem nitel hem nicel yöntem özellikleri bulunması ve bu yöntemlerin kullanılması bu araştırmada karma yöntemin seçilmesinin sebepleridir. Farklı yöntemler ile toplanan veriler araştırmanın farklı boyutlarına ışık tutar. Johnson ve Turner'in (2003) vurguladığı üzere karma yöntemin ana prensibi araştırmacının farklı stratejiler, yaklaşımlar ve metotlar kullanarak karma bir sürecin araştırmanın tamamlayıcı gücünü ortaya çıkarmasıdır.

(iv) Johnson ve Onwuegbuzie'nin (2004) önerdiği üzere, interdisipliner araştırmalarda karma metodun kullanılması bir ihtiyaçtır.

Baki ve Gökçek (2012, s. 3) çalışmalarında karma yöntem kullanmadaki gerekçelerini aşağıda verilen beş maddeyle açıklamışlardır:

- Üçgenleme²: Nicel ve nitel verilerin aynı anda ancak birbirinden bağımsız olarak kullanılmasıdır. Bu, tutarlı veya yakın sonuçların varlığını test etme amacı ile yapılır. Başka bir ifadeyle, farklı yaklaşımlardan elde edilen sonuçların yakınlığı ya da birbirini desteklemesi amacı güdülür.
- Tamamlayıcılık: Bir yöntemin sonuçlarının incelenmesi, ifade edilmesi ve değerlendirilmesinde diğer yöntemden elde edilen sonuçları kullanır. Tamamlayıcı

² İngilizce "Triangulation" terimi literatürde üçgenleme, triangülasyon ya da çeşitleme olarak kullanılmaktadır.

karma yöntem ile nicel ve nitel veriler hem bakış açısı zenginliği kazandırmayı hem de çakışmaların olduğu durumları daha iyi görebilmeyi sağlar. Bu sayede bu iki veri analizi türü birbirini tamamlamış olur.

- **Gelişim:** Yöntemlerden birinden edinilen bulgular, araştırmanın daha sonraki süreçlerinde kullanılan yöntem ve aşamalar için belirleyici rol oynar. Bu bakımdan gelişim, nicel ve nitel yöntemin sıralı olarak yapıldığı ve nitel verilerden elde edilen sonuçların araştırmanın nicel boyutunu geliştirmek için kullanımındır.
- **Başlangıç:** Bir çalışmada kullanılan ilk yöntem, farklı yöntemler kullanılarak araştırılabilecek araştırma soruları ya da yeni hipotezler ortaya çıkarır. Bu durum araştırma sorusunu revize etmek için yöntemlerden edinilen sonuçların birbiriyle ayrıldığı noktaları belirlemek için kullanılır. Böylelikle, araştırma sorusunu tekrar şekillendirmeye sebep olan çelişkiler tespit edilir.
- **Genişletme:** Çalışmanın farklı kısımları için farklı yöntemler kullanmak suretiyle çalışmanın alanını büyütmek, genişletmektir.

Karma yöntem kullanılarak yapılan her çalışma, yukarıda sınıflandırılan özelliklerden bir ya da birkaçına sahiptir. Bu çalışmada, çalışmanın amaçlarına ve içeriğine uygun olarak karma yöntem sınıflandırmalarından üçgenleme, tamamlayıcılık ve genişletme kullanılmıştır.

3.2. Katılımcılar

Derinlemesine araştırma yapabilmek amacıyla araştırmanın amacı kapsamında zengin verinin toplanması ve araştırma sorularına en etkili cevabı bulmak için *amaçlı örnekleme* yöntemi ile katılımcılara ulaşılmıştır (Patton, 1990; Suri, 2011). Amaçlı örneklemede araştırmacı katılımcılarını belirli özelliklere göre seçebilir (Cohen, Manion & Morrison, 2008) ve çoğu amaçlı örneklemede araştırmacının amacı araştırma konusu ile ilgili bilgili kişilere ulaşip onların deneyimlerini raporlamaktır (Ball, 1990). Çalışmanın amaçları ve yapıldığı

kurum ortamı göz önüne alındığında amaçlı örnekleme yöntemi ile katılımcıların seçimi uygun düşmektedir.

Zengin veri toplamak bilimsel olarak ortaya çıkan bulguların genellemesinden ziyade veri ile ilgili daha derin açıklamalar sunar (Patton, 2002). Amaçlı örnekleme, araştırmacının araştırmanın yapılacağı alan hakkındaki bilgisinin artı değer kattığı bir örnekleme türüdür ve araştırmacının katılımcıları tanıması araştırmanın etkililiğini kolaylaştırabilir (Marshall, 1996). Bondas ve Hall (2007), Jones (2004) ve Pawson, Greenhalgh, Harvey ve Walshe (2005) gibi birçok nitel araştırmacı amaçlı seçilmiş çalışmaların derinlemesine sentezinin çok sayıda çalışmanın yüzeysel sentezinden daha iyi olduğunu vurgulamaktadırlar.

Bu araştırmada Şekil 3.2’de gösterildiği gibi araştırmanın amacı ve araştırma sorularına paralel olarak araştırmacının çalıştığı kurumdan birbirini tamamlayan üç farklı hedef katılımcıdan oluşmaktadır. Araştırmaya 32 Deney grubu ve 32 Kontrol grubu olmak üzere 64 Meslek Lisesi öğrencisi, 19 meslek lisesi öğretmeni, 1 müdür ve 2 müdür yardımcısı katılmıştır. Ancak verilerin analizi aşamasında okul müdürü ve müdür yardımcıları da öğretmen olmaları sebebiyle öğretmenlerle birlikte değerlendirilmişlerdir. Çalışma öncesinde katılımcıların STEM eğitimi hakkında bilgisi ve altyapısı bulunmamaktadır. Bu çalışmada araştırmacı hem katılımcı, hem uygulayıcı hem de gözlemci rolünde yer almıştır.

Şekil 3.2

Katılımcılar



Nitel ve nitel verileri elde etmek için kullanacağımız veri toplama araçları aşağıda verilmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmadaki nicel veriler, deney grubuna uygulanan araştırmacı tarafından Türkçeye uyarlanan STEM kariyeri ilgi anketi ve deney ve kontrol gruplarının her ikisine de uygulanan, araştırmacı tarafından hazırlanan mesleki matematik başarı testinden elde edilen ön-test ve son-test verileridir. Nitel veriler ise, ihtiyaç analizi çalışmalarında öğrencilerden yapılandırılmamış anketle edinilen, öğretmen ve okul idarecilerinden yarı yapılandırılmış görüşme ile elde edilen veriler ile ders anlatımı ve STEM aktivitelerinin uygulaması esnasında yapılan gözlemlerden ve araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlik formlarından ve sürece ilişkin düşünceler formundan elde edilen verilerdir.

Araştırmanın güvenilirliği ve tekrarlanabilme özelliğini artırmak için bu araştırmada kullanılan veri toplama araçları özenle hazırlanmıştır (Harper, 1994). Nicel veriler ile spesifik ve otantik (özgün) veri toplanmış olup nitel araştırma ile toplanan veri araştırma ortamı ve araştırma katılımcıları gözüyle STEM eğitime genel bakış açısı sağlamıştır (Creswell, 2009).

Araştırmada iç geçerlik *tutarlılık* olarak tanımlanmıştır (Denzin & Lincoln, 1994, s. 92). Araştırmanın nicel boyutunda iç geçerliği sağlamak için meslek lisesinde 2 sınıftan benzer özelliklere sahip, aynı yaşta ve benzer puanlara sahip katılımcılar araştırmada yer almıştır. STEM kariyer ilgi anketi uygulanmadan önce katılımcılara konu ile ilgili bilgi verilmemiştir.

Yapısal geçerlik, bir araştırmanın, araştırmada ne araştırılmak isteniyorsa onun ne derecede araştırdığını gösterir. Diğer bir deyişle araştırma sorularının bulgular ışığında nasıl cevaplandığını kanıtlar (Golafshani, 2003; Wainer & Braun, 1998). Dış/Yapısal geçerlik için görüşme verileri temalara göre gruplandırıldıktan sonra ikinci bir araştırmacı tarafından da iki değerlendirici arasındaki güvenilirliği (inter-rater reliability) belirlemek için analiz edilmiştir. Her bir yüz yüze görüşme ile toplanan veri, veri analizinden sonra *verinin geçerliği* için her

bir katılımcı tarafından kontrol edilmiştir (Miles & Huberman, 1994) ve araştırmanın katkısını arttırmak için araştırma yapılan kurumda katılımcılar ile sürekli iletişim halinde olunmuştur. Birden fazla veri kaynağından nicel ve nitel veri toplanarak araştırma sonuçlarının geçerliği ve güvenilirliğini güçlendirmek için çeşitleme/ triangülasyon yöntemi kullanılmıştır (Hammersley & Atkinson, 1995). Araştırmanın yapı geçerliliğini arttırmak için araştırma sonuçları STEM literatüründe ilgili referanslar ile karşılaştırılmıştır (Armstrong, Gosling, Weinman & Marteau, 1997; Lincoln & Guba, 1985).

Aşağıda çalışmada kullanılan veri toplama araçları – anket, gözlem ve görüşme - literatür ışığında açıklanmıştır ve sonrasında veri toplama araçlarının çalışmanın aşamaları içinde kullanım biçimleri detaylandırılmıştır.

Anket: Anket, araştırmalarda en çok kullanılan veri toplama yöntemlerinden biri olup çoğunlukla sayısal veriler ile yapılıp toplanan verinin analizi diğer veri toplama yöntemlerine göre daha kolaydır. Fakat anketlerde en çok karşılaşılan problem anketin araştırma amacına uygunluğunun bazen göz önünde bulundurulmaması, güvenilirlik ve geçerliklerin sağlanmamış olmasıdır (Wilson & McLean, 1994).

Anket ile veri toplama yöntemi, bu çalışmada meslek lisesi öğrencilerinden araştırma sorularını yanıtlamak için belli bir plana göre hazırlanmış sorular olarak tanımlanmıştır. Yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış anket olmak üzere toplamda üç tür anket vardır. Bu araştırmada, araştırma soruları göz önünde bulundurularak iki tür anket kullanılmıştır: yapılandırılmış ve yapılandırılmamış anket. STEM kariyer ilgi anketi, literatürde geçerliği ve güvenilirliği kanıtlanmış yapılandırılmış ankettir (Faber ve diğerleri, 2013). Öğrenci ihtiyaç analizi için ise bu araştırmada yapılandırılmamış anket ile veri toplanmıştır.

Bu araştırmada çoktan seçmeli yapılandırılmış anket kullanmanın amacı meslek lisesi öğrencilerinden STEM kariyeri ve öğrencilerin ilgileri konusunda nicel veri toplamak ve

anket sonuçlarını karşılaştırmaktır (Cohen ve diğerleri, 2008). STEM kariyeri ile ilgili literatür incelendiğinde de en yaygın veri toplama aracının anket olduğu görülmektedir (örn. Herrera & Hurtado, 2011; Kier ve diğerleri, 2014; Sadler ve diğerleri, 2012; Tyler-Wood, Knezek & Christensen, 2010).

Gözlem: Gözlem metodunun en önemli özelliği doğal sosyal ortamda canlı datayı toplamaktır (Cohen ve diğerleri, 2008). Bu çalışmada ihtiyaç analizi ve STEM kariyer ilgi anketi ile toplanan çoğu veri katılımcıların düşünceleri ve algıları üzerinedir. Gözlem, katılımcılardan toplanan verilerden çıkan bulguların gerçek yaşamda da olup olmadığını kontrol etmek için çok iyi bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Robson, 2002).

Gözlem yoluyla bir ortamın fiziksel durumu, insanların özellikleri, insanlar arasındaki resmi ya da resmi olmayan diyaloglar ve de program (kaynaklar, bir organizasyonun yapısı, müfredat) üzerine veriler toplanabilir (Morrison, 1993). Gözlem, gerçekte olan durumu anlamayı kolaylaştırır bu nedenle araştırmaların ekolojik geçerliği ile ilişkilendirilir (Moyles, 2002).

Görüşme: Görüşme, bu araştırmada sözlü iletişim ile konuşarak veri toplamak anlamında kullanılmaktadır. Görüşme türleri konusunda farklı görüşler vardır. Örneğin, Patton (1980) dört çeşit görüşme yöntemi önermiş ve net bir şekilde bu türleri açıklamıştır: informal sohbet tarzında görüşme, görüşme rehberi yaklaşımı, açık uçlu görüşme ve kapalı nicelikli görüşme.³ Eğitim bilimlerinde konu ile ilgili literatür incelendiğinde, araştırmacıların üç tür görüşmede odaklandığı görülebilir: yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış görüşmeler. Bu çalışmada öğretmenlerle yarı yapılandırılmış görüşme yöntemi kullanılarak veri toplanmıştır.

Yarı yapılandırılmış görüşme, yapılandırılmış görüşmeye kıyasla daha esneklerdir. Bu görüşme tekniğinde, araştırmacı soracağı soruların yer aldığı görüşme metnini hazırlar. Fakat

³ Fakat Patton'dan (1980) farklı olarak LeCompte ve Preissle (1993) altı tür görüşme önermektedir.

araştırmacı görüşmenin gidişatına göre farklı yan ya da alt sorularla görüşmenin akışına etki edebilir ve görüşülen kişinin cevaplarına açıklama getirmesini ve ayrıntı vermesini sağlayabilir. Eğer görüşülen kişi görüşme sırasında bazı soruların cevaplarını başka soruların içinde vermiş ise araştırmacı bu soruları sormayabilir. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği belirli düzeyde standart olması ve bunun yanında aynı zamanda esnekliğe sahip olması nedeni ile eğitim bilimleri araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Ekiz, 2003).

3.3.1. STEM kariyer ilgi anketi. STEM eğitimi literatürü incelendiğinde, özellikle çoğunluğu ABD’de geliştirilmiş birçok STEM kariyer testi ve anketi bulunduğu görülmektedir. Bu araştırmada öğrencilerin program öncesi ve sonrası matematik, fen, mühendislik ve 21. yüzyıl becerilerine ilişkin tutumları ile kariyer planlamalarına ilişkin düşüncelerini belirlemek amacıyla “STEM Kariyer İlgi Anketi” kullanılmıştır. Faber ve diğerleri (2013) tarafından geliştirilen İngilizce STEM kariyer ilgi anketi araştırmacı tarafından Türkçeye uyarlanarak iki meslek lisesi İngilizce öğretmeni tarafından incelenip geribildirimleri alınmıştır. Bu araştırmada kullanılan anket üç öğrenci üzerinde pilot olarak uygulanarak anketin son hali verilmiştir (Ek-1, STEM kariyer ilgi anketi). Pilot uygulama araştırmalarda büyük öneme sahiptir. Anket sorularında ifadelerin netliği, anlaşılabilirliği ve anketin araştırmacının amacına uygun olması, anketin güvenilirliği ve geçerliği artırıp uygulanabilirliğini sağlar (Cohen ve diğerleri,2008, s. 341).

Özellikle Faber ve diğerleri (2013) tarafından geliştirilen İngilizce STEM kariyer ilgi anketinin seçilmesinin nedeni ölçeğin geçerliliğinin kanıtlanmış olmasıdır. Geçerliliğini detaylandırmak gerekirse 5 dereceli Likert tipi toplam 47 sorudan oluşan bu ölçek ile öğrencilerin fen, matematik, mühendislik ve teknoloji ve 21. yüzyıl becerileri ile ilgili tutumları ölçülmektedir. Ölçek aynı zamanda öğrencilerin STEM kariyerine olan ilgilerini ölçen kapsamlı bir bölüm içermektedir. Ölçekte üç bölüm (matematik (8 madde), fen (9 madde) ve mühendislik ve teknoloji (9 madde)) toplam 26 madde kapsamaktadır. 21. Yüzyıl

becerileri 11 maddeden oluşmaktadır (Ek-1). Anketin mesleki alan ilgisi bölümü Matematik, Fen Bilimleri, Mühendislik ve Teknoloji alanlarının tanımları ve bu alanlardaki kariyer seçeneklerinin tanımlandığı bölüm olup öğrencilerin bilgiyi okuduklarında alanlar ve mesleklere ilgi duyma derecelerini ölçen dört seçenekli 12 maddeden oluşmaktadır. Bu ölçek Faber ve diğerleri (2013) tarafından yaklaşık 10.000 öğrenci üzerinde uygulanmıştır. Bu yönleriyle ölçek, çeşitli girişimlerin (eğitim müfredatına eklenen yeni programlar, yeni stratejiler ya da yeni öğrenme fırsatları gibi) öğrencilerin STEM konularına ilgi ve güvenleri üzerine etkisini ölçmeye yardımcı olacaktır.

Ölçekte yer alan maddelerden örnekler aşağıdaki sunulmuştur:

A	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Karasızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
A-1 MATEMATİK					
M1- Matematik en kötü olduğum alandır.	O	O	O	O	O
M2- Matematiğin kullanıldığı bir kariyer seçerim.	O	O	O	O	O

...

A-4 21. YÜZYIL BECERİLERİ					
1. Bir amacı başarmak için diğer insanlara liderlik edebilmede kendime güveniyorum.	O	O	O	O	O
2. Arkadaşlarımı, en iyisini yapmada cesaretlendirebileceğim konusunda kendime güveniyorum.	O	O	O	O	O

...

	Kesinlikle ilgilenmiyorum	İlgilenmiyorum	İlgileniyorum	Kesinlikle ilgileniyorum
1. Matematik: Matematik, sayıların bilimi ve işlemleridir. Problem çözmek ve verileri özetlemek için kullanılan hesaplama, algoritma ve teorileri içerir (Matematikçi, muhasebeci, uygulamalı matematikçi, ekonomist, finansal analist, istatistikçi, piyasa araştırmacısı, borsa analisti).	O	O	O	O
6. Tıp: Tıp, sağlığın korunmasını, hastalığın önlenmesini ve tedavi edilmesini içerir (doktor asistanı, hemşire, doktor, beslenme uzmanı, acil tıp teknisyeni, fizik tedavi uzmanı, diş hekimi).	O	O	O	O
12. Mühendislik: Mühendislik, bilim ve bilgisayar kullanımı yoluyla yeni ürünler (makineler, köprüler, binalar ve elektronik gibi) tasarlamak, test etmek ve üretmektir (inşaat, endüstri, ziraat, mekatronik, makine, vs. mühendisleri, mühendislik teknisyeni, inşaat müdürü).	O	O	O	O

Faber ve diğerkleri (2013) geliştirdiği ölçekte güvenilirlik 0.83'ün üstündedir. Bu ölçek aynı zamanda öğrencilerin kariyer ilgi alanlarını ölçen kapsamlı bir bölüm de içermektedir. Güvenirlik analizi için Cronbach's Alpha kullanılmıştır. Bu değerk:

- $0.00 < a < 0.40$ ise ölçek güvenilir değilk
- $0.40 < a < 0.60$ ise ölçek düşük güvenilirlikte
- $0.60 < a < 0.80$ ise ölçek oldukça güvenilir
- $0.80 < a < 1.00$ ise ölçek yüksek güvenilirlikte olarak kabul edilir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2011).

Bu çalışmada matematik tutumları Cronbach Alpha katsayısı 0,96; fen tutumları Cronbach Alpha katsayısı 0,87; mühendislik ve teknoloji tutumları Cronbach Alpha katsayısı 0,84, 21. yüzyıl becerileri tutumları Cronbach Alpha katsayısı 0,83, Mesleki İlgi Cronbach Alpha katsayısı 0,66 olarak hesaplanmıştır.

3.3.2. Mesleki matematik başarı testi. Türkiye'de lise matematik dersi müfredatı, örgün eğitim veren tüm liselerde aynıdır. Öğrencilerin akademik başarı seviyeleri ve okul türlerinin hedefleri göz önüne alındığında amaçlara ve hedeflere yönelik ders içerikleri ve uygulamaları olması gerektiği açıktır. Bu bağlamda mesleki ve teknik eğitim verilen meslek liselerinde, meslek dersleri için de alt yapı oluşturabilmek için matematiğin mesleği ilgilendiren kısımları öğrenciler tarafından iyi bilinmelidir.

Araştırmanın başlangıcında ön-test bağlamında kullanılan nicel veri toplama araçlarından ikincisi, iki matematik ve iki endüstriyel otomasyon teknolojisi bölümü öğretmeni tarafından hazırlanan mesleki matematik başarı testidir (bkz. Ek-2). Testte yer alan altı soru, endüstriyel otomasyon teknolojisi bölümü için MEB tarafından hazırlanan meslek dersleri modüllerinin taranmasıyla ortaya çıkarılmıştır. Sorular matematik bilgisiyle mesleki alana ait teknik bilginin birleştirilmesiyle çözülebilmektedir. Bu da STEM eğitiminin ortaya

çıkış sebebi olarak görülebilir. Aşağıdaki örneklerde de görüldüğü gibi öğrencilere sorulan sorular hem matematik bilgisi hem de alanları ile ilgili meslek bilgisi içermektedir.

Mesleki matematik başarı testinde yer alan sorulardan örnekler aşağıda verilmiştir:

<p>2. 145 sayısı 8 bitlik olarak yazıldığında oluşacak sayı LED'ler kullanılarak ifade edilirse oluşacak görüntüyü şekilde gösteriniz. (LED sönmük olduğunda binary olarak 0, ışık verirse 1 rakamına karşılık verir)</p> <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> <td style="padding: 5px;">0</td> </tr> </table> </div>	0	0	0	0	0	0	0	0																							
0	0	0	0	0	0	0	0																								
<p>3. Pnömatik sistemlerde devreye bağlanan (i) Ve valfi, (ii) Veya valfi için aşağıdaki doğruluk tablolarını doldurunuz. (+: hava sinyali var, -: hava sinyali yok)</p>	<p>(i) Ve valfi</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Sinyal 1</th> <th>Sinyal 2</th> <th>Çıkış</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(ii) Veya valfi</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Sinyal 1</th> <th>Sinyal 2</th> <th>Çıkış</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">+</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">+</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Sinyal 1	Sinyal 2	Çıkış	+	+		+	-		-	+		-	-		Sinyal 1	Sinyal 2	Çıkış	+	+		+	-		-	+		-	-	
Sinyal 1	Sinyal 2	Çıkış																													
+	+																														
+	-																														
-	+																														
-	-																														
Sinyal 1	Sinyal 2	Çıkış																													
+	+																														
+	-																														
-	+																														
-	-																														

Bu araştırmada matematik başarısını ölçmek amacıyla geliştirilen, 6 sorudan oluşan “Mesleki Matematik Başarı Testi” kullanılmıştır. Araştırma kapsamında gerçekleştirilen öğretim yöntemleri uygulaması öncesinde testin yapı geçerliği ve güvenilirliği için analizler gerçekleştirilmiştir. Matematik başarı testinde cevapların doğru veya yanlış seçenekleri yerine her soru için kullanılan çözüm yöntemi, çözüm aşamaları dikkate alınarak her soru için ayrı puanlama yapılmıştır. Testte yer alan 6 sorunun puanlaması sırasıyla 14, 15, 16, 15, 25 ve 15 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle çalışmada madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksleri kullanılamamıştır. Testin güvenilirlik ve geçerlik çalışmaları faktör analizi, hipotez testi (kontrol ve deney grubu ön test puanları arasında ilişkisiz t-testi), madde analizi (Cronbach alfa güvenilirliği, madde toplam korelasyonu, alt ve üst çeyrekler t-testi) ve iki yarı test güvenilirliği (Spearman Brown) teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılanların ayrıntıları çalışmanın bulgular kısmında verilmiştir.

3.3.3. İhtiyaç analizi. Eğitimde ihtiyaç analizi öğretmenlerin ve öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamak için uygulanan, yapıcı ve olumlu bir değişiklik yapmayı sağlayan bir araçtır (Goldstein, 1993; Tanner & Tanner, 1980). İhtiyaç analizi, eğitimde “var olan durumu” belirleyip “neye ihtiyaç var/neler yapılmalı” sorularına sistematik bir şekilde cevap arar (Kaufman & English, 1979, s. 8). İhtiyaç analizinin literatürdeki önemini göz önünde bulundurarak araştırmanın başarıya ulaşması için öncelikle STEM eğitimi uygulamasının yapılacağı kurumda öğrenci, öğretmen ve okul idarecilerine ihtiyaç analizi çalışması yapılmıştır. Nitel veri, STEM ile ilgili ihtiyaç analizi yaparken zengin veri toplamak için öğrencilerle yapılandırılmamış anket, öğretmenler ve okul idarecileri ile yarı yapılandırılmış görüşmeler ile toplanmıştır.

1. Öğrenci ihtiyaç analizi: Endüstriyel Otomasyon bölümü, 11. Sınıfta okuyan 64 öğrenciye STEM eğitimi (anlamı, diğer ülkelerden uygulama örnekleri, ne amaçla uygulandığı, meslek liseleri için ne anlama geldiği) hakkında bilgi verilip öğrencilerden iki soruya yapılandırılmamış anket ile cevap vermeleri istenmiştir (Ek-4). Öğrencilere sorulan sorular:

1. Okulumuzda STEM eğitimini uygulamak istesek STEM eğitiminin gerçekleşmesi için sizce ne tür *ihtiyaçlar* ortaya çıkar?
2. Okulumuzda uygulanacak STEM eğitiminden *beklentileriniz* nelerdir?

Öğrenciler bu açık uçlu sorulara kendi düşüncelerini yansıtan cevaplar vermişler, buradan toplanan veri tematik analiz ile tasnif edilmiş (Krippendorff, 2004; Lieblich, Tuval-Mashiach & Zilber, 1998; Weber, 1990) ve vurgulanan temalar gruplandırılmıştır. Her iki soru için de toplanan veriler analiz edilerek üçer tema ortaya çıkarılmıştır. İhtiyaçlar için ortaya çıkan temalar, öğretmen, ortam – malzeme ve müfredat ve beklentiler için ortaya çıkan temalar ise derslerin daha anlaşılır hale gelmesi (verimli olması), daha nitelikli bireyler yetişmesi ve derslerin daha çekici ve eğlenceli olması olarak belirlenmiştir.

2. Öğretmen ihtiyaç analizi. Tablo 3.2’de ayrıntıları verilen farklı branşlardan öğretmenlere (matematik (8), fizik (3), kimya (2), biyoloji (1), endüstriyel otomasyon (2), elektrik-elektronik (2), makine teknolojileri (2), inşaat teknolojisi (2)) ve kurum idarecilerine (müdür, iki müdür yardımcısı) ihtiyaç analizi çalışması yapılmıştır. İhtiyaç analizi verisi, araştırmanın amacına uygun olarak katılımcılarla profesyonel iletişim kurabilmek için yüz yüze görüşmeler ile toplanmıştır. Yüz yüze görüşmeler ile elde edilen veri Baker’ın da (1997) belirttiği gibi katılımcıların STEM eğitimi kapsamında ihtiyaçları ve beklentileri hakkında bir rapordan çok deneyimleri göz önünde bulunarak bir *açıklama* olarak görülmelidir. Açık uçlu altı soru sorulduğu için ankete göre daha detaylı ve zengin veri toplanması sağlanmıştır.

Öğretmenler ve idarecilerle yapılan ihtiyaç analizi çalışması yarı yapılandırılmış görüşme yöntemi ile yapılmıştır. Veri toplama yöntemi olarak görüşmenin seçilmesinin nedenleri; görüşmeci ile katılımcılar arasındaki iş birliğinde en etkili yol olması (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2010) ve anketlerle karşılaştırıldığında daha zengin veriye ulaşılabilmesidir (Cohen ve diğerleri, 2008).

Yapılandırılmış görüşme yönteminin seçilmesinin nedenleri ise; veri toplama sürecini en kontrollü biçimde yapmaya olanak sağlaması, soruların net olarak önceden hazırlanıp biçimlendirilebilmesi, veri analizi sonuçlarının nitel olarak analiz edilebilmesi ve en önemlisi de tüm katılımcılardan spesifik bilgi almak hedeflendiği için katılımcılara aynı sorular sorulduğundan verilen cevapların karşılaştırılabilmesidir. Yarı yapılandırılmış görüşme ile tüm katılımcılara aynı sorular sorulduğu için görüşme gerçekleştirilen katılımcılar objektif cevaplar vermiş olup katılımcıların cevaplarında herhangi bir önyargılı cevap olmamıştır (Cohen ve diğerleri, 2008).

Görüşmeden önce öğretmenlerden cevaplarının ses kaydı ile alınması konusunda izin alınmıştır. Görüşmede ilk olarak öğretmenlerin demografik bilgileri (branşı, öğretmenlik süresi, daha önce çalıştığı okul türleri, şimdiki okulunda kaç yıldır çalıştığı) sorulmuştur (Ek-

5). STEM eğitimi konusunda bilgi verilmeden önce matematik eğitimi ile ilgili aşağıdaki sorular yüz yüze görüşmelerde sorulmuştur;

1. Okulumuzdaki öğrencileri; matematiği öğrenme, anlama, günlük ve mesleki hayatlarına uygulayabilme yönünden değerlendirir misiniz?
2. Ülkemizdeki tüm liselerde aynı matematik müfredatının uygulanıyor olması sizce doğru mu? Evet ise neden? Değilse ne tür sorunlara sebep olduğu konusunda fikirleriniz nelerdir?

Öğretmenlere STEM eğitimi (anlamı, diğer ülkelerden uygulama örnekleri, ne amaçla uygulandığı, meslek liseleri için ne anlama geldiği) hakkında bilgi verildikten sonra konuyla ilgili olarak aşağıdaki sorularla ilgili düşüncelerine ulaşılmıştır:

3. Sizce okulumuzda STEM eğitimi uygulanmak istense sorun çıkar mı? (Hayır diyorsanız neden, Evet diyorsanız ne tür sorunlar çıkabilir?)
4. Bu tür bir STEM eğitiminden beklentileriniz neler olur? Ne tür ihtiyaçlar ortaya çıkar?
5. Bu tür bir STEM eğitiminin öğrencilerin kariyer seçiminde etkisi olur mu? Açıklayınız.
6. Meslek liselerine özgü bir matematik müfredatı olmalı mı? Bu konudaki önerileriniz nelerdir?

Öğretmenlerin cevaplarının yer aldığı ses kayıtlarının transkripsiyonu yapılarak cevaplar yazılı hale getirilmiştir. Cevaplar, tematik analiz ile analiz edilmiş ve yukarıda verilen altı sorunun her biri için ayrı ayrı temalar ortaya çıkarılmıştır (Karataş, 2015). Bu temalar ve ayrıntıları tez çalışmasının dördüncü bölümü olan Bulgular ve Tartışma bölümünde verilmiştir.

3.3.4. Etkinlik formu. Bu araştırma kapsamında hazırlanan STEM temelli ders planları içinde STEM etkinlikleri de yer almaktadır. Birer proje olarak tasarlanan bu

etkinliklerin başlangıcında öğrencilere dağıtılan bu formların etkinlik sürecinde ve sonrasında doldurulması istenmiştir. EK-6 'da sunulan bu etkinlik formları, proje adı, projenin amacı, proje grubundaki öğrenci sayısı, proje danışman öğretmenleri, projede yararlanılan disiplinler ve konuları, 21. yüzyıl becerileri, kullanılan malzemeler, güvenlik önlemleri, proje yapım süreci ve sonuçlar ve kazanımlar olmak üzere 10 bölümden oluşmaktadır.

3.3.5. Sürece ilişkin düşünceler formu. Doktora çalışmasında hazırlanan STEM temelli ders planının deney grubunu oluşturan sınıfta uygulaması bitirildikten sonra öğrencilerin uygulanan STEM eğitimi ile ilgili düşüncelerini öğrenmek amacıyla araştırmacı tarafından Sürece İlişkin Düşünceler Formu (bkz. EK-7) hazırlanmıştır. Bu form iki alan uzmanına gönderilmiş ve geribildirimler ışığında düzenlenerek deney grubu öğrencilerine (n=32) uygulanmıştır. Sürece İlişkin Düşünceler Formu açık uçlu 4 sorudan oluşmaktadır. Bunlar;

1. Yapılan STEM eğitimi uygulamasının sizce (varsa) iyi yönleri nelerdir?
2. Yapılan STEM eğitimi uygulamasının sizce (varsa) kötü yönleri nelerdir?
3. Yapılan STEM eğitimi uygulaması ile var olan eğitimi karşılaştırır mısınız?
4. Yapılan STEM eğitimi uygulamasının kariyer (meslek) seçiminiz üzerinde etkisi olduğunu düşünüyor musunuz?

Bu çalışmada kullanılan veri toplama araçlarıyla verilerin toplandığı çalışma grupları aşağıda tanıtılmıştır.

3.4. Çalışma Grupları

Aşağıda çalışmanın yapıldığı kurum ve çalışmada aktif rol oynayan katılımcılar ve katılımcıların rolü detaylı olarak açıklanmıştır.

3.4.1. Çalışmanın yapıldığı kurum. Bu araştırmanın yapıldığı kurum, Güney Marmara bölgesinde yer alan büyük bir ilin merkez ilçelerinden birindeki, yaklaşık 2900 öğrenci ve 230 kadrolu öğretmenin bünyesinde bulunduğu bir Mesleki ve Teknik Anadolu

Lisesidir. Kurumda yedi farklı mesleki alanda eğitim verilmektedir. Bu alanlar Elektrik-Elektronik Teknolojisi, Makine Teknolojisi, Harita Tapu Kadastro, İnşaat Teknolojisi, Motorlu Araçlar Teknolojisi, Endüstriyel Otomasyon Teknolojisi ve Uçak Gövde Bakım bölümleridir. Araştırmada, okulda eğitim verilen mesleki bölümlerden Endüstriyel Otomasyon Teknolojisi bölümü seçilmiştir. Bu seçimde etkili olan kriterler arasında, öğrencilerin akademik seviyelerinin ve matematik dersi başarılarının okul ortalamasından yüksek olması, bölüm derslerinin içeriklerinin STEM eğitiminin gerektirdiği disiplinlerarası müfredat entegrasyonuna olanak sağlaması ve bu açıdan daha uygun olması ve yine Endüstriyel Otomasyon Teknolojisi bölümü öğrencilerinin öğrenme ve yenilik konusunda daha yüksek motivasyona sahip olduklarının araştırmacı tarafından gözlemlenmiş olmasıdır.

Araştırmanın öğrenci ayağında, kurumun Endüstriyel Otomasyon Teknolojisi bölümü 11. sınıf öğrencileri yer almıştır. Bu seçimin yapılmasında değişik faktörler etkili olmuştur. 9. sınıf öğrencileri tüm Türkiye’de aynı dersler ve ders içerikleri ile eğitim görmekte ve mesleki ve teknik liseler için de henüz bölüm ve alan seçimi yapılmamaktadır. Bölüm ve alan seçimleri 9. sınıf sonundaki karne not ortalaması baz alınarak öğrencilerin ve öğrenci velilerinin tercihleri doğrultusunda yapılmakta ve öğrenciler seçtikleri bölümlerin derslerini almaya 10. sınıfta başlamaktadırlar. Sınıf düzeyi olarak 11. sınıfın seçilme sebebi ise hem akademik seviyelerinin ve farkındalıklarının 9. ve 10. sınıf öğrencilerine göre daha yüksek olması, hem de neredeyse ülkedeki tüm okul türlerindeki 12. sınıf öğrencileri gibi henüz üniversite giriş sınavları kaygısı ve önceliğinin öğrenciler üzerinde fazla baskı yaratmaya başlamamış olmasıdır.

Araştırmaya katılan tüm öğrencilere ve öğretmenlere gönüllü katılım formu (EK-3) doldurtulmuştur. Özellikle öğrencilere uygulamaya katılım için zorunluluk getirilmemesi, uygulamanın daha sağlıklı yürütülebilmesi, sonuçların daha güvenilir olması ve araştırma etiği gibi faktörler bakımından önemli görülmüştür. Çalışmanın yapıldığı kurumda doktora

araştırma projesi kapsamında, çalışmada bulunan aşama ve süreçlere göre sınıflandırılarak aşağıda detaylandırılan ve çalışmaya aktif olarak katılan çalışma grupları aşağıda görülmektedir.

3.4.2. STEM kariyer ilgi anketi ve mesleki matematik başarı testi için çalışma grubu. STEM kariyeri literatürü incelendiğinde yapılan araştırmalarda, araştırmacılar veri toplamak için güvenilirliği ve geçerliği teyit edilmiş anketler kullanmayı tercih etmişlerdir (Faber, Unfried, Wiebe, Corn, Townsend, & Collins, 2013; Kier, Blanchard, Osborne & Albert, 2014).

Araştırmanın yapıldığı kurumun Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri bölümü 11. sınıfında öğrenim gören ve çalışmada deney grubunu oluşturan 32 öğrenciye STEM eğitimi ve neticesinde yönelmeleri beklenen STEM kariyerleri ile ilgili herhangi bir bilgi verilmeden STEM kariyer ilgi anketi çalışması yapılmıştır. Deney grubu öğrencileri ile birlikte kontrol grubu öğrencilerine (toplam 64 öğrenci) kendi alanlarındaki konuları temel alan mesleki matematik başarı testi verilmiş ve testteki soruları bir ders süresince (40 dakika) çözmeleri istenmiştir.

STEM kariyer ilgi anketi ve mesleki matematik başarı testi araştırmanın nicel boyutunu oluşturmaktadır. Aşağıda açıklanan bu araştırma kapsamında geliştirilen STEM Matematik modülünün ders programına entegre edilmeden önce ve uygulamadan sonra meslek lisesi öğrencilerine yapılan STEM kariyer ilgi anketi ve mesleki matematik başarı testi sonuçları karşılaştırılmıştır.

Uygulamanın yapıldığı iki sınıfın öğrencileri, ortaokul sonu yapılan merkezi sınav sonuçları ve 9. ve 10. sınıf karne notları bakımından yakın benzerlik göstermektedir. Ayrıca bu iki sınıf da 32 öğrenciden oluşması sebebiyle sınıf mevcudu yönünden de farklılık görülmemektedir.

3.4.3. İhtiyaç analizi için çalışma grubu. Eğitim ve öğretim faaliyetlerinin en temel bileşenleri olan öğrenci, öğretmen ve okul idarecilerinin eğitim programları ve bunların uygulaması konusundaki düşünceleri büyük önem arz etmektedir. Çünkü eğitim sistemi ve bu sistemin ortaya çıkardığı öğretim programları (müfredatlar) birincil öncelikli ve en aktif şekilde bu bileşenlere etki etmektedir.

Çalışmaya katılan öğretmen ve idareciler hakkındaki bilgiler Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1

Çalışmaya katılan kurum idarecileri ve öğretmenleri

	Branş	Çalışma süresi	Daha önce çalışılan okul türleri	Şu anki okulda çalışma süresi
1	Makine Teknolojileri (Müdür)	26	Endüstri Meslek Lisesi	12
2	Elektrik/ Elektronik (Müdür Yard.)	25	Endüstri Meslek Lisesi	6
3	İnşaat Teknolojisi (Müdür Yard.)	22	Endüstri Meslek Lisesi	22
4	Matematik	18	İlköğretim	12
5	Matematik	25	Genel Lise, İmam-Hatip Lisesi, Anadolu Lisesi, Endüstri Meslek Lisesi	19
6	Matematik	27	Genel Lise, İmam-Hatip Lisesi, Anadolu Lisesi, Kız Meslek Lisesi, Endüstri Meslek Lisesi	15
7	Matematik	16	Anadolu Öğretmen Lisesi, Anadolu Lisesi	8
8	Matematik	15	-	15
9	Matematik	28	Anadolu Lisesi, Meslek lisesi	13
10	Matematik	17	Anadolu Lisesi, Meslek lisesi, İlköğretim, özel dersane	2
11	Matematik	6	Ticaret Meslek Lisesi	4
12	Fizik	13	Özel dersane, Çok Programlı Lise	2
13	Fizik	12	Özel dersane, Meslek Lisesi	2
14	Fizik	5	Meslek Lisesi	3
15	Kimya	21	Özel dersane, İmam Hatip Lisesi, Anadolu Lisesi	4
16	Kimya	28	Genel Lise, İmam-Hatip Lisesi, Anadolu Lisesi, Ticaret Meslek Lisesi, Endüstri Meslek Lisesi, Süper Lise	6
17	Biyoloji	26	Endüstri Meslek Lisesi	24
18	Endüstriyel Otomasyon	1	Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	1
19	Endüstriyel Otomasyon	17	Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	17
20	Makine Teknolojileri	19	Endüstri Meslek Lisesi	11
21	Elektrik/ Elektronik	27	Endüstri Meslek Lisesi	12
22	İnşaat Teknolojisi	38	Endüstri Meslek Lisesi	38

İhtiyaç analizinin eğitimci ayağında ise 22 öğretmen yer almıştır. STEM eğitiminin doğası gereği farklı disiplinlerin entegrasyonu konusunda farklı disiplinlerden öğretmenlerle ihtiyaç analizi çalışması yapılmasına gereksinim duyulmuştur. Bu bağlamda STEM kavramının açılımında yer alan Fen (Fizik, Kimya, Biyoloji) dersleri öğretmenleri, teknoloji ve mühendislik ayağını temsilen meslek dersleri öğretmenleri ve matematik öğretmenleri ihtiyaç analizi çalışmasında yer almıştır. Ayrıca kurumda verilen eğitimin yöneticisi konumunda yer alan okul müdürü ve müdür yardımcılarında ikisi de bu çalışmaya katılmıştır.

Kurumun Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri bölümünde iki tane 11. sınıf şubesi ve bu şubelerde toplam 64 öğrenci bulunmaktadır. İhtiyaç analizi çalışmasının öğrenci ayağı bu 64 öğrenci ile yapılmıştır.

3.4.4. Eğitim/öğretim programının analizi ve STEM matematik modülünün yazımı için çalışma grubu. Araştırmanın yapıldığı meslek lisesinin Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri bölümünde okutulan meslek dersleri modüllerinin incelenmesi sürecinde, iki matematik ve iki endüstriyel otomasyon teknolojisi bölümü öğretmeni görev almıştır. Araştırmada bu modüllerde yer alan matematik bilgileri bu kişiler tarafından belirlenmiştir. Ortaya çıkarılan konuların yer aldığı, bölüm öğrencilerinin bölümleriyle ilgili gelecekteki meslekleriyle alakalı ihtiyaçlarına cevap verecek ve STEM eğitimine uygun olacak şekilde bir matematik modülü hazırlanmıştır.

3.4.5. Ders uygulamaları için çalışma grubu. Bu bölümün çalışma grubunu Endüstriyel Otomasyon Bölümünde yer alan iki 11. sınıftan biri kontrol, diğeri deney grubu olarak oluşturmaktadır. Gruplar bir alt sınıftaki matematik dersi başarısı, sınıf mevcutları ve cinsiyet dağılımı yönünden oldukça benzerdir. Tablo 3.2’de deney ve kontrol gruplarının yapısını göstermektedir.

Tablo 3.2

Deney ve kontrol grupları

Gruplar	Bölüm	Sınıf	Öğrenci sayısı	Kız	Erkek	10.sınıf matematik not ortalaması
Deney	Endüstriyel Otomasyon Tekn.	11	32	2	30	64,7
Kontrol	Endüstriyel Otomasyon Tekn.	11	32	3	29	61,2

3.4.6. Sürece ilişkin düşünceler formu için çalışma grubu. STEM temelli hazırlanan matematik dersi uygulamalarının yapıldığı 32 öğrenciden oluşan deney grubu öğrencilerine, uygulama ve etkinliklerin tümü bittikten sonra süreçle ilgili neler düşündüklerini ve uygulamalara yönelik ne tür fikir ve yorumları olduğunu öğrenmek amacıyla hazırlanan “Sürece İlişkin Düşünceler Formu” uygulanmıştır.

Bu araştırmanın yöntem bölümü içinde tanıtılan nicel ve nitel veri toplama araçları ve bu verilerin toplandığı katılımcılarla yapılan çalışmalar adım adım aşama olarak aşağıda açıklanmıştır.

3.5. Araştırmanın Aşamaları

Araştırma sekiz aşamadan oluşmakta olup Tablo 3.3’te verilmiştir.

Tablo 3.3

Araştırmanın aşamaları, katılımcılar ve veri toplama araçları

Araştırmanın Aşamaları	Katılımcılar	Veri Toplama Aracı
1. Aşama		
STEM Kariyeri Farkındalığı (Ön-test)	Deney Grubu (n=32)	STEM Kariyeri İlgi Anketi
Mesleki Matematik Bilgisi (Ön-test)	Deney ve kontrol grupları (n=64)	Mesleki Matematik Başarı Testi
2. Aşama		
STEM Eğitiminin Tanıtılması ve İhtiyaç Analizi Çalışması	Deney ve kontrol grupları (n=64), Öğretmenler (n=19) İdareciler (n=3)	Yarı Yapılandırılmış Görüşme, Yapılandırılmamış Anket, Gözlem
3. Aşama		
Matematik Modülü ve Ders Planı Hazırlama	Öğretmenler (n=4)	MEB Meslek Dersleri Modüllerini Tarama, İnceleme, Gözlem

4. Aşama	STEM Eğitiminin Deney Grubuna Derinlemesine Anlatımı	Deney Grubu (n=32)	Gözlem
5. Aşama	STEM Eğitimi Uygulaması	Deney Grubu (n=32)	Gözlem
6. Aşama	Projelerin Tamamlanması ve Sunumu	Deney Grubu (n=21)	Gözlem
7. Aşama	STEM Kariyeri Farkındalığı (Son-test) Mesleki Matematik Bilgisi (Son-test)	Deney Grubu (n=32) Deney ve kontrol grupları (n=64)	STEM Kariyeri İlgi Anketi Mesleki Matematik Başarı Testi
8. Aşama	Öğrencilerin Süreçle İlgili Fikir ve Yorumları	Deney Grubu (n=32)	Sürece İlişkin Düşünceler Formu

Birinci aşamada kurumun endüstriyel otomasyon teknolojisi bölümü 11. sınıfında öğrenim gören, çalışmanın deney grubunu oluşturan öğrencilere STEM kariyer ilgi anketi ve hem deney hem kontrol grubu öğrencilerine mesleki matematik başarı testi ön-test olarak uygulanmıştır. İkinci aşamada, eğitim sisteminin en önemli bileşenlerinden ikisini oluşturan öğrencilerin ve öğretmenlerin STEM eğitimi, STEM kariyerleri konularında bilgilenmeleri sağlandı ve bu eğitim şekli için ne gibi gereksinimlerin olduğu araştırılmıştır. Bu amaçla öğrencilere ve öğretmenlere ihtiyaç analizi çalışması yapılmıştır. Üçüncü aşamada, çalışmanın yapıldığı meslek lisesinin ilgili bölümünde okutulan meslek dersleri modülleri, iki matematik ve iki endüstriyel otomasyon bölümü öğretmeni tarafından incelenmiş ve bu modüllerde yer alan matematik bilgileri, matematiksel yapılar belirlenmiştir. Ortaya çıkarılan konuların yer aldığı, bölüm öğrencilerinin bölümleriyle ilgili gelecekteki meslekleri ihtiyaçlarına cevap verecek ve STEM eğitimine uygun olacak şekilde araştırmanın çıktısı olarak bir matematik modülü hazırlanmıştır. Bu modülün öğretileceği ve paralelinde STEM aktivitelerinin yer aldığı ders planları oluşturulmuştur. Dördüncü aşamada, deney grubuna STEM eğitimi daha detaylı şekilde anlatılmış, yurtdışında yapılan STEM eğitimi ile ilgili örnek uygulamalar (STEM okulları, STEM projeleri videoları gibi) gösterilmiştir. Liseden mezun olduktan sonra

yönelebilecekleri STEM kariyerleri ile ilgili bilgiler verilmiş, şu an dünyada ve Türkiye’de iyi eğitilmiş iş gücüne duyulan ihtiyaç konusunda öğrencilerin farkındalığını artırıcı bilgiler verilmiştir. Beşinci aşamada, hazırlanan ders planı doğrultusunda deney grubuyla yaklaşık üç ay süresince matematik modülü ve STEM aktivitelerini içeren uygulama çalışmaları yapılmıştır. Altıncı aşamada, uygulama kısmında deney grubunda yapılmaya başlanan projeler bitirilmiş ve okulda düzenlenen 4006 TÜBİTAK Bilim Fuarı’nda sunulmuştur. Yedinci aşamada daha önce deney ve kontrol gruplarına ön-testi uygulanan STEM kariyer ilgi anketi ve mesleki matematik başarı testi son-test olarak uygulanmıştır. Sekizinci ve son aşamada öğrencilerin yaşadıkları süreçle ilgili fikirlerini öğrenmek amacıyla hazırlanan Sürece İlişkin Düşünceler Formu uygulanmıştır.

3.6. STEM Matematik Modülü

Öğrenciler ve öğretmenlerle yapılan ihtiyaç analizi çalışmasından elde edilen bulgular meslek liselerinde öğrencilerin mesleki açıdan eksik olduklarını düşündükleri ve ihtiyaçlarına cevap verecek bir matematik programından yoksun olduklarını ve buna gereksinim duyduklarını göstermiştir. Bu eksikliğin giderilmesine öncülük etmek amacıyla STEM temelli matematik modülü hazırlanmasına karar verilmiştir.

3.6.1. STEM matematik modülü ve ders planının hazırlanması. Araştırmanın yürütüldüğü Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri bölümünde okutulan tüm meslek dersleri için kullanılan ve MEB tarafından hazırlanan meslek dersleri modülleri ve eğitsel materyaller Milli Eğitim Bakanlığı’nın Mesleki Eğitim ve Öğretim Sistemini Güçlendirme Projesi (MEGEP) internet sitesinden alınmıştır. Bu dersler, ders içeriğindeki modüller ve modül kitapçıklarının sayfa sayıları aşağıda Tablo 3.4’te listelenmiştir;

Tablo 3.4

MEGEP Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri Bölümü dersleri ve modülleri

Ders Adı	Modül Adı	Sayfa Sayısı
Ardışık Kontrol	Asenkron Motor Kumanda Teknikleri	79
	Asenkron Motorlara Yol Verme (114 sayfa)	114
	Kumanda Devre Elemanları	66
	Operatör Panelleri	65
	Plc de Haberleşme	24
	Plc de Panel Kullanımı	47
	Plc ile Motor Kontrolü	88
	Plc ile Sistem Tasarımı	47
	Plc ile Ünite Kontrolü	55
	Plc Programlama (Endüstriyel Otomasyon)	87
	Plc Programlama Teknikleri	115
	Plc ye Hazırlık	71
	Sfc Programlama	71
	Temel Plc Sistemleri	80
Bilgisayar Destekli Çizim	Bilgisayar Destekli Çizim 1	60
	Bilgisayar Destekli Çizim 2	60
Mekanizmalar	Basit Mekanizmalar	70
	Dışli Mekanizmalar	35
	Kayış Kasnak Mekanizmaları	63
	Mekanizma Yapımı	92
	Temel Mekatronik Sistemler	74
Pnömatik ve Hidrolik Sistemler	Elektrohidrolik Sistemler	77
	Elektropnömatik Sistemler	97
	Hidrolik Sistemler	80
	İleri Pnömatik (Endüstriyel Otomasyon)	61
	Temel Pnömatik	81
Temel Endüstri Uygulamaları	Alternatif Akım Devreleri	45
	Analog Devre Elemanları	105
	Doğru Akım Devreleri	66
	Lehimleme Ve Baskı Devre	79
	Lojik Devreler 1	65
	Lojik Devreler 2	95
	Temel Güç Kaynağı Yapımı	57
	Transistörlü Devreler	35
Temel Mekanik	El Tesviyeciliği 1	81
	El Tesviyeciliği 2	79
	Temel Frezeleme	75
	Temel Tornalama 1	100
	Temel Tornalama 2	69
Toplam		2810

Yukarıda listelenen meslek dersleri modülleri bir matematik öğretmeni ve bir endüstriyel otomasyon teknolojileri bölümü öğretmeni tarafından birlikte incelenerek bu modüllerde yer alan matematiksel yapılar, matematikle ilişkili kısımlar belirlenmiştir. Daha

sonra başka bir matematik ve endüstriyel otomasyon teknolojileri bölümü öğretmeni modülleri aynı şekilde incelemiştir. Bu sayede ilk incelemenin güvenilirliğinin ve disiplinlerarası işbirliğinin güçlendirilmesinin sağlanması amaçlanmıştır.

Öğrencilerin modüllerdeki mesleki ve teknik konuları yeterli düzeyde anlayabilmeleri için mevcut eğitim sisteminde lise ileri matematik dersi müfredatında yer alan rasyonel sayılar, üslü ifadeler, köklü ifadeler, sembolik mantık, taban aritmetiği (binary sistem), trigonometri, iki ve üç boyutlu geometrik şekillerin alan ve hacimleri, vektörler, vb. konularında bilgi sahibi olmaları gerektiği görülmüştür. Çalışmanın yapıldığı bölüm teknoloji ve mühendislik temelli ve amaçlı bir bölüm olduğu için MEB'in yayınladığı meslek dersleri modülleri de yoğun şekilde matematik ve fen dersleri bilgisi gerektirmektedir.

Şekil 3.3

Temel Endüstri Uygulamaları dersi Lojik Devreler Modül örneği sayfa 4

Örnek 1.3: Şekil 1.8'deki LED'ler 8 bitlik bir sayının görüntüsü olarak kullanılmıştır. LED sönmük olduğunda binary olarak 0, ışık verirse 1 rakamına karşılık gelir.

Çözüm 1.3:

(a) $00000101_2 = 5$	
(b) $00001101_2 = 13$	
(c) $10010001_2 = 145$	
(d) $10101010_2 = 170$	

● : ON
○ : OFF

MSB (Most Significant Bit) and LSB (Least Significant Bit) are indicated for the 8-bit display.

Yukarıdaki örnek, 9. sınıf matematik programında yer alan taban aritmetiği ve ikili (binary) sistem konusunu bilmeyi gerektirmektedir.

Şekil 3.4

Temel Endüstri Uygulamaları dersi Lojik Devreler Modül örneği, sayfa 17

Giriş		Çıkış
A	B	Lamba X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(a) Doğruluk tablosu

(b) Mantıksal ifade $X = A \cdot B$

(c) Devre sembolü

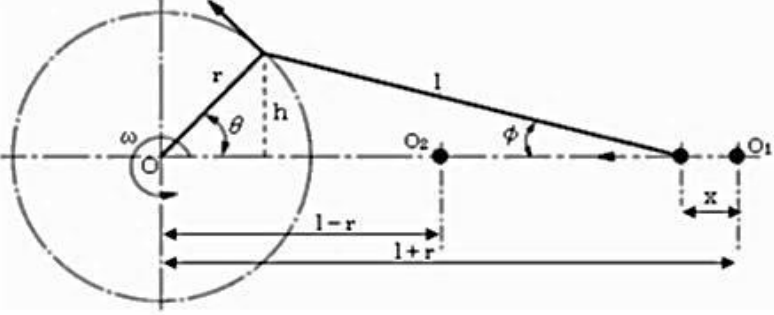
VE kapısı

Aşağıda Şekil 3.6'daki örnekte ise öğrencinin üçgen ve çember geometrisi, trigonometri, denklem çözme, rasyonel ifadelerde işlemler, üslü ve köklü ifadelerde işlemler gibi lise matematik müfredatının farklı düzeylerinde öğretilen matematiksel konulara hâkim olması gerekmekte ve beklenmektedir.

Şekil 3.6

Mekanizmalar dersi Mekanizma Yapımı Modül örneği sayfa 22, 23

ÖRNEK: Biyelin (x) yer değiştirmesini, r uzunluğu 200 [mm], l uzunluğu 1200 [mm] ve (θ) açısı 60° için hesap ediniz.



$x = x_4 - x_3$ $x_4 = r + l$ $x_3 = x_1 + x_2$

$x_1 = r \cdot \cos \theta \rightarrow \cos \theta = \frac{x_1}{r}$ $\sin \theta = \frac{h}{r} \rightarrow h = r \cdot \sin \theta$

$\sin \alpha = \frac{h}{l} = \frac{r \cdot \sin \theta}{l}$ $x_2 = l \cdot \cos \alpha$

$\boxed{\begin{matrix} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \\ \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \end{matrix}}$ olduğunu hatırlayarak

$x_2 = l \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$ $x_2 = l \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{r \cdot \sin \theta}{l}\right)^2}$

$x_3 = (r \cdot \cos \theta) + \left(l \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{r \cdot \sin \theta}{l}\right)^2} \right)$

$x = x_4 - x_3 = (r + l) - \left\{ (r \cdot \cos \theta) + \left(l \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{r \cdot \sin \theta}{l}\right)^2} \right) \right\}$

$x = (200 + 1200) - \left\{ (200 \cdot \cos 60^\circ) + \left(1200 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{200 \cdot \sin 60^\circ}{1200}\right)^2} \right) \right\}$

$x = 112.6 \text{ mm}$

3.6.2. Matematik eğitimini STEM aktivitelere dönüştürmek

STEM eğitimi teoriden pratiğe geçişi esas alan ve uygulama ağırlıklı bir eğitim yaklaşımı olduğu için ders planlarına dersi öğrenci için daha anlamlı hale getirecek çeşitli etkinlikler eklemek gereklidir. Ancak bu etkinliklerin yapılabilmesi için öncelikle müfredatın buna uygun olması gerekir. Öğretim programında yer alan her konu etkinlik ve uygulama için uygun olmayabilir. Özellikle matematik gibi soyut kavramların çok olduğu ve somutlaştırmanın zor olduğu derslerde bunu yapabilmek kolay değildir. Buna ilave olarak kaliteli ve öğrenmeyi kolaylaştıracak ya da pekiştirecek bir aktivite planlamanın da ayrıca zorlayıcı olduğunu göz önünde bulundurmak gerekir.

3.6.2.1. Mevcut müfredat ve STEM eğitimi ile ilgililik düzeyi. Bilindiği gibi Türkiye’de, ilk ve orta dereceli okullarda uygulanan müfredatlar Milli Eğitim Bakanlığı’na bağlı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı tarafından geliştirilmekte ve uygulaması yapılmaktadır. Bu müfredatlara göre hazırlanan ders kitapları yine MEB tarafından öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılmaktadır. Bu programların genel yapısı, öğrencilerin öğrenmeleri gereken konuları, öğrenmenin gerçekleşmiş olması için öğrencilerin elde etmeleri gereken kazanımları, öğretme yöntem ve tekniklerini kapsamaktadır. STEM eğitimi de bazı yönlerden bu yapıya benzemektedir. STEM eğitiminde de öğrencilere öğretilen farklı disiplinlerden, STEM aktiviteleri, 21. yüzyıl becerileri ve uygulamalarla desteklenen konuların öğretilmesi söz konusudur.

2000’li yılların başından itibaren liselerde uygulanan öğretim programlarında çeşitli değişiklikler yapıldığı gözlenmektedir. Özellikle son on yılda müfredatlardaki yoğunluk azaltılmış, konular ve konu içerikleri sadeleştirilmiş, yapılandırmacı öğretim esas alınarak ders kitapları hazırlanmış ve yayınlanmıştır. Son birkaç yılda ilk ve ortaöğretim programlarında derslere STEM ile ilgili konular ve üniteler eklenmiştir. Ancak öğretmen eğitiminde bir değişiklik olmadığı için okullarda büyük oranda geçmişten gelen eğitim

anlayışı devam etmektedir. Çünkü eğitim konusunda bir değişiklik yapılmak istendiğinde bu değişiklik etkilediği her faktör ve boyutla ele alınmak zorundadır.

STEM eğitimi, eğitim programlarına iki farklı yöntemle entegre edilebilir. Bunlar, içerik ve bağlam entegrasyonudur. İçerik entegrasyonu, yapılandırılmış ya da yarı esnek, birden fazla disiplini içeren bir STEM müfredatının oluşturulması anlamına gelmektedir (Roehrig, Moore, Wang, & Park, 2012). Bağlam entegrasyonunun da ise disiplinlerden biri diğer disiplinlerin merkezine alınır ve disiplinlerin temel karakteristiklerinden bağımsız olarak merkeze alınan disiplini desteklerler (Çorlu ve diğerleri, 2014).

3.6.2.2. İyi bir STEM aktivitesinin yapısı. Müfredat entegrasyonu, öğrencilerin anlamlı öğrenmelerine ve disiplinlerarası eğitime olanak sağlar. Anlamlı öğrenme, öğrenilen bilgilerin gerçek hayatla bağlantısı kurularak başarılır. STEM eğitimi de bu bağlamda, anlamlı öğrenme için olanak sağlamaktadır (Yalçın, Kılıç & Atatay, 2016).

STEM aktivitelerini geliştirirken sürecin planlanmasında farklı branşlardan öğretmenler bir araya gelerek aşağıdaki adımlardan yararlanabilirler (Yalçın ve diğerleri, 2016):

Adım-1: Öğretmenler STEM ile ilgili alanlarda çalışıyor olmalı (Matematik, Fen, Teknoloji gibi).

Adım-2: Öğretmenler STEM'in öğrenme çıktılarını (bilgi, beceri ve tutumlar gibi) ilişkilendirip öğrenme içeriği arasındaki ilişki üzerine ve entegrasyonun mümkün olup olmadığına karar vermelidir.

Adım-3: Öğretmenler, STEM alanlarını göz ardı etmeden başarılarına göre seçilmeli ve öğrencilerin ilgisini çekecek bir etkinlik planlamalıdır. Bunu yaparken, etkinliklerin öğrenciler için eğlenceli ya da ilgilerini çekici olmasına dikkat ederken, etkinliklerde dersin ana hedefleri gözden kaçırılmamalıdır.

Adım-4: Öğretmenler, geliştirdikleri etkinlikleri önce kendileri uygulamalı ve etkinlikte bir eksiklik ya da hata olup olmadığını önce kendileri görmelidir. Böylece öğrencilerden gelecek sorulara karşı da hazırlıklı olmuş olurlar.

Adım-5: STEM etkinlikleri bireysel, gruplar halinde ya da tüm sınıfın birlikte yaptığı etkinlikler olabilir. Bunun için gerekli donanım öğretmenler ya da kurum tarafından öğrencilere sağlanmalıdır.

Adım-6: STEM etkinliğinin her grup tarafından yapılmasına ve sonuçlarının kaydedilmesine dikkat edilmelidir.

Bu adımlara ek olarak, STEM etkinliğini hazırlayan öğretmenlerin, etkinliğin eğitimsel özellikleri yanında ekonomik ve güvenlik tarafına da dikkat etmeleri gerekir.

3.7.Verilerin Analizi

Çalışmada hem nicel hem nitel veriler toplanmıştır. Bu verilerin incelenmesi, sınıflandırılması, kavramsallaştırılması ve değerlendirilmesi amacıyla çeşitli analiz yöntemleri kullanılmıştır. Aşağıda, çalışmada toplanan nicel ve nitel verilerin analizi için kullanılan yöntemlerden bahsedilmiştir.

3.7.1. Nicel Verilerin Analizi. Çalışmada kullanılan STEM kariyer ilgi anketi ve mesleki matematik başarı testi çalışmanın nicel veri toplama araçlarıdır. Bu araçlarla elde edilen verilerin analizi istatistiksel yöntemlerle yapılmıştır ve bunun için de Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 20.0 programı kullanılmıştır. Nicel verilerin analizinde, uygun istatistiğe karar vermeden önce, verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesi için çarpıklık (Skewness) katsayılarına bakılmış, puanların normallik varsayımına uyup uymadığı kontrol edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda puanların normal dağıldığı görülmüştür. Böylelikle nicel verilerin analizinde parametrik istatistiklerin kullanılması uygun bulunmuştur.

Kontrol ve deney gruplarına uygulanan mesleki matematik başarı testinin ön test ve son test puanlarında gruplar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını araştırmak amacıyla bağımsız iki örneklem t-testi uygulanmıştır. Kontrol ve deney gruplarının ön test ve son test puanlarında ayrı ayrı gruplar bazında anlamlı bir fark olup olmadığını araştırmak için ise eşleştirilmiş t-testi kullanılmıştır. Sadece deney grubuna uygulanan STEM kariyeri ilgi anketinin ön test – son test puanlarının karşılaştırılmasında eşleştirilmiş t-testi kullanılmıştır. Analizlerden elde edilen bulgular çalışmanın bulgular ve tartışma bölümünde değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

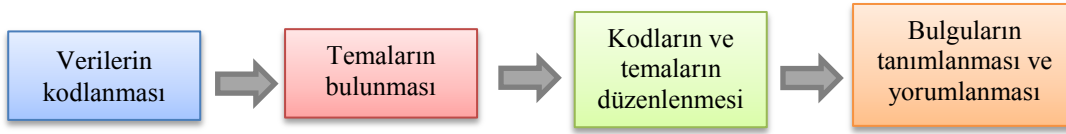
3.7.2. Nitel verilerin analizi. Öğretmenlerden ve kontrol ve deney gruplarındaki öğrencilerden toplanan ihtiyaç analizi çalışmalarının verileri, deney grubunda yer alan öğrencilerden Etkinlik Değerlendirme Formu ve Sürece İlişkin Düşünceler Formu ile elde edilen veriler ve tüm süreç boyunca araştırmacının yaptığı gözlemler çalışmada toplanan *nitel* verileri oluşturmaktadır.

Nitel verilerin analizi, araştırmadan toplanan nitel verilerin içinde gizlenmiş bilginin keşfedilme ve ortaya çıkarılma sürecidir (Bogdan & Biklen, 2007). Araştırma problemleri, veri toplama araçları gibi araştırmadaki farklı yöntemsel boyutlar nitel verilerin hangi analiz türüyle analiz edileceğini belirler (Glesne, 2013). Bu çalışmada, araştırmacının gözlemleri dışındaki nitel verilerin analizinde literatürde yer alan analiz türlerinden tematik analiz kullanılmıştır.

Tematik analizde temel amaç, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. Tematik analizde temelde yapılan işlem, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde düzenleyerek yorumlamaktır (Strauss & Corbin, 1990).

Tematik analiz Creswell'in (2009) Şekil 3.7'de gösterilen tematik analiz aşamaları göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir.

Şekil 3.7

Tematik analiz aşamaları

1. Verilerin kodlanması: Verilerin kodlanması aşamasında, veri toplama araçları ile toplanan veriler incelenerek, anlam bütünlüğü olan bölümlere ayrılmaya ve bu bölümlerden her birinin ne anlam ifade ettiği bulunmaya çalışılmıştır. Bu bölümler bir sözcük, bir cümle, paragraf ya da bir sayfalık veri olabilir. Bu bölümlerin her biri isimlendirilmiş, başka bir ifadeyle kodlanmıştır (Neuman, 2012). Strauss ve Corbin (1990) üç tür kodlama biçiminden bahsetmektedir. Bunlar:

- Daha önceden belirlenmiş kavramlara göre yapılan kodlama,
- Verilerden çıkarılan kavramlara göre yapılan kodlama,
- Genel bir çerçevede içinde yapılan kodlamadır.

Bu çalışmada ise sayılan kodlama türlerinden ikincisi olan ‘verilerden çıkarılan kavramlara göre yapılan kodlama’ kullanılmıştır.

2. Temaların bulunması: Temaların bulunması aşamasında, ikinci aşamada ortaya çıkan kodlar temel alınarak, eldeki verileri gerekli seviyede temsil edebilen ve bu kodları belli başlıklar altında birleştirebilen temaların bulunması gerekmektedir. Bu amaçla öncelikle kodlar incelenerek kesişimler bulunmaya çalışılır. Buna tematik kodlama da denir. Tematik kodlamada belirlenen kodların kesişimlerinin saptanması ve buna göre aralarında ilişki bulunan kodları bir araya getirebilecek temaların belirlenmesi gerekir. Tematik kodlamada göz önünde bulundurulması gereken iki önemli prensip söz konusudur. Bunların birincisi, iç tutarlılıkla ilgilidir. Temaların altında yer alan verilerin bir anlam bütünlüğü içinde olup olmaması tematik kodlamada dikkat edilmesi gereken bir ilkedir. İkinci ilke ise, ortaya çıkan temaların tümünün araştırmada elde edilen verileri anlamlı bir biçimde temsil edebilmesiyle

ilgilidir. Bu da temaların, ayrı ayrı birbirinden farklı ama bir arada anlamlı bir bütün oluşturmaları demektir ve bu durum tematik kodlamada dış tutarlılığı ifade eder. Çalışmanın nitel verileri için bulunan temalar çalışmanın Bulgular ve Tartışma bölümünde ayrıntılı olarak işlenmiştir.

3. Kodların ve temaların düzenlenmesi: Kodların ve temaların düzenlenmesi aşamasında, önceki aşamalarda bulunan kodlar ve temalar tanımlanır, düzenlenir ve araştırmacının yorumu olmaksızın anlaşılır bir dille sunulur.

4. Bulguların tanımlanması ve yorumlanması: Araştırmacının görüşleri ve yorumları toplanan verilerin açıklanmasında ve bu verilere anlam kazandırılmasında oldukça önemlidir. Bu sebeple son aşamada araştırmacı toplanan verilere anlam kazandırmak, bulgular arasındaki ilişkileri ifade etmek, neden-sonuç ilişkileri kurabilmek, bulgulardan sonuçlar çıkarmak ve bu sonuçların neden önemli olduğunu açıklamak için yorumlar yapmak zorundadır (Yıldırım & Şimşek, 2008). Bu çalışmada da temaların bulunmasının ardından, ortaya çıkan temalar yorumlanmış ve sonuçlarına ilişkin değerlendirmelerde bulunulmuştur.

4. Bölüm

Bulgular ve Yorumlar

Yöntem bölümünde Şekil 3.1.'de sunulduğu üzere, karma yöntem ile bu araştırma kapsamında nicel ve nitel veriler toplanmıştır. Bu bölümde, çalışmanın Giriş bölümünde sunulan araştırma soruları ışığında toplanan verilerin analiz edilmesi ile ulaşılan bulgular ve bu bulguların tartışılması ve yorumlanması yer almaktadır.

4.1. Birinci Araştırma Sorusu için Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın Giriş bölümünde yer alan araştırma sorularından birincisi “STEM eğitiminin uygulanmasında öğrencilerin, öğretmenlerin ve okul idarecilerinin ortaya çıkabilecek olası ihtiyaçlar konusunda fikirleri ve STEM eğitimi uygulamasından beklentileri nelerdir?” sorusudur. Bunun cevaplanması amacıyla eğitim sisteminin en önemli bileşenlerinden ikisini oluşturan öğrencilerin ve öğretmenlerin STEM eğitimi, STEM kariyerleri konularında bu araştırma kapsamında bilgilenmeleri sağlanmış ve bu eğitim şekli için araştırmanın yapıldığı kurumda ne gibi gereksinimlerin olduğu ve uygulamadan ne tür beklentilerinin olduğu araştırılmıştır. Bu amaçla Yöntem bölümünde de detaylandırıldığı üzere öğrenciler, öğretmenlerle ihtiyaç analizi çalışması yapılmıştır. Eğitimde ihtiyaç analizi, öğretmenlerin ve öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamak için uygulanan yapıcı ve olumlu bir değişiklik yapmayı sağlayan bir araçtır. İhtiyaç analizi, eğitimde “*var olan durumu*” belirleyip “*neye ihtiyaç var/neler yapılmalı*” sorularına sistematik bir şekilde cevap arar (Brown, 1995; Kaufman & English, 1979, s. 8). İhtiyaç analizi çalışması ile toplanan nitel veriler tematik analiz yöntemi ile analiz edilmiştir (Weber, 1990). STEM eğitimi kapsamında yapılan ihtiyaç analizi çalışması sonucunda elde edilen veriler ve bu verilerle ilgili değerlendirmeler aşağıda iki alt başlık altında sunulmuştur: Öğrencilerden (n=64) elde edilen bulgular, öğretmenlerden (n=22) elde edilen bulgular.

4.1.1. Öğrenci ihtiyaç analizinden elde edilen bulgular. Öğrencilerin STEM ile ilgili ihtiyaçlarını ortaya çıkarmak için öğrencilere yapılandırılmamış anket yoluyla ihtiyaç analizi kapsamında araştırma amaçları ile paralel iki soru sorulmuştur:

1. Okulumuzda STEM eğitimini uygulamak istesek STEM eğitiminin gerçekleşmesi için sizce ne tür *ihtiyaçlar* ortaya çıkar?
2. Okulumuzda uygulanacak STEM eğitiminden *beklentileriniz* neler olurdu?

Yapılandırılmamış anket yoluyla 64 öğrenciden toplanan cevapların (verilerin) tematik analiz ile incelenmesinin ardından ortaya çıkan belirgin temalar Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1

Öğrenci ihtiyaç analizi temaları

Soru	Temalar	Sayı
(i) Okulumuzda STEM eğitimini uygulamak istesek STEM eğitiminin gerçekleşmesi için sizce ne tür <i>ihtiyaçlar</i> ortaya çıkar?	1. STEM eğitimi verecek yeterliklere sahip, STEM konusunda eğitim almış öğretmenler	39
	2. STEM eğitiminin etkili gerçekleşmesi için uygun bir ortam ve araç gereçler	34
	3. Eğitim programının STEM eğitimine göre adaptasyonu	26
(ii) Okulumuzda uygulanacak STEM eğitiminden <i>beklentileriniz</i> neler olurdu?	1. STEM, uygulama ağırlıklı olduğu için konuların daha iyi anlaşılması, farklı bakış açıları geliştirilmesi ve öğretimin verimliliğinin artırılması.	37
	2. Meslek liselerinden kendi alanında daha iyi yetişmiş bireyler (mühendis, teknisyen, tekniker) ortaya çıkması ve bunların ülke ekonomisine katkı yapması	27
	3. Derslerin daha ilgi çekici ve eğlenceli olması	23

İhtiyaç analizi çalışmasına katılan 64 öğrencinin öngördüğü ihtiyaçlar incelendiğinde üç ana tema öğrenciler tarafından vurgulanmıştır: STEM konusunda eğitim almış öğretmen ihtiyacı (n=39), STEM eğitiminin sağlıklı ve düzgün bir şekilde gerçekleşmesi için uygun bir ortam ve donanım, ekipman ihtiyacı (n=34) ve mevcut eğitim programının STEM eğitime göre adapte edilmesi ihtiyacıdır (n=26).

Öğrencilerin STEM eğitiminden beklentileri için verdikleri yanıtlar incelendiğinde yine üç ana temanın vurgulandığı görülmektedir. STEM eğitimi, uygulama ağırlıklı olduğu için konuların daha iyi anlaşılacağı, farklı bakış açıları geliştirileceği ve öğretimin verimliliğinin artacağı (n=37) öğrencilerin en çok vurguladığı beklenti olarak ortaya çıkmıştır. Bunun ardından meslek liselerinden kendi alanında daha iyi yetişmiş bireyler (örneğin, mühendis, teknisyen, tekniker) ortaya çıkması ve bunların ülke ekonomisine katkı yapması (n=27) ve derslerin daha ilgi çekici ve eğlenceli olması (n=23) beklentileri gelmektedir.

Öğrenciler arasında en çok vurgulanan ihtiyaç, STEM eğitiminin eğitim gördükleri kurumda alacakları mevcut eğitimden farklı olacağı algısı ve bu nedenle STEM eğitimi verecek yeterliklere sahip STEM konusunda eğitim almış öğretmenlere ihtiyaç olacaktır (n=39). Bu noktada öğrencilerin birincil bilgi kaynağı olarak öğretmenleri gördükleri ve eğitimin niteliği ile öğretmenin niteliği arasında çok yüksek bir korelasyon olduğunu düşündükleri, ayrıca öğrenci bakış açısında öğretmen faktörünün rol model olma bağlamında ne kadar önemli bir etken olduğu söylenebilir. Öğrenci verilerinden örnekler:

Öğrenci 2: STEM uygulanırsa çok faydalı bir eğitim sistemi olur. Konuyu işleyerek, anlayarak öğrenmiş oluruz. Liseden mezun olduktan sonra iş yaşamında iş bulmamız kolaylaşır hem de ülkemizde işsizlik azalır. Okullarda bu ortamların hazırlanması için, onları çok iyi bilen hocalar vs. gereksinim duyulacaktır. STEM eğitimi, her yönden faydalı, uygulanabilir bir sistem gibi görünüyor.

Öğrenci 8: STEM eğitimi için STEM alanında eğitilmiş gönüllü öğretmenler ve AR-GE yeteneği olan insanlar okulumuz için ihtiyaç olarak karşımıza çıkabilir.

Öğrenci 10: Bu uygulama dâhilinde ders saatleri biraz daha azaltılmalıdır. Akılda kalıcılık yaratabilir. Bu uygulamaya dair müfredat hazırlanıp öğretmenlere eğitim verilmelidir.

Öğrenci 12: STEM eğitimi çok iyi görünüyor, bence [meslek lisesi] öğretmenlerimizin bilgi seviyelerini artırması lazım bu eğitim için. Bir de uygulama ortamları

okulumuzda fazla müsait değil. STEM için hazırlıklar yapılırsa uygulama etkili olabilir.

Öğrenci 14: Eğer okulumuzda STEM eğitimi uygulanmak istense karmaşık ve tek tek ders işlenmek zorunda olan o dört ders [fen, teknoloji, mühendislik ve matematik]

STEM sistemiyle daha anlaşılır bence. Zaman açısından da daha uygulanabilecek bir

sistem olarak görüyorum. Eğitim sistemi açısından da aynı zorluklar kalkabilir. Fakat

öğretmenler ve uygulama alanları açısından bazı sorunlar olabilir. Bunlar yeterli alan,

yeterli bilgiye sahip öğretmenler ve kullanılacak araç gereçlerdir. Bu nedenle

öğretmenlerin STEM konusunda eğitim almaları ve okulumuzun gerekli hazırlıkları

yapması gerekir diye düşünüyorum.

Öğrenci 17: İhtiyaç olarak bu alanda iyi yetişmiş, bilgili öğretmenlere ihtiyaç

olacaktır.

Öğrenci 23: Bu alanda iyi yetişmiş öğretmen bulunamayabilir, öğretmenler iyi

yetişmemişse sorun çıkabilir, öğretmen eğitimi daha uzun sürebilir. Bu nedenle iyi

eğitilmiş STEM öğretmenleri yeni STEM öğretmenlerinin eğitimini sağlamalıdır.

Öğrenci 35: Bir meslek lisesinde okuyan öğrenci olarak STEM eğitiminin çok sağlıklı

ve yararlı bir program olacağını düşünüyorum. Derslerin uygulamalı yapılmasında bir

sorun olmayacaktır, fakat eksiklikler var. Uygulamalı olarak gösterilen araç ve

gereçler okulumuzda zarar görebilir veya bu araç gereçleri kullanmayı bilmeyen

bireyler olabilir. Bununla ilgili öğretmenlere eğitim verilebilir.

Öğrenci 38: Aslında güzel bir sistem. Bir sorun çıkacağını sanmıyorum. İhtiyaç olarak

bu dersleri anlatacak öğretmen açığı olabilir.

Öğrenci 64: Her öğretmenin ayrı bir branşı varken farklı branşları bir araya toplamayı

amaç edinmiş STEM'i öğrenciye aktarması için öğretmenlerin aldıkları öğretmenlik

eğitimine ek olarak tekrar bir eğitimden geğemesi gerekir. Emekliliđi yaklaşmış oğretmenlerin ve birçoğunun bu sisteme olumlu bakacağını sanmıyorum. Ođrenciler ağısından hepsini bir arada toplamanın olumlu olduğu, daha çok yarar sağlanacağını dűřünüyorum.

Ođrenci ihtiyađ analizinde ihtiyađ olarak vurgulanan STEM eđitimini verecek ođretmenin eđitimi, yetkinliđi ve bu alanda oluřabilecek ođretmen ihtiyađı ilgili literatűrde gűndemde olan tartıřma ve yayınlanmıř arařtırma bulguları ile tutarlılık gűstermektedir. STEM uzmanlarının hemfikir olduđu eđitimi STEM ođretmenleri ihtiyađından dolayı literatűrde STEM eđitimi verecek ođretmenlerin eđitimi konusunda yapılan arařtırmalar da bulunmaktadır (bkz. Baker, Doyle & Yoon 2011; Hagedorn & Purnamasari, 2012; Kirchhoff & Lawrenz, 2011; Liou, Kirchhoff & Lawrenz, 2010; NRC, 2011; Rogers & Portsmore, 2004; Shulman, 1987; Sanders, 2009; Stohlmann, Moore & Roehrig, 2012; Wilson, 2011; Gonzalez & Kuenzi, 2012; Wang, Moore, Roehrig & Park, 2011).

STEM eğitimi en genel anlamda uygulamayı esas aldığı ve teorik derslerin paralelinde etkinlikler de iğerdiği iđin derslerin işlenişi iđin gerekli donanım ve arađ gereğlerin bulunduğu uygun ortamlar gereklidir. STEM kavramının teorik tarafını teşkil eden Fen ve Matematik ile pratiğe yűnelik kısmını oluşturan Teknoloji ve Műhendislik derslerinin uyumu ve sağlıklı entegrasyonu ancak uygulamalarla műmkűn olabileceği iđin 34 oğrenci STEM uygulamaları iđin gerekli donanım ve uygun eğitim ortamı ihtiyağını vurgulamıştır.

Oğrencilerden toplanan veriler ışığında bu cevaplardan örnekler:

Oğrenci 7: Bence okulda araç gereç sorunundan başka ihtiyaç yoktur. Kimya dersinde bile deney yapamıyoruz. Eğer STEM eğitimi için gerekli ortam ve araç gereçler hazırlanmazsa STEM uygulansa bile işe yaramaz.

Öğrenci 19: Bu uygulama için öğretmenlerin farklı şekilde eğitim görmeleri ve okulların yeniden düzenlenmesi gerekir. Bizim okul meslek lisesi olmasına rağmen atölye ve laboratuvar olarak bir sürü eksik var. Deney yapamıyoruz fen derslerinde.

Öğrenci 26: Bu STEM eğitimi için izlediğimiz videolarda gördüğümüz yurtdışındaki okullarda sınıflar bizimkilerden çok farklı. Onların sınıfları bizim atölyelere benziyor, ama daha güzeli. Birçok araç gereç malzeme olması gerekir. Bir de videolardaki öğretmenler biz öğretmenlere hiç benzemiyor. Onlar hep güler yüzlü ders anlatıyor. Bizim öğretmenler çok ciddi.

Öğrenci 41: Bizim okulda uygun ortam ve malzeme konusunda çok fazla sıkıntı olmasa da başka okullarda çok ciddi ihtiyaçlar ortaya çıkar. Bizde atölyeler var ama başka okullarda yok.

Öğrenci 56: Bölüm derslerinde atölyelerde kullandığımız araç gereçlerin bir kısmı bozuk, bir kısmı eski, güncel değil. Şimdiki sistemde bile bu konularda eksiklikler çokken kültür derslerini de meslek derslerimizle iç içe görmekte çok sıkıntı yaşanabilir diye düşünüyorum. Sanırım böyle bir eğitime geçiş devlete çok pahalıya patlar.

26 öğrencinin, STEM eğitimi uygulandığında mevcut eğitim programında, derslerin öğretiminde ve ders içeriklerinde değişiklik ihtiyacını ele aldığı görülmüştür. Yeni bir eğitim programı ya da eğitim sistemi uygulamasına geçişte en büyük zorluklardan biri kabul edilen eğitim programını yeniden düzenleme ihtiyacı öğrenciler tarafından da yaygın şekilde vurgulanmıştır. Bu bulgu, Wang ve diğerleri (2011) tarafından da detaylı tartışılmıştır. Wang ve diğerlerine (2011) göre STEM entegrasyonu bir tür müfredat entegrasyonudur. Müfredat entegrasyonu kavramı karmaşıktır çünkü konuların entegrasyonu sadece farklı konulara yer vermektense dünyadaki sorunların farkında olarak disiplinlerin birlikteliğini vurgular. Bu nedenle literatürde entegrasyon kelimesi “multidisipliner” ve “disiplinlerarası” kelimeleri ile sık sık tanımlanmaktadır (Wang ve diğerleri, 2011, s. 2).

Öğrenci verilerinden örnekler:

Öğrenci 3: Bu [STEM eğitimi] sistemin uygulandığı ülkeler varsa bu uygulamalar incelenip bizdeki meslek liselerinde de uygulanabilir. Derslerde gereksiz bilgiler yerine mezun olduktan sonra iş yaşamında ihtiyacımız olan, alanımızla ilgisi olan konuları öğrenmiş oluruz. Ama farklı derslerin konularının birleştirilip anlatılması konusunda müfredatın ve ders içeriklerinin iyi hazırlanmış olması gerekir.

Öğrenci 5: Bence bu sistemle dersler daha anlaşılır hale gelir. Konular daha iyi aklımıza girer, konular pekişir. Müfredatın iyi hazırlanması gerekir. Öğretmenler daha kaliteli olmalı ve bu sistemde her dersi de bilmeli. Konular birbirine entegre olurken ayrıntılı anlatılmalı.

Öğrenci 16: Bu uygulama dâhilinde ders saatleri biraz daha azaltılmalıdır. Akılda kalıcılık yaratabilir. Bu uygulamaya dair müfredat hazırlanıp öğretmenlere eğitim verilmelidir.

Öğrenci 29: Bildiğimiz ve anladığımız bir konunun üzerine konu işlememiz bizim daha rahat anlamamızı sağlar. Bence bu sistemi yapmadan önce meslek derslerinin daha iyi anlatılması ve öğrenilmesi gerekir. Yani bu sisteme geçmeden meslek dersleri düzeltilmeli.

Öğrenci 47: Bu uygulama [STEM eğitimi] seçmeli olarak gelebilir meslek liselerine. Ayrıca bu sistemi uygulamak için tüm hocaların iş birliği yaparak ders içeriklerini hazırlamaları ve uygulama derslerini bu içeriklere göre değiştirmeleri gibi bazı gereksinimler de ortaya çıkabilir. Ama bence güzel bir uygulama, okulumda olmasını isterdim.

STEM uygulamasının yeni bir eğitim sistemine geçişin önünü açacağı da öğrenciler tarafından belirtilmiştir. Öğrenci ihtiyaç analizi kapsamında toplanan veriler genel olarak değerlendirildiğinde, çoğu öğrencinin STEM eğitimi gerçekleştirilmesi fikrine yönelik olumlu

beklentiler besledikleri, olumlu bir tutum sergiledikleri ve uygulamanın faydalı olacağı algısının ortaya çıkabilecek potansiyel sorunlardan daha baskın olduğu çıkarımı yapılabilir. Bu bulgu, literatürde öğrencilerin STEM eğitimine olumlu bakış sergilediği sonucunu çıkaran birçok araştırma sonucu ile tutarlıdır (Mahoney, 2010; Tseng ve diğerleri, 2013; Potvin & Hasni, 2014). Öğrencilerin STEM eğitiminden beklentilerini örneklendirmek gerekirse aşağıdaki cevaplar görülebilir:

Öğrenci 3: STEM alanları ile hayata dair beceriler edinebiliriz.

Öğrenci 4: Dersler daha eğlenceli ve ilgi çekici olur. Eğitim sistemi daha düzenli olur.

Öğrenci 6: Eğer okulumuzda STEM eğitimi uygulanırsa daha sağlıklı ders işleneceğini ve dersleri daha iyi anlama öğrenme açısından daha doğru olacağını düşünüyorum. En azından ders işlerken bunu biz günlük hayatta nerede göreceğiz gibi bir soru olmayacağını düşünüyorum.

Öğrenci 8: Meslek liseleri ülke genelinde gerçekten kalifiye eleman yetiştirecektir ve ülke ekonomisine destek sağlayacaktır.

Öğrenci 11: Kendi alanında daha iyi yetişmiş elemanlar (yani mühendisler, teknikerler ve teknisyenler) ortaya çıkacaktır.

Öğrenci 25: STEM eğitim sistemi bence olması gereken bir sistem. Çünkü bir dersi sadece teorik bilgisini öğrenmek yetmez. Onu uygulamalı şekilde öğrenmemiz gerekli. Bu yüzden uygulamalı ve hayata dair bilgiler daha faydalı olur.

Öğrenci 31: Konuyu kavramak daha rahat olabilir. Ders saatleri düşer ve konular öz olarak anlatılır böylece kafa karışıklığı olmaz. Böylece 11.sınıfta gördüğümüz konular 9 veya 10 [. sınıflarda] da görerek bize üniversiteye hazırlık için bir iki yıl kazandırır. Bu da üniversiteye hazırlananlar için büyük şans.

Öğrenci 37: STEM eğitimi uygulama ağırlıklı olduğu için konuları daha iyi anlarız, bence bu sistemle dersler daha anlaşılır hale gelir, farklı bakış açıları geliştirebiliriz, daha verimli, faydalı olabilir.

Öğrenci 44: Dersler daha ağır olur ama üniversite sınavında, mühendis olunca daha iyi mühendisler, teknikerler ve teknisyenler ortaya çıkacaktır. Bu tür bir sistem olursa eğer; eğitim sisteminde köklü bir değişim gerekli, öğretmenler KPSS puanına göre değil ders anlatabilme, istekli olma gibi önceliklere göre alınmalı gibi ihtiyaçlar bence gerekli. Ancak bu sistem uygulanırsa ülkedeki mühendislik kalitesi artacaktır. Meslek liselerinin kalitesi ve başarısı artacaktır. Meslek liseleri ülke genelinde gerçekten kalifiye eleman yetiştirecektir ve ülke ekonomisine destek sağlayacaktır.

Öğrenci 52: Beklentim daha yüksek olur. Üniversite sınavında zaten meslek lisesi olarak 1-0 geride başlıyoruz. Bence üniversite sınavında zorlanırsınız. Çünkü okuduğumuz bölümün soru tipleriyle üniversite sınav soruları bir olmayacaktır. Zaten üniversiteye tam hazır değiliz. Bence bu STEM eğitiminden önce normal eğitim düzenlensin. Biz mühendislik eğitimini görüyoruz ama kültür dersleri az, meslek dersleri çok. Bizim mühendis olmamız gerekiyorsa daha çok kültür dersi görmeliyiz ki üniversite sınavında mühendislik kazanalım. Bence bu sistem düzenlensin.

Öğrenci 56: Meslek liselerinin kalitesi ve başarısı artacaktır. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik daha ön plana çıkacaktır.

Bu olumlu algı ve beklentilerin yanında bazı öğrenciler STEM eğitimi uygulanması durumunda karşılaşılabilecek olası olumsuz durumlardan ve problemlerden de bahsetmiştir.

Bu sorunlar, öğrenciler arasındaki bireysel farklılıklar, öğrenci velileri ve öğretmenlerin STEM eğitimine reaksiyonu ve STEM eğitimi için uygun koşulların eksikliği gibi çeşitli boyutlarda öğrenciler tarafından belirtilmiştir. Öğrenci verilerinden örnekler:

Öğrenci 1: Konular birbirine girebilir, karışıklık olabilir.

Öğrenci 9: Öğrencilerin bu sisteme alışma problemi olabilir veya bu sistem için öğrenciler gerekli seviyede olmayabilir.

Öğrenci 18: Bizim okulda bu eğitim olursa illa ki bir sorun çıkar. Çünkü o kadar öğrenci var ve bazıları gelip eve gideyim diye bekliyor. O yüzden bence STEM eğitimi almak isteyen öğrenciler için ayrı sınıf açılabilir.

Öğrenci 24: Ara sınıflarda pek olmayabilir ama son sınıflarda sorun çıkabilir. Veliler kabul etmeyip tartışma çıkartabilir. Öğretmen sıkıntısı yaşanabilir. Hatta ön 5-6 yıl öğrenciler düzgün ders işleyemeyebilirler. Amacına ulaşmadan uygulama iptal edilebilir.

Öğrenci 33: Başta öğretmenlerin de bu uygulamayı kabul edeceğini düşünmüyorum. Normal bir dersin konusunda zorlanan hocalar var, birkaç dersi birleştiremezler gibi geliyor.

Öğrenci 45: Uygulama ortamları uygun olmayacağı için bu sistem uygulanamaz. Bazı öğretmenlerin umursamaması belki bu sistemin sorunu olabilir. Yeterli malzeme olmaması ve öğrencilerin temellerinin kötü olması nedeniyle bu sistem uygulanamaz.

Öğrenci 50: Okulumuzda yeni bir eğitim sistemi olduğunda öğretmenlerin buna alışması zor olabilir ve neye göre not vereceklerini, nasıl olacağını bilmediklerinden belki bizim notlarımıza zararı olabilir. Okulumuzda deneyleri yapmaya yerimiz yok. Bu sistem faydalı gözüküyor ama bardağın sadece dolu tarafına bakmak olmaz.

Öğrenci 57: Böyle bir eğitim okulumuzda uygulanacak olursa, öğrencilerin derse olan katkısı ve ilgisi artar diye düşünüyorum. Yapılacak olan uygulamalar ve deneyler için gerekli olacak aletler vs. konusunda sorun çıkabilir. Bunun dışında öğretmenlerin de bu eğitimi uygulamak istemeyeceklerini düşünüyorum.

Öğrenci 61: Sorun çıkabilir. Çünkü bu derslere ilgi duymayan öğrenciler olabilir.

Öğrenci 64: Böyle bir sistemde araç ve ders anlatımı konusunda sorunlar çıkabilir.

Öğrenciler STEM eğitimi uygulanması durumunda potansiyel ihtiyaçları tartışırken, STEM eğitiminin getirebileceği olası faydalardan (örneğin, istihdam, derslerin uygulamalı yapılması) ve bu ihtiyacı karşılarken ortaya çıkabilecek sorunlardan da (örneğin öğretmenlerin STEM eğitimini gerçekleştirirken karşılaşılabileceği zorluklar, sınavların öğrenci açısından daha karmaşık ve zor hale gelmesi) örnekler vererek ihtiyaçları belirtmişlerdir. Bu temalara ek olarak bazı öğrenciler meslek liselerinde STEM eğitimi olması durumunda diğer okullardan farklı müfredat uygulamanın üniversite giriş sınavında sorun oluşturacağı (Köse, 1999), STEM müfredatının iyi hazırlanmama olasılığı ve STEM eğitimi uygulamanın amacına ulaşmadan MEB tarafından sonlandırılma olasılığı gibi kaygılarını da paylaşmıştır:

Öğrenci 36: Bence üniversite sınavında zorlanırsınız. Üniversite sınavında meslek liselerine ayrı soru sormaları gerekir.

Öğrenci 48: Bölümde işlediğimiz dersler diğer liselerden farklı olacağı için üniversite sınavında sorun yaratabilir.

4.1.2. Öğretmen ihtiyaç analizinden elde edilen bulgular. STEM eğitimi uygulandığında öğrenen konumundaki öğrencilerden sonra öğretene ve uygulayan konumundaki öğretmenlerle de ihtiyaç analizi çalışması yapılmıştır. Çalışmaya katılan öğretmenlerin, çalışmanın yapıldığı kurumda çalışma sürelerine bakıldığında çoğu öğretmenin öğretmenlik tecrübesi 10 yıldan fazla süredir (ortalama 11,3 yıl) bu okulda çalıştıklarını göstermektedir. Toplam öğretmenlik süreleri bu süreden genelde daha fazladır (ortalama 19,6 yıl) (bkz. Tablo 3.2). Bu noktadan yola çıkarak bu öğretmenlerin kurum, kurumun öğrencileri ve ülkenin eğitim sisteminin işleyişi gibi pek çok konuda sağlıklı ve gerçekçi bir yargıya sahip oldukları söylenebilir. Bu araştırmanın yürütüldüğü meslek lisesinde 22 öğretmenle yarı yapılandırılmış görüşme yöntemiyle yapılan ihtiyaç analizi çalışmasında katılımcılardan altı soruya cevap vermeleri istenmiş ve görüşmeler ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir. Daha sonra

bu kayıtların transkripsiyonu yapılmıştır. Öğretmenlerin cevapları tematik analiz yöntemi ile incelendiğinde Tablo 4.2’de görülen temalar ortaya çıkarılmıştır.

Tablo 4.2

Öğretmen ihtiyaç analizi temaları

Soru	Ortaya Çıkan Temalar	Sayı
1. Okulumuzdaki öğrencileri matematiği öğrenme, anlama, günlük ve mesleki hayatlarına uygulayabilme yönünden değerlendirir misiniz?	1. Lise matematik müfredatında konu sayısı ve yoğunluğu çok fazla ve Meslek Lisesi öğrencilerinin matematik dersi açısından ilköğretimden gelen ve lisede devam eden altyapı ve kapasite eksikliğinin olması	20
	2. Öğrencilerimiz matematiğin mesleklerindeki rolü hakkında bilinçli olmaması	13
2. Ülkemizdeki tüm liselerde aynı matematik müfredatının uygulanıyor olması konusunda düşünceniz nedir? (Açıklayınız)	1. Doğru bulmuyorum: farklı okul türlerinde, öğrenci seviyesine ve okulun misyonuna göre farklı matematik ihtiyaçları olması	19
	2. Doğru buluyorum: tüm öğrencilerin üniversiteye devam edebilmek için aynı sınava girme zorunluluğu	3
3. Sizce okulumuzda STEM eğitimi uygulanmak istense sorun çıkar mı? (Hayır diyorsanız neden, Evet diyorsanız ne tür sorunlar çıkabilir?)	1. Hayır, sorun çıkmaz.	13
	2. Evet sorun çıkar.	9
4. Bu tür bir STEM eğitiminden beklentileriniz neler olur?	1. Matematik öğrenciler için daha anlamlı hale gelir.	13
	2. Öğrencilerin matematiğe ilgileri ve motivasyonları artar.	10
Ne tür ihtiyaçlar ortaya çıkar?	3. Günlük hayatla ve mesleki ihtiyaçlarla ilişkilendirilmiş bir matematik eğitimi öğrencilerimiz açısından faydalı olur.	10
	4. STEM eğitiminin uygulanabilmesi için titizlikle hazırlanmış müfredata, öğrenci sayısı azaltılmış ve donanımı sağlanmış sınıflara ve bu eğitimi verecek şekilde yetiştirilmiş öğretmenlere ihtiyaç duyulacaktır.	20
5. Bu tür bir STEM eğitiminin öğrencilerin kariyer seçiminde etkisi olur mu? (Açıklayınız.)	1. STEM eğitimi öğrencilerin kariyer seçimlerinde olumlu yönde etkili olur.	22
	1. Meslek liselerine özgü bir matematik müfredatı olmalıdır.	18
6. Meslek liselerine özgü bir matematik müfredatı olmalı mı? Bu konudaki önerileriniz nelerdir?	a) Müfredat, meslek lisesindeki bölümlerin konuların uygun olarak tekrar düzenlenmelidir.	10
	b) Müfredat sadeleştirilmeli ve basitleştirilmelidir. Öğrencinin ihtiyaçlarına, ilgisine ve seviyesine göre şekillenmelidir.	8
	2. Tüm okul türlerinde aynı müfredat uygulanmalıdır.	4

Tablo 4.2’de gösterilen temaları ortaya çıkaran öğretmen cevaplarından örnekler aşağıda sunulmuştur:

1. Okulumuzdaki öğrencileri matematiği öğrenme, anlama, günlük ve mesleki hayatlarına uygulayabilme yönünden değerlendirir misiniz?

Öğretmenler bu soruya yanıt verirken en çok öğrencilerin matematik konusunda ilkokul ve ortaokuldaki eğitimlerinden kaynaklı temel eksikliğinden ve öğrenme, anlama kapasitelerinin düşüklüğünden söz etmişlerdir (n=20). Bu bulgu, Altun’un (2009) “İlköğretim öğrencilerinin akademik başarısızlıklarına ilişkin veli, öğretmen ve öğrenci görüşlerinin incelenmesi” çalışmasında elde ettiği araştırma sonuçları ile tutarlıdır. Bunun yanı sıra öğretmenler uygulanan matematik müfredatının öğrenciler için ağır ve yoğun olduğunu belirtmişler, öğretilen matematiğin mesleki bağlamda öğrenciye anlamlı gelmediğini ve bu sebeple de mesleki açıdan matematiğin önemini ve rolünü kavrayamadıklarını vurgulamışlardır (n=13):

Öğretmen 4: Okulumuzdaki öğrencilerin matematiği öğrenmeleri ve anlamaları için ilköğretim temel bilgilerinin sağlam temeller üzerinde olması gerektiğine inanıyorum. Günlük ve mesleki hayatlarına uygulayabilmeleri çok zor olsa da özellikle okulumuzdaki bazı meslek bölümlerinde matematiğin çok önemli olduğuna kendilerini bu konuda daha iyi yetiştirmeleri gerektiğine inanıyorum. Çünkü matematik dersi diğer tüm sayısal dersler ve çoğu meslek dersi için gerekli bir derstir ve matematik iyi olmazsa diğer derslerin de iyi olması çok zordur.

Öğretmen 6: Meslek Lisesi öğrencilerinin matematik alt yapısı çok yetersiz ve matematik öğrenme istekleri de çok az. Haftada 6 saatlik yüklü bir matematik müfredatını kavramada yetersiz kalıyorlar. Bu onlara fazla geliyor. Anadolu teknik programındaki birkaç sınıf haricinde mesleki hayatlarına uygulayamıyorlar. Matematik müfredatları da günlük ve mesleki hayatlarına uygun hazırlanmamış.

Öğretmen 8: Temel bilgileri zayıf olduğundan öğrenme ve anlamada güçlük çekiyorlar. Tam anlamıyla öğrenemedikleri için mesleki hayatlarında uygulayamamaktadırlar. Mesleki hayatlarında hangi bilgiyi nerede kullanacağını bilmemektedirler. Öğrenmeye çalıştıkları matematik bilgileri onlara bir anlam ifade etmemekte ve bunun ne işlerine yarayacağını kavrayamamaktadırlar.

Öğretmen 9: Meslek Lisesi öğrencilerinin matematiği öğrenme konusunda güçlük yaşadıkları gözlenmektedir. Bunun nedeni sekiz yıllık eğitim sürecinde merkezi sınavlara ve ezbere dayalı bir sistemin dayatılması ve ilgisizlik yatmaktadır. Kısmen de olsa bazı öğrenciler alanlarına yönelik matematik bilgilerini geliştirmek için gayret göstermektedirler. Ama bu sayı yok denecek kadar az maalesef.

Öğretmen 21: Özellikle meslek matematiği kullanma kısmında yetenekleri var. Önemli nokta neyi, nerede, nasıl kullanacaklarını bilmemeleridir. Meslek lisesi son sınıf öğrencileri matematik konularını YGS ve LYS sınavlarına hazırlık olarak algılıyorlar. Bunun dışında kullanma yetenekleri az.

2. Ülkemizdeki tüm liselerde aynı matematik müfredatının uygulanıyor olması konusunda düşünceniz nedir? (Açıklayınız.)

Bu soru için öğretmenlerin iki zıt cevabı ortaya çıktı. Öğretmenlerin büyük çoğunluğunu (n=19) ülkemizde tüm lise türlerinde aynı matematik müfredatının uygulanmasını, okul türlerinin farklı amaçları ve öğrenci düzeylerindeki farklılıklardan dolayı doğru bulmamaktadır. Bu kanaatin oluşmasında, öğretmenlerin meslek lisesi öğrencileriyle fen ve Anadolu liselerinde okuyan öğrenciler arasında matematiği anlama ve öğrenme kapasitesi yönünden büyük farkın farkında olmaları ve meslek lisesi öğrencilerine mevcut müfredatı öğretme konusunda yaşadıkları zorluklar etkili olabilir. Üç öğretmen ise eğitimde eşitlik ve aynı sınavlara girme zorunluluğundan dolayı aynı müfredat uygulamasını doğru bulduklarını belirtmiştir:

Öğretmen 1: Tüm okul türlerinde aynı müfredat uygulanması doğru değil. Okul türleri dikkate alınarak farklı seviyelerde düzenlenmeli. Örneğin fen liselerinde bir matematik konusu öğretilirken konunun neredeyse her yönü ve detayı öğrenciler tarafından anlaşılabilirken ortaokuldan sonra girdikleri sınavlarda çok daha düşük puanlar alan öğrencilerin devam ettiği okullarda [liselerde] konuların sadece küçük bir kısmı anlaşılabilir. Bu okullarda öğrencilere özellikle zor matematik konularının özü ya da kolay öğrenilir kısımları öğretilir.

Öğretmen 3: Tüm liselerde aynı müfredatın uygulanması doğru değil. Meslek liselerinde akademik başarısı daha düşük öğrencilerin matematik alt yapıları çok yetersiz olduğundan yüklü bir matematik müfredatında başarısız oluyorlar. Başarısız oldukları derslerin (ortalama ile geçtikleri) bir üst sınıftaki devamlarını alamamalıdır. Çünkü matematik dersi diğer derslerden farklı olarak merdiven gibi ilerler. Yani alt basamakları öğrenmeden üst basamaklara çıkılamaz.

Öğretmen 8: Aynı müfredatın olması doğru değil. Akademik eğitim ve mesleki eğitim alacakların müfredatı farklı olmalıdır. Meslek lisesinde daha basit ve meslek hayatlarında faydalanacağı bilgilerin olduğu müfredat olmalıdır. Uyguladığımız eğitim sisteminde öğrencilere zor konuların tüm detaylarını öğretmeye çalışmamızın bir anlamı yok. Çünkü öğrenci sadece basit kısımlarını anlayabiliyor. Biz de onlara anlayabilecekleri kadarını anlatmalıyız. Bu durum hem zaman hem de emek kaybının önüne geçer.

Öğretmen 9: Tüm liselerde aynı müfredatın okutulması eğitimin birliği ve eşitliği bakımından doğru olabilir fakat ülkemizdeki sınav sistemine dayalı eğitim sistemi ortaya çelişkiler ve farklılıklar koymaktadır. Fen ve Anadolu liselerinde okutulan müfredatın meslek lisesi öğrencilerine dayatılması akıl dışı bir uygulamadır. Meslek

lisesi öğrencileri alanlarına yönelik matematiği öğrenmeleri halinde topluma daha verimli hale gelebilirler. Bunun için farklı müfredat okutulması zorunludur.

Öğretmen 12: Ülkedeki tüm öğrenciler aynı üniversite sınavına gireceği için aynı öğretim programı uygulanmalıdır. Bu mecburiyet olmasaydı farklı uygulama yapılabilirdi. Eğer farklı okul türlerinde farklı müfredatlar öğretilecekse bir üst eğitim kurumuna geçişte de bu farklılık göz önünde bulundurularak sınavlar hazırlanmalı ve yapılmalıdır.

Öğretmen 17: Temel olarak doğru. Diğer taraftan her meslek dalı için farklı müfredat programları uygulanması daha doğru olacaktır. Çünkü her meslek dalının ilgilendirdiği konular var. Bunlara daha fazla ağırlık verilmesi iyi olacaktır.

3. Sizce okulumuzda STEM eğitimi uygulanmak istense sorun çıkar mı? (Hayır diyorsanız neden, evet diyorsanız ne tür sorunlar çıkabilir?)

Bu soruda bazı öğretmenlerimiz STEM'in faydalı taraflarını veya bardağın dolu tarafını göreyerek sorun çıkmayacağını düşünürken (n=13) bir kısmı ise mevcut sistemin ve alt yapının eksiklikleri sebebiyle ve bir de her yeniliğin yaratabileceği dirençleri düşünerek çıkabilecek sorunlardan bahsetmiştir (n=9). Bu cevapları verirken de düşüncelerini destekleyici, kendilerine göre geçerli kanıtlar ortaya koymuşlardır:

Öğretmen 2: Evet. Sınıf mevcutlarının fazla olması sorun olur. Okullarda yeterli laboratuvarların olmaması, uygulama yapılabilecek alanların olmaması, öğretmenlere verilen hizmet içi eğitimlerin yetersiz kalması gibi sorunlar çıkar.

Öğretmen 7: Bence STEM eğitimi uygulamak sorun çıkarmaz. Fakat her öğrenciye ulaşabilmek bence zor olabilir. Kalabalık bir öğrenci grubumuzun olması bu eğitimi tam olarak vermemizi zorlaştırabilir. STEM eğitiminin verilebilmesi için sağlam temel bilgisi ve yönlendirmenin olması gerekmektedir. Yine de bu eğitim türünü uygulamamız matematiği daha kolay öğretmemizi sağlayabilir.

Öğretmen 10: Bu uzun ve ayrıntılı düşünülmesi gereken bir süreçtir. Buna şu anda hayır veya evet demek yetersiz olur. Öncelikle buna uygun alt yapının oluşması gerekir. Yani bu sistemi uygulayacak deneklerin (öğrencilerin) hazırbulunuşluk düzeyleri önemli. Tabi ki bunun yanında bu eğitime uygun öğretmen eğitiminin ve okulların sağlanması ya da okulların buna uygun olarak yeniden düzenlenmesi gerekir. Bunlar maddi ve fikri yönden yorucu ve zorlayıcı faktörler.

Öğretmen 19: Bence pek çok sorun çıkabilir. STEM eğitiminde sınıf mevcutları az olmalı. Ayrıca buna tahsis edilmiş laboratuvarlar olmalı. Bu tür eğitimlerin seçmeli derslerle daha az sayıda kişiye verilmesi daha uygun olur.

Öğretmen 22. Hayır çıkmaz. Daha da iyi olur. En azından hem öğrenciler hem biz öğretmenler gereksiz bir sürü konu ve müfredattan kurtulmuş oluruz. Uygulamada temel sorun seviye ve ilgi olacaktır. Bu aşılabılırsa iyi bir eğitim sistemi olur.

4. Bu tür bir STEM eğitiminden beklentileriniz neler olur? Ne tür ihtiyaçlar ortaya çıkar?

Öğretmenler STEM eğitimi için çok olumlu beklentileri olduğunu belirtmişlerdir.

Bunlar içinde öne çıkanlar, matematiğin öğrenciler için anlamlı hale gelmesi (n=13), matematiği öğrenmeye karşı motivasyonlarının ve ilgilerinin artması (n=10) ve mesleki ihtiyaçlarına cevap verecek bir eğitim olması (n=10) sayılabilir. Ortaya çıkabilecek ihtiyaçlar için de bir önceki soruda belirttikleri sorunları (donanım, ortam, uygun müfredat ve öğretmen eğitimi) dile getirmişlerdir:

Öğretmen 4: Öğrencilerin ilgisiz durumları ortadan kalkabilir. Çünkü alanlarıyla ilgili matematik onların daha çok dikkatini çekecektir ve öğrenme isteklerini artıracaktır.

Geometrik şekillerin ders araç-gereçlerinin kullanımına ihtiyaç duyulabilir.

Öğretmen 5: Piyasanın, işletmelerin beklentilerini karşılamak açısından çok iyi olur.

Öğrenciler neyi neden öğrendiklerini bilmeleri, uygulayabilmeleri motivasyonlarını artırır. Ama bunu uygulayabilmenin alt yapısı için sınıf mevcutlarının azaltılması,

müfredatın titizlikle uyumlu bir şekilde düzenlenmesi ve kredili sisteme benzer bir uygulama ile sınıf geçmenin belirlenmesi gereklidir.

Öğretmen 6: Öğretmenlere bu konuda yeterli hizmet içi eğitim verilmeli. Sınıf mevcutları azaltılmalı. Uygulama yapabilecekleri alanlar, işlikler [atelyeler] yapılmalı.

Öğretmen 7: STEM eğitimi matematiği günlük hayatla pekiştirmemizi sağlamalıdır. Öğrenci konuyu neden anlattığımızı, nerelerde kullanıldığını anlamalıdır. Bence bu tür bir eğitim verilmesi için eğitmenler olarak bizlerin de bu konularda bilgilendirilmemiz gerekmektedir. Yeterli düzeyde bir ortam hazırlanmalıdır. Matematik atölyesi diyebileceğimiz ortamlar oluşturulmalıdır.

Öğretmen 8: Öğrencilere gerçek dünyayı tanıtmamız faydalı olur. Hangi bilgiyi ne zaman ve nerede kullanacağını öğrenmeliler. Sadece tek alanda bilgi sahibi olabilirler, bu da farklı sorunlar ortaya çıkarabilir. Zaman zaman ihtiyaç duyacağı bilgileri öğrenmediyse sorun çıkabilir.

Öğretmen 9: Bu eğitim sisteminden beklentim ülkemizin yüksek teknoloji alanında rekabet gücünün artması olacaktır. Bunun için yeterli derslik, öğretim elemanları, laboratuvar gibi ihtiyaçlar çıkabilir.

Öğretmen 12: STEM eğitiminden ilgiye göre öğrenci seçimi sonucu daha düzenli eğitim beklerim. Tüm branşlarda alanlarında iyi yetişmiş eğitmen ihtiyacı ve ortam ihtiyacı ortaya çıkar. Eğitim-öğretim materyal ve kaynaklarına ihtiyaç ortaya çıkar.

Öğretmen 21: Bu sistemde en büyük beklentim, kendi alanında yetişmiş iyi bir teknik eleman olabilmesi. En azından temel seviye konularında yeteneklerini kazanmış olmasıdır. Kaliteli insan ve teknik eleman yetiştirilmiş olur. Çalışma ortamlarının kaliteli ve nitelikli olması ihtiyacı çıkar. Yoksa verim alınmaz.

5. Bu tür bir STEM eğitiminin öğrencilerin kariyer seçiminde etkisi olur mu? (Açıklayınız.)

Osborne, Simon ve Collins'in de (2003) belirttiği üzere öğrencilerin özellikle lise eğitiminde aldıkları dersler kariyerlerinde çok büyük etkiye sahiptir. Öğretmenler STEM eğitiminin öğrencilerin kariyer seçimine olumlu etki edeceği konusunda hemfikir olmuşlardır. Bu bulgu literatürdeki çalışmaların sonuçları ile tutarlıdır (Robnett & Leaper, 2013; Sadler ve diğerleri, 2012; Wang, 2013; Wang & Degol, 2013). Öğretmenler STEM eğitiminin öğrencilerin kariyer seçimine olumlu etki edeceği konusunda hemfikir olmalarının nedeni öğretmenlerin, öğrencilere verilen rehberlik ve yönlendirme hizmetlerinden yeterince memnun olmaması ve bu yönlendirmenin doğrudan verilen eğitimle yapılması gerekliliğini düşünmeleri olabilir:

Öğretmen 7: Bence etkisi olur. Öğrencinin daha fazla ilgisini çeken eğitim alanında öğrenci kendini geliştirir. Öğrencilerin seçecekleri bölümle ilgili derslerde daha fazla yoğunlaşmaları onların kariyerlerinde de etkili olacağını düşünüyorum. STEM eğitiminde sadece alanına uygun ders görmeleri onların ilerlemelerinde de etkili olacaktır. Fazla bilgi değil gerekli ve ihtiyacı olan bilgi verilmesi her öğrencinin de hoşuna gidecektir.

Öğretmen 10: Tabii ki olur. Meslek seçimi, eş seçiminde olduğu gibi insan hayatının en önemli seçimidir. Kişi severek yaptığı bir işte doyuma ulaşır. Bu eğitim çok yönlü düşünmeye ve gelişmeye açık bir eğitim, kişinin seçimine olumlu bir etkisi olur.

Öğretmen 15: Farkına varmadıkları ama işlerine yarayacak yeni bakış açıları yakalayabilirler. Yeniliklere daha kolay adapte olarak yetersizlik duygusundan kurtulabilirler. Başarısız kariyer seçimlerinin önüne geçilerek milli kaynaklar daha verimli kullanılabilir.

6. Meslek liselerine özgü bir matematik müfredatı olmalı mı? Bu konudaki önerileriniz nelerdir?

Bu soru için öğretmenlerden 18'i meslek lisesine özgü bir matematik müfredatı olması gerektiği yönünde fikir belirtmiştir. Fakat bu yeni müfredat için, 10 öğretmen mevcut konu ve konu içeriklerinin sadeleştirilip meslek lisesi düzeyinde basitleştirilmesi gerektiğini savunurken diğer öğretmenler (n=8) öğrencilerin meslekleri için gerekli olacak konuları içeren bir matematik müfredatının gerekliliğinden söz etmiştir. Dört öğretmen ise tüm okul türlerinde aynı müfredatın uygulanması gerektiğini savunmuştur. Buna gerekçe olarak, iki öğretmen, ülkemizdeki mevcut üniversite sınav sisteminden dolayı farklı eğitim programlarının bu sınavlarda sorun çıkaracağını ve eğitimde eşitlik ilkesine aykırı olduğunu, diğer iki öğretmen ise meslek lisesine alınacak öğrencilerin fen lisesi ya da en azından Anadolu lisesi öğrencisi düzeyinde olması ve müfredatın değişmemesi gerektiğini savunmuştur:

Öğretmen 4: Evet olmalı. Fen veya Anadolu liselerinde ileri düzey matematik müfredatı verilirken Mesleki Teknik Anadolu liselerinde temel düzey matematik müfredatı verilirse bence daha iyi olur.

Öğretmen 7: Meslek liseleri bana göre iki ayrı bölümde incelenmelidir. Mühendis olmak isteyen öğrencilerin TEOG sınavıyla ve yüksek puanla gelmeleri ve müfredatlarının bu yönde olması bence uygundur. Fakat belli bir düzeyin altında gelen meslek lisesi öğrencilerine farklı bir matematik müfredatı düzenlenmelidir. Bu matematik müfredatının ilk yıllarında temel düzeyde matematik verilmelidir. Sonraki yıllarda mesleki düzeyde basit çerçevede bazı konuları çıkarılmış, öğrencileri sadece KPSS gibi belli sınavlara hazırlayıcı müfredat hazırlanmalıdır. Çünkü biz şu anda çarpım tablosunu dahi bilmeyen, en basit denklemi çözemeyen öğrencilerle eğitim yapmaktayız ve onlara trigonometri, limit, türev, integral gibi konuları anlatmaya, öğretmeye çalışmaktayız. Bu da hem bizde hem de öğrencide ilgisizliğe sebep olmaktadır.

Öğretmen 12: Meslek liselerine öğrenci seçimi, fen liselerine seçilen öğrenci düzeyinde olmalıdır. Meslek liseleri, eğitimin atıl öğrencilerinden oluşmamalıdır. Bu yüzden müfredat ayrı olmamalıdır. Lakin günümüzdeki eğitim sistemine göre müfredatlar tekrar güncellenmelidir.

Öğretmen 15: Kesinlikle meslek liselerine özgü bir matematik müfredatı gerekli. Öğrenci kapasitesi çok fark ediyor. Düzeylerine uygun olmayan müfredat isteksizlikle sonuçlanmakta, başarı duygusuna uzak tutulan öğrenci derse olan ilgi ve alakasının en aza indirmektedir. Yapabilirim dedirten önyargılardan arındırılmış bir matematik müfredatı meslek liselerinde en temel ve acil ihtiyaçtır.

Öğretmenlerin çoğu (n=18) çalıştıkları lisede STEM eğitimin uygulanmasına geçiş konusunda isteksizliklerini vurguladı. Bunun nedeni çoğu öğretmenin geleneksel alıştıkları öğretim metotlarıyla verdikleri eğitimi sürdürmek istemeleri ve ortaya çıkabileceğini düşündükleri sorulardan kaynaklanmış olabilir. Bu bulgu literatürdeki çalışmalar ile desteklenmektedir. Örneğin, Massy ve Zemsky (1994), Leslie (2002) ve Fairweather (2005) yaptığı araştırma sonuçları da öğretmenlerden benzer tepkiler geldiğini, öğretmenlerin yeni bir eğitim sistemi olarak görülen STEM eğitimine geçişinde isteksiz olduklarını veriler ışığında ortaya çıkarmışlardır.

4.1.3. Öğrenci ve Öğretmen İhtiyaç Analizlerinin Karşılaştırılması. İhtiyaç analizi çalışmasında sorulara verilen cevaplarda öğrenciler ve öğretmenler açısından farklılıklar gözlenmektedir. STEM eğitiminin uygulanabilmesi için öğrencilere göre en önemli ihtiyaç bu alanda iyi eğitim almış ve yetiştirilmiş öğretmenlerdir. Donanım, araç gereç, uygun ortamlar ve son olarak da STEM eğitimi için uygun müfredat bunu takip etmektedir. Öğrencilere göre bu gereksinimlerin olmaması durumunda uygulamada sorunlar çıkar ya da uygulama olmaz. Öğretmenlere göre ise STEM eğitiminin uygulanabilmesi için olması gerekenler, bu eğitime uygun alt yapı, iyi seçilmiş öğrenciler ve bu alanda eğitilmiş öğretmenler şeklinde

sıralanmaktadır. Buradaki çelişki, öğrenciler için en önemli gereksinim öğretmen iken öğretmenler için bu ihtiyaç daha gerilerde görünmektedir. Öğretmenler için sınıf mevcutlarının fazla olması uygulamada sorun çıkarabilecek önemli bir etken olarak görülürken öğrenciler bu konudan hiç bahsetmemiştir. Her iki katılımcı grubu da STEM uygulamalarının yapılabilmesi için gerekli donanım, ortam ve ekipmanların gerekliliğinin öneminden bahsetmiştir.

STEM eğitimi ile ilgili beklentileri sorgulandığında yine önem sırasına göre öğrenci ve öğretmenlerde farklılıklar görülmüştür. Öğrencilerin en önde gelen beklentisi, STEM'in uygulama ağırlıklı bir sistem olması sebebiyle konuların daha iyi anlaşılması, farklı bakış açıları geliştirilmesi ve öğretimin verimliliğinin artırılması iken öğretmenlerin beklentisi ise öğrencilerin derslere karşı ilgi ve motivasyonlarının artması olarak ifade edilmiştir. Buradan, mevcut sistemde, öğrencilerin dersleri iyi anlayamadıklarından yakındıkları, öğretmenlerin ise öğrencilerin derslere ilgisizliğinden hoşnutsuz oldukları söylenebilir.

Ayrıca, araştırmacının MEB'de meslek liselerinde öğretmenlik yaptığı yaklaşık yedi yıl boyunca gözlemleri sonucu oluşan kanaat de yukarıdaki çelişkileri desteklemektedir.

4. 2. İkinci Araştırma Sorusu için Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın Giriş bölümünde yer alan araştırma sorularından ikincisi “Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Endüstriyel Otomasyon Teknolojisi (Mekatronik) bölümü öğrencileri için hazırlanan STEM eğitimi temelli matematik programının öğrencilerin kariyer seçimi, matematik algısı, ilgisi, tutumu ve mesleki matematik başarısı üzerine etkisi nedir?” sorusudur. Çalışmanın nicel boyutunu oluşturan bu bölümün verileri, iki veri toplama aracı ile elde edilmiştir: STEM Kariyer İlgi Anketi ve Mesleki Matematik Başarı Testi.

STEM Kariyer İlgi Anketi toplam 47 maddeden oluşan bir ölçektir. Bu ölçekle öğrencilerin fen, matematik, mühendislik ve teknoloji ve 21. yüzyıl becerileri ile ilgili tutumları ölçülmektedir. Ölçek aynı zamanda öğrencilerin STEM kariyerlerine ilgilerini ölçen

kapsamlı bir bölüm içermektedir. Ölçekte üç bölüm ve 26 maddeden oluşmakta olup bunlar; matematik (8 madde), fen (9 madde) ve mühendislik ve teknolojidir (9 madde). 21. Yüzyıl becerileri 11 maddeden oluşmaktadır. Anketin mesleki alan ilgisi bölümü Matematik, Fen Bilimleri, Mühendislik ve Teknoloji alanlarının tanımları ve bu alanlardaki kariyer seçeneklerinin tanımlandığı bölüm olup öğrencilerin bilgiyi okuduklarında alanlar ve mesleklere ilgi duyma derecelerini ölçen dört seçenekli 12 maddeden oluşmaktadır.

STEM Kariyer İlgi Anketinin istatistiki incelemesine başlamadan önce hem ön test hem son testte öğrenci cevapları incelenmiş ve kayıp veri olup olmadığına bakılmıştır. Ön testte 2, son testte 3 soruya cevap verilmediği (kayıp veri) görülmüştür. Kayıp veriler çok sınırlı sayıda olduğu için, kayıp veriler yerine basit veri atama yöntemlerinden ortalama atama yöntemi (Mertler & Vannatta, 2005) kullanılarak veri atanmıştır. Mesleki matematik başarı testi klasik açık uçlu sınav formatında bir test olduğu için öğrenciler çözebildikleri sorulara cevap vermişler, çözemediklerini ise boş bırakmışlardır. Bu nedenle bu testte kayıp veri kavramı kullanılamaz.

4.2.1. STEM kariyer ilgi anketinden elde edilen bulgular. STEM Kariyer İlgi Anketi, öğrencilerin STEM'i oluşturan dört disipline karşı tutumlarını, 21. Yüzyıl becerileri konusundaki tutumlarını ve mesleki kariyer ilgi alanları konusundaki ilgi seviyelerini sınyan, Faber ve diğerleri (2013) tarafından geliştirilmiş bir tutum anketidir. Bu anket, çalışmada, STEM temelli matematik programı uygulaması yapılan deney grubuna (n=32) verilen eğitimin ve bu eğitim paralelindeki etkinliklerin öğrenci tutumları üzerine etkisini test etmek amacıyla uygulanmıştır. Ankette yer alan Matematik (8 madde), Fen (9 madde), Mühendislik ve Teknoloji (9 madde), 21. Yüzyıl becerileri (11 madde) tutumunu ölçen maddelere öğrenciler 1'den 5'e kadar (1: kesinlikle katılmıyorum, 2: katılmıyorum, 3: kararsızım, 4: katılıyorum, 5: kesinlikle katılıyorum) puanlama yaparak tutumlarını belirtmişlerdir. Anketin istatistiki sonuçları Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3

Deney grubunun STEM Kariyer İlgi Anketi ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılmasına ait eşleştirilmiş t- testi sonuçları

Alt Boyut		N	\bar{X}	SS	\bar{X}		t	p
					Farkı	SS		
Matematik Tutum	Ön Test-	32	2,54	0,94	-0,94	0,56	-9,48	0,000
	Son Test	32	3,48	0,69				
Fen Tutum	Ön Test-	32	2,66	0,58	-0,33	0,28	-6,68	0,000
	Son Test	32	2,99	0,43				
Mühendislik- Teknoloji Tutum	Ön Test-	32	3,98	0,58	-0,23	0,19	-6,93	0,000
	Son Test	32	4,21	0,44				
21. yy Beceri Tutum	Ön Test-	32	3,49	0,42	-0,50	0,29	-9,78	0,000
	Son Test	32	3,98	0,40				
Mesleki Alan İlgisi	Ön Test-	32	2,19	0,41	-0,19	0,27	-3,93	0,000
	Son Test	32	2,38	0,38				

Deney grubunun STEM matematik tutum ön ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t=-9,48$; $p<0,05$). Deney grubunun STEM matematik tutum son test puanları ($3,48\pm 0,69$), STEM matematik tutum ön test puanlarından ($2,54\pm 0,94$) anlamlı düzeyde daha yüksektir (Tablo 4.3). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine karşı tutumda, deney grubu ön ve son test puanlarında en yüksek artışın matematik tutumunda olduğu görülmüştür. Bu da, öğrencilerin STEM temelli matematik uygulaması ile matematik ilgilerinde anlamlı bir artış olduğunu göstermektedir.

Deney grubunun STEM fen tutum ön ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t=-6,68$; $p<0,05$). Deney grubunun STEM fen tutum son test puanları ($2,99\pm 0,43$), ön test puanlarından ($2,66\pm 0,58$) anlamlı düzeyde daha yüksektir (Tablo 4.3).

Deney grubunun STEM mühendislik - teknoloji tutum ön ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t=-6,93$; $p<0,05$). Deney grubunun STEM mühendislik tutum son test puanları ($4,21\pm 0,44$), ön test puanlarından ($3,98\pm 0,58$) anlamlı düzeyde daha yüksektir (Tablo 4.3).

Deney grubunun 21. yüzyıl becerilerine ilişkin tutum ön ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t=-9,78$; $p<0,05$). Deney grubunun STEM 21. yüzyıl becerilerine ilişkin tutum son test puanları ($3,98\pm 0,40$), ön test puanlarından ($3,49\pm 0,42$) anlamlı düzeyde daha yüksektir (Tablo 4.3).

STEM Kariyer İlgisi Anketinin mesleki alan ilgisi kısmında öğrencilere STEM alanlarındaki iş kolları (Matematik, Fizik, Çevre, Biyoloji ve Zooloji, Veteriner, Tıbbi Bilimler, Jeoloji, Bilgisayar Bilimi, Kimya, Enerji, Mühendislik) hakkında bilgi verilmiş ve öğrencilerin bu kariyer seçenekleriyle ne derecede ilgilendikleri araştırılmıştır. Yukarıdaki meslek alanlarına ilişkin olarak öğrenciler 1'den 4'e kadar (1:kesinlikle ilgilenmiyorum, 2:ilgilenmiyorum, 3:ilgileniyorum, 4:kesinlikle ilgileniyorum) puan vererek alan ve mesleklere ilişkin ilgi düzeylerini göstermişlerdir. Deney grubunun mesleki alan ilgisi ön ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t=-3,93$; $p<0,05$). Deney grubunun mesleki alan ilgisi son test puanları ($2,38\pm 0,38$), ön test puanlarından ($2,19\pm 0,41$) anlamlı düzeyde daha yüksektir (Tablo 4.3). Öğrencilerin meslek ilgilerinin ön test ve son test ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4

STEM meslek alanları ilgisi ön test ve son test puan ortalamaları

Alanlar ve meslekler	Ön test ortalaması	Son test ortalaması	Fark
Matematik	2,09	2,91	+0,82
Fizik	1,91	2,47	+0,56
Çevre ile ilgili İşler	1,93	1,85	-0,08
Biyoloji ve Zooloji	1,84	2,09	+0,25
Veteriner	2,16	2,22	+0,06
Tıp	2,59	2,78	+0,19
Jeoloji (Yerbilim)	1,88	1,88	0
Bilgisayar Bilimi	2,66	2,87	+0,21
Tıbbi Bilimler	2,68	2,65	-0,03
Kimya	1,87	1,81	-0,06
Enerji	2,31	2,37	+0,06
Mühendislik	2,37	2,76	+0,39

Öğrencilerin, anketin mesleki alan ilgisi kısmındaki ön ve son test puanları incelendiğinde en yüksek puan artışının matematik, fizik ve mühendislikte olduğu görülmüştür.

Tablo 4.5 öğrencilerin öğretim yılı içinde bazı derslerde (dil, matematik ve fen) elde edecekleri başarı ile ilgili öngörülerinin istatistiki değerlendirmelerini içermektedir. Bu kısımda öğrenciler maddelere 1'den 3'e kadar (1:iyi değil, 2: orta seviye, 3: çok iyi) puanlar vererek bu üç dersteki başarı beklentileri konusunda öz değerlendirmede bulunmuşlardır.

Tablo 4.5

Deney grubunun "Bu yıl aşağıdaki derslerde ne kadar başarılı olacağımızı düşünüyorsunuz?"

ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılmasına ait eşleştirilmiş t- testi sonuçları

Dersler		N	\bar{X}	SS	\bar{X} Farkı	Fark SS	t	p
Dil/Yabancı	Ön Test-	32	2,00	0,67	-0,09	0,30	-1,79	0,083
Dil/Edebiyat	Son Test	32	2,09	0,64				
Matematik	Ön Test-	32	2,00	0,57	-0,38	0,49	-4,31	0,000
	Son Test	32	2,38	0,55				
Fen Bilimleri	Ön Test-	32	1,91	0,59	-0,16	0,37	-2,40	0,023
	Son Test	32	2,06	0,50				

Deney grubunun Dil/Yabancı Dil/Edebiyat dersinde başarılı olma düşüncesi ön ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Öğrencilerin sayısal ağırlıklı bir mesleki bölümde öğrenim görmeleri ve yürütülen çalışmanın STEM disiplinleri ile ilgili olup dil dersleri ile ilgisinin olmaması bu sonucu doğrulamış olabilir.

Deney grubunun Matematik dersinde başarılı olma düşüncesi ön ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t=-4,31$; $p<0,05$). Deney grubunun Matematik dersinde başarılı olma düşüncesi son test puanları ($2,38\pm 0,55$), Matematik dersinde başarılı olma düşüncesi ön test puanlarından ($2,00\pm 0,57$) anlamlı düzeyde daha yüksektir (Tablo 4.5). Uygulanan matematik eğitiminin, sistemdeki mevcut eğitimden farklı

olarak öğrencilere neyi, neden öğrendikleri farkındalığını aştığı için öğrenciler tarafından daha anlamlı bulunduğu ve matematiği öğrenme konusunda motivasyon sağladığı düşünülebilir.

Deney grubunun Fen Bilimleri dersinde başarılı olma düşüncesi ön ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t=-2,40$; $p<0,05$). Deney grubunun Fen Bilimleri dersinde başarılı olma düşüncesi son test puanları ($2,06\pm 0,67$), Fen Bilimleri dersinde başarılı olma düşüncesi ön test puanlarından ($1,91\pm 0,59$) anlamlı düzeyde daha yüksektir (Tablo 4.5). Uygulanan matematik eğitiminin fen alanlarından özellikle fizik dersinde kullanılan öğeleri de içermesi ve açıklaması sebebiyle bu sonucun ortaya çıkmasını sağladığı düşünülebilir.

Tablo 4.6 öğrencilerin matematik ve fen dersleri için gelecekle ilgili düşüncelerini istatistiki olarak değerlendirmektedir. Bu kısımda öğrenciler maddelere 1’den 3’e kadar (1: hayır, 2: emin değilim, 3: evet) puanlar vererek ileri seviyede matematik ve fen derslerini alma konusundaki düşüncelerini belirtmişlerdir.

Tablo 4.6

Deney grubunun “Gelecek planlarım arasında” ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılmasına ait eşleştirilmiş t- testi sonuçları

İfadeler	N	\bar{X}	SS	\bar{X}		Fark		t	p
				Farkı	SS				
Daha ileri seviyede Matematik dersleri almayı planlıyorum	Ön Test- Son Test	32 32	1,88 2,25	0,79 0,62	-0,38	0,55	-3,83	0,001	
Daha ileri seviyede Fen Bilimleri dersleri almayı planlıyorum	Ön Test- Son Test	32 32	2,13 2,25	0,66 0,51	-0,13	0,34	-2,10	0,044	

Deney grubunun daha ileri seviyede Matematik dersleri almayı planlama ön ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t=-3,83$; $p<0,05$). Deney grubunun daha ileri seviyede Matematik dersleri almayı planlama son test puanları

(2,25±0,62), daha ileri seviyede Matematik dersleri almayı planlama ön test puanlarından (1,88±0,79) anlamlı düzeyde daha yüksektir (Tablo 4.6).

Deney grubunun daha ileri seviyede Fen Bilimleri dersleri almayı planlama ön ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t=-2,10$; $p<0,05$). Deney grubunun daha ileri seviyede Fen Bilimleri dersleri almayı planlama son test puanları (2,25±0,51), daha ileri seviyede Fen Bilimleri dersleri almayı planlama ön test puanlarından (2,13±0,66) anlamlı düzeyde daha yüksektir (Tablo 4.6).

Öğrenciler açısından özellikle zor dersler olarak kabul edilen matematik ve fen dersleri, öğrenciye anlamlı gelecek şekilde öğretilirse, öğrendiği bilgiyi ne amaçla öğrendiğinin farkındalığı yaratılırsa ve en önemlisi öğrencide ‘ben bunu yapabilirim’ inancı oluşturulabilirse öğretme ve öğrenme süreçleri daha kolay ve etkili gerçekleşebilir. Dolayısıyla öğrenciler zor kabul ettikleri bir dersin anlama eşiğini aştıklarında ve bunun zevkini yaşadıklarında o konunun ya da dersin üst seviyelerini öğrenme konusunda daha istekli olabilirler. Anketin bu kısmında oluşan istatistiki sonuçlar da bunun işareti olarak kabul edilebilir.

Meslek liselerinde verilen mesleki eğitim öğrenciler için lise sonrası kariyer seçeneklerini artırmaktadır. Öğrencilerin bir kısmı lisede aldıkları eğitim ve stajlarla elde ettikleri bilgi ve becerilerle liseden sonra hemen bir işe girerken bir kısmı da üniversiteye devam etmeyi tercih etmektedir. Tablo 4.7’de, çalışmaya katılan 11. sınıf öğrencilerinin üniversiteye gitme yönündeki gelecek planlamalarının istatistiği gösterilmiştir. Bu kısımda öğrenciler maddelere 1’den 3’e kadar (1: hayır, 2: emin değilim, 3: evet) puanlar vererek liseden sonra üniversiteye gitmek isteyip istemediklerini belirtmişlerdir. Ancak üniversite okuma ve üniversite sınavlarına hazırlanma algısı Anadolu ve Fen liseleri gibi akademik liselerden farklı olarak meslek liselerinde biraz daha uzak ve ancak lise son sınıfta gündeme alınan bir durumdur.

Tablo 4.7

Deney grubunun “Üniversiteye gitmeyi planlıyor musunuz?” ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılmasına ait eşleştirilmiş t-testi sonuçları

İfadeler	N	\bar{X}	SS	\bar{X}		Fark		t	p
				Farkı	SS				
Üniversiteye gitmeyi planlıyor musunuz?	Ön Test-	32	2,91	0,39	-0,06	0,25	1,44	0,161	
	Son Test	32	2,97	0,18					

Deney grubunun üniversiteye gitmeyi planlama ön ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.7). Bu soru için öğrencilerden “hayır”, “emin değilim” ve “evet” cevaplarından birini işaretlemeleri istenmiştir. Ön testte 30, son testte ise 31 öğrenci bu soru için evet seçeneğini işaretledi. Üniversite okuma isteğinin öğrencilerde zaten mevcut olduğu sonucuna ulaşılabılır.

4.2.2. Mesleki matematik başarı testinden elde edilen bulgular. Çalışmada iki matematik ve iki endüstriyel otomasyon teknolojisi bölümü öğretmeni tarafından hazırlanan ve çalışmanın nicel verilerinin toplandığı araçlardan biri olan Mesleki Matematik Başarı Testi (bkz. Ek-2) öğrencilerin mesleki ve matematik bilgilerini bir arada kullanarak çözebilecekleri ve meslek dersleri modüllerinde yer alan sorular örnek alınarak hazırlanmış açık uçlu altı sorudan oluşmaktadır. Sorular için kullanılan çözüm yöntemi ve çözüm aşamaları dikkate alınarak her soru için ayrı puanlama yapılmıştır (sırasıyla 14, 15, 16, 15, 25 ve 15 puan olmak üzere toplam 100 puan). Testin güvenilirlik ve geçerlik çalışmaları faktör analizi, hipotez testi (kontrol ve deney grubu ön test puanları arasında ilişkisiz t-testi), madde analizi (Cronbach alfa güvenilirliği, madde toplam korelasyonu, alt ve üst çeyrekler t-testi), iki yarı test güvenilirliği (Spearman Brown) teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

1. Faktör Analizi: Geçerlik çalışması kapsamında uygulanan yapı geçerliği, testin ölçülmek istenen davranış bağlamında soyut bir kavramı (faktörü) doğru bir şekilde ölçebilme derecesini gösterir. Yapı geçerliğini incelemek amacıyla faktör analizinden yararlanılabilir

(Büyüköztürk ve diğerleri, 2011, s. 168). Açımlayıcı faktör analizi, birbiriyle ilişkili p tane değişkeni bir araya getirerek az sayıda ilişkisiz ve kavramsal olarak anlamlı yeni değişkenler (faktörler, boyutlar) bulmayı, keşfetmeyi amaçlayan çok değişkenli bir istatistiktir. Açımlayıcı faktör analizinde, değişkenler arasındaki ilişkilerden hareketle faktör bulmaya yönelik bir işlem gerçekleştirilir. Faktör analizinde aynı yapıyı ölçmeyen maddelerin ayıklanmasında aşağıdaki ölçütler dikkate alınır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2011, s. 124-125):

Çalışmada kullanılan mesleki matematik başarı testi deney grubu (n=32) ve kontrol grubuna (n=32) uygulama öncesi sunulmuş, elde edilen veriler ile yapı geçerliğini ölçmek amacıyla açımlayıcı faktör analizi (AFA) yapılmıştır. Yapılan faktör analizinde KMO değeri 0,86, Bartlett's küresellik testi anlamlılık düzeyi $p < 0,01$ olarak ölçülmüştür. Bu değer 0,60'tan yüksek olduğundan veri grubuna faktör analizi yapılabileceğini gösterir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2011, s. 126). Çalışmaya katılan 64 öğrenci ile yapılan uygulamadan elde edilen veriler ile teste faktör analizi yapılmasının uygun olduğu gözlenmiştir.

Altı sorudan oluşan testin tek kazanıma yönelik olması nedeniyle tek boyutlu olması beklenmektedir. Temel Bileşenler Analizi tekniği kullanılarak yapılan faktör analizinde Varimax döndürmeleri sonucunda tek boyutun uygun olduğu gözlenmiştir. Testin 6 maddesinin açıkladığı toplam varyans %74,47 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuca göre oluşturulan başarı testinin ilgili kazanımı %75 düzeyinde başarı ile ölçtüğünü göstermektedir. Testte yer alan maddelerin faktör yükleri 0,82 ile 0,93 arasında değişmektedir. Tablo 4.8'de yapılan faktör analizi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4.8

Matematik başarı testi faktör analizi sonuçları

	Faktör Yükleri
Madde 1	0,84
Madde 2	0,85
Madde 3	0,87
Madde 4	0,82
Madde 5	0,88
Madde 6	0,93
KMO	0,858
Barlett's	0,000
Açıklanan Varyans (%)	74,466

2. Hipotez Testi: Yapı geçerliği kapsamında uygulanan diğer bir test olan hipotez testinde benzer özelliklere sahip grupların (program öncesi kontrol ve deney grupları) test puanları arasındaki farkın anlamlılığını test eder (Büyüköztürk ve diğerleri, 2011, s. 168). Bu çalışmada kontrol ve deney gruplarının yansız olarak belirlendiği ve her iki grubun eğitim programı öncesinde matematik başarılarının farklı olmadığı hipotezi kurulmuştur.

H₀: Kontrol ve deney gruplarının program öncesi (ön test) Matematik başarı testi puanları arasında anlamlı farklılık yoktur.

Çalışmada deney grubu (n=32) ve kontrol grubuna (n=32) uygulama öncesi uygulanmış olan mesleki matematik başarı testinden elde edilen veriler ile hipotez testi yapılmıştır. İlişkisiz t-testi (Tablo 4.9) sonuçlarına göre kontrol ve deney gruplarının ön test matematik başarı puanları arasında anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$).

Tablo 4.9

Kontrol ve deney grupları ön test puanları arasındaki ilişkisiz t-testi sonuçları

Gruplar	N	\bar{X}	SS	t	p
Kontrol	32	25,44	20,13	0,44	0,661
Deney	32	23,28	18,95		

H0 Kabul: Kontrol ve deney gruplarının program öncesi (ön test) Matematik başarı testi puanları arasında anlamlı farklılık yoktur.

Geçerlik, testin bireyin ölçülmek istenen özelliğini ne derece doğru ölçtüğüyle ilgili bir kavramdır ve benzer özelliklere sahip gruplara uygulandığında veya aynı gruba farklı zamanlarda uygulandığında sonuçların farklılık göstermemesi gerekir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2011, s. 168). İlişkisiz t-testi sonuçlarına göre bu çalışma için geliştirilen Matematik testi puanlarının, benzer özelliklere sahip kontrol ve deney grupları arasında farklılık göstermediği ve geçerli bir test olduğu söylenebilir.

3. Madde Analizi: Madde analizi kapsamında başvuru yöntemlerinden ilki KR-20 ve Cronbach Alpha güvenilirliğidir. Test maddelerine verilecek cevapların doğru-yanlış gibi iki seçenekli olması durumunda KR-20, üç veya daha fazla olması veya sürekli formda puanlama olması durumunda Cronbach Alpha tekniği uygulanır. Cronbach Alpha katsayısının 0,70'in üzerinde olması testin güvenilirliğinin yüksek olduğunu gösterir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2011, s. 170-171). Bu çalışmada Matematik testi cevaplarının puanlaması sürekli formda olması nedeniyle Cronbach Alpha katsayısından yararlanılmıştır. Madde analizi kapsamında ikinci yol madde-toplam korelasyonudur. Madde-toplam korelasyonunun pozitif ve yüksek olması, maddelerin benzer davranışları örneklediğini ve testin iç tutarlığının yüksek olduğunu gösterir. Genel olarak madde toplam korelasyonu 0,30'un üzerinde olan maddelerin bireyleri iyi derecede ayırt ettiğini gösterir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2011, s. 171). Madde analizi kapsamında başvuru diğer bir yol da testin toplam puanlarına göre oluşturulan alt ve üst %27'lik grupların madde ortalama puanları arasındaki farkların ilişkisiz t-testi kullanılarak sınanmasıdır. Testin toplam puanına göre en başarılı üst ve en başarısız alt %27'lik dilimlerdeki öğrencilerin puanları her madde için tek tek incelenir ve her madde puanının üst ve alt gruplar arasında anlamlı düzeyde farklı olması maddelerin bireyleri ölçülen davranış bakımından ayırt ettiğini gösterir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2011, s. 171).

Çalışmada deney grubu (n=32) ve kontrol grubuna (n=32) uygulama öncesi sunulmuş olan Matematik testinden elde edilen veriler ile madde analizi yapılmıştır. Tablo 4.10'da yapılan madde analizi sonuçları yer almaktadır. Matematik Testi Cronbach Alpha katsayısı 0,92 olarak bulunmuştur. Testteki tüm maddeler için madde-toplam korelasyonlarının 0,73 ile 0,89 arasında yer aldığı tespit edilmiştir. Testteki tüm maddeler için alt %27'lik grup ile üst %27'lik grupların test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu ($p<0,01$) görülmektedir (Tablo 4.10).

Tablo 4.10

Matematik başarı testi madde analizi sonuçları

Madde No	R (N=64)	t (n1=n2=17)
Madde 1	0,79	-8,48**
Madde 2	0,78	-6,74**
Madde 3	0,79	-7,64**
Madde 4	0,73	-4,91**
Madde 5	0,81	-4,06**
Madde 6	0,89	-7,47**
$\alpha=0,917$		

r: Madde toplam korelasyonu t: alt%27 üst%27 * $p<0,05$ ** $p<0,01$

Bu sonuçlar, testte yer alan maddelerin geçerliklerinin yüksek olduğu, ilgili kazanım açısından öğrencilerin matematik başarısını ayırt ettikleri ve testte yer alan maddelerin aynı davranışı ölçmeye yönelik maddeler oldukları, testteki 6 maddenin örnekleme uygun olduğu, bu yönüyle testin güvenilir ve geçerli bir ölçme aracı şeklinde yorumlanabilir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2011, s. 172).

4. İki Yarı Test Güvenirliği ve Korelasyonu: İki yarı test güvenirliliği, testin maddelerinin tek-çift, ilkyarı-son yarı veya yansız olarak iki eş yarıya ayrılarak testin iki yarısı arasındaki ilişkiden hareketle Spearman Brown formülü kullanılarak testin tamamı için hesaplanan korelasyon katsayısı ile açıklanır. Testin yarılama yöntemi test puanları arasındaki tutarlılığı gösterir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2011, s. 170). Bu çalışmada soruların zorluk

dereceleri arasında önemli farklılık olmadığından SPSS programındaki standart ilk yarım (3 madde)-son yarım (3 madde) yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmada deney grubu (n=32) ve kontrol grubuna (n=32) uygulama öncesi sunulmuş olan Matematik testinden elde edilen veriler ile iki yarı test güvenilirliği yapılmıştır. Tablo 4.11’de yapılan iki yarı test güvenilirliği sonuçları yer almaktadır. Matematik Testi iki yarı test güvenilirliği sonuçları incelendiğinde testin ilk yarısı ile ikinci yarısı arasındaki korelasyon katsayılarının oldukça yüksek (0,89 ile 0,94 aralığında) test puanları arasında tutarlılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 4.11

Matematik başarı testi iki yarı test güvenilirliği sonuçları

	İlk Yarı-Son Yarı
	r
Spearman-Brown Katsayısı	0,94
Guttman Split Half Katsayısı	0,93
İki yarı test korelasyonu	0,89

Verilerin analizinde SPSS 20.0 programı kullanılmıştır. Her iki testin (STEM Kariyer İlgi ve Mesleki Matematik Başarı) puanlarının normallik sınavında Çarpıklık (Skewness) katsayısı kullanılmıştır. Sürekli bir değişkenden elde edilen puanların normal dağılım özelliğinde kullanılan çarpıklık katsayısının (Skewness) ± 1 sınırları içinde kalması puanların normal dağılımdan önemli bir sapma göstermediği şeklinde yorumlanabilir (Büyüköztürk ve diğerleri, 2011, s. 40). Normallik sınavında tüm grupların ön ve son test puanları normal dağılım gösterdiğinden ilk test puanlarının ve son test puanlarının gruplar arasında karşılaştırmasında bağımsız iki örneklem t-testinden; ön ve son test puanlarının karşılaştırmasında eşleştirilmiş t-testinden yararlanılmıştır. Analizlerde anlamlılık düzeyi 0,05 ($p < 0,05$) olarak belirlenmiştir.

Mesleki matematik başarı testi deney ve kontrol gruplarına uygulamadan önce ön test ve uygulamadan sonra son test olarak uygulanmıştır. Bu araştırmaya dâhil edilen tüm grupların Matematik testinin ön test ve son test puanlarının normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir

Kontrol ve deney gruplarının mesleki matematik başarı testine ilişkin ön test ve son test sonuçlarına bağlı bulunan istatistiki değerler aşağıda verilen tablolarda sunulmuş ve ilgili tablolara ait değerlendirmeler verilmiştir.

Tablo 4.12

Grupların matematik ön test sonuçlarının karşılaştırılmasına ait bağımsız iki örneklem t-testi sonuçları

Grup	N	\bar{X}	SS	t	p
Deney	32	25,44	20,13	0,44	0,661
Kontrol	32	23,28	18,95		

Deney ve kontrol gruplarının ön test sonuçları bağımsız iki örneklem t-testi ile karşılaştırılmış ve Matematik ön test puanları arasında anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.12).

Deney ve kontrol grupları, sınıf düzeyleri, öğrenim gördükleri bölümler, sınıf mevcutları, öğrencilerin cinsiyet dağılımı, 10. sınıf matematik dersi karne puan ortalamaları gibi özellikler bakımından eşlik ya da yüksek benzerlik göstermektedir ve ayrıntıları Yöntem bölümünün çalışma grubu seçimi kısmında anlatılmıştır. Doğal olarak STEM temelli matematik dersi uygulamaları öncesi öğrencilerin çözdüğü mesleki matematik başarı testi sonuçları deney ve kontrol gruplarında yakın sonuçlar göstermiştir. Bu durum örneklem seçiminin doğru yapıldığını da göstermektedir.

Kontrol ve deney gruplarının Matematik son test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t=4,19$; $p<0,05$) (Tablo 4.13). Deney grubunun Matematik son test

puanları (50,28±19,53), kontrol grubunun Matematik son test puanlarından (31,34±16,42) anlamlı düzeyde daha yüksektir (Tablo 4.13).

Tablo 4.13

Grupların matematik son test sonuçlarına ait bağımsız iki örneklem t-testi sonuçları

Grup	N	\bar{X}	SS	t	p
Deney	32	50,25	19,53	4,19	0,000
Kontrol	32	31,34	16,42		

Ders uygulamaları hem kontrol hem de deney grubunda aynı matematik konuları (taban aritmetiği, rasyonel sayılar, trigonometri, önermeler mantığı) üzerine yapılmıştır. Fark ise bu konuları öğrencilere aktarma biçimindedir. Kontrol grubu ile yapılan matematik dersi uygulamaları mevcut sistemde matematik müfredatında yer alan ve MEB tarafından matematik ders kitabı olarak öğrencilere verilen kitaplardaki biçimiyle geleneksel ders anlatımı yapılmıştır. Deney grubunda ise konu anlatımları STEM temelli hazırlanan ve öğrencilerin mesleki matematik ihtiyaçlarına cevap vermesi beklenen matematik programı çerçevesinde öğrencilere aktarılmış ve uygulama sürecinde STEM etkinliklerine yer verilmiştir. Bu durum, kontrol grubunun mesleki matematik başarı testi puanları ortalamasının ön testten son teste 8 puan artarken, deney grubunda bu artışın 25 puan olmasını açıklayabilir.

Tablo 4.14

Kontrol grubunun matematik ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılmasına ait eşleştirilmiş t-testi sonuçları

	N	\bar{X}	SS	\bar{X} Farkı	Fark SS	t	p
Ön Test-	32	23,28	18,95	-8,06	5,91	-7,71	0,000
Son Test	32	31,34	16,42				

Matematik başarı testinde sorulan soruların içerdiği matematik konuları yukarıda açıklandığı şekilde kontrol grubuna anlatılmıştır. Bu sebeple deney grubundaki kadar olmasa

da kontrol grubu matematik son test puanlarında da artış meydana gelmiştir. Grubun ön test puan ortalaması 23,28 iken son test puanlarının ortalaması 31,34 olmuştur. Kontrol grubunun Matematik ön ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t=-7,71$; $p<0,05$). Kontrol grubunun Matematik son test puanları ($31,34\pm 16,42$), Matematik ön test puanlarından ($23,28\pm 18,95$) anlamlı düzeyde daha yüksektir (Tablo 4.15).

Tablo 4.15

Deney grubunun matematik ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılmasına ait eşleştirilmiş t-testi sonuçları

	N	\bar{X}	SS	\bar{X} Farkı	Fark SS	t	p
Ön Test-	32	25,44	20,13	-24,81	9,74	-14,42	0,000
Son Test	32	50,25	19,53				

Deney grubunun ön test puanlarının ortalaması 25,44 iken bu değer son testte 50,25 olmuştur. Deney grubunun Matematik ön ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t=-14,42$; $p<0,05$). Deney grubunun Matematik son test puanları ($50,25\pm 19,53$), Matematik ön test puanlarından ($25,44\pm 20,13$) anlamlı düzeyde daha yüksektir (Tablo 4.15).

Bu çalışmanın nicel boyutunu oluşturan STEM kariyer ilgi anketi ve mesleki matematik başarı testinden elde edilen bulguların istatistiksel sonuçları ve bu sonuçlara ilişkin yorumlar yukarıda ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Sonuç olarak bu araştırmadaki STEM uygulamaları sonucunda deney grubunu oluşturan öğrencilerin STEM kariyerine ilgilerinde ve mesleki matematik başarısında gözle görülür bir artış gözlenmiştir.

4.3. Sürece Yönelik Düşünceler Formundan Elde Edilen Bulgular

Doktora çalışması uygulamalarının tamamlanmasının ardından STEM uygulamalarına katılan deney grubu öğrencilerinden, yaşadıkları süreçle ilgili deneyimlerini ve görüşlerini yazılı olarak paylaşmaları amacı ile çalışmadaki nitel veri toplama araçlarından biri olan

“Sürece Yönelik Düşünceler Formunu” (bkz. Ek-7) doldurmaları istenmiştir. Formda dört soru yer almaktadır.

Deney grubunda yer alan 32 öğrencinin bu sorulara verdiği cevaplar tematik analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Öğrencilerin cevaplarından elde edilen temalar Tablo 4.16’da verilmiştir.

Tablo 4.16

Sürece yönelik düşünceler formundan elde edilen bulgular

Soru	Temalar	Sayı
1. Yapılan STEM eğitimi uygulamasının sizce (varsa) iyi yönleri nelerdir?	1- dersin daha ilgi çekici ve zevkli hale gelmesi	22
	2- dersin daha anlaşılır hale gelmesi	19
	3- dersin mesleki ihtiyaçlara cevap verir hale gelmesi	15
	4- derste öğrendiklerimizin hayatta ne işe yarayacağını görebiliyor olmamız	9
2. Yapılan STEM eğitimi uygulamasının sizce (varsa) kötü yönleri nelerdir?	1- yeni bir sistem olduğu için alışma problemleri	13
	2- sadece matematik dersinde yapıldığı için diğer derslerle uyumsuzluk olması	11
	3- üniversite sınavı için faydasız olması	9
3. Yapılan STEM eğitimi uygulaması ile var olan eğitimi karşılaştırır mısınız?	1- Eğitim sistemimizde dersler çok sıkıcı, STEM’de dersler daha eğlenceli	26
	2- Eğitim sistemimizde dersler genelde ezbere dayalı, STEM eğitiminde ise konuları ne işe yaradığını bilerek öğreniyoruz.	23
	3- Eğitim sistemimizde dersler bizi üniversite sınavına hazırlıyor, STEM eğitiminde ise daha çok meslek derslerini daha iyi anlamamızı sağlıyor.	10
	4- Eğitim sistemimizde dersler çok durağan ve genellikle sınıfta oturarak geçiyor, STEM eğitiminde ise uygulamalar ve etkinlikler var.	10
4. Yapılan STEM eğitimi uygulamasının kariyer (meslek) seçiminiz açısından etkili olduğunu düşünüyor musunuz?	1- Evet, etkili, çünkü ...	25
	2- Hayır, meslek seçimimi değiştirmedim.	7

Deney grubunda yer alan 32 öğrencinin cevaplarından ortaya çıkan temalar cevaplardan seçilen örneklerle birlikte incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılabilir:

1. Yapılan STEM eğitimi uygulamasının sizce (varsa) iyi yönleri nelerdir?

Öğrenciler STEM eğitiminin iyi yönlerini sıralarken dersin daha ilginç ve zevkli olmasını (n=22) ve daha anlaşılır hale gelmesini (n=19) en yaygın biçimde yazmışlardır. Bu cevapları takip eden diğer sık görülen cevaplar ise dersin öğrenciler için daha anlamlı hale gelmesi ile ilgili cevaplardır. Dersin anlamlı hale gelmesi, öğrenilen bilginin öğrencilerin mesleki ihtiyaçlarına cevap vermesi (n=15) ve ne işe yarayacağını anlaşılabilmesi (n=9) olarak ifade edilebilir. Genel olarak öğrencilerin büyük çoğunluğunun uygulamayı iyi yönlerine ağırlık vererek değerlendirdikleri görülmüştür.

Öğrenci 3: Matematik dersleri benim için en sıkıcı geçen derslerdendi. Ama bu şekilde öğretildiğinde daha iyi anlayabildiğimi gördüm. Böyle olunca ders daha keyifli oldu.

Öğrenci 9: Lojik Devreler derslerinde gördüğümüz lojik kapıları matematik dersinde görünce aslında ne olduğunu daha iyi anladım. Derslerin durağan değil hareketli olması ve yaptığımız grup çalışmaları eğlenceliydi.

Öğrenci 17: Bu eğitim uygulaması bana matematiğin aslında farklı derslerin birçok konusu içinde yer aldığını gösterdi. Matematiği iyi anlayabilirsem diğer dersleri de daha iyi öğrenebileceğimi gösterdi.

Öğrenci 25: Derse zorla değil de isteyerek girmek hayatımda ilk kez yaşadığım bir duygu oldu. Bölüm derslerimizde gördüğümüz konuların içindeki matematiği matematik dersinde görmek bölüm derslerini daha iyi anlamamı sağlıyor. Bunu da bu çalışma sağladı.

2. Yapılan STEM eğitimi uygulamasının sizce olumsuz yönleri ortaya çıkabilir mi?

Açıklayınız.

Öğrenciler STEM eğitiminin kendilerine göre olumsuz yönlerini sıralarken yeni bir sisteme alışma zorluğundan (n=13), diğer derslerle yaşanabilecek uyumsuzluklardan (n=11)

ve bir yıl sonra girecekleri üniversite giriş sınavında oluşabilecek olumsuzluklardan (n=9) bahsetmişlerdir. Öğrenci sayılarından da anlaşılacağı gibi öğrenciler büyük oranda uygulamanın iyi gördükleri yönlerinden bahsetmişlerdir.

Öğrenci 5: Yıllardır öğrencilerin ve öğretmenlerin alıştığı sistemin yerine başka bir eğitim sistemi getirmek bence çok zor. Bu yüzden çalışmanın başında yaptığımız şeyleri anlamakta güçlük çektim.

Öğrenci 12: STEM eğitimi uygulamasını sadece matematik dersi için yaptık. Diğer dersler için yapılmazsa yani bu tüm eğitim düzenine yayılmazsa diğer derslerle ve öğretmenlerle sorunlar ve uyumsuzluklar çıkabilir. Bence bu yönden şu anda yetersiz bir eğitim.

Öğrenci 23: Lisedeki eğitimin ilk amacı bence bizi üniversite sınavlarına hazırlamaktır. Ama herkes farklı eğitim görürken bizim STEM eğitimi görmemiz doğru olmaz. Bence bu eğitimin en olumsuz tarafı budur.

Öğrenci 32: Bence yeni bir sistem getirmek yerine şimdiki eğitim sistemi düzeltilmeli. Tamam, şimdiki sistemde bence de çok fazla sorun var. Ama herkesin alıştığı bir şeyin eksikliklerini giderip daha iyi hale getirmek varken kimsenin bilmediği ve karşı çıkacağı bir sistem kötü olur diye düşünüyorum. Yani olumsuz yönü ne olduğunu bilmememiz.

3. Yapılan STEM eğitimi uygulaması ile var olan eğitimi karşılaştırır mısınız?

Öğrencilere yöneltilen süreç değerlendirme maddelerinden üçüncüsünde öğrencilerden mevcut eğitimi sistemi ile uygulanan STEM eğitimini karşılaştırmaları istenmiştir. 26 öğrenci sıkıcı buldukları derslerin STEM eğitimi ile daha eğlenceli olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin büyük bir kısmı (n=23) mevcut eğitim sisteminde derslerin ezbere dayalı olduğunu, ancak STEM eğitiminde derslerde gördükleri konuların mantığını anlayarak ve ne işe yaradığını görerek öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Ülkemizdeki lise öğrencilerinin en önemli

kaygılarından biri olan üniversite sınavı da değerlendirmeler de etki sahibidir. 10 öğrenci mevcut eğitim sisteminin kendilerini üniversite sınavlarına hazırladığını, ancak STEM eğitimi gibi diğer liselerden farklı bir eğitimin bu işlevi yapmayacağı için kendileri için sakıncalı olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilere göre STEM eğitimi kendilerini üniversite sınavına hazırlamak yerine meslek derslerini daha iyi anlamaya yönelik bir uygulamadır. Eğitim sisteminde birçok farklı sebepten dolayı öğretmen ve öğrenciler derslerde uygulama yapma imkânı bulamamaktadır. 10 öğrenci mevcut eğitim sistemindeki durağanlığı ifade ederek STEM eğitiminin etkinlik ve uygulamalardan dolayı daha hareketli olduğunu belirtmişlerdir.

Öğrenci 1: Öğretmenlerden mi yoksa derslerin kendisinden mi bilmiyorum ama derslerde çok sıkılıyordum. STEM çalışmasındaki dersler de ise sıkılmadım. Farklı ve yeni bir şey olduğundan ya da derslerdeki etkinliklerden dolayı eğlenceli geçti. Derslere daha farklı bakmaya başladım.

Öğrenci 11: Matematik derslerinde ve sınavlarda şimdiye kadar hep formülleri ve soruları ezberleyerek çözmeye çalıştım. Nerede kullanacağımı ya da ne işe yaradıklarını düşünmedim. STEM dersleri bana matematik formüllerinin nerelerde kullanıldığını gösterdi.

Öğrenci 24: Liseyi bitirdiğimde üniversiteye devam etmek istiyorum. Okulda gördüğümüz kültür dersleri bunu sağlamak amacıyla bize gösteriliyor. Zaten tüm liseler aynı kültür derslerini ve aynı konuları görüyor. Ama üniversite sınavında sorulacak sorulardan farklı şeyler öğrenmek bence saçma olur. STEM ya da başka bir sistem bizi üniversite sınavında geri düşürür. STEM belki meslek derslerini daha iyi anlamamızı sağlayabilir ama bizim öncelikli hedefimiz üniversiteyi kazanmak.

Öğrenci 28: Ben bu şekilde ders işlemeyi daha ilginç ve eğlenceli buldum. Yenilik her zaman iyidir. Türkiye'deki eğitim sistemi bence iyi değil. Her derste oturup, öğretmeni dinleyip, tahtaya yazılanları defterimize yazıyoruz. Ne yazdığımızı bile

sorgulamıyoruz. Sadece öğretilenleri ezberlemeye çaba harcıyoruz. STEM’de ise öğrendiklerimizi neden öğrendiğimizi ve nerede kullanacağımızı anlayabiliyoruz.

Bence aralarındaki en büyük fark budur.

4. Yapılan STEM eğitimi uygulamasının kariyer (meslek) seçiminiz açısından etkisi olduğunu düşünüyor musunuz?

STEM eğitimi, öğrencilerin, dünyanın ve paralelinde ülkemizin ihtiyaç duyduğu STEM işgücü ve STEM kariyerleri ile tanışmasında ve bu alanlara yönlendirilmesinde en önemli basamaklardan biridir. Çalışma sürecinde öğrencilere STEM kariyerleri ve yurt dışında bu konudaki çalışmalarla ilgili bilgiler verilmiştir. Öğrencilerde bu konuda farkındalık oluşturulmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin büyük kısmı (n=25), çalışmanın kariyer seçimlerinde etkili olduğunu belirtirken yedi öğrenci meslek seçimlerinde bu çalışmanın etkisi olmadığını belirtmiştir.

Öğrenci 7: Bölümümüzle ilgili meslek seçeneklerinin çok da farkında değildim.

Kendimi alanımda iyi yetiştirirsem ülkemde ve belki dünyanın farklı yerlerinde çok iyi işler bulabileceğimi öğrendim.

Öğrenci 16: Okulumuzda rehberlik ve yönlendirme yönünden çok eksik var.

Ailelerimiz de bu konuda çok ilgili ve bilgili değiller. Bu çalışmada öğretmenimiz alanımızla ilgili yapabileceğimiz işlerden bahsetti. Önümüzdeki yıllarda iyi yetişmiş STEM iş gücüne ne kadar ihtiyaç duyulacağını öğrendik.

Öğrenci 21: Benim meslek seçimi konusunda herhangi bir sıkıntım yok. Zaten yapmak istediğim işle ilgili bir bölümde okuyorum. Bu bölümü seçerken buna karar vermiştim. Çalışmanın bu konuda bana etkisi olmadı.

Öğrenci 30: Onuncu sınıfa geçerken bu bölümü puanım yüksek olduğu için seçmiştim. Bir de arkadaşlarım genelde bu bölümü seçtiği için. Seneye üniversite sınavına gireceğiz. Ben henüz ne yapacağım konusunda karar veremedim. Şimdi ise yabancı

dilimi geliştirip mekatronik alanında iyi olan bir ülkede üniversite okumak istiyorum.

Sonrasında ise orada iyi bir iş bulabilirim. Meslek seçimi ve geleceği planlama

konusunda bu çalışmanın bana çok etkisi oldu.



5. Bölüm

Tartışma ve Öneriler

5.1. Tartışma

Yaşadığımız yüzyılda dünyada endüstriyel ve ekonomik güç olma çabalarının küresel boyuta çıkmasıyla STEM eğitimi daha fazla önem kazanmıştır. Bu eğitim yaklaşımı fen, teknoloji, matematik ve mühendislik konuları arasındaki mevcut sınırları kaldırarak ve çeşitli araç ve teknolojileri kullanarak karmaşık problemlere çözüm tasarlama sürecine ve inovasyona odaklanan entegre bir çaba olarak gelişmektedir (Kennedy ve Odell, 2014).

Bu araştırma ile meslek liselerinde (araştırma kapsamında endüstriyel otomasyon teknolojisi bölümünde) matematik öğretimi için Türkiye'ye uygun, öğretmenler tarafından kullanılabilir, geliştirilmeye açık, STEM temelli bir matematik modülünün ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak Türkiye ve dünyadaki STEM eğitimi literatürü taranmış, STEM eğitiminin uygulanmasında öğrencilerin ve öğretmenlerin, ortaya çıkabilecek olası ihtiyaçlar konusunda fikirleri ve uygulamadan beklentileri belirlenmiştir. Okutulan meslek dersleri programları incelenerek bu derslerle uyumlu ve bu derslerdeki matematik bilgisinin öğrenilmesini destekleyici bir matematik modülü yazılmıştır. Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Endüstriyel Otomasyon Teknolojisi (Mekatronik) bölümü öğrencileri için hazırlanan STEM eğitimi temelli matematik programının öğrencilerin kariyer seçimi, matematik algısı, ilgisi, tutumu ve mesleki matematik başarısı üzerine etkisi test edilmiştir. Çalışmanın verilerinden elde edilen bulgular aşağıda değerlendirilmiş ve tartışılmıştır.

Türkiye ve dünyadaki STEM literatürü incelendiğinde görülmüştür ki teknoloji, sanayi ve bunların sağladığı ekonomi bakımından gelişmiş ve lider konuma gelmiş ülkelerde genç işgücünün eğitimine çok önem verilmekte ve STEM eğitimi bu amaca hizmet eden en başarılı eğitim sistemi olarak görülmektedir. Lise düzeyindeki bir STEM eğitimi, öğrencileri yaşama dair farklı disiplinlerin bilgi ve becerilerini birlikte öğrenmeye teşvik eder ve onları bilgi

temelli bir ekonomi için hazırlar (NRC, 2011). Türkiye, gelişmekte olan ve yakın gelecekte ekonomik olarak büyük ülkeler ligine girme hedefinde olan bir ülke olarak sahip olduğu büyük genç işgücü potansiyelini STEM gibi bu amaca hizmet eden bir eğitimle doğru şekilde eğitmeli ve yönlendirmelidir. Ayrıca STEM eğitiminin başarı düzeyi düşük öğrencilerin başarısında daha fazla artış sağladığı (Han ve diğerleri, 2014) veya özellikle mühendislik kariyerlerinde yeteri kadar temsil edilmeyen kız öğrencilerin STEM mesleklerine yönelmesini sağladığı (Bottia ve diğerleri, 2015), kariyer gelişimlerine yönelik farkındalık ve STEM mesleklerine yönelim sağladığı (Nite ve diğerleri, 2014; Tseng ve diğerleri, 2013) gibi araştırma sonuçları STEM eğitiminin çok da öne çıkmayan diğer yönlerini yansıtmaktadır. Toplumumuzda mühendisliğin erkek mesleği olarak algılanması araştırma sonuçlarında dahi ortaya çıktığından (Koyunlu Ünlü ve Dökme, 2017), STEM eğitimi ile kız öğrencilerin mühendisliğe ilgi duyarak yetişmesi sağlanabilir.

Dünyada STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar yaklaşık kırk yıldan fazla süredir devam etmesine ve bu alanda pratik hayatta da pek araştırma ve çalışma yapılmış olmasına rağmen bu durum ülkemiz için geçerli değildir. Türkiye’de son 6 – 7 yıldır gündemde olan STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar gelişme göstermekle birlikte yetersizdir. Bazı üniversitelerin, TÜSİAD ve MEB gibi kurumların STEM konusunda araştırmaları ve durum tespiti ya da öneri niteliğinde raporları mevcuttur. Ancak bunlar genellikle teorik düzeyde kalmakta ve çok azı pratiğe geçirilebilmektedir. Birkaç üniversitede kurulan STEM merkezlerini buna örnek olarak verebiliriz. Ancak konunun öneminin farkında olduğu ve özel sektör ve devlet kurumlarının da STEM eğitiminin ülke ekonomisi ve geleceği için önemi konusundaki farkındalığının artmış olduğu gözlenmiştir. Bunu, ülkemizde STEM konusu hakkında yazılan makale ve tez çalışması sayısındaki belirgin artıştan da görebiliriz.

Son birkaç yıl içinde sıklıkla karşımıza çıkan Endüstri 4.0 kavramı, 1800’lü yıllarda başlayan endüstri devriminin günümüzde ulaştığı dördüncü evreyi ifade etmek amacıyla

kullanılmaktadır. Bu evrede siber-fiziksel sistemlere dayalı üretim yapılacaktır. Bunun için gerekli işgücü, teorik bilgi ile pratikteki uygulamaları çok iyi biçimde birleştirebilme özelliğine sahip olmalıdır (TÜSİAD, 2018). Bu da günümüzde STEM eğitiminin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Ülkemizde STEM'in kapsadığı disiplinlerin entegrasyonuna ihtiyaç duyulan ve bu durumun en iyi gözlemlendiği eğitim kurumları mesleki ve teknik liselerdir. Bu tez çalışmasında bu duruma önemle vurgu yapılmıştır. TÜSİAD ve Milli Eğitim Bakanlığı'nın imzaladığı bir protokolle 2018-19 eğitim ve öğretim yılında uygulanacak olan "Mesleki ve Teknik Anadolu Liselerinin STEM Eğitimi ve Endüstri 4.0 Bileşenleri ile Güçlendirilmesi" projesi (TÜSİAD, 2018) bu doktora tez çalışmasının önemini, değerini ve öngörülülüğünü ortaya koymaktadır. Bu bağlamda meslek liseleri ve STEM eğitimi konularında yapılacak araştırma ve çalışmalar için yararlı bir kaynak olacaktır. Ayrıca 1739 sayılı Millî Eğitim Temel Kanunu'nda (Resmi Gazete, 1973) yer alan meslek liselerinin en önemli kuruluş amaçlarından olan "ülkenin ekonomik ve kültürel kalkınmasına katkıda bulunacak bilinci kazandırarak öğrencileri ilgi, istek ve yetenekleri doğrultusunda, hem yükseköğretime hem de iş alanlarına hazırlamak" hedefi STEM eğitimi ile daha gerçekçi ve daha verimli şekilde hayata geçirilebilir. Çünkü öğrenciler STEM eğitimi sayesinde kendi alanlarında iyi bir temele ve pratik eğitime sahip olacakları için nitelikli işgücüne katılımları hem öğrencilerin kendi profesyonel hayatları hem de ülke ekonomisi açısından daha faydalı gerçekleşecektir.

Çalışmanın önemli kısımlarından biri olan ihtiyaç analizi, mevcut durumu saptayıp yapılması gerekenleri belirlemek amacıyla yürütülen sistematik bir süreçtir (Kaufman & English, 1979, s. 8). STEM literatürü incelendiğinde ihtiyaç analizi yapılan bir araştırmaya rastlanmamıştır. Öğretmenler (n=22) ve öğrencilerle (n=64) yapılan ihtiyaç analizi çalışmaları sonucunda katılımcıların STEM eğitimi gibi yeni ve uygulamayı etkin kılan bir sistem için ne tür ihtiyaçların ortaya çıkabileceği ve böyle bir uygulamadan beklentileri konusunda fikirleri

alınmıştır. Öğrenciler için en önemli ihtiyaçlar; STEM konusunda eğitim almış ve alanlarındaki STEM konularını öğrencilere iyi aktarabilecek öğretmenler, STEM eğitiminin sağlıklı ve düzgün bir şekilde gerçekleşmesi için okullarda hazırlanması ya da düzenlenmesi gereken ortamlar ve donanım, ekipman ve mevcut eğitim programının STEM eğitime göre adapte edilmesi olarak vurgulandığı görülmüştür. Öğrencilerin de çoğunlukla üzerinde durduğu gibi yeni bir eğitim programına öncelikle adapte olması gereken unsur öğretmenlerdir. Çünkü çok büyük oranda başka kaynaklardan eğitiminin kalitesini yükseltecek maddi imkânlardan ve kendisine rehberlik edecek iyi eğitilmiş ailelerden mahrum olan meslek lisesi öğrencileri için birincil bilgi kaynağı ve yol gösterici öğretmenlerdir. Bu bağlamda öğrenciler için STEM eğitiminin başarılı olması ve bu eğitimin öğrencilerin hem günlük hem meslek hayatlarına dokunabilmesi için en önemli gereksinim STEM konusunda iyi yetiştirilmiş öğretmenlerdir. Öğretmenlere göre ise STEM eğitiminin uygulanabilmesi için gerekli olanlar uygun alt yapı, seçilmiş başarılı öğrenciler ve bu alanda eğitim almış öğretmenler şeklinde sıralanmaktadır. Buradaki çelişki, öğrenciler için en önemli gereksinim öğretmen iken öğretmenler için bu ihtiyaç daha gerilerde görünmektedir. Öğretmenler için sınıf mevcutlarının fazla olması uygulamada sorun çıkarabilecek önemli bir etken olarak görülürken öğrenciler bu konudan hiç bahsetmemiştir. Meslek lisesinde öğretmenlerin en büyük sorunlarından olan yüksek sınıf mevcutları ve öğrenci tutumları sebebiyle oluşan sınıfa hâkim olma ve sınıf yönetimi sorunu mevcut sistemde en çok yakınılan problemlerdir. Bu sebeple öğretmenlere göre ilk önce fiziki şartlar iyileştirilmeli, daha sonra mevcut eğitim sisteminde değişiklikler ve düzenlemeler yapılmalıdır. Çalışmanın Bulgular bölümünde detaylı olarak açıklandığı üzere genel olarak hem öğretmenler hem de öğrenciler STEM eğitimi için olumlu tavır içinde olmuşlardır. Katılımcıların çok az bir kısmı olumsuz bakmış ve alışılan sistemin değişmesinin kolay olmadığını, bu değişime hem öğretmenlerin hem de öğrenci ve velilerin karşı çıkacağını, ayrıca maddi yönden getireceği yük nedeniyle devlet

tarafından desteklenmesinin de zor olduğunu belirtmişlerdir. Daha kapsamlı ve işin uzmanları tarafından yapılacak ihtiyaç analizlerinde, farklı ve bu çalışmada ortaya çıkmamış sonuçlar görülebilir.

Bu araştırmanın temel çıktılarında olan STEM temelli matematik modülü ve bunun öğretimini kapsayan ders programının hazırlanması bu çalışmanın en zorlayıcı kısmı olmuştur. Öncelikle çalışmanın yapıldığı meslek lisesinin endüstriyel otomasyon teknolojisi bölümünde okutulan ve toplamda yaklaşık üç bin sayfaya yakın tüm meslek dersleri modülleri matematik öğretmenleri ve bu bölümün meslek dersleri öğretmenleri tarafından incelenmiştir. Bu incelemeyle meslek derslerinde öğrencilerin karşılaşabilecekleri ya da dersleri anlayabilmeleri için bilmeleri gereken matematiksel bilgi ve yapılar tespit edilmiştir. Bu yapıların mevcut matematik müfredatındaki hangi konu başlıkları ile ve dolaylı olarak da hangi sınıf seviyeleri ile paralellik gösterdiği incelenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda meslek dersleri için ihtiyaç duyulan matematik bilgisi lisede uygulanan matematik programının sınıflara göre düzenlenmesi ile uyumsuzluk gösterdiği görülmüştür. Örneğin, öğrencilerin 10. sınıfta aldıkları Mekanizmalar dersi gibi bazı meslek derslerindeki konular ve alıştırmalar içinde yer alan trigonometri konusu 11. sınıf lise matematik müfredatı içeriğinde bulunmaktadır. Benzer biçimde, çalışmanın yapıldığı tarihte 10. Sınıfta verilen Lojik Devreler dersi konularının içerik ve düşünme şekli bakımından pek çok ortaklık içeren “Mantık” konusu öğrencilere 11. Sınıf matematik konuları içinde öğretilmekteydi. Ancak bu ünite bir sonraki öğretim yılında (2017-2018) 9. Sınıf matematik konuları içine geri alınmıştır. Matematikle ilgili bu uyumsuzlukların yanı sıra meslek dersleri içinde fizik ve kimya derslerine ait bilgiler de gömülü durumdadır. Doğal olarak sadece matematikle ilgili yapılan bir çalışma yeterli olmayacak ve STEM’in doğasına uygun olarak fen derslerinin de mühendislik ve teknoloji ağırlıklı bu meslek derslerine entegrasyonu gerekecektir. Ayrıca STEM eğitiminin mantığına uygun olarak öğretilen konular içine etkinlikler yerleştirmek ve

bunların organizasyonunu sağlamak da ayrı bir güçlük teşkil etmiştir. Literatürde bu alanda yeterli etkinlik bulunmaması ve etkinlik geliştirmenin zorluğu STEM eğitimi programı yazmada önemli bir problem olarak görülebilir. Bu çalışmaların daha geniş bir uzman ekiple yapılması gerekliliği görülmüştür.

Bu çalışma dâhilinde hazırlanan STEM temelli matematik programının uygulanması esnasında araştırmacı tarafından yapılan gözlemlere göre öğrenciler –kendi ifade ettikleri kelimelerle- dersleri *ilgi çekici* ve *eğlenceli* bulmuşlardır. Uygulama çalışmaları öğrencilerin ders programları dışında yapılmasına rağmen deney grubunda yer alan öğrenciler özveri ile derslere katılmışlar, etkinlikleri istekli şekilde gerçekleştirmişler ve yapılan STEM eğitimi uygulamasına karşı çok büyük oranda olumlu tavır sergilemişlerdir. Mevcut eğitim sisteminde, öğrencilerin ve öğretmenlerin birlikte şikâyetçi oldukları, yoğun ve ezber dayalı müfredatın ve ayrıca merkezi sınavların öğrencilerde ve ailelerinde yarattığı psikolojik ve maddi baskının sonucu olarak öğrencilerin derslere olan ilgisi ve motivasyonu oldukça düşüktür. Akademik başarı yönünden en alt sınırlarda yer alan meslek liselerinde bu durum daha da ciddi bir sorundur. Bu bağlamda STEM eğitiminin öğrencilere sağladığı anlamlı öğrenme ve ezberden ziyade uygulayarak öğrenmeyi sağlayan etkinlikler öğrencilerde derse karşı isteği ve motivasyonu artıran unsurlar olarak kabul edilebilir ve bu da uygulamalar esnasında öğrencilerin gösterdiği ilginin kaynağı sayılabilir. Bu çalışmada da ortaya çıktığı üzere yapılan birçok araştırma STEM eğitiminin öğrencilerin tasarım yeteneklerini ve bilişsel süreç becerilerini geliştirdiğini, konuları daha iyi kavramalarını, etkili ve kalıcı öğrenmeyi sağladığını göstermiştir (Baran ve diğerleri, 2015; Karahan ve diğerleri, 2015; Quang ve diğerleri, 2015; Sümen ve Çalışıcı, 2016a; Yamak ve diğerleri, 2014; Yıldırım ve Selvi, 2017). Öğrenciler matematiğin pratikte uygulanabilirliğini gördükleri için dersin daha anlamlı, zevkli ve kolay anlaşılır hale geldiğini belirtmişlerdir. STEM eğitiminin problem çözme becerilerini (Kopcha ve diğerleri, 2017) ve diğer matematiksel yeterlilikleri geliştirdiği

diğer çalışmaların sonuçlarıyla da desteklenmektedir (Baran ve diğerleri, 2016; Irwin ve diğerleri, 2014; Taylor ve Hutton, 2013). Kelley ve Knowles (2016) öğrencilerin fen ve matematiği birbiriyle ilgisiz ve kavramları gerçek dünyadaki uygulamalarını bilmeden öğrendikleri için ilgi duymadıklarını belirtmektedir. Bu nedenle STEM, öğrencilerin matematiğe olan ilgisini artırabilecek bir yaklaşımdır. Matematik eğitiminin problem çözme, uygulamalar ve üst düzey becerilere daha fazla odaklanması gerektiğini belirten Ernest (1989) matematik öğretiminde teknoloji kullanımına daha fazla yer verilmesi gerektiğini belirtmektedir. Matematiğin mesleki alan uygulamasını ön plana çıkaran STEM eğitiminin uygulandığı bu çalışmanın sonucunda, uygulanan etkinliklerin matematik eğitiminde başarıyı ve gelişimi sağladığı görülmüştür. Bu çalışmada STEM'in işbirliği yeteneklerini geliştirdiği bulunarak alana katkı sağladığı düşünülmektedir.

Çalışmanın kontrol ve deney grupları için aynı matematik konularını (taban aritmetiği, rasyonel ifadeler, mantık, trigonometri) içeren matematik ders programları hazırlanmıştır. Kontrol grubu için hazırlanan programda konu içerikleri ve alıştırmaları mevcut eğitim sistemimizde kullanılan lise matematik müfredatı doğrultusunda oluşturulmuş ve yıllık planlarda belirtilen anlatım yöntemleri ile öğrencilere aktarılmıştır. Deney grubu için hazırlanan programda ise konular STEM eğitimin doğasına uygun olarak fen, mühendislik ve teknoloji içeriği ile entegre edilmiş, alıştırmaları meslek dersleri modüllerinde yer alan soru ve örnekler baz alınarak hazırlanmış ve konu ile alakalı STEM etkinlikleri ile desteklenmiştir. Kontrol ve deney gruplarında yer alan öğrencilerin derslere ilgileri ile ilgili gözlemlerde kontrol grubu öğrencilerinin zaman zaman sıkıldıkları, konuları öğrenme amacını sorguladıkları ve dersi dinleme ve öğrenme motivasyonu konusunda sorun yaşadıkları görülmüştür. Buna karşın deney grubundaki öğrencilerin derslere daha istekli geldikleri, öğrenme konusunda hevesli oldukları, alıştırmalarının kendi bölümlerinin meslek dersleri ile ilgili olduğunu gördüklerinde bunları çözebilmek için daha motive

oldukları ve derslerdeki etkinliklerden keyif aldıkları gözlenmiştir. Hatta derslerin süresi aşıldığında bunu sorun etmedikleri görülmüş, bazen de dersi uzatmayı öğrenciler kendileri istemiştir. Çok büyük çoğunlukla öğrenciler STEM eğitiminden keyif almışlar ve dersi daha iyi öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Çalışma sırasında, öğrenciler ilk defa STEM sayesinde matematik dersini ilgi çekici bulduklarını ve zevk aldıklarını ifade etmişlerdir. Diğer araştırma bulguları da STEM eğitiminin öğrencilerin fen ve matematik derslerine yönelik tutumlarını olumlu geliştirdiğini göstermektedir (Baran ve diğerleri, 2015; Keçeci ve diğerleri, 2017; Yamak ve diğerleri, 2014). Nitekim, Kim ve diğerleri (2015) STEM derslerinde robotik kullanımının nasıl tasarlanacağı ve yürütüleceğini öğretmeyi amaçlayan bir projede öğretmen adaylarının robotik aktivitelere aktif olarak katıldıklarını ifade etmiştir. Bu projede öğretmen adaylarının tüm yönlerden STEM katılımları gelişmiştir. Araştırmacılar katılımcıların STEM'e duygusal katılımları (ilgi, zevk gibi) önemli olarak gelişince bunun davranışsal ve bilişsel katılımlarını da etkilediğini belirtmektedir (Kim ve diğerleri, 2015). Farklı bir çalışmada ise benzer şekilde STEM etkinliklerinin öğrencilere birçok açıdan fayda sağladığı ve öğrencilerin bu alanlarda kendilerini daha çok geliştirmek istedikleri bulunmuş, öğrenciler STEM etkinliklerinin derslerde kullanılması gerektiği konusunda olumlu görüş bildirmiştir (Gökbayrak & Karışan, 2017). Bu bilgiler ışığında, STEM'in öğrencilerin ilgisini matematiğe çekmede işe yarayabileceği iddia edilebilir.

Çalışma sürecinde yapılan gözlem ve görüşmelerde öğrenciler tarafından STEM'in olumlu ve olumsuz yanlarının ifade edilmesinin yanısıra eğitimin daha çok pozitif taraflarıyla değerlendirildiği görülmektedir. STEM eğitimi ile konular uygulamalı öğretildiği için öğrenmenin daha anlamlı hale geldiği ve yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağladığı, öğrencileri çok yönlü geliştirdiği ve eğitimde motivasyonu ve aktif katılımı sağlayan etkili bir yaklaşım olduğu ifade edilmiştir. Öğrenciler uygulanan eğitimin STEM alanlarına yönelik farkındalık sağladığını; ayrıca fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bağlantısını bu eğitim sayesinde

kurduklarını ayrıca bu alanların gerçek hayatla bağlantısını kurmayı başardıklarını ifade etmişlerdir. STEM eğitiminin yaparak öğrenmeyi sağladığı (Altan ve diğerleri, 2015), öğrencilerin STEM alanları ve günlük hayat arasında ilişki kurmalarını sağladığı (Karahan ve diğerleri, 2015; Sümen ve Çalışıcı, 2016), eğitimde ilgi ve motivasyon sağladığı (Kim ve diğerleri, 2015; Küçük ve Şişman, 2017; Mohr Schroeder ve diğerleri, 2014; Yıldırım ve Selvi, 2017; Wyss, Heulskamp ve Siebert, 2012), eğitimi zevkli hale getirdiği literatürde de bulunmuştur (Gencer, 2015; Karahan ve diğerleri, 2015; Keçeci ve diğerleri, 2017). Ayrıca öğretmenler ve öğrenciler bu yaklaşımın teknolojik beceriler kazandırmada, teknolojiden eğitimde yararlanmada, mühendisliğin görev alanlarını öğretme ve mühendisliğe ilgi uyandırmada etkili olabileceğini ifade etmişlerdir. STEM eğitiminin entegre yapısı ve etkinlik temelli özellikleri bu alanda yapılan diğer çalışmalarda da vurgulanmıştır (Aslan Tutak ve diğerleri, 2017). Öğretmenlerin STEM entegrasyonuna yönelik pozitif tutumlar gösterdiği ve STEM’i önemli buldukları diğer çalışmaların sonuçları arasındadır (Brown ve diğerleri, 2011; Delice ve diğerleri, 2015). Bunun yanı sıra olumsuz özellikler olarak, bazı öğretmen ve öğrenciler STEM eğitimindeki bağlantıları kafa karıştırıcı ve zor bulduklarını, bağlantı kurmakta zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca STEM’in zaman alıcı olabileceğini belirtmişlerdir. Zaman alıcı olması STEM ile ilgili yapılan benzer çalışmalarda da ulaşılan sonuçlar arasındadır (Baran ve diğerleri, 2015; Yılmaz & Pekbay, 2017).

Kontrol ve deney gruplarına uygulanan matematik eğitiminin öğrencilerin mesleki matematik başarısına etkisinin araştırıldığı Mesleki Matematik Başarı Testinin istatistikî sonuçları çalışmanın Bulgular bölümünde detaylı olarak verilmiştir. Bu sonuçlarda da görülmüştür ki STEM temelli matematik programının uygulandığı deney grubu öğrencilerinin son test puanları ve ön test – son test puanları arasındaki artış, lise matematik müfredatına uygun mevcut sistemdeki matematik programının uygulandığı kontrol grubuna göre çok daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlardan hareketle teknik eğitim alan meslek lisesi öğrencilerinin

kendi mesleki alanlarında kullandıkları matematik bilgisini içeren bir matematik programı ile eğitim aldıklarında matematik başarısının artacağı söylenebilir. STEM eğitiminin öğrencilerin ders başarılarına etkileri bağlamında literatürde çeşitli bilgiler bulunmaktadır. STEM eğitiminin akademik başarıyı arttırması çeşitli çalışmaların sonucunda belirtilirken (Freeman ve diğerleri, 2014; Nite ve diğerleri, 2014; Öner ve diğerleri, 2016; Yıldırım & Selvi, 2017); STEM eğitimi verilen okullar ile STEM eğitimi verilmeyen okulların başarıları karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadığı da görülmüştür (Öner & Capraro, 2016). Başka bir çalışmada ise fen ve matematik entegrasyonunun matematik öğrenci başarısını fene göre daha fazla artırdığı gözlenmiştir (Hurley, 2001).

Öğrenciler meslek lisesinden mezun olduklarında ya alanları ile ilgili bir yüksek öğretim kurumuna devam etmeyi ya da genellikle eğitim aldıkları alanda iyi bir iş bulmayı hedeflerler. Tabii ki bu da lisede aldıkları eğitimin nitelikli olması ile mümkün olabilir. Bu eğitimde öğrenciler fen ve matematik gibi temel bilimlerden edindikleri kuramsal bilgileri teknoloji ve mühendisliğin pratiği ile birleştirip (Akgündüz ve diğerleri, 2015) kendi alanlarında ihtiyaç duyulan meslekler için aranan işgücü haline gelebilir ya da niteliklerini artırmak için üniversiteye devam edebilir. İyi uygulama örnekleri ABD, Çin, Almanya gibi gelişmiş ülkelerde bulunan STEM eğitimi, öğrencilerin bu hedeflerini yerine getirmede en uygun eğitim sistemi olabilir. Çalışmada deney grubundaki öğrencilere Türkiye ve dünyadaki STEM işgücü nitelikleri ve ihtiyacı ve STEM kariyerleri hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Çalışmanın başlangıcında ve sonunda deney grubundaki öğrencilere STEM Kariyer İlgisi Anketi uygulanmıştır. Bu anket öğrencilerin STEM'i oluşturan dört disipline (fen, teknoloji, mühendislik, matematik) karşı tutumlarını, 21. Yüzyıl becerileri konusundaki tutumlarını ve mesleki kariyer ilgi alanları konusundaki ilgi seviyelerini sınanan, Faber ve diğerleri (2013) tarafından geliştirilmiş bir tutum anketidir. Detaylı istatistikî sonuçları tez çalışmasının Bulgular bölümünde verilen bu anketten elde edilen bulgulara göre STEM kariyeri konusunda

bilgilendirilen ve STEM eğitimi uygulaması yapılan öğrencilerde STEM alanları ve 21. yüzyıl becerileri tutumlarında ve STEM meslek alanları ilgisinde anlamlı artışlar görülmüştür. Bu sonuçlardan hareketle, okullarda rehberlik ve yönlendirme faaliyetlerinin ne kadar önemli olduğu, eğer mesleki ve teknik liselerde öğrenim gören öğrenciler mesleki alanlarında iyi eğitilir ve yönlendirilirse kariyer seçimlerinin çok daha sağlıklı olacağı görülmektedir.

İçinde yaşadığımız çağda bireylerin hayatta başarılı olabilmeleri için sahip olmaları gereken 21. yüzyıl becerilerinin gelişiminde STEM eğitiminin rolü de araştırmada incelenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın sonuçları STEM eğitim ortamında birçok 21. yüzyıl becerisinin geliştiğini göstermiştir. Bunların başında özellikle problem çözme, iletişim ve işbirliği yetenekleri gelmektedir. Bu gelişimin özellikle STEM temelli disiplinlerarası etkinlikler sonucu olduğu görülmüştür. STEM eğitiminin öğrencilerin yaratıcılık, eleştirel düşünme, işbirliği yapma ve iletişim kurma gibi 21. yüzyıl becerilerini elde etmesini sağladığı literatürde de bulunmuştur (Özçelik & Akgündüz, 2018). Bilgi toplumunun temel özelliklerinden olan yaratıcılık ortaya çıktıkça gelişen bir beceridir ve öğretim yöntemleri bu beceriyi daha fazla geliştirmelidir (Genç & Eryaman, 2008). Teknoloji kullanımını ön plana çıkaran STEM'in öğrencilerin teknoloji becerilerini artırarak 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiği ulaşılan sonuçlar arasındadır. STEM eğitiminin öğrencilerin teknolojik ve inovatif gelişimine katkıları diğer çalışmaların bulguları ile desteklenmektedir (Baran ve diğerleri, 2015; Eguchi, 2016). Nitekim içinde bulunduğumuz zamanda bireylerin gelişme ve tartışmaların dışında kalmamak ve katılımcı vatandaşlar olabilmeleri için yeni teknolojileri etkin kullanmaları gerekmektedir (Genç ve Eryaman, 2008). 21. yüzyıl dijital becerilerinin kurumların rekabet ve inovasyon kapasitesi sağladığını belirten Laar, Deursan, Dijk ve Haan (2017) 21. yüzyıl becerileri alanında yapılan literatürü incelemiş ve yedi temel 21. yüzyıl becerisini olarak teknik, bilgi yönetimi, iletişim, işbirliği, yaratıcılık, kritik düşünme ve problem çözme olarak belirlemişlerdir. Ulaşılan sonuçların bu çalışmada belirlenen 21. yüzyıl

beceriyle örtüştüğü ve STEM'in bu becerilerin birçoğunun gelişiminde etkili olduğu görülmektedir.

5.2. Öneriler

Doktora tez çalışmasının literatür taramasından ve yapılan uygulama çalışmalarının sonuçlarından hareketle yapılacak öneriler STEM eğitiminin geliştirilmesi için öneriler ve STEM eğitimi konusunda yapılacak çalışmalar için öneriler olmak üzere iki alt başlık altında toplanmıştır.

5.2.1. STEM eğitiminin geliştirilmesi için öneriler

1. Ekonomi, sanayi ve teknoloji bakımından gelişmiş pek çok ülkede onlarca yıldır üzerinde araştırmalar ve çalışmalar yapılan, büyük fonlarla desteklenen, değer verilen ve kalifiye işgücünün yetiştirilmesi için anahtar görev yüklenen STEM eğitimi ülkemizde son yıllarda gündeme gelen bir eğitim sistemidir. Türkiye'de akademik seviyede bu alanda çalışmalar olmasına rağmen uygulama alanında henüz yeterince girişim bulunmamaktadır. Eğitimin en önemli unsurlarından olan öğretmenlere üniversitede verilecek eğitimin nitelikleri ve mesleklerini icra ederken alacakları hizmet içi eğitimler ve seminerler STEM eğitiminin, eğitim sistemimize entegrasyonunda çok önemli bir adım olacaktır.
2. STEM eğitimi, ilgili alanlarda müfredat entegrasyonunu öngören uygulamayı esas alan bir eğitimidir. Uygun eğitim programlarının hazırlanması, öğretmen eğitimlerinin yapılması ve uygulamaya yönelik alt ve üst yapının sağlanması oldukça maliyetli ve çok emek gerektiren bir süreçtir. Bu konuda hem devlet hem de özel sektörün katılımı ve desteği sağlanmalıdır.
3. STEM eğitimi öğrenim hayatının sadece bir kademesinde değil ilkokuldan üniversiteye kadar devam eden bir süreçtir (Bybee, 2010). Öğrenciler yetenekleri doğrultusunda ne kadar erken yönlendirilirse kariyer seçimi o denli doğru olacaktır.

İlkokuldan başlayarak STEM eğitimi almış öğrenciler ülke ekonomisine daha iyi katkı yapacak kalifiye işgücünü oluşturacaktır.

4. Ülkemizde üniversiteye giriş için uygulanan merkezi sınavlar (YGS ve LYS) tüm öğrenciler için ortaktır. Ancak bu sınavlar STEM eğitiminde ifade edilen amaçlara ulaşıp ulaşılmadığını test etmeye yarayacak özellikleri taşıyan sınavlar değildir. Bu sebeple STEM eğitimi uygulanan bir lise eğitiminden sonra farklı bir değerlendirme şekli getirilmelidir.

5.2.2. STEM eğitimi konusunda yapılacak çalışmalar için öneriler

1. Bu doktora tez çalışmasında STEM temelli bir matematik programı geliştirilmiş ve bu programın sınıf içi uygulamaları yapılmıştır. Ancak STEM eğitimi adını oluşturan dört ana disiplinin entegrasyonundan oluşur. Bu sebeple matematik yanında fen derslerinin (fizik, kimya, biyoloji) de çalışmaya dâhil edilmesi bu eğitimin amaçları açısından daha sağlıklı olacaktır. Bu çalışmada sadece matematik disiplininin teknoloji ve mühendisliğe entegre edilmesi çalışmanın sınırlılıklarından biri olarak kabul edilebilir.
2. Bu çalışmada uygulanan öğretim programı ve veri toplama araçları büyük çoğunlukla araştırmacı tarafından geliştirilmiş ve uzman kişilerden ve çalışmanın yapıldığı kurumdaki öğretmenlerden bazı aşamalarda ihtiyaç duyulduğunda destek alınmıştır. Çok yönlü ve yoğun çalışma gerektiren bu tür uzamsal çalışmalarda daha geniş ve her aşamanın gerektirdiği yeterliliğe sahip profesyonel bir ekip olması ciddi bir ihtiyaç ve zorunluluktur. Tabi ki ülkenin eğitim sistemi üzerinde yapılacak çok daha kapsamlı bir çalışmada bu ekip daha da büyüyecektir.
3. Akademik düzeyde STEM eğitimi ile ilgili ülkemizde yapılan tez çalışmaları Ulusal Tez Merkezi'nden tarandığında hem sayılarının çok az hem de sadece ilköğretim fen bilgisi dersleri üzerine ya da fen bilgisi öğretmen adayları üzerinde yapılmış oldukları görülmüştür. Yapılan bu çalışma ise düzey olarak lisede (Mesleki ve Teknik Anadolu

Lisesi) yapılmış olması ve STEM eğitiminin matematik ayağına odaklı olması bakımlarından diğerlerinden farklılık göstermektedir. Bu alanda yapılacak çalışmaların STEM'in bütünlüğü ve hedefleri açısından dört ana disipline de odaklanması önem arz etmektedir.

4. Yurtdışında örnekleri görülen “STEM Okulları” ülkemizde de, önce seçilecek okul ya da okullarda pilot uygulama olarak hayata geçirilebilir ve elde edilecek sonuçlara göre eksiklikleri giderilerek yaygınlaştırılabilir.
5. Bu çalışma bir mesleki ve teknik lisede 11. sınıf düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Farklı lise türlerinde ya da farklı öğrenim düzeylerinde de gerçekleştirilebilir.
6. Bu çalışmada kullanılan nicel veri toplama araçlarından STEM Kariyeri İlgisi Anketi ortaokul düzeyinde uygulanıp öğrencilerin lise seçiminde ya da lise düzeyinde uygulanıp öğrencilerin üniversite ve meslek seçiminde yardımcı olabilir.
7. Bu çalışmada kullanılan nicel veri toplama araçlarından Mesleki Matematik Başarı Testi, uygulanacak düzeye ve mesleki alana göre içerik olarak değiştirilebilir.

Kaynakça

- Adıgüzel, O. C. ve Berk, Ş. (2009). Mesleki ve teknik ortaöğretimde yeni arayışlar: Yeterliğe dayalı modüler sistemin değerlendirilmesi, *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. V1(1), 220-236.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., Özdemir, S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?] [White Paper]. İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A., Türk, Z. (2015). STEM EĞİTİMİ ÇALIŞTAY RAPORU.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Türk, Z. (2018). STEM Eğitiminin Öğretim Programlarına Entegrasyonu: Çalıştay Raporu.
- Altan, E. B., Yamak, H. ve Kırıkkaya, E. B. (2016). Hizmetöncesi öğretmen eğitiminde FeTeMM eğitimi uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Altun, S. A. (2009). İlköğretim öğrencilerinin akademik başarısızlıklarına ilişkin veli, öğretmen ve öğrenci görüşlerinin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 8(2).
- Ananiadou, K., & M. Claro (2009). 21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries. OECD Education Working Papers, No. 41, OECD Publishing, Paris.
- Armstrong, D., Gosling, A., Weinman, J., & Marteau, T. (1997). The place of inter-rater reliability in qualitative research: an empirical study. *Sociology*, 31(3), 597-606.
- Aslan Tutak, F., Akaygün, S. ve Tezsezen, S. (2017). Collaboratively learning to teach STEM: Change in participating preservice teachers' awareness of STEM. *Hacettepe*

Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 32(4), 794-816. doi:

10.16986/HUJE.2017027115

Australia. Education Council. (2015). National STEM School Education Strategy 2016-2026:

A Comprehensive Plan for Science, Technology, Engineering and Mathematics Education in Australia.

Australia. Ministerial Council on Education, Employment, Training and Youth Affairs

(MCEETYA). (2008). Melbourne declaration on educational goals for young Australians.

Australia. Office of the Chief Scientist. (2014). *Science, technology, engineering and mathematics: Australia's future*. Australian Government.

Avery, L. M. (2013). Rural science education: Valuing local knowledge. *Theory into Practice*, 52(1), 28–35.

Avrupa Komisyonu (2014): *Mapping and analysing bottleneck vacancies in EU labour markets*. European Commission, Brussels. European Schoolnet, Brussels.

http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/literatuur/2011_european_schoolnet.pdf, p. 19 adresinden alındı.

Avrupa Komisyonu (2015). Analytical highlight focus on science, technology, engineering and mathematics (STEM) skills.

Aykaç, N. (2002). Türkiye’de ve Bazı Avrupa Birliği Ülkelerinde Mesleki Teknik Eğitim (Almanya, Fransa, İsviçre, İspanya, Yunanistan Örneği), *Milli Eğitim Dergisi*, 155-156.

Bahçeşehir Üniversitesi. (2016, Mart 2). *STEM öğretmen eğitimi programı*.

http://stem.bahcesehir.edu.tr/projeler_STEM_ogretmen_egitim_programi.html.adresi nden alındı

- Baker, C. (1997). Membership categorization and interview accounts. *Qualitative research: Theory, method and practice*, 130-143.
- Baker-Doyle, K. J., & Yoon, S. A. (2011). In search of practitioner-based social capital: a social network analysis tool for understanding and facilitating teacher collaboration in a US-based STEM professional development program. *Professional development in Education*, 37(1), 75-93.
- Baki, A. & Gökçek, T. (2012). Karma yöntem araştırmalarına genel bir bakış. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 42(42).
- Baki, A., & Gökçek, T. (2005). Comparison of the development of elementary mathematics curriculum studies in Turkey and the U.S.A. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 5(2), 579-588.
- Ball, D. L. (1990). Prospective elementary and secondary teachers' understanding of division. *Journal for research in mathematics education*, 132-144.
- Baran, E., & Canbazoglu Bilici, S. (2015). Teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) üzerine alanyazın incelemesi: Türkiye örneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(1), 15-32.
- Baran, E., Bilici, S. C., & Mesutoglu, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9-19.
- Baran, E., Canbazoglu-Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5(2), 60-69.
- Başbakanlık. (2015). Nisan 20, 2016 tarihinde
http://www.basbakanlik.gov.tr/docs/KurumsalHaberler/64.hukümet_programi.pdf.
 adresinden alındı.

- BAUSTEM (2016). Erişim: 21.12.2016, http://stem.bahcesehir.edu.tr/stem_haberler.html
- Beane, J. A. (1997). *Curriculum integration: Designing the core of democratic education*. New York, NY: Teachers College Press.
- Berlin, D. F., & White, A. L. (1995). Connecting school science and mathematics. In P. A. House & A. F. Coxford (Eds.), *Connecting mathematics across the curriculum*. 1995 National Council of Teachers of Mathematics Yearbook (pp. 22–33). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Binici, H., & Necdet, A. R. I. (2004). Mesleki ve teknik eğitimde arayışlar. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3).
- Bloom Benjamin, S., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals, by a committee of college and university examiners. Handbook I: Cognitive Domain*.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (2007). *Qualitative research for education: An introduction to theory and practice*. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Bondas, T., & Hall, E. O. (2007). Challenges in approaching metasynthesis research. *Qualitative Health Research*, 17(1), 113-121.
- Bottia, M. C., Stearns, E., Mickelson, R. A., Moller, S. ve Parker, A. D. (2015). The relationships among high school STEM learning experiences and students' intent to declare and declaration of a STEM major in college. *Teachers College Record*, 117(3).
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi* [The effect of engineering design based science instruction on science teacher candidates' decision making skills, science process skills and perceptions about the process]. (Unpublished doctoral dissertation). Gazi University, Ankara.

- Brotman, J. S., & Moore, F. M. (2008). Girls and science: A review of four themes in the science education literature. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(9), 971-1002.
- Brown, J. D. (1995). *The elements of language curriculum: A systematic approach to program development*. Heinle & Heinle Publishers, 20 Park Plaza, Boston, MA 02116.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K. ve Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current Perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5-9.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı. *Pegem Atıf İndeksi*, 1-213.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2010). Scientific research methods. *Ankara: Pegem Akademi*, 206-207.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2011). Bilimsel araştırma yöntemleri. *Pegem Atıf İndeksi*, 1-360.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2010). Bilimsel araştırma yöntemleri. 5. Baskı. Ankara: Pegem Akademi.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education?.
- Bybee, R. W., & Loucks-Horsley, S. (2000). Advancing technology education: The role of professional development. *The Technology Teacher*, 60(2), 31-34.
- Caprile, M., Palmen, R., & Sanz, P. (2015). Encouraging STEM studies: labour market situation and comparison of practices targeted at young people in different Member States.
- Clancey, W. J. (1995). A tutorial on situated learning. *Proceedings of the International Conference on Computers and Education (Taiwan)*. Self, J. (Ed.) 49-70.

Charlottesville, VA: AACE.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2008). *Research methods in education*. Routledge.

Colucci-Gray, L., Trowsdale, J., Cooke, C. F., Davies, R., Burnard, P., & Gray, D. S. (2017).

Reviewing the potential and challenges of developing STEAM education through creative pedagogies for 21st learning: how can school curricula be broadened towards a more responsive, dynamic, and inclusive form of education?.

Çorlu, M. (2013). Uzman alan öğretmeni eğitimi modeli ve görüşler. Nisan 15, 2016 tarihinde

<http://fetemm.tstem.com/gorusler>. adresinden alındı

Çorlu, M. S. (2013). Insights into STEM education praxis: An assessment scheme for course syllabi. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 13(4), 2477–2485.

Çorlu, M., & Aydın, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 20-29.

Çorlu, M.S., Capraro, R.M., & Capraro, M.M. (2014). *Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation*. *Education and Science*, 39 (171), 74-85.

Creswell, J. W. (2009). Mapping the field of mixed methods research.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2007). Choosing a mixed methods design. *Designing and conducting mixed methods research*, 58-88.

Creswell, J. W., Plano Clark, V. L., Gutmann, M., & Hanson, W. (2003). Advanced mixed research designs. In A. Tashakkori C. Teddlie (Eds). *Handbook on mixed methods in the behavioral and social sciences* (pp. 209-240). Thousand Oaks, CA: Sage Publication.

Darrah, C. N. (1992). Workplace skills in context. *Human Organization*, 264-273.

- Davison, D. M., Miller, K. W., & Metheny, D. L. (1995). What does integration of science and mathematics really mean? *School Science and Mathematics*, 95(5), 226–230.
- Delice, A., Aydın, E., Derin, G. ve Yaşın, Ö. (2015). An investigation of the views on the integration of science technology and mathematics in a mathematics teacher education program. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 32(1), 3-15.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (1994). *Handbook of qualitative research*. Sage publications, inc.
- Diekman, A. B., Brown, E. R., Johnston, A. M., & Clark, E. K. (2010). Seeking congruity between goals and roles: A new look at why women opt out of science, technology, engineering, and mathematics careers. *Psychological Science*, 21(8), 1051-1057.
- Dinçer, S. (2014). Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta-analiz. *Pegem Atıf İndeksi*, 2014(1), 1-133.
- Dinçer, S. (2015). Effects of Computer-Assisted Learning on Students' Achievements in Turkey: A Meta-Analysis. *Journal of Turkish Science Education*, 12(1).
- Drake, S. M. (1998). *Creating integrated curriculum: Proven ways to increase student learning*, Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Drew, C.. (2017, Mayıs, 4). Why science majors change their minds (It's just so darn hard). The New York Times. <http://www.nytimes.com/2011/11/06/education/edlife/why-science-majors-change-their-minds-just-so-darn-hard.html?pagewanted=all>. adresinden alındı.
- DuFour, R., & DuFour, R. (2010). The role of professional learning communities in advancing 21st century skills. *21st century skills: Rethinking how students learn*, 77-95.
- Dura, C. (1990). *Bilgi Toplumu*. Kültür Bakanlığı Yayınları. Bil Ofset Matbaası, Ankara.
- Durando, M. (2013): *Towards 2020: Priorities for STEM Education and Careers in Europe*, powerpoint presentation. <http://www.ingenious->

science.eu/c/document_library/get_file?uuid=64d8c2fe-a4ea-449c-b6d7-15d21dd44f0f&groupId=10136 adresinden alındı.

- Eguchi, A. (2016). RoboCup Junior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 692-699.
- Ekiz, D. (2003). Eğitimde araştırma yöntem ve metotlarına giriş: nitel. *Nitel ve Eleştirel Kuram Metodolojileri, Anı Yayıncılık, Ankara*.
- European Commission/EACEA/Eurydice, (2015): *Education and Training in Europe 2020: Responses from the EU Member States*. Eurydice Report. Brussels: Eurydice.
http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/163EN.pdf, p. 91. adresinden alındı.
- Faber, M., Unfried, A., Wiebe, E. N., Corn, J., Townsend, L. W., & Collins, T. L. (2013). Student attitudes toward STEM: The development of upper elementary school and middle/high school student surveys. In *Proceedings of the 2013 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*. Washington, DC: ASEE.
- Fairweather, J. S. (2005). Beyond the rhetoric: Trends in the relative value of teaching and research in faculty salaries. *The Journal of Higher Education*, 76(4), 401-422.
- Fan, S., & Ritz, J. (2014). International views of STEM education. In *PATT-28 Research into Technological and Engineering Literacy Core Connections* (pp. 7-14). Orlando: International Technology and Engineering Educators Association.
- Fensham, P. J. (2008). Science education policy-making: Eleven emerging issues (ED-2007/WS/51 – CLD 2855.7). Paris: UN
- Forman, S. L., & Steen, L. A. (1999). *Beyond Eighth Grade: Functional Mathematics for Life and Work*.

- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(23), 8410-8415.
- Fretwell, D. H., & Wheeler, A. (2001). *Turkey: Secondary education and training*. (Secondary Education Series). Washington, DC: The World Bank.
- Frolovskiy, D. (2017). China's Education Boom. <https://thediplomat.com/2017/12/chinas-education-boom/> adresinden alındı. Erişim tarihi: 11.04.2018
- Furner, J. M., & Kumar, D. D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, *3*(3), 185-189.
- Gao, Y. (2013). Consultant Report Securing Australia's Future STEM: Country Comparisons. *Report on China's STEM System*
- Gencer, A. S. (2015). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak Etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, *5*(1), 1-19.
- Genç, S. Z., & Eryaman, M. Y. (2008). Değişen değerler ve yeni eğitim paradigması. *Sosyal Bilimler Dergisi*, *9*(1), 89-102.
- Glesne, C. (2013). Nitel Araştırmaya Giriş (Çeviri Editörleri: Ali Ersoy & Pelin Yalçınoğlu). *2. Baskı. Ankara: Anı Yayıncılık*.
- Golafshani, N. (2003). Understanding reliability and validity in qualitative research. *The qualitative report*, *8*(4), 597-606.
- Goldstein, I. L. (1993). Training in organizations: Needs assessment, development, and evaluation. Thomson Brooks/Cole Publishing Co.

- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012, August). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. Congressional Research Service, Library of Congress.
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi (ALEG)*, 3(1), 25-40.
- Green, M. (2007). Science and Engineering Degrees: 1966–2004 (NSF 07-307). Arlington, VA: National Science Foundation.
- Günüç, S., Odabaşı, H. F. & Kuzu, A. (2013). 21. yüzyıl öğrenci özelliklerinin öğretmen adayları tarafından tanımlanması: Bir twitter uygulaması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 9(4), 436-455.
- Hagedorn, L. S., & Purnamasari, A. V. (2012). A realistic look at STEM and the role of community colleges. *Community College Review*, 40(2), 145-164.
- Hammersley, M., & Atkinson, P. (1995). *Ethnography: Practices and principles*. New York: Routledge. Retrieved December, 2, 2008.
- Han, S., Capraro, R. ve Capraro, M. M. (2014). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
- Harper, D. G. C. (1994). Some comments on the repeatability of measurements, *Ringings & Migration*, 15, 84-90.
- Healy, J., Mavromaras, K., Zhu, R. (2011). Consultant report securing Australia's future STEM: Country comparisons. <http://www.acolasecretariat.org.au/ACOLA/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20Australian%20Labour%20Market.pdf>. adresinden alındı.

- Herrera, F. A., & Hurtado, S. (2011). Maintaining initial interests: Developing science, technology, engineering, and mathematics (STEM) career aspirations among underrepresented racial minority students. In *Association for Educational Research annual meeting, New Orleans, LA*.
- Herrington, J. ve Oliver, R. (1995). Critical Characteristics of Situated Learning: Implications for the Instructional Design of Multimedia. <http://www.ascilite.org.au/conferences/melbourne95/smtu/papers/herrington.pdf> adresinden 02.03.2016 tarihinde alınmıştır.
- Hill, C., Corbett, C., & St Rose, A. (2010). *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*. American Association of University Women. 1111 Sixteenth Street NW, Washington, DC 20036.
- Horizon 2020. (2015). The EU framework programme for research and innovation. <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en> adresinden alınmıştır. Erişim tarihi: 2 Ocak 2015
- 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. (2001). Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. *School Science and Mathematics*, 101, 259–268. doi: 10.1111/j.1949-8594.2001.tb18028.x
- International Society for Technology in Education. (2007). *National educational technology standards for students*. ISTE (Interntl Soc Tech Educ).
- Irwin, J. L., Pearce, J. M., Anzalone, G. ve Oppliger, D. E. (2014, June). *The RepRap 3-D printer revolution in STEM education*. 121st ASEE Annual Conference & Exposition, Indianapolis. Erişim adresi: <https://peer.asee.org/the-reprap-3-d-printer-revolution-in-stem-education>

- Ivankova, N. V., & Creswell, J. W. (2009). Mixed methods. *Qualitative research in applied linguistics: A practical introduction*, 23, 135-161.
- Johnson, B., & Turner, L. A. (2003). Data collection strategies in mixed methods research. In A. Tashakkori ve C. Teddlie (Eds.) *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*, 297-319.
- Johnson, D. G., & Miller, K. W. (2002). Is diversity in computing a moral matter? *SIGCSE Bulletin*, 34(2), 9–10.
- Jolly, A. (2014). Six Characteristics of a Great STEM Lesson.
http://www.edweek.org/tm/articles/2014/06/17/ctq_jolly_stem.html adresinden alındı.
 Erişim tarihi 20 Ağustos 2016.
- Jonassen, D. H. (1991). Evaluating constructivist learning. *Educational Technology*, 31(9), 28-33.
- Jones, M. L. (2004). Application of systematic review methods to qualitative research: practical issues. *Journal of advanced nursing*, 48(3), 271-278.
- Kalkınma Bakanlığı. (2014). *Nisan 20, 2016 tarihinde*
<http://www.kalkinma.gov.tr/Pages/KalkinmaPlanlari.aspx>. adresinden alındı
- Karahan, E., Bilici, S. C., & Unal, A. (2015). Integration of media design processes in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 60, 221-240.
- Karataş, Z. (2015). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. *Manevi Temelli Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 62-80.
- Katz, L. G. (2010). STEM in the early years. In SEED (STEM in Early Education and Development) Conference, Cedar Falls, IOWA. <http://ecrp.uiuc.edu/beyond/seed/katz.html>. adresinden alındı.

- Kaufman, R. A., & English, F. W. (1979). *Needs assessment: Concept and application*. Educational Technology.
- Kayır, Ö., Şükrü, K. & Şenyüz, Y. (2004). Mesleki ve Teknik Eğitim Alanındaki Problemler-I “Meslek Liseleri Araştırması”.
- Kearney, C. (2011): *Efforts to Increase Students’ Interests in Pursuing Science, Technology, Engineering and Mathematics Studies and Careers: National Measures Taken by 21 of European Schoolnet’s Member Countries’*. European Schoolnet, Brussels.
- Keçeci, G., Alan, B. ve Kırbağ Zengin, F. (2017). 5. sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları [Özel sayı]. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 18, 1-17.
- Kenar, N. (2010). Mesleki ve teknik eğitim sisteminin genel değerlendirilmesi. <http://www.messegitim.com.tr/ti/577/0/MESLEKI-VE-TEKNIK-EGITIM-SISTEMININ-GENEL-DEGERLENDIRMESI> adresinden alındı.
- Kennedy, T. J. ve Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. (2014). The development of the STEM career interest survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461-481.
- Kılıç, E. (2004). Durumlu öğrenme kuramının eğitimdeki yeri ve önemi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3).
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P. ve Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*, 91, 14-31.
- Kirchhoff, A., & Lawrenz, F. (2011). The use of grounded theory to investigate the role of teacher education on STEM teachers’ career paths in high-need schools. *Journal of Teacher Education*, 62(3), 246-259.

- Koirala, H. P., & Browman, J. K. (2003). Preparing middle level preservice teachers to integrate mathematics and science: Problems and possibilities. *School Science and Mathematics*, 145(10), 145–154.
- Kopcha, T. J., McGregor, J., Shin, S., Qian, Y., Choi, J., Hill, R., Mativo, J. ve Choi, I. (2017). Developing an integrative STEM curriculum for robotics education through educational design research. *Journal of Formative Design in Learning*, 1, 31-44. Doi: 10.1007/s41686-017-0005-1
- Koyunlu Ünlü, Z. ve Dökme, İ. (2017). Özel yetenekli öğrencilerin FeTeMM'in mühendisliği hakkındaki imajları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 252-260.
- Köse, M. R. (1999). Üniversite giriş ve liselerimiz. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(15).
- Krippendorff, K. (2004). Reliability in content analysis: Some common misconceptions and recommendations. *Human communication research*, 30(3), 411-433.
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Sage.
- Küçük, S. ve Şişman, B. (2017). Birebir robotik öğretiminde öğreticilerin deneyimleri. *İlköğretim Online*, 16(1), 312-325. Doi: <http://dx.doi.org/10.17051/io.2017.12092>
- Laar, E. V., Deursan, A. J. V., Dijk, J. A. ve de Haan, J. (2017). The relationship between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in human behaviour*, 72, 577-588.
- Lacey, T.A., & Wright, B. (2009). Occupational employment projections to 2018. *Monthly Labor Review*, 132(11), 82-123
- Lankshear, C., & Knobel, M. (2006). *New literacies: Everyday practices and classroom learning*. Open University Press.
- Lave, J., Wenger, E., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation* (Vol. 521423740). Cambridge: Cambridge university press.

- Lave, J. (1996). Situated Learning. <http://hale.pepperdine.edu/~tehiggin/lave.html>
adresinden 25.05.2016 tarihinde alınmıştır.
- Lederman, N. G., & Niess, M. L. (1998). 5 Apples+ 4 Oranges=? . *School Science and Mathematics*, 98(6), 281-284.
- Lederman, N., & Niess, M. (1997). Less is more? More or less. *School Science and Mathematics*, 97(7), 341-343.
- Leslie, D. W. (2002). Resolving the dispute: Teaching is academe's core value. *The Journal of Higher Education*, 73(1), 49-73.
- Lieblich, A., Tuval-Mashiach, R., & Zilber, T. (1998). *Narrative research: Reading, analysis, and interpretation* (Vol. 47). Sage.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry* (Vol. 75). Sage.
- Liou, P. Y., Kirchhoff, A., & Lawrenz, F. (2010). Perceived effects of scholarships on STEM majors' commitment to teaching in high need schools. *Journal of Science Teacher Education*, 21(4), 451-470.
- Mahoney, M. P. (2010). Students' Attitudes toward STEM: Development of an Instrument for High School STEM-Based Programs. *Journal of Technology Studies*, 36(1), 24-34.
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). STEM: country comparisons: international comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Final report.
- Marshall, M. N. (1996). Sampling for qualitative research. *Family practice*, 13(6), 522-526.
- Marulcu, İ. & 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 (2012), 13- 23.

- Masnack, A., Valenti, S., Cox, B., & Osman, C. (2010). A multidimensional scaling analysis of students' attitudes about science careers. *International Journal of Science Education*, 32(5), 653–667.
- Massy, W. F., & Zemsky, R. (1994). Faculty discretionary time: Departments and the “academic ratchet”. *The Journal of Higher Education*, 65(1), 1-22.
- MEB 2017 <https://e-okul.meb.gov.tr/OrtaOgretim/OKL/OOK06006.aspx> (bursa lise taban puanları) <http://www.meb.gov.tr/ogrenci-sayisi-17-milyon-588-bine-yukseldi/haber/10675/tr> adresinden alındı. (17.09.2016)
- Merriam, S. B. (2002). Introduction to qualitative research. *Qualitative research in practice: Examples for discussion and analysis*, 1, 1-17.
- Mertler, C. A., & Vannatta, R. A. (2005). Advanced and multivariate statistical methods: Practical application and interpretation (3th ed.). Glendale, CA: Pyrczak Publishing.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). Data management and analysis methods.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2009). MEB 2010-2014 stratejik planı [MoNE 2010-2014 strategic plan]. Ankara, Turkey: Milli Eğitim Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016). STEM eğitimi raporu. Ankara: SESAM.
- Milli Eğitim Temel Kanunu, (1973). “1739 Sayılı Kanun”. *Resmi Gazete*, 14574, 24.
- Mohr Schroeder, M. J., Jackson, C., Miller, M., Walcott, B., Little, D. L., Speler, L., Schooler, W. ve Schroeder, D. C. (2014). Developing middle school students' interests in STEM via summer learning experiences: See Blue STEM camp. *School Science and Mathematics*, 114(6), 291-301.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices*. Purdue University Press.

- Morrison, J. S. (2006). Attributes of STEM education: The students, the academy, the classroom. *TIES STEM Education Monograph Series*.
- Morrison, K. R. B. (1993). Planning and accomplishing school-centred evaluation. Dereham, UK: Peter Francis.
- Moyles, J. (2002). Observation as a research tool. In M. Coleman and A. J. Briggs (Eds.). *Research methods in educational leadership*. London: Paul Chapman, 172-191.
- National Council of Teachers of English Executive Committee. (2008). The NCTE definition of 21st century literacies. *Urbana, IL: National Council of Teachers of English*.
- National Governors Association. (2007). Innovation America: A final report. Washington, DC: Author. <http://www.nga.org/Files/pdf/0707innovationfinal.pdf>. adresinden alındı.
- National Research Council. (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (1998). *High stakes: Testing for tracking, promotion, and graduation*. National Academies Press.
- National Research Council. (2010). Preparing teachers: Building evidence for sound policy. Committee on the Study of Teacher Preparation Programs in the United States. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- National Research Council. (2014a). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.

- National Research Council. (2014b). *STEM learning is everywhere: Summary of a convocation on building learning systems*. National Academies Press.
- Neuman, W. L. (2012). *Toplumsal Araştırma Yöntemleri: Nicel ve Nitel Yaklaşımlar I-II*. Cilt (5. Basım). İstanbul: Yayın Odası.
- Nite, S. B., Margaret, M., Capraro, R. M., Morgan, J. ve Peterson, C. A. (2014, February). *Science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: A longitudinal examination of secondary school intervention*. Frontiers in Education Conference (FIE), Madrid. Erişim adresi:
https://www.researchgate.net/profile/Robert_Capraro/publication/282682669_Science_technology_engineering_and_mathematics_STEM_education_A_longitudinal_examination_of_secondary_school_intervention/links/565a542108aefe619b233c43.pdf
- Obama, B. (2010). *Changing the Equation in STEM Education*.
<http://www.whitehouse.gov/blog/2010/09/16/changing-equation-stem-education> adresinden alındı. Erişim Tarihi:
- Odom, W. E. (1998). *Report of the Senior Assessment Panel for the International Assessment of the US Mathematical Sciences*. Washington, DC: National Science Foundation.
Retrieved, 4(10), 02.
- OECD (2016a). *PISA 2015 Results (Volume I). Excellence and Equity in Education*, PISA OECD Publishing, Paris. http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/education/pisa-2015-results-volume-i_9789264266490-en#.WGM75huLTIU#page61 adresinden alındı.
- OECD (2016b), *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*, PISA, OECD Publishing, Paris. <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9816021e.pdf?expires=1482912253&id=id&acname=guest&checksum=A7EE768BCBDAB4472DE2692600C71343> adresinden alındı.

- OECD, Development. Programme for International Student Assessment Development (OECD) Staff. (2004). *PISA Learning for Tomorrow's World: First Results from PISA 2003* (Vol. 659). Simon and Schuster.
- Onwuegbuzie, A. J., & Johnson, R. B. (2004). Mixed method and mixed model research. *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches*, 408-431.
- Onwuegbuzie, A. J., & Leech, N. L. (2004). Enhancing the interpretation of significant findings: The role of mixed methods research. *The qualitative report*, 9(4), 770-792.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). (2006). *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies Policy Report*. Global Science Forum.<http://www.oecd.org/science/sci-tech/36645825.pdf> adresinden alındı.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049 – 1079.
- Öner, A. T., Navruz, B., Biçer, A., Peterson, C. A., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). T-STEM academies' academic performance examination by education service centers: A longitudinal study. *Turkish Journal of Education*, 3(4), 40-51.
- Öner, A. T., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2016). The effect of T-STEM designation on charter schools: A longitudinal examination of students' mathematics achievement. *Sakarya University Journal of Education*, 6(2), 80-96.
- Öner, A. T. ve Capraro, R. M. (2016). FeTeMM okulu olmak iyi öğrenci başarısı anlamına mı gelir? *Eğitim ve Bilim*, 41(185), 1-17. doi: 10.15390/EB.2016.3397
- Özçelik, A. ve Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334-351. Doi: 10.24315/trkefd.331579

- Özden, M. (2007). Problems with science and technology education in Turkey. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(2), 157-161.
- Özel, S., Yetkiner, E. Z., Capraro, R. M., & Küpçü, A. R. (2009). Young adolescent education in Turkey. In S. B. Mertens, V. A. Anfara, & K. Roney (Eds.), *An international look at educating young adolescents* (pp. 1-23). Charlotte, NC: Information Age.
- Özsoy, C. E. (2015). Mesleki eğitim-istihdam ilişkisi: Türkiye’de mesleki eğitimin kalite ve kantitesi üzerine düşünceler. *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 4. UMYOS Özel Sayısı, 173-181.
- Paredes, M. (2011). Parent involvement as an instructional strategy: No more waiting for Superman. *Teachers College Record*, <http://www.tcrecord.org>
- Partnership for 21st Century Learning (P21). (2007). *Framework for 21st century learning*. <http://www.p21.org/our-work/p21-framework> adresinden alındı.
- Partnership for 21st Century Skills. (2009). P21 framework definitions. http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework_Definitions.pdf. adresinden alındı.
- Partnership for 21st Century Learning (2015). *P21 Framework Definitions*. <http://www.p21.org/our-work/p21-framework> adresinden alındı.
- Patton, M. Q. (1980). *Qualitative evaluation methods*. Beverly Hills.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. SAGE Publications, inc.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publication.
- Pawson, R., Greenhalgh, T., Harvey, G., & Walshe, K. (2005). Realist review-a new method of systematic review designed for complex policy interventions. *Journal of health services research & policy*, 10(1_suppl), 21-34.

- Pitt, J. (2009). Blurring the boundaries—STEM education and education for sustainable development. *Design and Technology Education: An International Journal*, 14(1).
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Analysis of the decline in interest towards school science and technology from grades 5 through 11. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 784-802.
- Quang, L. X., Hoang, L. H., Chuan, V. D., Nam, N. H., Anh, N. T. T. ve Nhung, V. T. H. (2015). Integrated science, technology, engineering and mathematics (STEM) education through active experience of designing technical toys in Vietnamese schools. *British Journal of Education, Society & Behavioural Science* 11(2), 1-12.
Doi: 10.9734/BJESBS/2015/19429
- Regisford, K. (2012, November 20). Life and work in a global city—The need to improve STEM education. The Recruitment & Employment Confederation.
<http://www.rec.uk.com/press/news/2253>.
- Regisford, K. (2012, November 20). Life and work in a global city—The need to improve STEM education. The Recruitment & Employment Confederation.
<http://www.rec.uk.com/press/news/2253>. adresinden alındı.
- Riegle-Crumb, C., Moore, C., & Ramos-Wada, A. (2011). Who wants to have a career in science or math? Exploring adolescents' future aspirations by gender and race/ethnicity. *Science Education*, 95(3), 458–476.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and engineering teacher*, 71(8), 1-4.
- Robnett, R. D., & Leaper, C. (2013). Friendship groups, personal motivation, and gender in relation to high school students' STEM career interest. *Journal of Research on Adolescence*, 23(4), 652-664.
- Robson, C. (2002). *Real World Research*. (2nd Ed.). Oxford: Blackwell.

- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Henriksson, H. W., Hemmo, V. (2007). Science education now: A new pedagogy for the future of Europe. European Commission Directorate General for Research Information and Communication Unit. http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf adresinden alınmıştır. Erişim tarihi: XXX
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics, 112*(1), 31-44.
- Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education: innovations and research, 5*(3).
- Rossmann, G. B., & Rallis, S. F. (2003). *Learning in the field: An introduction to qualitative research*. Sage.
- Rotherham, A. J., & Willingham, D. T. (2010). "21st-Century" Skills. *American Educator, 17*.
- Sadler, P. M., Sonnert, G., Hazari, Z., & Tai, R. (2012). Stability and volatility of STEM career interest in high school: A gender study. *Science education, 96*(3), 411-427.
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Educational Sciences: Theory & Practice, 14*(1), 297-322.
- Salman, U. A. (2016). Meslek lisesi artıyor, peki kalite? <http://www.aljazeera.com.tr/al-jazeera-ozel/meslek-lisesi-artiyor-peki-kalite> adresinden alındı.
- Sanders, M. E. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *Technology Teacher, 68*(4), 20-26.
- Scott, A. & Martin, A. (2012). Dissecting the data 2012: Examining STEM opportunities and outcomes for underrepresented students in California.

<http://toped.svefoundation.org/wp-content/uploads/2012/04/Achieve-LPFStudy032812.pdf>. adresinden alındı.

- Sezgin, İ. (1999). 16. Milli Eğitim Şurası: Konuşmalar, Görüşler, Kararlar ve Raporlar. Milli Eğitim Basımevi Ankara.
- Shanahan, T. (1992). Towards a more complete literacy: Reading and writing connections. In C. Gordon, G. Labercane, & W. McEachern (Eds.), *Elementary reading: Process and practice* (pp. 263–273). Needham, MA: Ginn Press.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1-23.
- Smolentseva, A. (2013). Consultant Report Securing Australia's Future STEM: Country Comparisons. *Issues of Educational Policy in Russia*
- Smolentseva, A. (2015). Globalization and the research mission of universities in Russia. In *Higher education in the BRICS countries* (pp. 399-421). Springer Netherlands.
- Soylu, R. A. Ş. (2016). STEM EDUCATION IN EARLY CHILDHOOD IN TURKEY. *JOURNAL OF EDUCATIONAL AND INSTRUCTIONAL STUDIES IN THE WORLD June 2016 Volume 6 Special Issue*.
- Steen, L. A. (1997). *Why numbers count: Quantitative literacy for tomorrow's America* (pp. 320-pages). New York: College Entrance Examination Board.
- Stein, D. (1998). Situated learning in adult education. *Eric no: ED418250*
- STEM Task Force Report. (2014). Innovate: a blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education. Dublin, California: Californians Dedicated to Education Foundation.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4.

- Stout, J. G., Dasgupta, N., Hunsinger, M., & McManus, M. A. (2011). STEMing the tide: Using ingroup experts to inoculate women's self-concept in science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Journal of Personality and Social Psychology*, 100(2), 255.
- Strauss, A., & Corbin, J. M. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Sage Publications, Inc.
- Sungur Gül, K., & Marulcu, İ. (2014). Yöntem olarak mühendislik-dizayna ve ders materyali olarak legolara öğretmen ile öğretmen adaylarının bakış açılarının incelenmesi [Investigation of in service and pre service science teachers' perspectives about engineering-design as an instructional method and legos as an instructional material], *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9(2), 761–786.
- Suri, H. (2011). Purposeful sampling in qualitative research synthesis. *Qualitative research journal*, 11(2), 63-75.
- Sümen, Ö. Ö. ve Çalışıcı, H. (2016). Pre-service teachers' mind maps and opinions on STEM education implemented in an environmental literacy course. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 16(2), 459-476. Doi: 10.12738/estp.2016.2.0166
- Tanner, D., & Tanner, L. N. (1980). *Curriculum development: Theory into practice*. New York: Macmillan.
- Taylor, H. A. ve Hutton, A. (2013). Think3d!: Training spatial thinking fundamental to STEM education. *Cognition and Instruction*, 31(4), 434-455. Doi: 10.1080/07370008.2013.828727
- TEDMEM. (2018). 2017 Eğitim Değerlendirme Raporu. Ankara: Türk Eğitim Derneği.

- TED---Turkish Education Association. (2008). 80. yıl uluslararası eğitim forumu: Eğitim hakkı ve gelecek perspektifleri [80th anniversary international education forum: The right to education and perspectives on the future]. Ankara, Turkey: Author.
- TED---Turkish Education Association. (2010). *Ortaöğretime ve yükseköğretime geçiş sistemi* [The transition system for secondary and higher education]. Ankara, Turkey: Author.
- Toulmin, C. N., & Groome, M. (2007). Building a Science, Technology, Engineering, and Math Agenda. *National Governors Association*.
- Trilling, B. and Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Francisco: Jossey-Bass.
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-102.
- Tsupros, N., R. Kohler, & Hallinen, J. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. Intermediate Unit 1: Center for STEM Education and Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach, Carnegie Mellon University, Pennsylvania.
- Türkiye Bilimler Akademisi. (2010). *Bilim raporu 2009* [Science report 2009]. Ankara, Turkey: Author
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu [TÜBİTAK]. (2010). *2011-2016 bilim teknoloji insan kaynağı strateji belgesi* [2011-2016 science and technology human resources strategy document]. Ankara, Turkey: Author.
- TUSIAD (2014). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanında eğitim almış iş gücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması* [Demands and expectations towards labour

force educated on Science, technology, engineering and mathematics).

http://www.tusiad.org.tr/_rsc/shared/file/STEM-ipsos-rapor.pdf adreainden alındı.

TÜSİAD. (2017). 2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi.

http://tusiad.org/tr/tum/item/download/8649_50851324e41c6e46cab3e6ea3b37411a

adresinden alındı.

TÜSİAD. (2018). Mesleki ve Teknik Anadolu Liselerinin STEM Eğitimi ve Endüstri 4.0

Bileşenleri ile Güçlendirilmesi Projesi. <http://www.tusiadstem.org/images/haber/meb-protokol-2018.pdf> adresinden alındı. Erişim tarihi: 01.08.2018

Tuzcu, G. (2006). *Eğitimde vizyon ve Avrupa Birliği'ne giriş süreci*. [Vision in education and membership process to European Union]. Ankara, Turkey: Türk Eğitim Derneği.

Tyler-Wood, T., Knezek, G., & Christensen, R. (2010). Instruments for assessing interest in STEM content and careers. *Journal of Technology and Teacher Education*, 18(2), 345-368.

U.S. Department of Education. (2004). Executive summary: The no child left behind act of 2001. Washington, DC: U.S. Department of Education.

UNESCO, (2008). Communication and information: Towards a prospective research agenda.

Report on a Worskhop, UNESCO, Paris, 20–21 November, 2007.

http://portal.unesco.org/ci/en/files/27494/12205400733iamcr_report.pdf/iamcr_report.pdf adresinden alındı.

Unlu, Z. K., Dokme, I., & Unlu, V. (2016). Adaptation of the science, technology, engineering, and mathematics career interest survey (STEM-CIS) into Turkish. *Eurasian Journal of Educational Research*, 16(63).

Van den Bergue, D. and De Martelaere, D. (2012): *Choosing STEM. Young people's educational choice for technical and scientific studies*. The Flemish Council for Science and Innovation, Brussels, p. 144.

- Vasquez, J., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3–8: integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Wang, H. H. (2012). *A new era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration* (Doctoral dissertation, UNIVERSITY OF MINNESOTA).
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 2.
- Wang, M. T., & Degol, J. (2013). Motivational pathways to STEM career choices: Using expectancy–value perspective to understand individual and gender differences in STEM fields. *Developmental Review*, 33(4), 304-340.
- Wang, M. T., Eccles, J. S., & Kenny, S. (2013). Not lack of ability but more choice individual and gender differences in choice of careers in science, technology, engineering, and mathematics. *Psychological Science*, 1-6.
- Wang, X. (2013). Modeling entrance into STEM fields of study among students beginning at community colleges and four-year institutions. *Research in Higher Education*, 54(6), 664-692.
- Weber, R. P. (1990). *Basic content analysis* (Vol. 49). Sage.
- Wedge, T. (2010). People's Mathematics in Working Life: Why Is It Invisible?. *Adults Learning Mathematics*, 5(1), 89-97.
- Wells, B., Sanchez, A., & Attridge, J. (2007). Modeling student interest in science, technology, engineering and mathematics. IEEE Summit. Meeting the growing demand for engineers and their educators, Munich, Germany.

- Wells, J. G. (2008, November). STEM education: The potential of technology education. In *95th Mississippi Valley Technology Teacher Education Conference, St. Louis, MO* (Vol. 41).
- White House. (2015). USA R&D budgets.
<http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ostp/rdbudgets> adresinden alınmıştır.
 Erişim tarihi: 2 Ocak 2015
- Williams, P. J. (1999). The Confluence of the Goals of Technology Education and the Needs of Industry: An Australian Case Study with International Application. *International Journal of Technology and Design Education*, 8(1), 1-13.
- Williams, P. J. (2011). STEM Education: Proceed with Caution. Design and Technology Education: *An International Journal*, 16(1), 26-35.
- Wineburg, S., & Grossman, P. (2000). Interdisciplinary curriculum: Challenges to implementation. New York, NY: Teachers College Press.
- Winn, W. (1993). Instructional design and situated learning: Paradox or partnership? *Educational Technology*, 33(3), 16-21.
- Wynarczyk, P. and Hale, S. (2009): Improving take-up of science and technology subjects in schools and colleges: A synthesis review. Newcastle University, Newcastle. p 7.
- Wyss, V. L., Heulskamp, D. ve Siebert, C. J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(4), 501-522.
- Yalçın, N., Kılıç, B., & Atatay, Ç. A. (2016). Model suggestion for STEM activity design with in the scope of the curriculum. *Participatory Educational Research (PER) Journal.(Special Issue)*, 95-107.
- Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S. (2014). 5. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi [The impact of STEM activities

on 5th grade students' scientific process skills and their attitudes towards science].

Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 34(2), 249–265.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). Nitel araştırma yöntemleri. *Ankara: Seçkin Yayınevi*.

Yıldırım, B. & 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.

Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama, Journal of Theory and Practice in Education*, 13(2), 183-210.

Yılmaz, N. ve Pekbay, C. (2017, Mayıs). *Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmen adaylarıyla yapılan bir FeTeMM etkinliğinin tanıtılması üzerine bir çalışma*. International Congress on Politic, Economic and Social Studies, Sarajevo Bosnia Herzegovina.

Yörük, S., Dikici, A., & Uysal, A. (2002). Bilgi toplumu ve Türkiye’de mesleki eğitim. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(2), 299-312.

Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.

Ekler

Ek-1: STEM Kariyer İlgisi Anketi

Doktora eğitimim kapsamında yaptığım araştırmada katılım gönüllülük esasına bağlıdır. Aşağıda bazı ifadeler yer almaktadır. Lütfen verilen ifadelerle ilgili düşüncenizi belirtiniz. Katılımınız için çok teşekkür ederim.

Hüseyin ÖZDEMİR

A	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Karasızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
A-1 MATEMATİK					
M1- Matematik en kötü olduğum alandır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M2- Matematiğin kullanıldığı bir kariyer seçerim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M3- Matematik benim için zordur.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M4- Matematikte başarılı bir öğrenciyim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M5- Birçok alanla başa çıkabilirim ama matematikte iyi değilim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M6- Matematikte üst seviyede iş yapabileceğimden eminim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M7- Matematikte iyi puanlar alabilirim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M8- Matematikte iyiyim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A-2 FEN BİLİMLERİ					
F1- Fen derslerini kendimden emin olarak yaparım.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F2- Fen bilimlerinde bir kariyer düşünüyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F3- Okul dışında da Fen bilgimi kullanmayı umuyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F4- Fen bilgisine sahip olmak ev geçindirmemi sağlanacaktır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F5- Gelecekteki işim için Fen bilgisine ihtiyacım olacaktır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F6- Fen bilimlerinde iyi yapabileceğimi biliyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F7- Hayatımın işinde Fen benim için önemli olacaktır.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F8- Birçok alanla başa çıkabilirim ama Fen bilimlerinde iyi değilim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F9- Fen bilimlerinde üst seviyede iş yapabileceğimden eminim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A-3 MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ					
M-T1- Yeni ürünler yaratmayı hayal etmeyi seviyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M-T2- Eğer mühendislik öğrenirsem, insanların her gün kullandığı şeyleri iyileştirebilirim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M-T3- Bir şeyleri inşa edip onları onarmada iyiyim.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M-T4- Makinenin nasıl çalıştığı ilgimi çeker.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M-T5- Gelecekteki mesleğim için ürünleri ya da yapıları tasarlamak önemli olacak.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M-T6- Elektronik işine merakım var.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M-T7- Gelecekteki mesleğimde yaratıcılık ve yenilik kullanmayı istiyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M-T8- Matematik ve Fen bilgisinin birlikte nasıl kullanacağını bilmem faydalı icatlar yapmama izin verecektir.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M-T9- Mühendislik kariyerimde başarılı olabileceğime inanıyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A-4 21. YÜZYIL BECERİLERİ					
1. Bir amacı başarmak için diğer insanlara liderlik edebilmede kendime güveniyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Arkadaşlarımı, en iyisini yapmada cesaretlendirebileceğim konusunda kendime güveniyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Yüksek kalitede iş üretebileceğim konusunda kendime güveniyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Akranlarım arasındaki farklılıklara saygı duyacağım konusunda kendime güveniyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Karasızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
5. Akranlarıma yardım edeceğim konusunda kendime güveniyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Karar verirken diğer insanların da fikirlerini alacağım konusunda kendime güveniyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. İşler planlandığı şekilde gitmediğinde değişiklikler yapacağım konusunda kendime güveniyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Kendi öğrenme amaçlarımı belirleme konusunda kendime güveniyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Kendi kendime çalışırken zamanı akıllı bir şekilde yönetme konusunda kendime güveniyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Birçok sınavım olduğunda ilk olarak hangi sınava çalışacağımı seçme konusunda kendime güveniyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Farklı özgeçmişleri olan öğrenciler ile çok iyi çalışabileceğim konusunda kendime güveniyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

B-1 Senin Geleceğin: Alanlar ve Meslekler

Aşağıda Matematik, Fen Bilimleri, Mühendislik ve Teknoloji alanlarının tanımları ve bu alanlardaki iş kolları bulunuyor. Bu bilgiyi okuduğunuzda bu alanlar ve mesleklere ilgi duyma derecenizi anlayacaksınız. Ne kadar ilginizi çektiği ile ilgili daireyi doldurun.

	Kesinlikle İlgilenmiyorum	İlgilenmiyorum	İlgileniyorum	Kesinlikle İlgileniyorum
1.Matematik: Matematik, sayıların bilimi ve işlemleridir. Problem çözmek ve verileri özetlemek için kullanılan hesaplama, algoritma ve teorileri içerir (Matematikçi, muhasebeci, uygulamalı matematikçi, ekonomist, finansal analist, istatistikçi, piyasa araştırmacısı, borsa analisti).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.Fizik: Fizik, maddenin hareketini, enerjisini, yapısını ve etkileşimini yöneten temel yasaların incelenmesidir. Evrenin doğasını incelemeyi içerir (Havacılık mühendisi, alternatif enerji teknisyeni, laboratuvar teknisyeni, fizikçi, astronom).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.Çevre ile ilgili İşler: Doğayı yöneten ve çevreyi iyileştirmek için çalışan fiziksel ve biyolojik süreçleri öğrenmeyi içerir. Kirlilik, atıkların tekrar kullanımı ve geri dönüşüm gibi sorunlara çözüm bulma ve tasarlama konularını içerir (kirlilik kontrolü analisti, çevre mühendisi veya bilim adamı, erozyon kontrolü uzmanı, enerji sistemleri mühendisi ve bakım teknisyeni).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.Biyoloji ve Zooloji: Biyoloji ve Zooloji, canlı organizmaların yaşam süreçlerinin incelenmesini içerir. Çiftlik hayvanlarıyla ve beslenme ve üreme gibi alanlarda çalışmayı kapsar (biyoloji teknisyeni, biyolog, moleküler biyolog, bitki yetiştiricisi, ürün laboratuvarı teknisyeni, hayvan bilimcisi, genetikçi, zoolog).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5.Veteriner: Veteriner, hayvan hastalıklarını önleme veya tedavi etme bilimini içerir (veteriner asistanı, veteriner, hayvan bakıcısı).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.Tıp: Tıp, sağlığın korunmasını, hastalığın önlenmesini ve tedavi edilmesini içerir (doktor asistanı, hemşire, doktor, beslenme uzmanı, acil tıp teknisyeni, fizik tedavi uzmanı, diş hekimi).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7.Jeoloji (Yerbilim): Yerbilimi, toprak, hava ve okyanus gibi ortamların yapısını, farklılıklarını, oluşumlarını incelemeyi içerir (jeolog, hava tahmincisi, arkeolog, yerbilimci)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.Bilgisayar Bilimi: Bilgisayar Bilimi, bilgisayar sistemlerinin geliştirilmesi ve test edilmesi, yeni programlar tasarlanması ve başkalarının bilgisayar kullanmasına yardımcı olmaktadır	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

(bilgisayar destek uzmanı, bilgisayar programcısı, bilgisayar ve ağ teknisyeni, oyun tasarımcısı, bilgisayar yazılım mühendisi, bilgi teknolojisi uzmanı).				
9.Tıbbi Bilimler: Tıbbi bilimler, insan hastalıklarının araştırılmasını ve insan sağlığı sorunlarına yeni çözümler bulmayı içermektedir (Klinik laboratuvar teknisyeni, tıp bilimcisi, biyomedikal mühendisi, epidermiyolog, farmakolog).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.Kimya: Kimya, yeni kimyasallar aramak ve maddenin yapısını ve fonksiyonunu incelemek için matematik ve deneyler kullanır (Kimyasal teknisyen, kimyager, kimya mühendisi).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.Enerji: Enerji, ısı veya elektrik gibi çalışma ve jenerasyonun üretimini içerir (Elektrikçi, elektrik mühendisi, ısıtma, havalandırma ve klima (HVAC) teknisyeni, nükleer enerji mühendisi, sistem mühendisleri, alternatif enerji sistemleri montajcısı veya teknisyeni).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.Mühendislik: Mühendislik, bilim ve bilgisayar kullanımı yoluyla yeni ürünler (makineler, köprüler, binalar ve elektronik gibi) tasarlamak, test etmek ve üretmektir (inşaat, endüstri, ziraat, mekatronik, makine, vs. mühendisleri, mühendislik teknisyeni, inşaat müdürü).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

B-2 Bu yıl aşağıdaki derslerde ne kadar başarılı olacağınızı düşünüyorsunuz?			
	İyi değil	Orta seviye	Çok iyi
Dil/Yabancı Dil/Edebiyat	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Matematik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fen Bilimleri	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

B-3 Gelecek planlarım arasında			
	Hayır	Emin değilim	Evet
Daha ileri seviyede Matematik dersleri almayı planlıyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Daha ileri seviyede Fen Bilimleri dersleri almayı planlıyorum.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

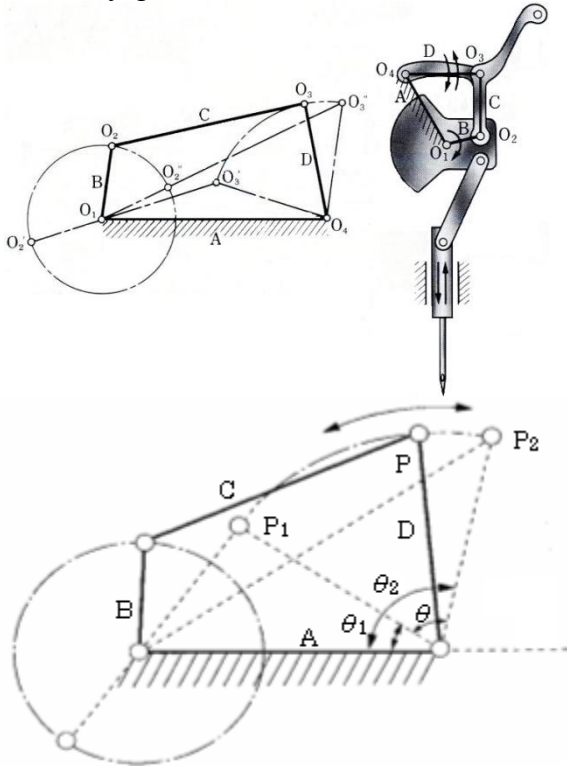
B-4 Üniversiteye gitmeyi planlıyor musunuz?	Hayır	<input type="radio"/>	Emin değilim	<input type="radio"/>	Evet	<input type="radio"/>
--	--------------	-----------------------	---------------------	-----------------------	-------------	-----------------------

B-5	Hayır	Emin değilim	Evet
Bilim adamı olarak çalışan herhangi bir yetişkin(ler) tanıyor musunuz?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mühendis olarak çalışan herhangi bir yetişkin(ler) tanıyor musunuz?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Matematikçi olarak çalışan herhangi bir yetişkin(ler) tanıyor musunuz?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Teknolojiyle ilgili olarak çalışan herhangi bir yetişkin(ler) tanıyor musunuz?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ek-2: Mesleki Matematik Başarı Testi

MESLEKİ MATEMATİK TESTİ																															
Sorular	Çözümler																														
<p>1. Bir dirençten geçen elektrik akımı I (amper) ve gerilim V (voltaj) oranı sabittir. Eğer $V=30V$ için $I=2A$ ise $V=40V$ için $I=?$ (14 p.)</p>																															
<p>2. 145 sayısı 8 bitlik olarak yazıldığında oluşacak sayı LED'ler kullanılarak ifade edilirse oluşacak görüntüyü şekilde gösteriniz. (LED sönmük olduğunda binary olarak 0, ışık verirse 1 rakamına karşılık verir.) (15 p.)</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○</p> </div>																															
<p>3. Pnömatik sistemlerde devreye bağlanan (i) Ve valfi, (ii) Veya valfi için aşağıdaki doğruluk tablolarını doldurunuz. (+: hava sinyali var, -: hava sinyali yok) (16 p.)</p>	<p>(i) Ve valfi</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Sinyal 1</th> <th>Sinyal 2</th> <th>Çıkış</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+</td> <td>+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>+</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(ii) Veya valfi</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Sinyal 1</th> <th>Sinyal 2</th> <th>Çıkış</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+</td> <td>+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>+</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Sinyal 1	Sinyal 2	Çıkış	+	+		+	-		-	+		-	-		Sinyal 1	Sinyal 2	Çıkış	+	+		+	-		-	+		-	-	
Sinyal 1	Sinyal 2	Çıkış																													
+	+																														
+	-																														
-	+																														
-	-																														
Sinyal 1	Sinyal 2	Çıkış																													
+	+																														
+	-																														
-	+																														
-	-																														
<p>4. Bir aracın lastiğinin içindeki basınç 11 atmosfer basıncında ölçülüyor. Bu sırada $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ lik sıcaklığa sahiptir. 200 km'lik yol alındıktan sonra lastiğin sıcaklığı $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülüyor. Son durumda lastiğin basıncını bulunuz. (15 p.)</p>																															

5. Aşağıdaki şekillerde, dikiş makinesinin iğneye salınım hareketi veren mekanizması görülmektedir. C biyel uzvu, salınım (sarkaç) hareketi yapmaktadır.



A uzvu 60, B uzvu 20, C uzvu 50 ve D uzvunun uzunluğu 45 birim olduğuna göre D uzvunun salınım açısını (θ) hesaplayınız. A uzvu sabit ve B uzvu bir kranktır. (P noktası P1 ve P2 noktaları arasında gidip gelmektedir). (25 p.)

6. Bir elektrik devresinde $R_1=2\Omega$, $R_2=3\Omega$, $R_3=6\Omega$ olmak üzere 3 direnç paralel bağlanırsa oluşacak eşdeğer direnç kaç ohm (Ω) olur? (15 p.)

Ek-3: Öğrenci Gönüllü Katılım Formu**GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU****LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ**

Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ danışmanlığında yürütülen “Meslek Lisesi Öğrencilerinin Alanlarıyla ilgili Mesleki Matematik Başarısını Geliştirmeye Yönelik FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Uygulamaları” başlıklı doktora tez çalışmasına katılımınız istenmektedir. Çalışmaya katılma ya da çalışmanın herhangi bir anında çalışmadan çıkma kararı alma tamamen size aittir. Katılmaya ya da katılmamaya karar vermeden önce araştırmanın yapılma amacını, verdiğiniz bilgilerin nasıl kullanılacağını ve çalışmanın neleri kapsadığını anlamanız gereklidir. Lütfen aşağıda verilen bilgileri dikkatlice okuyunuz. Eğer bu çalışmaya katılma kararı verirseniz sizden bu Gönüllü Katılım Formunu imzalamanız istenecektir.

Araştırmanın Nedeni: Bu araştırma Matematik Eğitime katkı sunmak amacıyla yapılan bir doktora tez araştırmasıdır.

Araştırmanın Amacı: Bu araştırmanın amacı; FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) uygulamaları ve buna uygun ders anlatım materyalleri geliştirerek meslek lisesi öğrencilerinin alanlarıyla ilgili mesleki matematik başarısını ve matematik ilgilerini geliştirmektir.

Kişisel Bilgilerin Kullanımı: Bu formu imzalayarak araştırmaya katılmayı kabul etmiş olacaksınız. Ancak kimlik bilgileriniz çalışmanın hiçbir aşamasında açıkça kullanılmayacaktır. Doldurduğunuz anketlere verdiğiniz cevaplar yalnızca bilimsel amaçlar için kullanılacaktır. Bilgileriniz hiçbir kimse ile ya da ticari bir amaç için paylaşılmayacaktır.

Çalışmaya Katılım Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya/gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları tamamen anladım. Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı, soru sorma ve tartışma imkanı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bu çalışmayı istediğim zaman ve herhangi bir neden belirtmek zorunda kalmadan bırakabileceğimi ve bıraktığım takdirde herhangi bir olumsuzluk ile karşılaşmayacağımı anladım.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının Adı/Soyadı:	Tarih ve İmza
Adres ve telefon:	

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya, velisi olduğum
adlı öğrencinin katılmasını kabul ediyorum.

Velisinin Adı/Soyadı:	Tarih ve İmza
Adres ve telefon:	

Araştırmacının Adı/Soyadı:	Tarih ve İmza
Hüseyin ÖZDEMİR	
Adres, telefon, e-mail: Hürriyet Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi -Adalet Mah. Lise Cad. No: 3 (16180) Osmangazi – BURSA 0 (505) 581 40 16 – ozdemirmaths@gmail.com	

Ek-4: Öğrenci İhtiyaç Analiz Formu

Aşağıda, ekonomik ve teknolojik olarak gelişmiş birçok ülkede uygulanan bir eğitim türü hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Lütfen okuyunuz;

STEM((S)cience, (T)echnology, (E)ngineering, (M)athematics)

STEM eğitimi; ‘farklı dersleri birleştiren ve uygulamayı esas alan bir yaklaşıma sahip, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi dört önemli ana disiplinin birleştirilmesini amaç edinen bir öğretim sistemidir’ biçiminde tanımlanabilir. Eğitim açısından bakıldığında bu açılamdaki Fen (Science) -dünyanın doğasını çalışma, Teknoloji (Technology) –insanların istek ve ihtiyaçlarını karşılamak için insan eliyle yapılmış her türlü ürün, Mühendislik (Engineering) –çocukların problem çözmek için kullandığı tasarım süreçleri ve Matematik (Mathematics) –pek çok öğrenciye genellikle alakasız görünen sayıların, şekillerin ve niceliklerin dili biçiminde ifade edilebilir. Bu yaklaşım, belirtilen dört disiplinin farklı farklı öğretilmesinin yerine disiplinlerarası ve disiplinler içi işbirliği sağlanarak entegre şekilde öğretilmesini sağlar. Entegre öğrenme ve müfredat entegrasyonu, konuların gerçek hayatla ilişkilendirildiği ve müfredat entegrasyonu yoluyla daha anlamlı hale getirildiği bir sistemdir.

Örneğin; STEM eğitiminin uygulandığı bir okulda öğrenciler *elektrik* konusunu öğrenirken bunun sadece fizik dersini ilgilendiren kısmını değil, teknoloji ve mühendislik bakımından uygulamalarını ve bu öğrenme için gerekli matematiği bir arada öğrenirler. Ayrıca bu konudaki öğrenme düzeyi konu üzerinde uygulamalar ve deneyler yapılarak artırılır.

İdeal bir STEM eğitimi, öğrencilerin araç-gereç ve mekanizmaların nasıl çalıştığını anlamasını sağlayan ve teknolojiyi kullanmalarını artıran bir eğitimidir. Lise düzeyindeki bir STEM eğitimi, öğrencileri yaşama dair farklı derslerin bilgi ve becerilerini birlikte öğrenmeye teşvik eder ve onları bilgi temelli bir ekonomi için hazırlar. Her türlü bilgi ve becerinin çok hızlı değiştiği ve geliştiği günümüzde bireyler, fen ve matematik gibi temel bilimlerden edindikleri kuramsal bilgileri teknoloji ve mühendisliğin pratiği ile birleştirip dünyaya değer katacak yenilikler yapmalıdır.

Verilen bilgileri göz önüne alarak lütfen aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Sizce okulumuzda STEM eğitimi uygulanmak istense (eğitim sistemi, öğretmenler, uygulama ortamları, vs bakımından)sorun çıkar mı veya ne tür ihtiyaçlar ortaya çıkar?

2. Bu tür bir STEM eğitiminden beklentileriniz neler olur?

Ek-5: Öğretmen İhtiyaç Analizi Görüşme Soruları

Branşınız	
Öğretmenlik süreniz	
Daha önce çalıştığınız okul türleri	
Kaç yıldır bu okulda çalışıyorsunuz?	

1. Okulumuzdaki öğrencileri; matematiği öğrenme, anlama, günlük ve mesleki hayatlarına uygulayabilme yönünden değerlendirir misiniz?
2. Ülkemizdeki tüm liselerde aynı matematik müfredatının uygulanıyor olması sizce doğru mu, değilse ne tür sorunlara sebep olduğu konusunda fikirleriniz nelerdir?

Aşağıda, ekonomik ve teknolojik olarak gelişmiş birçok ülkede uygulanan bir eğitim türü hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Lütfen okuyunuz;

STEM((S)cience, (T)echnology, (E)ngineering, (M)athematics)

STEM eğitimi; ‘farklı disiplinleri birleştiren ve uygulamayı esas alan bir yaklaşıma sahip, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi dört önemli ana disiplinin entegrasyonunu amaç edinen bir öğretim sistemidir’ biçiminde tanımlanabilir. Eğitim açısından bakıldığında bu açılamdaki Fen (Science) -dünyanın doğasını çalışma, Teknoloji (Technology) –insanların istek ve ihtiyaçlarını karşılamak için insan eliyle yapılmış her türlü ürün, Mühendislik (Engineering) –çocukların problem çözmek için kullandığı tasarım süreçleri ve Matematik (Mathematics) –pek çok öğrenciye genellikle alakasız görünen sayıların, şekillerin ve niceliklerin dili biçiminde ifade edilebilir. Bu yaklaşım, belirtilen dört disiplinin farklı farklı öğretilmesinin yerine disiplinlerarası ve disiplinler içi işbirliği sağlanarak entegre şekilde öğretilmesini sağlar. Entegre öğrenme ve müfredat entegrasyonu, konuların gerçek hayatla ilişkilendirildiği ve müfredat entegrasyonu yoluyla daha anlamlı hale getirildiği gelişimci Dewey geleneğini yansıtır.

İdeal bir STEM eğitimi, öğrencilerin araç-gereç ve mekanizmaların nasıl çalıştığını anlamasını sağlayan ve teknolojiyi kullanmalarını artıran bir eğitimidir. Lise düzeyindeki bir STEM eğitimi, öğrencileri yaşama dair farklı disiplinlerin bilgi ve becerilerini birlikte öğrenmeye teşvik eder ve onları bilgi temelli bir ekonomi için hazırlar. Her türlü bilgi ve becerinin çok hızlı değiştiği ve geliştiği günümüzde bireyler, fen ve matematik gibi temel bilimlerden edindikleri kuramsal bilgileri teknoloji ve mühendisliğin pratiği ile birleştirip dünyaya değer katacak yenilikler yapmalıdır.

Verilen bilgileri göz önüne alarak lütfen aşağıdaki soruları cevaplayınız.

3. Sizce okulumuzda STEM eğitimi uygulanmak istense sorun çıkar mı? (Hayır diyorsanız neden, Evet diyorsanız ne tür sorunlar çıkabilir?)
4. Bu tür bir STEM eğitiminden beklentileriniz neler olur? Ne tür ihtiyaçlar ortaya çıkar?
5. Bu tür bir STEM eğitiminin öğrencilerin kariyer seçiminde etkisi olur mu? (Açıklayınız.)
6. Meslek liselerine özgü bir matematik müfredatı olmalı mı? Bu konudaki önerileriniz nelerdir?

**Katılımınız için teşekkürler.
Hüseyin ÖZDEMİR**

Ek-6: STEM Etkinlik Formu

PROJE FORMU	
PROJE ADI	
PROJENİN AMACI	
PROJE GRUBUNDAKİ ÖĞRENCİLER	
PROJE DANIŞMAN ÖĞRETMENLERİ	
PROJEDE YARARLANILAN DİSİPLİNLER VE KONULARI	<u>FEN:</u>
	<u>TEKNOLOJİ:</u>
	<u>MÜHENDİSLİK:</u>
	<u>MATEMATİK:</u>
21. YY BECERİLERİ	
PROJEDE KULLANILAN MALZEME/ARAÇ-GEREÇLER	

GÜVENLİK ÖNLEMLERİ	
PROJE YAPIM SÜRECİ	
SONUÇLAR VE KAZANIMLAR	

Ek-7: Öğrencilerin Uygulama Sürecine Yönelik Düşünceleri Formu**SÜRECE İLİŞKİN DÜŞÜNCELER FORMU**

1. Yapılan STEM eğitimi uygulamasının sizce (varsa) iyi yönleri nelerdir?

2. Yapılan STEM eğitimi uygulamasının sizce (varsa) kötü yönleri nelerdir?

3. Yapılan STEM eğitimi uygulaması ile var olan eğitimi karşılaştırır mısınız?

4. Yapılan STEM eğitimi uygulamasının kariyer (meslek) seçiminiz üzerinde etkisi olduğunu düşünüyor musunuz?

Ek-8: Özgeçmiş**Özgeçmiş****Hüseyin ÖZDEMİR****Doğum Yeri / Tarihi:** Manisa / 11.07.1980**Öğrenim Durumu:**

Derece	Bölüm/Program	Kurum	Yıl
Lise	Matematik/Fen	Aydın Ortaklar And. Öğrt. Lisesi	1998
Lisans/Yüksek Lisans	Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Matematik Öğretmenliği Bölümü Lisansla Birleştirilmiş Yüksek Lisans	Boğaziçi Üniversitesi	2007
Doktora	Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı	Bursa Uludağ Üniversitesi	2018

Görevler:

Ünvan	Görev Yeri	Yıl
Matematik Öğretmeni	Milli Eğitim Bakanlığı Bursa Osmangazi Mehmet Halit Baki Anadolu Lisesi	2011-devam

Projeler:

- Hayat Boyu Öğrenme Programı AB Comenius İki Taraflı (Türkiye – Almanya) Okul Ortaklığı Projesi (Lifelong Learning Programme – Comenius Bilateral (Turkey-Germany) School Partnership) Proje Koordinatörü, İstanbul Kağıthane İTO Ticaret Meslek Lisesi (2012-2013)
- “Matematik Öğreniminde Cinsiyet Farklılığının Etkisi” Prof. Dr. Emine Erkin gözetiminde, İlköğretim Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi (2003)
- “Görsel ve Bilgisayar Destekli Eğitim” Doç. Dr. Erol İnelmen gözetiminde, Bilgisayar ve Eğitim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi (2002)
- “7. ve 8. Sınıflarda Matematik ve Fen Öğretiminde Farklı Yöntemler” Çağdaş Yaşamı Destekleme Derneği Kağıthane Ferit Aysan İlköğretim Okulu (proje okulu olarak), Dr. Nergiz Nazlıçiçek gözetiminde, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Boğaziçi Üniversitesi (2001).

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler :

- Özdemir, H. & Önder-Özdemir, N. (2017). Vocational High School Students’ Perceptions of Success in Mathematics. Mathematics Education (IEJME), 12(5), pp. 493-502.

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan bildiriler :

- **Ozdemir, H.** & Onder, N. (2018, January). Developing Maths Module for STEM Education in Vocational High School: “We Sowed the Seeds for Success”. *13th Annual K-12 STEM Conference*, College of Education, UNC Charlotte.
- **Ozdemir, H.** & Ezentas, R. (2017, May). STEM Education in Vocational High Schools is on the Blink: Lesson Learned. *RESSCONGRESS 1st International Educational and Social Sciences Symposium*. Bandırma Onyedi Eylül University, Turkey.
- Ozdemir, H. (2017, June). A call for International Collaboration and Practice: Need-Based Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Curriculum. *Kaleidoscope Conference 2017, Spread the world: Steps towards an international community of educational research*. Cambridge University, UK.
- Ozdemir, H. (2017, March). Needs Analysis to Integrate STEM Concepts and Principles into Vocational High School Curricula: Preliminary Findings. *2017 STORIES Conference: Doing Education Differently*. University of Oxford, Faculty of Education, UK.
- **Ozdemir, H.** & Ezentas, R. (2017, May). A Step Towards Stem Career: Vocational High School Students. *IVth International Eurasian Educational Research Congress*. Pamukkale University, Denizli, Turkey.
- Ozdemir, H. (2016, July). Teachers’ Beliefs and Classroom Practices versus Students’ Perceptions for Mathematics Instruction: Turkish Case. *13th International Congress on Mathematical Education*, in Hamburg/Germany.
- **Ozdemir, H.** & Ezentas, R. (2016, June). Mathematical Self-efficacy among Turkish Vocational High School Students. *3rd International Eurasian Educational Research Congress*, Mugla Sıtkı Kocaman University, Mugla, Turkey.
- **Ozdemir, H.** & Onder, N. (2014, May). “I am un/successful in mathematics because...”: students’ self-perceived competence in mathematics. *International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology*. ICEMST. Konya, Turkey.
- Gurbuz, M. C. & **Ozdemir, H.** (2015, May). A Constructivist Activity in the Area of Psychomotor Learning on Teaching Mathematics: Vocational High School Case. *The International Congress on Education for the Future: Issues and Challenges-ICEFIC 2015*, Ankara University, Ankara, Turkey.

Ek 9: Tez Çoğaltma ve Elektronik Yayımlama İzin Formu

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Hüseyin ÖZDEMİR
Tez Adı	Meslek Lisesi Öğrencilerinin Alanlarıyla İlgili Mesleki Matematik Başarısını Geliştirmeye Yönelik STEM Uygulamaları
Enstitü	Eğitim Bilimleri
Ana Bilim Dalı	Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Bilim Dalı	Matematik Eğitimi
Tez Türü	Doktora
Tez Danışman(lar)ı	Prof.Dr. Rıdvan EZENTAŞ
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) İzni	<input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input checked="" type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin %10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama İzni	<input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin veriyorum <input checked="" type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasının ertelenmesini istiyorum 1 yıl <input type="checkbox"/> 2 yıl <input checked="" type="checkbox"/> 3 yıl <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin vermiyorum

Hazırlamış olduğum tezimin yukarıda belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikrî mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih: 28/12/2018

İmza: