



**T.C.**

**TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLERİNİN STEM YAKLAŞIMINA VE FEN  
EĞİTİMİNE TEKNOLOJİ, MÜHENDİSLİK VE MATEMATİK  
DİSİPLİNLERİNİ ENTEGRE ETME DÜZEYLERİNE İLİŞKİN  
GÖRÜŞLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Yasemin ÜNALDI**

**Danışman: Doç. Dr. Hanife Gamze HASTÜRK**

**TOKAT 2024**

## ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Hanife Gamze HASTÜRK danışmanlığında hazırlamıŐ olduğum “Fen Bilgisi Öğretmenlerinin STEM Yaklaşımına ve Fen Eğitime Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Disiplinlerini Entegre Etme Düzeylerine İlişkin Görüşleri” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

.../.../...

Yasemin ÜNALDI

İmza

## JÜRİ KABUL VE ONAY

Yasemin ÜNALDI tarafından hazırlanan “Fen Bilgisi Öğretmenlerinin STEM Yaklaşımına ve Fen Eğitime Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Disiplinlerini Entegre Etme Düzeylerine İlişkin Görüşleri” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 05.09.2024 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)**

**İmzası**

**Başkan:** Dr. Öğr. Üyesi Dilara Çaycı Karaköse

**Üye:** Doç. Dr. Hanife Gamze Hastürk

**Üye:** Doç. Dr. Yasin Gökbulut

ONAY

...../...../.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Öncelikle araştırmamın sonuna kadar danışmanlığını yapan, bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren, çalışmamın her aşamasında bana destek olan, süreç boyunca sorularımı sabırla yanıtlayan, insani değerler ve bilimsel ilkeler doğrultusunda fikirleriyle beni yönlendiren özverili çalışmalarıyla örnek aldığım saygıdeğer danışmanım, çok değerli hocam sayın Doç. Dr. Hanife Gamze HASTÜRK'e,

Hayatımın her döneminde olduğu gibi çalışma sürecim boyunca her an yanımda olan, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, varlıklarıyla hayatıma anlam katan en büyük destekçilerim canım babam Mustafa ÜNALDI, canım annem Fatma ÜNALDI ve canım ablam Tuğba YERLİDAĞ'a sonsuz teşekkür ederim.

## ÖZET

# FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLERİNİN STEM YAKLAŞIMINA VE FEN EĞİTİMİNE TEKNOLOJİ, MÜHENDİSLİK VE MATEMATİK DİSİPLİNLERİNİ ENTEGRE ETME DÜZEYLERİNE İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ

Ünaldı, Yasemin

Yüksek Lisans, Fen Bilgisi Eğitimi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. H.Gamze HASTÜRK

Eylül, 2024, xiv + 86 sayfa

Yenilenen ve güncellenen 2018 ve 2024 fen bilimleri öğretim programları incelendiğinde, mühendislik, teknoloji ve matematik disiplinlerinin fen konularının öğretime entegre edilmesinin desteklediği görülmektedir. Bu dört disiplinin birbirine entegrasyonu fen-teknoloji-mühendislik-matematik (FeTeMM ya da STEM) yaklaşımıyla tanımlanmaktadır. Bu yaklaşımın okullarda kendine yer edinmesiyle birlikte STEM eğitimi de günümüzde üzerine gittikçe daha fazla odaklanılan bir konu haline gelmiştir. Okullarda STEM eğitiminin başarılı bir biçimde verilebilmesi için öğretmenlerin STEM disiplinlerini entegre etme düzeyleri ve bu konudaki özyeterlikleri önemli faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu anlamda araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmenlerinin fen dersine STEM disiplinlerini entegre etme düzeylerine ilişkin görüşlerini ve bu konudaki özyeterliklerini belirlemektir. Araştırmanın çalışma grubunu 2022-2023 bahar döneminde Doğu Anadolu bölgesinde yer alan bir il merkezi devlet okullarında görev yapan 10 fen bilimleri öğretmeni oluşturmaktadır. Çalışma nitel araştırma metodolojisine uygun olarak dizayn edilmiştir. Veri toplama aracı olarak yarı-yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Görüşmede katılımcılara uzman görüşü alınarak araştırmacı tarafından geliştirilmiş olan 10 adet açık uçlu soru yöneltilmiş ve görüşme sırasında ses kaydı alınmıştır. Ses kayıtları çözümlenerek veriler analiz edilmiş, tablolar oluşturulmuş, tablolarda kategoriler belirlenmiş ve öğretmenlerin görüşleri kodlarla ifade edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre fen bilimleri öğretmenlerinin STEM tanımını doğru bir şekilde yaptıkları, STEM eğitimi ile diğer disiplinleri ilişkilendirebildikleri, STEM disiplinlerini fen bilimleri dersine entegre etme düşüncelerini belirttikleri, STEM uygulamalarında karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunları ifade ettikleri tespit edilmiştir. Öğretmenler karşılaştıkları sorunları daha çok malzeme yetersizliği, altyapı sorunu, öğretmen bilgi yetersizliği şeklinde ifade etmişlerdir.

**Anahtar sözcükler:** STEM Eğitimi, Teknoloji Entegrasyonu, Mühendislik Entegrasyonu, Matematik Entegrasyonu, Fen Bilgisi Öğretmenleri



## ABSTRACT

### SCIENCE TEACHERS' OPINIONS ON STEM APPROACH AND THE LEVEL OF INTEGRATING TECHNOLOGY, ENGINEERING AND MATHEMATICS DISCIPLINES IN SCIENCE EDUCATION

Ünalı, Yasemin

Master's Thesis, Division of Science Education

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. H.Gamze HASTÜRK

September, 2024, xiv + 86 pages

When the renewed and updated 2018 and 2024 current science curricula are examined, it is seen that the integration of engineering, technology and mathematics disciplines into the teaching of science subjects is supported. The integration of these four disciplines is defined by the science-technology-engineering-mathematics (STEM) approach. With the establishment of this approach in schools, STEM education has become an increasingly focused topic. The levels of teachers' integration of STEM disciplines and their self-efficacy in this regard emerge as important factors for the successful implementation of STEM education in schools. In this regard, the research aims to determine the levels of science teachers in integrating STEM disciplines into science lessons and their self-efficacy in this regard. The research forms a working group consisting of 10 science teachers who work in state schools in a provincial center in the Eastern Anatolia region during the spring semester of 2022-2023. The study is designed in accordance with qualitative research methodology. The data collection tool used in the study was the semi-structured interview technique. During the interview, participants were asked 10 openended questions developed by the researcher after taking expert opinions, and audio recordings were made. The audio recordings were analyzed and the data were analyzed, tables were created, categories were determined in the tables and teachers' opinions were expressed with codes. According to the findings, it was determined that science teachers defined STEM correctly, expressed their thoughts on integrating STEM disciplines into science lessons, and identified the challenges they encountered or might encounter in STEM practices. Teachers mostly expressed the problems they encountered as lack of materials, infrastructure problems and lack of teacher knowledge.

**Keywords:** STEM Education, Technology Integration, Engineering Integration, Math Integration, Science Teachers



## İÇİNDEKİLER

ETİK SÖZLEŞME .....	ii
JÜRİ KABUL VE ONAY .....	iii
TEŞEKKÜR .....	iv
ÖZET .....	v
ABSTRACT .....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xii
TABLolar LİSTESİ .....	xiii
KISALTMALAR LİSTESİ .....	xiv
BÖLÜM I .....	1
GİRİŞ .....	1
Problem .....	3
Araştırmanın Amacı .....	4
Araştırmanın Önemi .....	5
Araştırmanın Sınırlılıkları .....	7
Araştırmanın Varsayımları .....	7
Tanımlar .....	7
BÖLÜM II .....	9
KURAMSAL ÇERÇEVE .....	9
Fen Eğitimi .....	9
Türkiye’de Uygulanan Fen Bilimleri Öğretim Programları .....	9
1926 Öğretim Programı .....	9
1936 Öğretim Programı .....	10
1948 Öğretim Programı .....	10
1969 Fen ve Tabiat Bilgileri Öğretim Programı .....	10
1992 Fen Bilgisi Öğretim Programı .....	11
2000 Fen Bilgisi Öğretim Programı .....	11
2005 Fen ve Teknoloji Öğretim Programı .....	11
2013 Fen ve Teknoloji Öğretim Programı .....	12
2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı .....	12
2024 Fen Bilimleri Öğretim Programı .....	13
Fen Eğitiminde Öğretmenin Rolü .....	13
STEM .....	14
STEM Eğitiminin Amacı .....	15

STEM Okuryazarlığı .....	16
Fen Okuryazarlığı .....	17
Teknoloji Okuryazarlığı .....	17
Mühendislik Okuryazarlığı .....	17
Matematik Okuryazarlığı .....	18
21. Yüzyıl Becerileri .....	18
Fen Bilimleri Öğretim Programında STEM .....	19
STEM Eğitimi'nde Disiplinlerin Entegrasyonu .....	20
Fen (Bilim) ve Matematik Disiplinleri Entegrasyonu .....	20
Teknoloji Disiplini Entegrasyonu .....	21
Mühendislik Disiplini Entegrasyonu .....	21
STEM Eğitiminin Yararları .....	21
STEM Alanında Öğretmen Yeterlilikleri .....	22
STEM Eğitiminin Uygulama Zorlukları .....	22
İlgili Araştırmalar .....	23
Yurt İçinde Yapılan Çalışmalar .....	23
Uluslararası Çalışmalar .....	29
BÖLÜM III .....	33
YÖNTEM .....	33
Araştırma Yöntemi .....	33
Çalışma Grubu .....	33
Veri Toplama Aracı .....	34
Verilerin Toplanması .....	35
Verilerin Analizi .....	35
BÖLÜM IV .....	37
BULGULAR .....	37
BÖLÜM V .....	48
TARTIŞMA .....	48
BÖLÜM VI .....	53
SONUÇ VE ÖNERİLER .....	53
Sonuçlar .....	53
Öneriler .....	54
KAYNAKÇA .....	55
EKLER .....	73
Ek 1. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu .....	73

Ek 2. Etik Kurul Onay Belgesi .....	74
Ek 3. Araştırma İzin Belgesi .....	75
Ek 4. Yazarın Özgeçmişi .....	76



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. STEM Entegrasyonu .....	15
Şekil 2. 21. Yy Öğrenme Çerçevesi, Öğrenme Çıktıları ve Destek Sistemleri.....	19
Şekil 3. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda Yer Alan Alana Özgü Beceriler. ....	20



## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1. Öğretmenlerin demografik özellikleri.....	34
Tablo 2. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimi tanımlamaları.....	36
Tablo 3. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşımının fen bilimleri derslerinde kullanılması konusundaki düşünceleri .....	37
Tablo 4. Fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına teknoloji entegrasyonu ile ilgili düşünceleri.....	38
Tablo 5. Fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına mühendislik entegrasyonu ile ilgili düşünceleri .....	39
Tablo 6. Fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına matematik entegrasyonu ile ilgili düşünceleri.....	40
Tablo 7. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları sırasında teknoloji disiplininin kullanımını açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili düşünceleri ....	42
Tablo 8. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları sırasında mühendislik disiplininin kullanımını açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili düşünceleri ....	43
Tablo 9. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları sırasında matematik disiplininin kullanımını açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili düşünceleri ....	45

## KISALTMALAR LİSTESİ

n	: Frekans
MEB	: Türkiye Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığı
MTTFE	: Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi
NGGS	: Next Generations Science Standards (Gelecek Nesiller Bilim Standartları)
NRC	: National Research Council (Ulusal Araştırma Konseyi)
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
PISA	: Program for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)
STEM	: Science, Technology, Engineering, Mathematics (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik)
TIMSS	: Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)
Yy	: Yüzyıl

## BÖLÜM I

### GİRİŞ

Günümüzde bilimin hızlı bir şekilde değiştiğini, teknolojiye duyulan ihtiyacın arttığını ve bu ihtiyaç doğrultusunda teknolojinin de hızlı bir şekilde değiştiğini görmekteyiz. Bu değişen ve gelişen dünyaya günümüz öğrencilerini hazırlayabilmek için alternatif öğretim yöntemleri kullanılmalıdır (Tantu, 2017). Bunlarla beraber fen, mühendislik, teknoloji, matematik alanlarında eleştirel düşünme becerisine sahip, karşılaştığı sorunlara yaratıcı çözümler üretebilen bireylerin yetiştirilebilmesi için yeni bir eğitim programının uygulamaya konulması zorunlu hale gelmiştir (Yıldırım ve Altun, 2015).

İnsanlığın ihtiyaçlarının belirlenip giderilmesinde fen, mühendislik, teknoloji ve matematik disiplinlerinin entegrasyonundan oluşan yaklaşım türü olan Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik (FeTeMM-STEM) eğitimi geliştirilmiştir (Çorlu, 2014; Gülhan ve Şahin, 2016). STEM kavramının kökeni aslen 1950’li yıllara dayanır. (Yıldırım, 2018). STEM yaklaşımı; Amerika Birleşik Devletleri’nde ortaya çıkmış olup, STEM disiplinlerinin her kademedede bağlı yürütülmesi amaçlanmıştır (Bybee, 2011; MEB,2015). “STEM eğitimi adını Science (fen), Technology (teknoloji), Engineering (mühendislik), Mathematics (matematik) terimlerinin ilk harflerinden almaktadır” (Dugger, 2010, s.4). “Türkiye’de STEM eğitiminin karşılığı olarak Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin kısaltması olan FeTeMM eğitimi kullanılmaktadır” (Çorlu, 2014, s.4). FeTeMM kavramının birçok tanımı bulunmaktadır (Dugger, 2010; Thomas, 2014). FeTeMM eğitimi ülkemizde 3 boyutlu haliyle günlük yaşamda karşımıza çıkmaktadır. Bu boyutlar popülerlik, politika üreticileri tarafından desteklenmesi ve öğretim programında eğitim yönü ile yer alması olarak belirtilebilir. Bunlar arasında en çok karşımıza çıkan ise popüler yönüdür (Aşık, Doğança Küçük, Helvacı ve Corlu, 2017).

FeTeMM entegrasyonun önemli yaklaşımı fen bilimleri ile matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin bütünleştirilmesidir (Dugger, 2010). Fen bilimleri, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin bütün olarak ele alınmasının öğrencilerin doğru meslek seçimine olumlu etki ettiği görülmektedir (Baran, Canbazoglu Bilici, Mesutoğlu, 2015; Biçer vd, 2015; Gencer, 2015; Guzey, Harwell ve Moore, 2014; Yıldırım ve Selvi, 2017). Teknoloji ve mühendislik disiplinleri dünyada birçok alanda kullanılmaktadır ve tüm insanlığın ihtiyaçlarına ve beklentilerine cevap vererek günlük hayatta karşılaştıkları

problemlere karşı çözüm üretmektedir (NRC,2012). “Mühendislik ve teknoloji uygulamalarının fen bilimleri öğretimini desteklediği de söylenmektedir” (Czerniak, 2007; Czerniak, 2007; NGSS, 2014; Ceylan, 2014; Yıldırım, 2016a; Çiftçi, 2018, s.2). Bu iki disiplin alanı ülkelerin ekonomik kalkınmasında da önemli yere sahiptir (Roberts, 2012). Fen derslerinde, sorgulama becerilerinden ziyade mühendislik tasarıma öncelik vermek düşünülmemeli, bunların entegrasyonu sağlanmalıdır (Kelley ve Knowles, 2016; Ting, 2016). Ülkemizdeki alan yazında sınıf içi STEM uygulamaları etkinlikleri incelendiğinde fen bilimleri ve matematik disiplini kazanımlarına yer verilmesine karşın teknoloji ve mühendislik disiplini kazanımlarına yeterince yer verilmediği gözlemlenmiştir (Arafah, 2011; Herdem ve Ünal, 2018). Ülkemizde 2018’de güncellenen eğitim programına bakıldığında STEM eğitiminde fen bilimleri, teknoloji ve matematik disiplini uygulamalarına yeterince yer verilmiş olmasına rağmen, mühendislik disiplinine örtülü vurgulama yapılmıştır. Bu durum literatür incelendiğinde mühendislik disiplininin öğretime nasıl entegre edilmesine yönelik uygulamaların eksik kaldığı görülmektedir (English ve King, 2015). Bu nedenle fen eğitiminde mühendislik disiplini entegre edebilmeyi kolaylaştıracak mühendislik tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları yapılması söylenmiştir (Barnett, Connolly, Jarvin, Marulcu ve Rogers, 2008). Moore, Stohlmann, Wang (2014)’de mühendislik disiplininin fen bilimlerine entegresinde öğrencilerin ilgisini çekecek ve öğrencilerin bilgisini geliştirecek etkinlikler sunmuşlardır. (Next Generations Science Standards [NGSS], 2013) gerek uygulamada gerek teorikte mühendislik disiplininin fen programı ile entegrasyonuna yer vermektedir.

Ülkemiz farklı ülkeler ile ekonomi ve teknoloji rekabet ortamı oluşturabilmek için STEM eğitime önem vermeye başlamıştır. STEM eğitimi uluslararası rekabet gücünde stratejik olarak büyük öneme sahiptir (Corlu, Capraro ve Capraro, 2014). STEM yaklaşımının önemli olmasının nedeni pek çok eğitim alanında fayda sağlamasıdır. Thomas, (2014)’e göre “bu eğitim yaklaşımının temel amacı, öğrencilere 21. yy. becerilerini kazandırmaktır” (s.368). “STEM yaklaşımında öğrenciler tercih edilen grup ve laboratuvar çalışmaları ile projeler, 21. Yüzyıl becerilerinde olan iletişim becerisi, problem çözme becerisi, öz denetim ve sistemli çalışma gibi becerileri kolaylıkla öğrenebilir ve güncel problemlere karşı daha iyi çözümler üretebilirler (Bybee, 2010). Girişimci ve üretken bireyler yetiştirmede, yenilikçi düşüncelerini desteklemede de etkili olacağı belirtilmiştir (MEB, 2015). Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) ve Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (TIMSS) gibi sınavlarda başarı elde edilmesi (OECD, 2010; Yıldırım, 2016b); bilim ve

teknolojide ilerleme sağlanması (Öner ve Capraro, 2016; Aydeniz, 2017); ekonomik gelişmelerde katkı sağlaması (Bybee, 2010; Veenstra, Padro, ve Furst-Bowe, 2012) vb. gibi pek çok neden ülkelerin STEM (FeTeMM)'e yöneltmiştir. Fakat yapılan uluslararası sınav sonuçlarına göre öğrencilerin öğrendiklerini günlük hayatta ve günlük hayat dışında kullanmada zorluk yaşadıkları ortaya çıkmıştır (Buyruk ve Korkmaz 2016, Gürler ve Önder 2014, MEB 2016b).

STEM eğitimi yaklaşımının öne çıkan kişilerinden biri olan öğretmenlerin tecrübeli olması ve kendilerini geliştirmeleri önem arz etmektedir (Wang, 2012). Hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için STEM entegrasyonunda yeterli bilgiye sahip olan ve dersini bu bilgiler doğrultusunda işleyen öğretmenlere ihtiyaç vardır (Akgündüz, Ertepinar, Ger, Kaplan Sayı ve Türk, 2015). Şahin (2019)' in yaptığı araştırmaya göre STEM eğitimi almayan öğretmenlerin STEM uygulama yeterliklerinin yeterli düzeyde olmadığı görülmüştür. Yapılan bazı çalışmalarda öğretmenler teknoloji ve matematik entegresinde kendilerini yeterli bulmadıklarını belirtmişlerdir (Yıldırım, 2017). Bunun nedeni ise aday öğretmenlere eğitim fakültelerinde mühendislik ve teknoloji alanlarında gereken düzeyde eğitimin verilmediğinden kaynaklanmaktadır (Yıldırım, 2018). Cuijck, Keulen ve Jochems (2009) 19 öğretmen ile yaptıkları çalışmalarında, öğretmenlerin çoğunluğu fen eğitiminde MTTFE'nin kullanılması gerektiğini belirtmişler fakat öz yeterliklerinin olmadığını söylemişlerdir. Hsu, Purzer ve Cardella (2011) ise öğretmenlerin mühendislik ve teknolojinin önemli olduğunu, fakat öğretmenlerin yeterli bilgiye sahip olmadıklarını, öğretme konusunda yeterli olmadıklarını düşündüklerini ortaya koymuştur. Bakırcı ve Kutlu (2018)' ya göre öğrencilere liderlik, girişimcilik, teknoloji okuryazarlığı gibi birçok becerinin kazandırılabilmesi için öğretmen ve öğretmen adaylarının FeTeMM görüşlerinin önemli olduğunu vurgulamışlardır.

### **Problem**

Fen bilimleri dersinde öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları problemlere çözüm üretmeleri ve öğrendikleri bilgileri günlük hayatta kullanabilmeleri amaçlanmaktadır. STEM eğitiminin amacı fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerindeki temel bilgi düzeyini geliştirmek; öğrencileri karşılaştıkları problemlere farklı çözüm yolları bulabilen ve ürün çıkarabilen bireyler olarak yetiştirmektir (Thomasian, 2011).

2018 fen bilimleri öğretim programının amacı değişen koşullara uyum sağlayan, 21.yüzyıl becerilerine sahip olan, yaratıcı düşünebilen ve ürün ortaya koyabilecek donanımlara sahip bireylerin yetiştirilmesidir. (MEB, 2016a). MEB (2018) güncellenen öğretim programında da yenilikçi düşünme becerisinin öğretim programına eklendiği görülmektedir. Wendell (2008), öğretim programında günlük hayatta karşılaşılan problemlere yer verilerek derslerin işlenmesi ve disiplinlerin entegrasyonu öğrencilerin problemlere birden fazla çözüm yolu bulmalarına yardımcı olduğunu belirtmiştir.

STEM eğitiminin öğretilmesinde ve uygulanmasında öğretmenler rol oynamaktadır. STEM eğitiminde birden fazla disiplinin bağdaştırılarak en iyi şekilde aktarılması için STEM eğitime hakim öğretmenler yetiştirilmelidir. Özellikle okul öncesi, ilkokul ve ortaokul öğretmenlerine kendilerini yetiştirebilmeleri için ortam oluşturulmalıdır. Bunun yanı sıra bu eğitimi destekleyecek ve öğrenciye uygun olacak donanımlı bir program hazırlanmalıdır. Günümüzde kendini geliştiren, araştıran, öğrenen, problem çözme becerisine sahip öğretmenlere ihtiyaç duyulmaktadır. (Tezel ve Yaman, 2017). Öğretmenlerin STEM hakkındaki görüşlerinin detaylı incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla araştırmanın problem cümlesi ‘Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşımına ve fen eğitimine teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini entegre etme düzeylerine ilişkin görüşleri nelerdir?’ olarak belirlenmiştir.

### **Araştırmanın Amacı**

Fen bilimleri dersinin öğretiminde, derse mühendislik, teknoloji ve matematik disiplinlerinin entegre edilip uygulanmasında ve bu uygulama becerilerini öğrencilere kazandırmada öğretmenlerin rolü büyüktür. Ayrıca öğretmenlerin öğretim programına hâkimiyeti, özyeterliği de önemlidir. Bu nedenle öğretmenlerin meslek hayatına hazır bir şekilde başlamaları oldukça önemlidir (Kendaloğlu, 2021). Öğretmenlerin pedagojik alan bilgisine sahip olması kendi alan yeterliklerinde de oldukça önemlidir (Taşdere ve Özsevgeç, 2012). Bu kapsam doğrultusunda birçok ülke üniversitelerin öğretmen yetiştirme programında güncelleme yapmıştır (Çorlu ve Çallı, 2017; Guzey, Moore ve Harwell, 2016; Türk, 2019). Yapılan güncellemeler ile öğretmenlere yeterli bilgi kazandırılmalı ve mesleki gelişim sağlanmalıdır (Boyunsuz, 2021; Caena ve Redecker, 2019; Çapri ve Çelikkaleli, 2008; Villeagas ve Reimers, 2003).

Yenilenen eğitim sistemi ile öğretim programlarında da değişiklik yapılması gerekmektedir (MEB, 2018). Değişen bu eğitim sisteminde STEM eğitiminin sınıfta uygulanabilmesi için öğretmenlerin STEM okuryazarı olmaları gerektiği belirtilmiştir (Boyunsuz, 2021). STEM okuryazarı bireyler, STEM öğretim ve uygulama becerisine sahip, güncel sistemi takip eden, 21. Yüzyıl becerisine sahip, karşılaştığı problemlere yaratıcı çözüm yolları üreten kişilerdir. Günümüz şartlarında birçok ülke bireylerin STEM okuryazarı olarak yetişmesini önemsemektedir (Abdullah, Halim ve Zakaria, 2014; Arslan ve Arastaman, 2021; Topçu ve Durak, 2019). Bu çalışmanın amacı fen bilgisi öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına entegre edilen teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini derslerine entegre edebilme konusundaki görüşlerini tespit etmek amaçlanmıştır.

Araştırmanın problem cümlesi 'Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşımına ve fen eğitimine teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini entegre etme düzeylerine ilişkin görüşleri nelerdir?' olarak belirlenmiştir. Araştırmada belirlenen problem cümlesine göre belirlenen alt problemler aşağıda yer almaktadır:

- Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM (FeTeMM) eğitiminin tanımına ilişkin görüşleri nelerdir?
- Fen bilimleri öğretmenlerinin fen eğitimine i) teknolojiyi ii) mühendisliği iii) matematiği entegre etme konusundaki görüşleri nelerdir?
- STEM uygulamaları sırasında i) teknoloji ii) mühendislik iii) matematik disiplinlerinin kullanımını açısından karşılaştıkları sorunlar nelerdir?

### **Araştırmanın Önemi**

STEM eğitimi okul öncesi dönemden başlayarak uygulanabilmektedir. STEM eğitiminin verimli olması için erken yaşta eğitime başlanmalı ve düzenli bir program izlenmelidir. Gallant (2010), öğrencilerin öğrenmeye istekli olacakları, STEM disiplinlerini bağdaştırabilecekleri, öğrendiklerini günlük hayata uyarlayabilecekleri ortamların oluşturulması gerektiğini vurgulamıştır. Şahin (2013), bir ülkenin ekonomide, teknolojiye, bilim alanında gelişmesi ve ilerlemesi için STEM eğitiminin eğitim sisteminde kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Benzer şekilde Flanagan (2014), STEM eğitiminde öncelikle öğrencilerin karşılaştıkları fırsatları görebilmesinin önemli olduğunu belirtmiştir. Nambisan

(2014) ise bireylerin karşılaştıkları fırsatları keşfedebilmeleri için düşünce yapılarının değişmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Çağdaş eğitim anlayışı başta fen bilimleri ve matematik dersleri olmak üzere soyut olan dersleri somut hale getirmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle eğitimde büyük rol oynayan öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili gerekli eğitimleri almış olmaları büyük öneme sahiptir (Öner, Navruz, Biçer, Peterson, Capraro ve Capraro, 2014). Öğretmenlerin STEM eğitimi uygulayabilmeleri için gerekli ortamın da olması gerekmektedir. Günümüzde STEM eğitime ilgi artmış olmasına rağmen hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitimi programları yetersizdir (O'Brien vd. 2014, Shernoff vd. 2017). Ek olarak Akgündüz (2016), öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarını belirtmiştir. Bu nedenle öğretmenlere hizmet içi eğitim, öğretmen adaylarına lisans düzeyinde eğitim verilmesi gerekmektedir. Mevcut çalışma ile öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili eksikliklerinin ne olduğu, uygulama yaparken ne gibi sorunlarla karşılaştıkları ve STEM disiplinlerini fen bilimleri dersine entegre edebilmeleri hakkındaki görüşleri ele alınarak STEM eğitiminin daha etkin bir şekilde uygulanmasına yönelik katkı sağlamak amaçlanmaktadır. İfade edilen özelliklerden hareketle fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşımına ilişkin düşüncelerinin analiz edilmesi önem arz etmektedir.

STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM düşünceleri ile ilgili alan yazın incelendiğinde Atalay (2023), Çınar ve Terzi (2021)'in araştırmalarının olduğu görülmektedir.

STEM uygulamalarında karşılaşılan sorunlar ile ilgili alan yazın incelendiğinde Büyükkör (2021), Bressler, Ginsburg, Sinha ve Sherroft (2017), Değirmenci (2020), Kubat (2018)'in araştırmalarının olduğu görülmektedir.

STEM eğitimi almamış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM'e yönelik görüşleri ile ilgili alan yazın incelendiğinde Altan ve Ercan (2016), Brown, Merrill ve Reardon (2011), El-Deghaidy ve Mansour (2015), Fırat (2020), Hanas (2022), Karakaş (2017), Kubat (2018), Şahin (2019), Şimşek (2019), Thibaut (2018), Yıldırım (2018), Wang (2012), Wang ve diğerleri (2011)'in araştırmalarının olduğu görülmektedir.

İlgili alan yazın bütün olarak incelendiğinde, STEM eğitimi almış ve STEM eğitimi almamış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM disiplinlerinin entegrasyonu hakkındaki görüşlerinin ve STEM uygulamalarında karşılaştıkları sorunlara yönelik görüşlerinin birlikte incelendiği bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu bağlamda fen bilimleri öğretmenlerinin görüşlerinin alındığı bu çalışmanın alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda bu çalışmanın STEM eğitimi almamış fen bilimleri öğretmenlerine yeni fikirler sunacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışma ile öğretmenlere STEM eğitimi vermenin öğrencilere ve ders işleme yöntemine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### **Araştırmanın Sınırlılıkları**

1. Çalışma 2022-2023 eğitim öğretim bahar dönemi içerisinde gerçekleştirilmiştir.
2. Araştırmanın örneklemini 10 fen bilimleri öğretmeni ile sınırlıdır.
3. Araştırmadan elde edilen veriler araştırmacı tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış görüşme formundaki maddeler ile sınırlıdır.

### **Araştırmanın Varsayımları**

1. Araştırmada öğretmenlerin sorulara objektif ve samimi bir şekilde cevap verdikleri varsayılmaktadır.

### **Tanımlar**

**Stem:** STEM Eğitimi Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik) disiplinlerinin baş harflerinden oluşmaktadır. Ülkemizde ise STEM eğitimi Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin baş harflerinden oluşan FeTeMM kullanılmaktadır (Çorlu, 2012).

**Mühendislik:** Süreç boyunca tasarım yapmak için sistematik ve tekrarlı yaklaşımı benimseyen, insan istek ve ihtiyaçlarını karşılamayı amaçlayan yaklaşımdır ( National Research Council, 2012).

**Teknoloji:** İnsanların ihtiyaçlarını gidermek veya karşılaşılan problemi çözmek için insanlara sunulan hizmet olarak tanımlanabilir (Koposov, 2014).

**Bütünleşik STEM:** Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin derslerde bağlantılı olarak uygulandığı öğretim yaklaşımıdır (Moore ve ark. 2014).

**Özyeterlik:** Kişinin bazı konularda kendinin yeterli bilgi ve beceriye sahip olduğuna inanmasıdır (Bandura, 1997)

**21.yy becerileri:** “Araştırma, sorgulama, etkili iletişim kurabilme, girişimcilik, eleştirel düşünme, sentez yapabilme, liderlik ve sorumluluk, problem çözme, bilgiye erişebilme ve bilgiyi analiz etme, iş birliği, merak ve hayal gücü, sorumluluk, bilgi okuryazarlığı, karar verme şeklinde ifade edilmektedir” (Günüç, Odabaşı, ve Kuzu, 2013, s.7).



## BÖLÜM II

### KURAMSAL ÇERÇEVE

#### Fen Eğitimi

Bilgi çağının yaşandığı günümüz eğitim sisteminde, değişen ve gelişen dünyaya uyum sağlayabilmek için öğrencilere günlük yaşamda karşılaştıkları problemlere çözüm yolları üretme, iletişim becerisi kazanma, eleştirel ve analitik düşünme becerisi kazanma, yaratıcı düşünme gibi 21.yy becerileri kazandırmak amaçlanmaktadır (Wagner, 2008). Bu amaç doğrultusunda MEB “MEB 21. Yüzyıl Öğrenci Profili” çalışmasını gerçekleştirmiştir (Yaman, 2015). Bu çalışma ile okuyan, araştıran, merak eden özgüvenli bireyler yetiştirmek istenmektedir (Beers, 2011). 21. yüzyıl becerileri dört ana tema altında toplanmıştır. Bunlar düşünme yolları, çalışma yolları, çalışma araçları ve dünyaya entegrasyonudur (Yaman,2015).

#### Türkiye’de Uygulanan Fen Bilimleri Öğretim Programları

##### 1926 Öğretim Programı

Cumhuriyetten günümüze kadar olan fen öğretim programları incelendiğinde, fen dersinin birçok isim altında eğitim programında yer aldığı görülmektedir. Bu isimlerden ilki 1926 programında Tabiat Tetkiki ve Eşya dersleri olarak programda yer almıştır ve Tabiat dersleri adı altında toplanmıştır (Tazebay, Çelenk, Tertemiz ve Kalaycı, 2000). Tabiat Tetkiki dersi, öğrencilere aktif uygulama yaptırarak hayvan, bitki ve mahsul yetiştirmeyi öğrenmeyi, çevre ile etkileşimde olmayı, vücut genel bilgileri ve sağlık bilgilerini öğrenmeyi amaçlamaktadır. Eşya dersleri ise öğrencilerin günlük yaşamda kullandıkları eşya ve makinelerin kullanımını ve bunların yararları hakkında bilgi sahibi olmalarını amaçlamaktadır (MEB, 1926). 1926 Tabiat Tetkiki derslerinin içeriğinin biyoloji konularından olan insan vücudu ve beslenme konularını içerdiği görülmektedir ancak detaylı bilgi verilmemiştir (MEB, 1926; Akt: Aykaç ve diğ., 2011). Eşya dersinin ise fizik ve kimya dersleri ile ilgili konular içerdiği görülmüştür. Bu konuların günümüz ile benzerliği tespit edilmiştir. Örneğin, maddenin halleri, kuvvet, ışık, elektrik, rüzgâr ve su enerjisi, ses ve basit makineler konuları oluşturmaktadır (Aykaç ve diğ., 2011). Programda ders dışı etkinlikler de yapılabileceği belirtilmiştir (Aykaç ve diğ., 2011; Zan, Efe ve Zan, 2016).

### **1936 Öğretim Programı**

1936 fen öğretim programında 1926 programında bulunan Eşya dersi ile Tabiat Tetkiki dersi birleştirilerek “Tabiat Bilgisi” dersine dönüştürülmüştür. Eşya derslerinin yerine “Aile Bilgisi” dersi eklenmiştir. Bu öğretim programında 1926 öğretim programında bulunan biyoloji konularına ek nefes alıp verme ve kan dolaşımı konuları eklenmiştir. 1936 öğretim programının temel şartı öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağlamaktır. Önceki programlardan farklı olarak öğretim teknikleri ve kullanılan materyaller sıralanmıştır. Bu materyaller akvaryum ve teraryum, mikroskop, atölye vb. gibi materyallerdir (MEB, 1936). Bu program da Hayat Bilgisi dersinin Fen Bilgisi ve Sosyal Bilgiler derslerine ayrılması gerektiği ilk defa önerilmiştir (Yolcu, 2014).

### **1948 Öğretim Programı**

1948 öğretim programı, Köy Enstitüleri programının ardından uygulandığı için Köy Enstitüleri programının yansımaları görülmekte ve önceki programlarda olduğu gibi yine fen dersleri Tabiat Bilgisi dersi adı altında verilmiştir (MEB, 1948). Bu programda öğrencilerin buldukları çevreye uyumunu kolaylaştırabilmek için Tarım-İş adlı yeni bir ders eklenmiştir. Tabiat Bilgisi dersi amaçları bu programda on adet olmuştur. 1948 öğretim programı öğrencilerde merak uyandırma, eleştirel düşünme, problem çözme, kültürünü öğrenme gibi beceriler kazandırmak istemesi ile önceki programlardan farklılık göstermektedir (Yolcu,2014). 1948 öğretim programı derslerin çok fazla olması, uygulanacak zamanın kısıtlı olması, derslerin birbirinden ayrı olması ve derslerdeki konu yoğunluğundan dolayı eleştiri almış ve programın tekrar düzenlenmesi kararı alınmıştır (Kazancı, 2007).

### **1969 Fen ve Tabiat Bilgileri Öğretim Programı**

1969 öğretim programı fen dersleri Fen ve Tabiat Bilgileri ismiyle 24 yıl uygulamada kalmıştır (MEB,1969). Bu programın amacı 1948 öğretim programının özeti şeklindedir (Çelenk, Tertemiz, Kalaycı, 2000). Bu öğretim programda ilk kez uzay kavramına değinilmiştir. Bununla birlikte gök cisimleri, canlıların ortak özellikleri, hayvansal ürünlerin saklama yöntemleri, pazarlama teknikleri, kan grupları gibi yeni birçok kavram eklenmiştir. 1969 öğretim programı, öğretmenin isteğine bağlı deney yapabilmesini ve öğrencilerin

araştırma yaparak sonuçlarını sınıfta tartışabilmelerini ele almıştır. Bu program önceki programlardan farklı olarak öğrencilerin grup halinde çalışmasını önermiştir (Yolcu, 2014).

### **1992 Fen Bilgisi Öğretim Programı**

1992 öğretim programında fen dersleri “Fen Bilgisi” ismini almıştır (MEB,1992). Ünite kavramı yerine bölüm kavramı kullanılmıştır. Dersin amacı, öğrenciye üst düzey düşünme becerileri kazandırılması, bilimsel araştırma yöntemlerini kullanabilmesi, evren kavramını anlama gibi birçok hedeflerdir. 1992 fen bilgisi öğretim programı sekiz yıllık temel eğitim ile birlikte uygulamaya konulmuştur. 1992 fen bilgisi programı, “Dünyamız ve Evren, Madde ve Enerji, Canlılar ve Zenginlik Kaynaklarımız” konularında yoğunlaşmıştır. Artık fen bilgisi konuları 4 ve 5. sınıftan farklı olarak 6,7 ve 8. sınıflarda da detaylı düzenlenerek beş yıla uygulanmıştır. 1992 öğretim programı 1969 öğretim programında olduğu gibi anlatma üzerine durduğundan çok fazla fark belirtilmemiştir (Yolcu,2014). İlk defa 1992 fen öğretim programında değerlendirme kısmına rastlanmıştır fakat bu değerlendirme de konulara ilişkin soru başlıkları verildiği için öğretmene değerlendirmede yardımcı olmamıştır (Aykaç ve diğ., 2011).

### **2000 Fen Bilgisi Öğretim Programı**

Fen Bilgisi dersi, öğrencilerin bilgiye kendilerinin ulaşarak problem çözme, analiz etme, karar verme gibi becerilerin kazanılması amaçlanarak önceki programlardan farklı olarak ortaya çıkmıştır (MEB, 2000). İlk kez kazanım kavramı bu öğretim programı ile ortaya çıkmıştır (Aykaç ve diğ., 2011). 2000 öğretim programında yapılandırmacı yaklaşımı temel alan öğretme yöntemi ele alınmıştır. Programda her bir üniteye öğretmenlerin yaratıcı düşünme becerisini kullanarak etkinlik üretmeleri istenmiştir. Öğretmenler öğrenci merkezli eğitime teşvik edilerek öğretmenin rehber rolü vurgulanmıştır. 2000 fen öğretim programının değerlendirme aşaması 1992 öğretim programından farklı olarak öğrencinin sınıf için davranışı, derse katılması, sorumluluk alma gibi birçok davranışı da değerlendirme sürecine katılmıştır (Aykaç ve diğ.,2011).

### **2005 Fen ve Teknoloji Öğretim Programı**

2005 fen öğretim programı ile Fen Bilgisi dersinin yeni adı Fen ve Teknoloji olmuştur. Ayrıca fen okuryazarlığı kavramı bu program ile ortaya çıkmıştır. Önceki programlardan farklı olarak bu öğretim programına fen bilimlerine ilgiyi artıracak amaçlar konulmuş ve fen bilimlerine dayanan meslekler hakkında bilgi edinmek amaçlanmıştır (MEB, 2005). Bu öğretim programında da 2000 Fen Öğretim Programı'ndaki gibi kazanımlara yer verilmiştir. Fakat bu kazanımların önceki kazanımlardan farkı ilk kez bilimsel süreç becerileri, fen-toplum-teknoloji-çevre kazanımlarına yer verilmiştir. Bu programda içerik yoğunluğuna yer verilmiş fakat zaman problemi yaşanmıştır (Aykaç ve diğ., 2011). Öğrencilerin ana dillerini kullanma becerilerini artırmak için bilimsel dil kullanma amaçlanmıştır (MEB, 2006). 2005 Fen Öğretim Programı'nda bireysel farklılıklar göz önüne alınmıştır. Değerlendirme aşamasında yapılandırılmış grid, proje ödevleri, kavram haritaları gibi birçok öğretmene yardımcı olacak araçlar kullanılması önerilmiştir.

### **2013 Fen ve Teknoloji Öğretim Programı**

2013 öğretim programı ile dersin adı “Fen Bilimleri” olarak değiştirilmiştir. 2013 Fen Öğretim Programı da fen okuryazarlığı açısından aynı amacı önemsemiştir. Önceki öğretim programlarında yer alan yapılandırmacı yaklaşımın yerini bu öğretim programında araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı yer almıştır (MEB, 2013). Öğretmen rehberliği yine programda yerini korumuştur. Fakat ek olarak işbirlikli öğrenme ve akran eğitimi programa eklenmiştir ve kazanım sayıları azaltılmıştır (Karatay, Timur, Timur, 2013). Programda geleneksel ölçme araçları ile birlikte alternatif ölçme araçlarının da kullanılması belirtilmiştir. Ayrıca öz akran değerlendirme yaklaşımı eklenerek öğrencinin hem kendini hem de akranını değerlendirmesi istenmiştir (MEB, 2013).

### **2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı**

2018 öğretim programında da önceki programlarda ele alınan fen okuryazarlığı kavramı yer alınmıştır. 2018 programının farkı fizik, kimya, biyoloji, yer bilimi gibi birçok toplumsal bilinç kazandırılacak ve fen bilimleri kariyer bilinci oluşturacak kavramlar ele alınmıştır (MEB,2018).

Bu eğitim programına mühendislik ve tasarım becerileri eklenmiştir. Böylece fen bilimleri dersinde fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerini entegre ederek bir

ürün oraya çıkarmaları istenmiştir. Ürün tasarlama bölümünde öğrenciler isterse tanıtım amacıyla gazete, internet, televizyon reklamı hazırlayabilir veya kısa film çekebilirler (MEB,2018).

### **2024 Fen Bilimleri Öğretim Programı**

2024 öğretim programında öğrenciyi merkeze alan bütüncül eğitim yaklaşımı benimsenmiştir. Bütüncül eğitim yaklaşımı ile öğrencinin bireysel sorumluluğunun, sosyal ve duygusal becerilerinin desteklenmesi istenmektedir. Bu program ile değişen çağa uyum sağlayabilen, bilimsel süreç becerilerini kullanabilen, üst düzey düşünme becerisine sahip, etik ve ahlaki değerleri benimseyen, girişimci, bireyler yetiştirilmesi amaçlanmıştır. Programda disiplinler arası uyumlu astronomi, biyoloji, fizik, kimya, yer ve çevre bilimleri yer almaktadır. Bunların temel eğitim kademesinden başlamak üzere ortaöğretim düzeyini de kapsayacak şekilde ilerlemesi sağlanmıştır. Programda küresel küresel sorunlara karşı daha bilinçli, sorunlara karşı çözüm üretebilen, liderlik özelliğine sahip, teknolojiyi iyi kullanabilen, bilimsel gelişmelere uyum sağlayabilen bireyler yetiştirilmek amacıyla uluslararası programlara uyum sağlamak amaçlanmıştır.

2024 eğitim programında da önceki programlarda yer alan aktif katılım sağlayan, işbirlikli çalışma ortamına uyumlu, öz düzenleme becerisine sahip, araştırma sorgulama yapan, eleştirel düşünebilen, 21. Yüzyıl becerilerine sahip, çevreye duyarlı fen okuryazarı bireyler yetiştirilmesi hedeflenmiştir.

### **Fen Eğitiminde Öğretmenin Rolü**

Fen eğitiminde öğretmen öğrencilere; araştırma incelemeyi yapmayı, bilimsel bilginin nasıl elde edilebileceğini öğretmelidir. Fen eğitiminde bu yeteneklerin kazanılmasında öğretmenin doğru yöntemi seçmesi önemlidir (Köseoğlu ve Kavak,2001). Kaptan ve Korkmaz (2001)'e göre fen öğretiminde öğretmen öğrenciyi güdülemeli, iyi bir iletişim kurmalı, fen bilimleri program içeriğine hakim olmalı, yaratıcı düşünebilmeli, bireysel farklılıkları göz önünde bulundurmalı, çeşitli materyaller kullanılmalıdır. Öğretmenler derslerinde düz anlatım yapmaktan uzaklaşmalı, bunun yerine öğrencinin yaparak yaşayarak öğrenebileceği öğretim tekniğini seçmelidir (Akpınar ve Ergin, 2005). Ünal ve Akman (2006), bir fen bilimleri öğretmeninde bulunması gereken becerileri üç başlıkta belirtmiştir. Bunlar; kolaylaştıran rol, değişimi gerçekleştiren rol, danışman roldür.

## STEM

STEM, “ilk defa Judith A. Ramaley tarafından Science, Technology, Engineering, Mathematics disiplinlerinin kısaltması olarak kullanılmıştır” (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012, s.4). STEM kavramının ilk şekli ‘SMET’ tir (Akgündüz, 2018a). Daha sonra STEM şeklini almıştır. (Sanders, 2009). STEM kavramının kökeni aslen 1950’li yıllara dayanır. (Yıldırım, 2018).

STEM, fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin bütünleşik alınarak öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme gibi birçok üst düzey düşünme becerisini geliştiren eğitim yaklaşımıdır(Altun ve Yıldırım, 2015). Çepni (2017) ise STEM kavramını iki veya daha fazla disiplinin bütünleştirilerek öğrenimi ve öğretimi şeklinde tanımlamıştır. Dugger (2010) göre STEM, öğrencilerin bilgiyi aktif bir şekilde deneyerek, sorgulayarak buldukları, bunları günlük yaşantılarında rahatlıkla kullanabildikleri ve özgün tasarımlar üretebildikleri çoklu disiplin yaklaşımıdır.

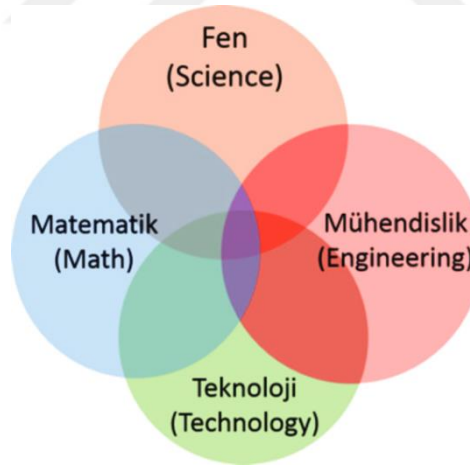
Amerika Birleşik Devletleri’nin, öğrencilerin fen bilimleri, matematik ve mühendislik alanını seçmelerinde düşme olması ile teknoloji ve mühendislik rekabeti azalmış ve bu sebeple bu disiplinlerin tercih edilmesini arttırmak için STEM reformunu ortaya koymuştur (Dugger, 2010). “STEM eğitimi adını Science (fen), Technology (teknoloji), Engineering (mühendislik), Mathematics (matematik) terimlerinin baş harflerinden almaktadır” (Dugger, 2010, s.4). “Türkiye’de STEM eğitiminin karşılığı olarak Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin kısaltması olan FeTeMM eğitimi kullanılmaktadır” (Çorlu, 2014, s.4). FeTeMM gerek formal gerek informal ortamlarda okul öncesi seviyesinden başlayarak doktora sonrası seviyesi eğitimi kapsar (Gonzalez ve Kuenzi, 2012; MEB, 2016). FeTeMM eğitimi ilkökul döneminden başlanarak diğer eğitim seviyelerinde de devam ederek uygulanmalıdır (Havice, 2009).

Öğrenciler soru sorarak problemi belirlemeye çalışmalı ve beyin fırtınası yaparak probleme çözüm önerisi getirmeye çalışmalıdır. Problem çözümü için gerekli olan araç gereç ve malzemeleri belirleyerek tasarımı yapmalıdır. Öğrenci yaptığı tasarımı kontrol edip geliştirmelidir. Sonuç olarak öz değerlendirme yaparak gerçekleştirdiği başarısını takım arkadaşları ile paylaşmalıdır. Paylaşımı sonucunda aldığı geri bildirimlere göre tasarımı geliştirmeli veya hatasını düzeltmelidir.(MEB 2018 )

“STEM’deki teknoloji kısmı iki yönlü bir süreçtir. Birinci kısmı eğitim teknolojilerinde kullandığımız kalem, tepegöz ve Fatih Projesi ile her okulda olan akıllı tahta gibi teknolojik araçların kullanımınıdır. Bunlar var olan teknolojik araç gereçler veya ürünlerdir. İkinci kısmı ise mühendislik dizayn süreci sonucunda bir ürün ortaya çıkarmadır. Burada süreç ve ürün önemlidir. STEM’deki teknoloji kısmı bu iki süreci beraber içerdiğinde etkili olmaktadır. Var olan ürünlerin STEM’de etkin olarak kullanımı, örneğin hazır olarak alınan robotik kodlama gibi araçlar var olan ürünlerin kullanımınıdır. Burası Edgar Dale’nin yaşantı konisindeki gibi öğrencilerin çok boyutlu katılım sağlamasıdır. Eğitim ve öğretim teknolojileri bu kısımdadır. Diğer boyu ise daha özgün ürün ortaya çıkarma sürecidir” (Sahin 2015, s.11).

STEM yaklaşımında mühendislik kısmına öğrencilerin eleştirel düşünme, yaratıcılık gibi birçok becerinin kazandırılmasında, günlük yaşantılarında karşılaştıkları problemleri çözmeye ve ihtiyaçlarını karşılamada gereksinim duyulur. (Sahin 2015).

STEM yaklaşımındaki matematik disiplini sayıların özelliklerini inceleyerek birbirleriyle olan benzerliklerini belirleyen, somut ve soyut düşünme ile zihinsel gelişim sağlayan disiplindir (Dugger 2010).



**Şekil 1.** STEM Entegrasyonu (Akgündüz, vd. 2015)

### **STEM Eğitiminin Amacı**

STEM yaklaşımını öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirerek günlük yaşamda karşılaştıkları problemlere çözüm üretebilmelerini, STEM disiplinlerini sevdirmeyi ve ön yargılarını kırmayı, fen alanında kariyer bilicini geliştirmeyi amaçlamaktadır (Tekin-Poyraz,

2018). STEM eğitimi öğrencilerin problem çözerken kestirme yolu bulabilme yeteneğinin gelişmesinde de önemli yere sahiptir (Keçeci, Alan ve Zengin, 2017).

Günümüzde bilgi ve teknoloji çağına uyum sağlayabilmek ve sosyal ilişkilerde iyi, problem çözme becerisine sahip, araştırmayı seven, eleştirel düşünebilen bireylerin yetiştirilebilmesi için mevcut eğitim programının güncellenmesi gerekmektedir. Ayrıca öğrenciler fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanında geliştirilerek proje tasarımları ile ürün ortaya koyabilmeleri sağlanmalıdır. Bu amaç doğrultusunda gelecekteki mesleklerle uyumlu, ekonomik alanda büyüme ve gelişmeye katkı sağlayacak, STEM eğitimine uygun yeni eğitim programları hazırlanmalı ve mevcut eğitim programı güncellenmelidir (Fan ve Ritz 2014).

Thomasian (2011) STEM eğitiminin iki temel amacının olduğunu belirtmiştir. Bu amaçlardan birincisi yükseköğretimde STEM disiplinleri ile ilgili eğitim alan birey sayısı artırılmasıdır. İkincisi ise tüm öğrencilerin STEM yeterliliklerinin artırılıp, günlük hayatta karşılaştıkları sorunlara farklı çözüm yolları üretmesinin sağlanmasıdır (Thomasian, 2011). Sanders (2009)' e göre ise STEM eğitiminin amacı ekonomi alanında iyi bir rekabet ortamı sağlayabilmek için üst düzey düşünen kişiler yetiştirmektir.

MEB tarafından planlanan eğitim planına göre belediyeler ve milli eğitim müdürlükleri tarafından STEM merkezleri kurulmuştur. Bu merkezler, birçok üniversitede ve bağımsız faaliyet gösteren kuruluşlarda eğitim odaklı kurulmuştur. STEM merkezlerinin temel amaçları aşağıda maddeler halinde gösterilmiştir (Gencer, Doğan, Bilen ve Can, 2019).

- Lisans eğitimlerini STEM odaklı olacak şekilde geliştirmek,
- Öğretmenlerin STEM eğitimi verebilecek şekilde gelişmesini sağlamak ve
- Toplum ile etkileşime geçmektir.

### **STEM Okuryazarlığı**

Bilgi ve teknolojideki sürekli değişim fen bilimleri öğretim programında değişimlere neden olmuştur. Bu değişim ise fen ve teknoloji okuryazarlığının ortaya çıkmasını sağlamıştır (Biçer, 2018). STEM okuryazarlığı temelinde fen, mühendislik, teknoloji ve matematik okuryazarlığına dayanan problem çözme yeteneğine ve eleştirel düşünme becerisine sahip, araştırmayı seven bireylerin yetiştirilebilmesi için önemli bir yere sahiptir (Zollman, 2012).

STEM okuryazarlığı tüm bireylerin günlük yaşamda karşılaştıkları problemlere çözüm üretmelerini sağladığı için bütün bireylere yöneliktir (NRC, 2011). Öğrencilere aktif uygulamalar yaptırarak STEM okuryazarı olmalarına katkı sağlayabiliriz (Bybee, 2013).

### **Fen Okuryazarlığı**

Gelişen teknoloji ile fen bilimleri öğretim programında sürekli değişimler meydana gelmiştir. Bu değişimler sonucunda fen okuryazarlığı ortaya çıkmıştır (Biçer, 2018). MEB (2013), fen okuryazarı olan bireyleri araştırma ve sorgulama becerisine sahip, karşılaştıkları problemlere yaratıcı çözüm üretebilen kişiler olarak ifade etmiştir. Salcı ve Aydın (2021) benzer bir şekilde fen okuryazarlığını; dünyayı tanımlamak, dünya üzerinde ortaya çıkan değişimleri anlamak ve karşılaşılan problemlere çözüm yolu üretmek olarak tanımlamıştır.

### **Teknoloji Okuryazarlığı**

Gelişen teknoloji ile birlikte teknoloji okuryazarlığı bireylerde bulunması gereken özelliklerden biridir (Debbağ ve Fidan, 2019). Teknoloji okuryazarlığının birçok tanımı yapılmıştır. Çepni ve Çil (2012), teknoloji okuryazarı olan bireyleri teknolojinin anlamını, varoluş nedenini, hayatımızı nasıl etkilediğini fark edip bilincinde olan kişiler olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca fen ve teknoloji okuryazarı bireyleri araştıran, sorgulayan, yaratıcı ürün ortaya çıkaran, fen bilimlerine ilgi duyan bireyler olarak belirtmişlerdir.

Teknoloji okuryazarlığı bilgisayar ve internet gibi birçok teknolojiyi içinde barındıran bir kavramdır (Skophammer ve Reed, 2014; Akt. Debbağ ve Fidan, 2019). ITEA (2007); Akt. Debbağ ve Fidan (2019) ise tanımlarında teknolojiden anlama, yorumlama ve teknolojiyi yönetebilme yeteneği olarak belirtmişlerdir. STEM eğitimi ile öğrencilerin, teknolojik gelişmelere kolay uyum sağlayabilmeleri ve mesleki yaşamlarında teknik donanıma sahip olabilmektedir (Czerniak, Weber, Sandman ve Ahern, 1999).

### **Mühendislik Okuryazarlığı**

Mühendislik, temelinde fen, matematik ve teknolojiyi kullanır (Brenner, 2009). Ercan ve Bozkurt (2013), Fen eğitiminde mühendisliği kullanmanın bireylerin gerçek yaşamdaki kararlarını test etmeye olanak sağladığını belirtmiştir. Mühendislik insan istek ve ihtiyaçlarına göre değişimlerin ortaya çıkmasıdır. Bu değişimler mühendislik okuryazarlığı kavramını ortaya çıkarmıştır. Mühendislik okuryazarlığı, ortaya çıkan sorunlara yaratıcı çözüm yolları üreterek bir ürün ortaya çıkarmaktır (Vasquez, vd., 2013).

## Matematik Okuryazarlığı

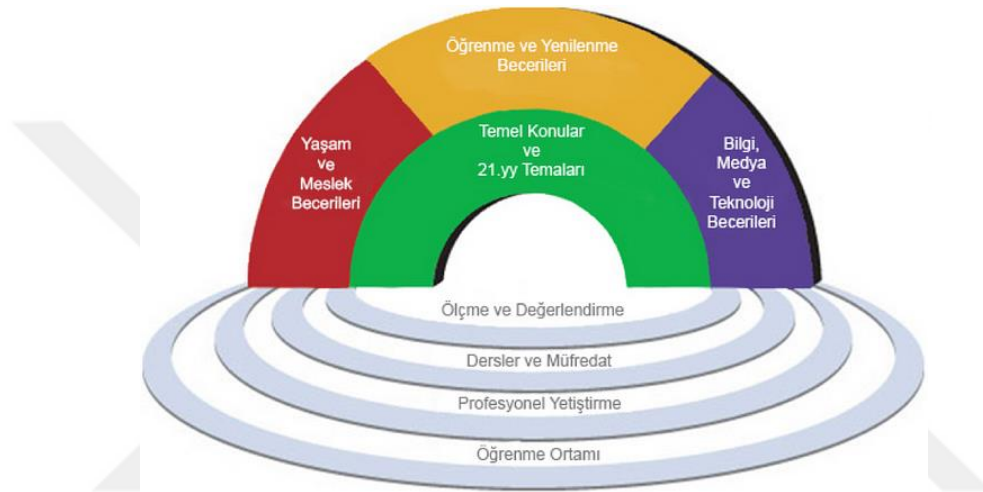
Matematik ve teknolojik etkilerin artmasıyla matematiğe bakış açısı değişmiştir ve matematik okuryazarlığı önem kazanmıştır. PISA ve TIMSSR gibi uluslararası düzeyde uygulanan sınavlarda matematik okuryazarlığı ölçülmektedir (Uysal, 2009). Güneş ve Gökçek (2013) matematik okuryazarlığını; bireylerin günlük hayatta karşılaştıkları problemlere matematiksel çözüm yolları üreten, matematiği seven ve anlamaya çalışan kişiler olarak tanımlamışlardır. Ersoy (2002) ise matematik okuryazarlığını akıl yürütme, analitik düşünme ve problem çözme yeteneği olarak tanımlamıştır. Bu tanımlardan yola çıkarak matematik okuryazarlığının bireyin matematiğin farkında olması, günlük yaşama aktarabilmesi, eleştirel ve analitik düşünme becerisi elde etmesi olarak tanımlamak mümkündür (Özgen ve Bindak, 2008). Bircan ve Köksal (2020), fen bilimleri ve matematik entegrasyonunun 6 adımdan oluştuğunu belirtmişlerdir. Bunlar;

- Bilgi yolları
- Öğrenme
- Öğretmen
- Düşünme ve süreç yetenekleri
- Kavramsal bilgi
- Algı ve oluşturulan tutumlardır.

## 21. Yüzyıl Becerileri

Gelişen teknoloji ile eğitim sistemine 21.yüzyıl becerilerinin eklenmesi gerekmektedir. Bu beceriler ilkokul yıllarından başlanarak eğitim süresi boyunca öğrencilere kazandırılmalıdır. Birkaç araştırma temel becerilerin erken yaşlarda verilmesi gerektiği sonucuna ulaşmıştır. Ulusal Araştırma Konseyi raporunda öğrencilerin karmaşık yapıdaki şeyleri erken yaşta daha iyi öğrenebildiği belirtilmiştir (Klahr, 2005; Wieman, 2012). Eğitim okul öncesi dönemde başlasa da lise ve sonrası dönemlerde de kişilerde görülebilmektedir (Dejarnette, 2012; Klahr, 2005; NRC, 2012). TÜSİAD Çalışma Raporu (2012), ayrıca 21.yüzyıl becerilerinin küçük yaşlarda kazanılmasının ileri dönemlerde kariyer seçiminde de etkili olacağını belirtmiştir. Eryılmaz & Uluyol (2015) ise bu kapsam doğrultusunda öğretim programlarının yenilenerek 21.yüzyıl becerilerinin öğretim programlarına entegre edilmesi gerektiğini belirtmektedir.

21.yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında öncelikli sorumlu olan ilkökul öğretmenleridir. İlkokul öğretmenleri, öğrenci öğrenimleri üzerinde çalışmakta ve öğretmenlerin bu alanlarda kendini geliştirmesi önemlidir (Day ve Gu, 2007; Ware ve Kitsantas, 2007). Fakat birçok öğretmen topraklama, kuvvetler gibi konuları öğretirken kendi yeteneklerinden şüphe duymaktadırlar (Hudson, McMahan ve Overstreet, 2002; Milner, Sondergeld, Demir, Johnson ve Czerniak, 2012; Ramey-Gassert, Shroyer ve Staver, 1996; Smolleck ve Yoder, 2008).



**Şekil 2.** 21. Yy Öğrenme Çerçevesi, Öğrenme Çıktıları ve Destek Sistemleri (Gelen, (2017) s.19)

(21st Century Student Outcomes and Support Systems, 2017, Framework for 21st Century Learning, 2017)

## Fen Bilimleri Öğretim Programında STEM

2018-2019 eğitim öğretim programı ile birçok güncelleme yapılmıştır. MEB (2018), güncellenen müfredatında soyut bilgilerin daha kolay anlaşılabilmesini, karşılaşılan kavramların günlük hayat ile ilişkilendirilmesini, öğrencinin aktif bir şekilde öğrenebilmesini ön planda tutan kazanımlara yer vermiştir. 2017 yılında fen ve mühendislik uygulamalarına 12 saatlik ders ayrılmıştır. 2018 yılı itibariyle ders saatinde değişiklik yapılmadan öğrencilerden bir yıl içerisinde ürün tasarlayıp yılsonunda sunmaları beklenmiştir (MEB, 2018). Ayrıca 2018 eğitim programında Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları kapsamında öğrencilerden günlük hayatta karşılaştıkları bir problemi seçerek bu probleme yaratıcı çözümler üretmesi ve bu çözümler sonucunda ürün tasarımlarını istenmektedir. Böylelikle öğrenciler günlük yaşam ile fen, matematik, mühendislik ve teknolojiyi birleştirir.

Okul, toplum ve STEM okuryazarlığının gelişmesi de girişimcilik ve ekonomik gelişimle birlikte rekabet etme yeteneği sağlayarak ülkelerin kalkınmasında etkili olur (Barakos, Lujan ve Strang, 2012).

Güncellenen 2024 eğitim programında bilim, teknoloji, mühendislik ve tasarım temelli becerilerin bütünleştirilip, aktif olması sağlanarak öğrencilerin kendilerini ve çevrelerini anlamlandırmalarını ve kendilerinin de çevrenin bir parçası olduğunun farkında olmalarını sağlamak için disiplinler arası fen öğretim programı planlanmıştır. Programda sürdürülebilirlik ile kaynakları bilinçli kullanan, doğaya duyarlı, küresel çevre sorunlarının farkında olan bireyler yetiştirilmek hedeflenmiştir.

2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında yer alan “Alana Özgü Beceriler” kapsamında P21 becerilerinin bazılarına yer verildiği görülmektedir.

<b>Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda Yer Alan Beceriler</b>
1. Bilimsel Süreç Becerileri
2. Yaşam Becerileri
-Analitik Düşünme
-Karar Verme
-Yaratıcı Düşünme
-Girişimcilik
-İletişim
-Takım Çalışması
3. Mühendislik ve Tasarım Becerileri
-Yenilikçi Düşünme

**Şekil 3.** Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda Yer Alan Alana Özgü Beceriler (MEB, 2018).

## **STEM Eğitimi'ndeki Disiplinlerin Entegrasyonu**

### **Fen (Bilim) ve Matematik Disiplinleri Entegrasyonu**

Matematik disiplini hesaplama, geometri gibi birçok matematiksel alan dışında; fen, mühendislik, tıp gibi birçok farklı alanda da tercih edilmektedir. Bu nedenle matematik disiplini tüm bireyler için önemli bir yaklaşımdır (Herschbach, 2011). Mühendislik disiplininin temelinde ve tasarım aşamasında fen bilimlerinin izleri görülmektedir. Bu nedenle

mühendislik ile uğraşan kişilerin fen bilimleri disiplini ile ilgili yeterli düzeyde bilgisinin olması gerekir (NRC, 2009). Mühendislik, teknoloji ve fen bilimleri disiplinlerinin birleşmesi ile oluşturulan Hubble Uzay Teleskobu ile 1957 yılında uzaya gönderilen Sputnik uydusu bu disiplinlerin birbirleriyle olan ilişkisine örnek verilmiştir (Bybee, 2010).

### **Teknoloji Disiplini Entegrasyonu**

Geçmiş yıllarda insanlar teknolojiyi kullanarak ihtiyaçlarını karşılamışlardır fakat değişen koşullarda artık yetmemeye başlamıştır. Bu nedenle insanlar teknolojiyi geliştirmeye çalışmışlardır. Yeni bilgilerin keşfedilmesinde de teknoloji kullanılmıştır. Bu da teknoloji ile bilimin bağlantılı bir şekilde ilerlediğini göstermektedir (Bybee, 2010).

Teknoloji eğitim müfredatına 1990 yılında “Tasarım ve Teknoloji” başlığı ile katılmıştır (Banks ve Barlex, 2014). Eğitimde teknoloji entegrasyonu, öğrencilere çağın gereksinimlerine uygun beceriler kazandırmak için teknolojik araçları ve kaynakları öğrenme süreçlerine dahil etmeyi amaçlar (Aslıyüksek ve diğerleri, 2023). “Türkiye’de ise teknoloji, müfredatta fen bilgisi dersine 2005 yılından itibaren eklenerek dersin adı “Fen ve Teknoloji” olarak değiştirilmiştir”(MEB, 2006, s.12). Morrison (2006) teknolojinin fen, matematik ve mühendislik disiplinlerinden ayrı olarak düşünülmemeyeceğini belirtmiştir.

### **Mühendislik Disiplini Entegrasyonu**

“Mühendislik ilk olarak 1990 yılında hazırlanan (Nuffield Vakfı tarafından) “Tasarım ve Teknoloji Projesi” ile müfredatta yerini almıştır” (Banks ve Barlex, 2014, s.12). Ülkemizde ise 2017 yılında fen ve mühendislik disiplinleri birleştirilip “fen ve mühendislik” başlığı ile müfredata eklenmiştir (MEB, 2018a). Yapılan çalışmalar mühendisliğin bütün yaş düzeyleri için uygulanabilir olduğunu ve öğrencilerin fen eğitiminde aktif olarak ürün tasarımlarını gerektiğini ortaya koymuştur (Çepni, 2017; Meyrick, 2011). Mühendislik eğitimi öğrencilerde problem çözme, analitik düşünme, empati kurma, işbirlikli çalışma gibi birçok üst düzey beceri kazanmada etkilidir (Lantz, 2009)

### **STEM Eğitiminin Yararları**

STEM yaklaşımı öğrencilere eleştirel düşünme, problem çözme gibi birçok becerinin kazandırılmasında ve öğrencilerin aktif bulunarak kendilerine güvenmelerini sağlayan eğlenceli bir ortam oluşturur. STEM eğitimi almış öğrenciler, kendilerini geliştiren, yaratıcı ve eleştirel düşünebilen, aktif olarak kendi ihtiyaçlarını karşılayabilen bireylerdir (Morrison,

2006). STEM yaklaşımı, disiplinlerin birleştirilmesi ile öğrencilerin yenilikçi düşünme becerilerinin gelişmesini sağlar (Erdoğan, Çorlu ve Capraro, 2013). STEM eğitimi, problem çözmeye dayalı öğrenme ile öğrencileri üst düzey düşünmeye yönlendirerek öz güvenlerini artırır ve öğrencilerin ileri sınıflarda karşılaştıkları fen bilimleri ve matematik derslerinde başarılı olmalarını sağlar ( Dejarnette, 2012).

### **STEM Alanında Öğretmen Yeterlikleri**

Öğretmenlerin derslerini verimli işleyebilmesi ve öğretmenlik mesleğini etkili bir şekilde yerine getirebilmesi için gerekli bilgi ve becerilere sahip olmasına öğretmen yeterliliği adı verilir (MEB, 2017). STEM eğitimi, bu alandaki eğitimli öğretmenler tarafından verilmelidir (Wang, 2012). Öğrencilere etkili ve öğretici ders verilebilmesi, öğretmenlerin STEM bilgisine ve öğretmedeki uzmanlığına bağlıdır (Wilson, 2011). Öğretmenlerin STEM bilgi eksikliklerinin olması ve öğretmenler arasında işbirliği olmaması STEM eğitim uygulamalarında aksaklıklara yol açar (Ceylan, 2014).

### **STEM Eğitiminin Uygulama Zorlukları**

STEM eğitiminin uygulama zorluklarında birçok neden rol oynamaktadır. Bunlardan ilki öğretmen kalitesidir. Öğretmen kalitesi, STEM eğitiminin uygulanabilmesinde en önemli konuma sahip olup öğrenci başarısının artmasında da önemli bir faktördür (Berlin ve White, 2012; Gonzales ve Kuenzi, 2012; Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012). Gonzales ve Kuenzi (2012) raporlarında, ortaokul öğretmenlerinin öğrettikleri konularda az bilgiye sahip olduklarını belirtmişlerdir. Kelley, Brenner ve Pieper'e (2010), öğretmenlerin matematiğin zor bir ders olduğunu söylediklerini belirtmişlerdir. Robelen (2012), fen bilimlerinin uygulanmasının öğretmenler için zor bir iş olduğunu vurgulamış ve ortaokulda STEM eğitiminin eksikliğini çeşitli nedenler ile açıklamıştır.

STEM eğitimi uygulama zorluklarından diğeri ise öğretmen eğitimidir. Öğretmen kalitesini artırmak için öğretmen eğitimi şarttır. STEM eğitimi, fen bilimleri ve matematik derslerindeki başarıyı etkiliyorsa, öğretmenlere yeterli eğitim verilmeli ve öğretmenlerin kendilerine güvenmeleri sağlanmalıdır (Carr, Bennet, Strobel, 2012). Berlin ve White (2012)'de, öğretmenlerin STEM entegrasyonunun karmaşık yapısıyla ilgilenebilmeleri için eğitime ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Öğretmenlerin bilgi eksikliklerini giderebilmeleri için birçok üniversite hizmet için eğitim olanakları sunmuştur.

STEM eğitimi uygulama zorluklarından bir diğeri, STEM entegrasyonudur. STEM entegrasyonu, doğrudan matematik ve fen bilimleri başarısını etkilediği için önemlidir. Becker ve Park (2011), STEM entegrasyonu araştırmalarında ilkokul, ortaokul ve lise düzeylerinde öğrenci başarısına etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, STEM konularına yönelik bütüncül bir yaklaşımın öğrenci başarısına olumlu etki ettiği belirlenmiştir. Nathan ve ark. (2013) ise fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin STEM entegrasyonuna yönelik bir yöntem ürettiklerini belirtmişlerdir.

STEM eğitimi uygulama zorluklarından diğeri teknoloji unsurudur. Delvin, Feldhaus ve Bentrem (2013), hem öğrenci hem öğretmen gelişimi için teknolojik unsura yer verilmesi gerektiğini söylemişlerdir. Autio (2011); Delvin ve ark. (2013), teknolojide yeterli düzeye ulaşabilmede öğretmenler için gerekli üç unsuru belirtmişlerdir. Bunlar; teknolojik birikim, teknolojik beceri ve teknolojik istektir. Delvin ve ark. (2013), bu üç kavramı teknolojinin temeli olarak nitelendirmişlerdir.

## **İlgili Araştırmalar**

### **Yurt İçinde Yapılan alışmalar**

şahin (2019), çalışmasında öğretmenlerin STEM disiplinleri ile ilgili bilgilerini ve görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmasında betimsel tarama yöntemini kullanmıştır. Araştırmanın evrenini Milli Eğitim Bakanlığına bağlı Ankara ilinde görev yapan farklı branşlardan (fen bilimleri, teknoloji (bilişim teknolojisi, teknoloji ve tasarım), mühendislik ve matematik) öğretmenler oluşturmaktadır. Araştırmanın verileri Ankara'da görev yapan 1030 öğretmenden toplanmış. Araştırmanın verilerini toplamak için araştırmacı tarafından geliştirilen 3 bölümden oluşan veri toplama aracı kullanılmış. Araştırma sonucuna göre, öğretmenlerin STEM eğitime yönelik mesleki yeterliklere genellikle sahip oldukları belirlenmiştir. Öğretmenlerin STEM eğitimi ile görüşlere tamamen katıldıkları ve STEM eğitime yönelik farkındalıklarının yüksek olduğu gözlenmiştir. Öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili mesleki yeterlikleri cinsiyetlerine göre değişmektedir. Erkek öğretmenler kadın öğretmenlere göre kendilerini daha çok yeterli görmekte-dirler. Fakat öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili mesleki yeterlikleri; öğretmenlerin eğitim durumlarına ve çalıştıkları öğretim kademelerine göre değişmemektedir. Yapılan alışma sonucunda öğretmenlere, kurs, seminer vb. etkinlikler düzenlenerek STEM etkinliklerinin uygulanmasına yönelik bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi, STEM etkinliklerinin uygulanabilmesi için okullardaki koşulların

iyileştirilmesi önerilmiştir, STEM eğitime yönelik hazırlanan öğretim programının başarılı bir şekilde uygulanması için öğretmenler yeterli biçimde bilgilendirilebilir gibi birden fazla öneride bulunmuşlardır.

Şimşek (2019), çalışmasında 2 amaç belirlemiştir. Bunlardan birincisi; Bursa ilinde görev yapmakta olan fen bilgisi öğretmenlerinin STEM eğitime yönelik özyeterlik inançlarının ve tutumlarının düzeylerini belirlemek, ikincisi ise; öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili görüşlerini, STEM eğitimini fen bilimleri öğretimine entegre etme konusunda kendilerine güvenlerini ve STEM uygulamaları ile mesleklerine derslerinde yer verme durumlarını ortaya çıkarmaktır. Çalışmada açıklayıcı sıralı karma yöntem kullanılmıştır. 173 fen bilgisi öğretmeni ile çalışılmış, öğretmenlere anket uygulanmış ve veriler betimsel istatistik ile analiz edilmiştir. 15 öğretmen ile yapılan görüşmelerde ise içerik analizi kullanılmıştır. Çalışmada fen öğretimine matematiği entegre etme özyeterlik inançları ve liderlik tutumu yüksek çıkmıştır. Fakat öğretmenlerin sınıflarında STEM uygulamalarına yer verme düzeyi ve STEM kariyer farkındalığı istenilen düzeyde değildir. Öğretmenler, STEM eğitiminin öğrencilerin gelişimine katkı sağlayacağını düşünmekte ancak, sınıfların kalabalık olması ve araç-gereç eksikliği gibi faktörlerden dolayı STEM eğitimini derslere entegre etmede zorluklar yaşamaktadır. Öğretmenler mühendisliği öğretimlerine entegre etmeye, matematiği ve teknolojiyi entegre etmeye göre kendilerine daha az güvenmektedir. Sonuç olarak öğretmenlerin STEM eğitimi konusundaki yeterliliklerinin artırılması amacı ile hizmet öncesi eğitim ve hizmet içi eğitimler önerilmiştir.

Değirmenci (2020), çalışmasında farklı branşlardan 122 öğretmen ile çalışmıştır. Çalışmanın amacı, öğretmenlerin STEM eğitimi uygulamalarında karşılaştıkları sorunların nedenlerini tespit etmektir. Ayrıca, öğretmenlerin STEM uygulamalarında teknoloji ve mühendislik disiplinleri entegrasyonunda yaşadıkları sorunlar ile STEM öğretmen öz yeterlilikleri arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığının da belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, öğretmenlerin STEM uygulamaları öz yeterlilikleri ile eğitimde teknoloji kullanımı öz yeterlilikleri belirlenmiş, STEM eğitimi konusunda almış oldukları eğitimler öğretmen bakış açısından değerlendirilmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre, öğretmenlerin STEM uygulamaları öz yeterliliklerinin ortalamasının üzerinde olduğu; STEM uygulamaları öz yeterliliklerinin cinsiyet ve öğretmenlik görev sürelerine göre anlamlı bir farklılık olmadığı; buna karşın eğitim düzeyleri, branş ve aldıkları STEM eğitimi sayılarına göre ise anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Öğretmenler aldıkları STEM eğitiminin

yetersiz olduğunu söylemişlerdir. Öğretmenlerin STEM uygulamalarında teknoloji ve mühendisliği entegre ederken en çok bireysel planladıkları görülmüştür. STEM uygulamalarının en büyük yetersizliğinin araç gereç temin edilmemesi olarak belirtmişlerdir. Sonuç olarak; teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin entegrasyonunda karşılaşılan sorunları en aza indirmek için öğretmenlere uzmanlar tarafından STEM eğitimleri verilmeli ve okullara gerekli araç gereç temininin yapılması gerekmektedir.

Caner (2012), araştırmasında bütünlük STEM öğretmen yeterliklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada 4 aşamalı değiştirilmiş delphi kullanılmıştır ve aynı kişilerden sürekli geri bildirim alınmıştır. Bu çalışmanın STEM yaklaşımını öğrenme ortamlarına taşımak isteyen öğretmenlere katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışma ilk etapta 2018-2019 ve 2019-2020 eğitim öğretim yıllarında beşer katılımcı ile yapılmıştır. Son etapta ise 20 öğretmen ile son bulmuştur. Bütünlük STEM öğretmen yeterliklerine uygun şekilde öğretmenler için hizmet içi eğitim programı hazırlanabilir ve eğitim fakültelerinde STEM eğitimi ile ilgili derslere, STEM alanlarını bütünlükle ilgili konulara ve uygulamalara yer verilebilir önerisinde bulunulmuştur.

Karakaş (2017), çalışmasında öğretmenlerin STEM entegrasyonuna ilişkin algılarını, sınıf içi STEM entegrasyon uygulamalarını, STEM entegrasyonu sağlama noktasında özyeterlik algılarını ve bu öğretmenlerin STEM entegrasyonu sağladıkları sınıflarda öğrenim görmekte olan öğrencilerin STEM tutumlarını araştırmayı amaçlamıştır. Bu çalışmada karma yöntem araştırması kullanılmıştır. Çalışmada 5 araştırma sorusu belirlenmiştir. Araştırmanın nicel boyutunda, 7. sınıf öğrencilerinin STEM tutumlarına etkisini incelemek için yarı deneysel tek grup ön test- son test tasarım modeli kullanılmıştır. Nitel boyutunda ise öğretmenlerin STEM entegrasyonu algıları, STEM etkinliklerini uygulamaya yönelik öz-yeterlik algılarını ve bu konudaki ders uygulamalarıyla ilgili durumları betimlemek amacıyla bir durum çalışması yapılmıştır. Araştırmada 5 fen bilgisi öğretmeni ve 247 öğrenci ile çalışma yapılmıştır. Öğretmenlerin çoğu öğrencilerin matematik ve fen konularındaki hazırbulunuşluk seviyelerinin STEM entegrasyonunu uygulamaları noktasında etkili olduğunu düşünmektedir. Çalışma sonucuna göre; STEM konusundaki eğitimler, fen ve matematik içeriğini STEM entegrasyon derslerine nasıl dahil edebilecekleri konusunda öğretmenlere daha fazla yardım sağlayan programlar geliştirmeli, öğrencilerin STEM tutumlarını arttırmak ve STEM disiplinleriyle ilgili kariyer bilincine sahip olmalarını sağlamak için sadece fen bilgisi derslerinde değil matematik derslerinde de STEM

entegrasyonu sağlanmaya çalışılmalı ve okullarda daha etkili STEM entegrasyonu sağlanması için kaynaklar artırılarak öğretmenler işbirliğine teşvik edilmeli gibi önerilerde bulunmuşlardır.

Çınar ve Terzi (2021), çalışmalarında STEM hizmet içi eğitimi almış öğretmenlerin STEM eğitimi hakkında görüşlerini, uygulamalar sırasında yaşadıkları sorunları ve çözüm önerilerini ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Çalışmada nitel araştırma yöntemi olan fenomenografik desen kullanılmıştır. Araştırmaya STEM hizmet içi eğitimi alan 20 öğretmen (fen bilimleri, matematik, sınıf, bilişim, teknoloji tasarım, fizik öğretmeni) katılmıştır ve yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılmıştır. Öğretmenlere 9 soru sorulmuştur. Sonuç olarak öğretmenlerin derslerinde STEM uygulamalarını yaptıklarını, derslerine mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin entegre ettiklerini söylemişlerdir. Fakat öğretmenler uygulama yapmak için yeterli malzeme temin edemediklerini, STEM disiplinleri alan bilgisinde eksik olduklarını ve uygulama yapmak için zaman sıkıntısı yaşadıklarını da dile getirmişlerdir. Buna bağlı olarak öğretmenlerin sınıflarında kullanabilecekleri çeşitli yardımcı öğretim materyallerinin desteklenmesi, öğretmenlerin yenilikler karşısında kendilerini geliştirmeleri gerektiği ve STEM uygulamaları yapmak için öğretim programında daha fazla zaman ayrılması gerektiği önerilerinde bulunmuşlardır.

Yıldırım (2018), çalışmasında STEM uygulamalarına derslerinde yer veren öğretmenlerin STEM eğitime yönelik görüşlerini tüm boyutları ile ortaya koymayı amaçlamıştır. Çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır ve 6 öğretmen (fen bilimleri ve matematik) ile yapılmıştır. 7 sorudan oluşan “STEM Öğretmen Görüşme Formu (SÖGF)” kullanılmıştır. Ses kayıt cihazı ile kaydedilip yazıya dökülmüştür. Sonuç olarak, öğretmenlerin kendilerini alan bilgisi konusunda yeterli hissetmedikleri, iyi bir STEM öğretmeninde alan, pedagoji, mühendislik ve entegrasyon bilgisi olması gerektiğini vurgulamışlardır. Öğretmenler üniversitelerde verilen eğitimlerin STEM eğitimi için yeterli düzeyde olmadığını ifade etmişlerdir. Özellikle de mühendislik ve teknoloji eğitimleri konusunda ciddi eksiklerin olduğu söylemişlerdir.

Altan ve Ercan (2016), çalışmasında fen bilgisi öğretmenleri için STEM eğitim programı: Algılar ve yeterlikler konusunu araştırmışlardır. Çalışma Sinop Üniversitesi'nde yapılmıştır. Araştırmaya 24 fen bilgisi öğretmeni katılmıştır. Araştırma nitel gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlere STEM eğitime ilişkin algıları anketi uygulanmıştır. Çalışma grubunu oluşturan fen bilimleri öğretmenleri ülkenin yedi farklı bölgesinden olup 1 yıldan 15 yıla

kadar değişen hizmet sürelerine sahiptir. Öğretmenlerin hiçbiri daha önce benzer bir programa katılmamıştır. Çalışma sonucunda katılımcı öğretmenlerin STEM farkındalığının artırılması ve STEM eğitiminin gerekliliğinde bu yaklaşıma uygun bir öğretim süreci planlanması ve uygulanmasında hizmet içi eğitimlerin geliştirilmesi önerilmiştir.

Kubat (2018), çalışmasında STEM' in fen derslerine entegrasyonu konusunu araştırmışlardır. Çalışma Muğla ilinde 12 fen bilgisi öğretmeni ile yapılmıştır. Nitel çalışma yapılmış ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Öğretmenlere STEM eğitimi derslerine nasıl entegre ettiklerini, STEM eğitimin kullanmanın avantaj ve dezavantajlarını ve fen bilimlerinde STEM eğitimi uygulama sürecinde ne gibi zorluklarla karşılaştıkları soruları yöneltilmiştir. Bu araştırma ile STEM' in fen derslerine entegrasyonu, çalışma amacı, fen bilgisi öğretmenlerinin STEM' i dersleri ile nasıl bütünleştirdiklerini ve bütünleştirirken tespit ettikleri avantaj ve dezavantajlar ile ne tür zorluklar yaşadıklarına ilişkin görüşlerini ortaya koymuştur. Çalışma sonucunda fen bilgisi öğretmenlerinin STEM eğitimi konusunda hizmet için eğitim almaları, fen bilgisi öğretmenlerinin yeni gelişmeler doğrultusunda kendilerini geliştirmeleri, sınıf ve laboratuvar koşullarının iyileştirilmesi, STEM için ayrı bir sınıf ve ders dışı çalışma zamanı ayrılması gibi birçok öneride bulunmuşlardır.

Fırat (2020), Adıyaman'da yaptığı çalışmasında fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri müfredatındaki bütünleştirilmiş fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimine ilişkin algılarını ve inançlarını belirlemeyi amaçlamıştır. 10 fen bilgisi öğretmeni ile yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Çalışmayı öğretmenlerin STEM eğitimi bilgisine ilişkin algıları, STEM eğitimi kavram bilgisi, müfredat bilgisi ve STEM eğitimi uygulama bilgisi olmak üzere üç kategoride incelemişlerdir. Araştırmada öğretmenlerin çoğunun fen bilimleri öğretim programında yer alan bütünleşik STEM eğitime kendilerini yetersiz hazırladıkları tespit edilmiştir. Çalışma sonucuna göre öğretmenlerin STEM disiplinlerini derslerine entegre edebilmeleri için öğretmenlerin yeterli hizmet içi STEM eğitimi almalarını ve öğrenciler için STEM laboratuvarı tasarlanması gerektiğini söylemişlerdir.

Atalay (2023), Kayseri'de yaptığı çalışmasında STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimi ile ilgili görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmasını Milli Eğitim Bakanlığı'nda görev yapan 10 fen bilimleri öğretmeni ile yürütmüştür. Çalışmasında nitel araştırma yönteminden fenomenoloji desenini kullanmıştır. Verilerin analizinde ise içerik analizinden yararlanmıştır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin STEM

yaklaşımının diğer disiplinlerle ilişki içerisinde olduğunu düşündüklerini tespit etmiştir. STEM uygulamaları öğrencilere anlamlı öğrenmeyi ve özgüven gelişimi sağladığı fakat malzeme eksikliği ve hazırbulunuşluk düzeylerinin yetersiz olmasının dezavantaj sağladığı ortaya konmuştur. Çalışmada, STEM entegrasyonun öneminde somut ürün ortaya koyabilmenin vurgulandığı; STEM'in etkililiğini sağlamada malzemenin ulaşılabilir olmasının ve grup çalışmalarının tercih edildiği sonucuna varılmıştır. Öğretmenlere sağlanacak desteklerin hizmet içi eğitimlerle olabileceği ifade edilmiştir.

Hanas (2022), çalışmasında Türkiye'deki STEM eğitiminin fen bilimleri öğretmenleri tarafından değerlendirilmesini amaçlamıştır. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden tarama yöntemi kullanılmış ve Diyarbakır ilinde görev yapmakta olan 128 fen bilimleri öğretmeni ile çalışmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak "A Criteria for Quality STEM" kullanmıştır. Kullanılan ölçek araştırmacılar tarafından Türkçe 'ye uyarlanmıştır. Araştırma sonucunda; fen öğretiminde STEM eğitim uygulamalarını bir döneme yayarak gerçekleştiren öğretmenlerin, akademik çalışmaları okuyan öğretmenlerin okumayanlara göre ve daha önce STEM eğitimi ile ilgili projelerde yer alan öğretmenlerin okullarda STEM kültürü ve iklimini oluşturma noktasında daha yüksek ortalamalara sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu çalışmadan yola çıkarak STEM eğitiminin etkili olarak uygulanabilmesi ve verimli sonuçlar alınması için fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimi ile ilgili daha donanımlı yetiştirilmesi gerektiği önerilmektedir.

Acar ve diğ. (2020) çalışmalarında, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve bileşenlerine yönelik metaforik algılarını belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada nitel araştırma yöntemi olan fenomenolojik desen kullanılmıştır. Araştırma çalışma grubu 2018-2019 eğitim öğretim yılında 20 farklı üniversiteden 36 fen bilgisi öğretmeni 4.sınıf adayından oluşmaktadır. Veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen "metafor oluşturma modülü" kullanılmıştır. Metaforların analizinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. Araştırmada öğretmen adayları STEM eğitimi, STEM eğitiminin verildiği sınıfta öğrenci, STEM öğretmeni, STEM eğitiminin verildiği sınıf ortamı kavramlarına yönelik metaforlar oluşturmuştur. Öğretmen adaylarının oluşturdukları metaforlar nedenleri ile birlikte incelendiğinde STEM eğitimi bilgi ve farkındalıklarının üst düzeyde olduğu ve STEM algılarının olumlu olduğu belirlenmiştir.

## Uluslararası Çalışmalar

El-Deghaidy ve Mansour (2015), Suudi Arabistan’da yaptıkları çalışmada fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitime ilişkin algılarını araştırmışlardır. Araştırmada STEM entegrasyonuna da değinilmiştir. Çalışma 21 katılımcı fen bilgisi öğretmeni ile yapılmıştır. Öğretmenler rastgele seçilmiştir. Çalışma sonucunda öğretmenlerin çoğunun teknolojik donanım olarak yetersiz olduğu ve öğretmenlerin STEM entegrasyonunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları belirlenmiştir.

Shernoff, Sinha, Bressler ve Ginsburg (2017), Amerika Birleşik Devletleri’nde yaptıkları çalışmada STEM eğitime entegre yaklaşımların uygulanması için öğretmen eğitimi ve mesleki gelişim ihtiyaçlarının değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Çalışma ABD’de kimliği belirsiz bir eyalette 22 öğretmen ve 4 yönetici ile yapılmıştır. Öğretmenlere STEM entegrasyonunda karşılaştıkları sorunları, öğretmenlerin mesleki yeterliliklerini geliştirmek için hizmet için eğitimde neler yapılabileceği gibi sorular sorulmuştur. Sonuç olarak birçok öğretmen STEM entegrasyonu ile ilgilendiğini fakat uygulamada hazır olmadığını dile getirmiştir. STEM entegrasyonunun iyi olabilmesi için hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimlerin yeniden düzenlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Wang (2012), çalışmasında fen bilgisi öğretmenlerinin algılarını ve STEM entegrasyonunu ele almışlardır. Çalışma 5 fen bilgisi öğretmeni ile çoklu durum çalışması yapılmıştır. Öğretmenlere STEM entegrasyonu uygulamalarını, STEM entegrasyonuna ilişkin genel algılarını, STEM algı ve anlayışları ile sınıf uygulamaları ve entegrasyon arasındaki ilişkinin neler olduğunu sormuşlardır. Sonuç olarak, öğretmenler STEM entegrasyonunu derslerine uygulamada zorluklar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Sebebinin ise bilgi ve deneyim eksikliğinden kaynaklandığını düşünmektedirler. Bu nedenle STEM entegrasyonunda mesleki gelişim programlarının gerekli olduğunu vurgulamışlardır.

Catalano, Asselta ve Durkin (2019), Amerika Birleşik Devletleri’nde yaptıkları çalışmada 82 hizmet içi ve 27 hizmet öncesi öğretmen adayı ile çalışmışlardır. 82 hizmet içi öğretmenden 28’i STEM eğitimi almış. Katılımcılar bir bilim öz-yeterlik anketini (STEBI-B) ve Bilim İnançları Testleri adı verilen bir bilim içerik bilgisi anketini tamamlamışlar. Bu çalışma, öğretmenlerin fen bilgisi içeriği bilgilerinin öz-yeterlik düzeylerini etkileyip etkilemediğini araştırmış ve STEM eğitimi yüksek lisans programında olan öğretmenleri normal bir ilköğretim programındaki öğretmen ve öğrencilerle karşılaştırmıştır. Bu çalışmanın

sonucunda, öğretmen adaylarının hizmet içi öğretmenlere göre daha yüksek bir öz-yeterlik puanına sahip oldukları ortaya konulmuştur. Katılımcıların fen bilgileri düşük olmasına rağmen özyeterlikleri yüksek olarak belirlenmiştir. Bilgi eksikliğini gidermek ve öğrencilerine kavram yanılgılarını aktarmamak için öğretmenlerin alan bilgisi eksikliklerinin farkına varmalarının önemli olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmenler öz yeterliklerinin yüksek olduğuna inansalar da, bilgilerini sürekli olarak geliştirmeleri gerektiğinin farkında olmayabileceklerini belirtmişlerdir. Bu sonuçlara göre öğretmenlerin sürekli bir eğitim almaları gerektiğini söylemişlerdir.

Woo, Ashari, İsmail ve Jumaat (2018), çalışma Malezya'nın Terengganu ilçesine bağlı Kemaman ilçesindeki ortaokul STEM öğretmenlerinin öz-yeterlik düzeylerini ve baskın öğretim stratejilerini belirlemek için 217 öğretmen ile yapılmış. Çalışmada anket yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada Öğretmen Yeterlik Ölçeği (TES) ve Minnesota Etkili Uygulama Öğretim Stratejileri Değerlendirmesi (MEPISA) araçları kullanılmıştır. Çalışma sonucu özyeterlik düzeylerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Öğretmenlerin uygulamada STEM özyeterliği ile öğretim stratejileri arasında düşük fakat anlamlı bir pozitif ilişki bulunmuştur.

Yang, Wu, Yeh, Lin, Wu ve Hsu (2021), Tayvan'da yaptıkları çalışmada fen, teknoloji ve matematikle ilgili konulardaki (7 ila 12. sınıflar) ortaokul öğretmenlerinden veri toplamak için tabakalı bir örnekleme yöntemi kullanılmıştır. 705 anket toplanmış fakat bunlardan 653 tanesi geçerli sayılmış. Çalışmada STEM öğretmenlerinin uygulayıcı, yayıcı ve tasarımcı olarak öz-yeterlik ve bağlılıklarını araştırmayı ve öğretmenlerin öz-yeterlik ve bağlılıkları arasındaki ilişkileri üç kimliğe göre araştırmak amaçlanmıştır. Sonuçlar, STEM öğretmenlerinin öz yeterliklerinin ve bağlılıklarının STEM öğretim deneyimlerinin yanı sıra kimliklerinden de etkilendiğini göstermiştir.

Rukoyah, Widodo ve Rochintaniawati, D. (2020), çalışmada öğretmenlerin STEM öğrenimini uygulamada hazır bulunuşluklarını araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışma ortaokul ve lise öğretmenleri olacak şekilde toplamda 16 öğretmen ile yapılmıştır. Araştırma, Lembang eyalet ortaokulu ve Bandung eyalet lisesinde gerçekleştirilmiştir. Kullanılan araştırma yöntemi betimsel araştırmadır ve nitel çalışma yapılmıştır. Öğretmenlerin her birine anket uygulanmıştır. Sonuç olarak özyeterlik ders çalışma durumuna göre yüksek çıkmıştır. Öğretmenlerin mesleki gelişim programlarına katılımları öğrenme-öğretmen sürecinde STEM uygulamalarında daha olumlu sonuçlar almalarını sağlayacağı belirtilmiştir. Ders çalışması

yapan öğretmenler de ise aktif çalışma yapmadıkları için STEM öğrenmeye karşı daha az hevesli bir tutum sergileyeceklerini belirtmişlerdir.

Sachdev ve Eamoraphan (2020), çalışmalarında STEM konularını öğretirken öğretmenlerin öz-yeterlik düzeylerini ve STEM eğitime yönelik tutumlarını belirlemeyi, öğretmenlerin STEM konularını öğretmeye yönelik öz-yeterliklerinde ve STEM eğitime yönelik tutumlarında cinsiyete göre anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma Bangkok'da lise (fizik, kimya, biyoloji öğretmenleri) ve ortaokul (fen, matematik, teknoloji öğretmenleri) öğretmenleri olmak üzere toplamda 67 öğretmen ile çalışmışlardır. Öğretmenlere anket uygulanmıştır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin STEM eğitime karşı olumlu tutumlarının olduğuna ve STEM konularını öğretmek için yüksek düzeyde öz-yeterliğe sahip olduklarına ulaşılmıştır. Cinsiyet açısından ise istatistiksel olarak bir farklılık bulunamamıştır. Çalışmada STEM öğretmenlerine yatırım yapılması, yönetici grubun öğretmenler için mesleki gelişim uygulamaları oluşturmaları, öğrencilere sınıf dışı STEM uygulamaları yapılması önerilmiştir.

Wang ve diğ. (2011), çalışmalarında öğretmenlerin STEM entegrasyonuna ilişkin inançlarını, sınıf uygulamalarını ve algılarını ölçmeyi planlamışlardır. Üç ortaokul öğretmeniyle çok örnekli bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmalarını veri toplama, doküman analizi, sınıf gözlemleri ve görüşmelerden oluşturmuşlardır. Çalışma sonucunda STEM eğitiminde problem çözmenin önemli olduğunu, farklı STEM disiplinlerindeki öğretmenlerin STEM entegrasyonunda farklı algılara sahip olduğunu ve teknoloji disiplininin diğer disiplinlere oranla daha zor olduğunu tespit etmişlerdir.

Brown, Brown, Reardon, ve Merrill (2011), çalışmalarında STEM disiplinlerinin güncel algılarını araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda STEM programlarına katılan öğretmenlerin çoğunluğunun STEM kavramının ne anlama geldiğini ve STEM'in sınıfta nasıl uygulanması gerektiğini anladığını ortaya koymuşlardır. Birçok öğretmen STEM eğitiminin öğrencilerin analitik ve eleştirel düşünme, problem çözme becerilerini artıracığı fikrini belirtmişlerdir.

Thibaut vd. (2018), çalışmasında öğretmen tutumlarının ve okul programının STEM eğitime entegresinin öğretim uygulamaları üzerindeki etkilerini incelemiştir. STEM entegrasi için genel bir ölçüt kullanmak yerine entegrasyon, problem merkezli, sorgulamaya dayalı, tasarıma dayalı ve işbirlikçi öğrenme olmak üzere farklı boyutlarda inceleme

yapmıştır. İnceleme yapılan boyutlardan her biri için öğretmen tutumlarının öğretim aktiviteleri ile pozitif yönde ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Riera, Emprin, Annebicque, Colas ve Vigario (2016), çalışmalarında STEM eğitiminin sanal bir ortamda yapılabileceği vurgulanmıştır. Çalışmalarını ortaokul ve liseden katılan 50 öğretmen ile yapmışlardır. Fransa Milli Eğitim Bakanlığı tarafından desteklenen R & D (DOMUS) projesi kapsamında HOME I /Q yazılımı geliştirilmiştir. Çalışma öğretmen ve öğrencilere uyarlanmış olup STEM disiplinleri için sanal bir ortam oluşturulmak amaçlanmıştır.

Pinnell ve diğ. (2013), çalışmayı 10 öğretmen ve 5 öğretmen adayı ile gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada öğretmenlerin mühendislik ve tasarım temelli STEM eğitimi hakkındaki bilgilerini artırmak, toplumsal ihtiyaçlar konusunda bilgilendirmek ve öğrencilere mühendislik becerilerini uygulama imkânı sağlamak amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının liderlik becerilerini ve öğretim yeterliliklerinde başarılı sonuçlara ulaşılmıştır.

Judson ve Sawada (2000), çalışmalarında matematik ile fen bilimleri arasındaki bağlantının önemini vurgulamışlardır. Çalışmada 8. Sınıf fen bilimleri dersinde matematik ile fen bilimleri entegrasyonu incelenmiştir. Çalışma sonucunda matematik ile fen bilimleri dersi entegrasyonunun öğrenci başarısına olumlu yönde katkı sağladığını ortaya koymuşlardır.

## BÖLÜM III

### YÖNTEM

Bu bölümde çalışmanın izlemiş olduğu yöntem doğrultusunda araştırma yöntemi, çalışma grubu, veri toplama aracı, verilerin toplanması verilerin analizi kısımlarına yer verilmiştir.

#### **Araştırma Yöntemi**

STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM hakkındaki bilgi durumu, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini fen bilimleri öğretimine entegre etme düzeylerini ortaya çıkarmak amacıyla nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Nitel araştırma yöntemi; mülakat, gözlem gibi nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı ve olayların gerçekçi bir şekilde bütüncül olarak ortaya çıkarılmasına yönelik gerçekleştirilen çalışmadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

#### **Çalışma Grubu**

Bu çalışma 2022-2023 eğitim öğretim yılı II. döneminde Doğu Anadolu'da bir il merkezinde devlet okullarında görev yapmakta olan 10 fen bilgisi öğretmeninden oluşmaktadır. Katılımcılar cinsiyet açısından dengeli bir dağılımla seçilmeye çalışılmıştır. Ayrıca mesleki deneyim açısından olabildiğince farklı katılımcılarla çalışılmıştır. Öğretmenler için amaçlı (olasılıklı olmayan) örnekleme yöntemi tekniği kullanılmıştır. Olasılıklı olmayan örnekleme, araştırma sorularına cevap verebilecek ve bilgi yeterliliğine sahip bireylere odaklanır (Flick, 2014). Bu örnekleme yönteminde araştırmayı yapan kişi ilk önce çeşitlilik içinden araştırmaya uygun olanlardan bir tanesini seçer (Marshall & Rossman, 2014). Sonra bu çeşitliliği en iyi temsil eden örnekleme oluşturur. Grix (2010), nitel araştırma yöntemlerinden nitel araştırmanın daha fazla tercih edildiğini belirtmiştir.

Öğretmenlerin cinsiyet, eğitim durumu, mesleki deneyim yılı ve STEM eğitimi alma durumu gibi demografik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. 10 fen bilimleri öğretmeni tablolarda Ö1,Ö2,Ö3,.....,Ö10 şeklinde kodlanmıştır.

Tablo 1. Öğretmenlerin demografik özellikleri

Öğretmen Kodu	Cinsiyet	Eğitim Durumu	STEM Eğitimi	Mesleki Deneyim
Ö1	Erkek	Lisans	Almış	11-15 Yıl
Ö2	Kadın	Lisans	Almış	11-15 Yıl
Ö3	Kadın	Yüksek lisans	Almış	16-25 Yıl
Ö4	Kadın	Lisans	Almamış	6-10 Yıl
Ö5	Kadın	Yüksek lisans	Almış	6-10 Yıl
Ö6	Kadın	Lisans	Almış	11-15 Yıl
Ö7	Erkek	Doktora	Almamış	11-15 Yıl
Ö8	Erkek	Lisans	Almamış	6-10 Yıl
Ö9	Erkek	Lisans	Almamış	11-15 Yıl
Ö10	Kadın	Lisans	Almamış	6-10 Yıl

Tablo 1.'e göre öğretmenlerin deneyim yılları 6-25 yıl arasında değişiklik göstermektedir. Öğretmenler 6 kadın 4 erkekten oluşmaktadır. 7 öğretmen lisans mezunu iken 2 öğretmen yüksek lisans, 1 öğretmen doktora mezunudur. Öğretmenlerden 5 tanesi STEM eğitimi almış, 5 tanesi STEM eğitimi almamıştır.

### Veri Toplama Aracı

Çalışmada, veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilmiş yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Araştırmacı tarafından ilk 12 soru belirlenmiş olup, bu sorular alanında uzman eğitimcilerin (2 alan uzmanı, 1 ölçme değerlendirme uzmanı) görüşleri alınarak 10 soruya indirilmiştir. Araştırmanın amaçları doğrultusunda alan yazın taranmış ve STEM eğitimine ilişkin öğretmenlerin görüşlerini belirlemeye yönelik maddeler belirlenmiştir. Açık uçlu sorulardan oluşan formda öğretmenlerin STEM bilgi düzeyleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini fen eğitimine entegre etme düzeyleri hakkında bilgi alınmıştır. Görüşme soruları aşağıda belirtilmiştir:

1. STEM (FeTeMM) eğitimi sizce ne anlama gelmektedir?
2. STEM yaklaşımına yönelik aldığımız eğitimler nelerdir?
3. STEM yaklaşımının fen derslerinde kullanılması konusundaki düşünceleriniz nelerdir?
4. Fen bilimleri öğretimine teknolojinin entegre edilmesi ile ilgili ne düşünüyorsunuz?

5. Fen bilimleri öğretimine mühendisliğin entegre edilmesi ile ilgili ne düşünüyorsunuz?
6. Fen bilimleri öğretimine matematiğin entegre edilmesi ile ilgili ne düşünüyorsunuz?
7. Derslerinize STEM disiplinlerini entegre etme konusunda yeterliğiniz nasıldır? Neden?
8. STEM uygulamaları sırasında teknoloji disiplininin kullanımı açısından karşılaştığınız sorunlar nelerdir?
9. STEM uygulamaları sırasında mühendislik disiplininin kullanımı açısından karşılaştığınız sorunlar nelerdir?
10. STEM uygulamaları sırasında matematik disiplininin kullanımı açısından karşılaştığınız sorunlar nelerdir?

### **Verilerin Toplanması**

Araştırmacı ve uzman tarafından geliştirilen görüşme formu, Millî Eğitim Bakanlığı'na bağlı okullarda görev yapan 10 fen bilgisi öğretmenine uygulanmıştır. Katılımcı öğretmenlerle görüşmeler uygun tarih ve saatler belirlenerek yapılmıştır. Her bir öğretmen ile yaklaşık 15 dakika süren görüşme yapılmış olup süreç boyunca öğretmenlere herhangi bir yönlendirme ve etkileme yapılmayıp, kendilerini rahat hissedebilecekleri bir ortam oluşturulmuştur. Görüşme soruları her bir katılımcıya aynı sözcüklerle yöneltilmiştir. Bu aşama, yaklaşık 40 gün devam etmiştir. Görüşmeler katılımcı öğretmenlerin onayı alınarak ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır.

### **Verilerin Analizi**

Bu çalışmada veri toplama yöntemi olarak yarı yapılandırılmış görüşme (mülakat/interview) tekniği kullanılmıştır. Araştırmacı tarafından ilk olarak 12 soru belirlenmiştir. Bu sorular alanında uzman (2 alan uzmanı, 1 ölçme değerlendirme uzmanı) fen eğitimcilerinin görüşlerine danışılarak 10 soruya indirilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme sorularının son hali uzman eğitimci tarafından incelenmiştir. Verilerin analizine başlamadan önce görüşme kayıtları yazıya dökülmüş ve yazılı metinler birkaç sefer okunmuştur. Veri analizlerinde öğretmenlerin STEM hakkındaki bilgilerine, fen bilimleri öğretimine teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini entegre etme düzeylerine, uygulamada yaşadıkları zorluklara bakılmıştır.

Yıldırım ve Şimşek (2006)'in içerik analizine göre katılımcıların verdiği cevaplar ile öğretmenleri tanımlamak için gerçek isimleri yerine Ö1, Ö2, ..... Ö10 şeklinde kodlar kullanılmıştır. Kodlama açısından kodlayıcı güvenilirliği  $[(\text{Görüş Birliği}/\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı}) * 100]$  formülü ile hesaplanmıştır (Miles & Huberman, 1994). Araştırmacı ve uzman tarafından yapılan analizler sonucunda güvenilirlik katsayısı 0.82 hesaplanmıştır. Bu nedenle yapılan içerik analiz verilerinin güvenilir olduğu sonucu elde edilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2006).



## BÖLÜM IV

### BULGULAR

Bu bölümde, araştırma soruları sonucunda elde edilen veriler yer almaktadır.

#### STEM Eğitimi'nin Tanımlanması

Katılımcıların STEM eğitimine ilişkin tanımlamaları Tablo 2.'de sunulmaktadır.

Tablo 2. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimi tanımlamaları

Kategori	Öğretmen Kodu	n
STEM Tanımlamaları		
STEM disiplinlerinin	Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7	9
Harmanlanması	Ö8, Ö9, Ö10	3
Ürün ortaya çıkarılması	Ö4, Ö5, Ö9	3
Proje tabanlı öğretim	Ö8	1
Günlük hayata uyarlama	Ö10	1

Tablo 2. incelendiğinde fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimi tanımlamaları görülmektedir. Buna göre öğretmenler STEM eğitimini en fazla '*STEM eğitimi bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin birlikte öğrenciye sunulduğu eğitim anlayışı*' olarak tanımlamışlardır. STEM'in ürün ortaya çıkarılması yönüne değinen öğretmenler '*STEM eğitimi fen bilimleri, matematik, mühendislik ve teknolojinin iç içe birlikte kullanılarak ortaya bir eser konulması*' şeklinde tanımlamışlardır. Tablo incelendiğinde STEM eğitimi alan ve STEM eğitimi almayan öğretmenlerin STEM tanımlamalarında benzerlikler tespit edilmiştir.

Bazı öğretmenlerin STEM tanımlamaları şu şekildedir:

Ö5: '*Fen, matematik, mühendislik, teknoloji uygulamalarının bir arada kullanılarak yeni ürünler elde edilmesi anlamına gelmektedir.*'

Ö6: '*Science, technology, engineering, maths baş harflerinden oluşmuş yeni bir yöntem tekniktir.*'

Ö7: '*Teknoloji, mühendislik, matematik ve fen bilimlerinin disiplinler arası bağ kurularak bütünleştirilmesiyle ortaya çıkan bir yaklaşımdır.*'

Ö10 : ‘Öğrencilerin fen ve matematik alanında öğrendiklerini günlük hayatta uygulamasıdır. Öğrenciler bunu yaparken teknoloji ve mühendislik alanından faydalanması gerekir.’

### STEM Yaklaşımının Kullanılması

Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşımının fen bilimleri derslerinde kullanılması konusundaki düşünceleri Tablo 3.’de sunulmaktadır.

Tablo 2. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşımının fen bilimleri derslerinde kullanılması konusundaki düşünceleri

Kategori	Öğretmen Kodu	n
STEM Yaklaşımının Kullanılması		
Yaratıcı düşünme becerisi geliştirme	Ö3	1
Problem çözme becerisi geliştirme	Ö3	1
Günlük hayata uyarlama	Ö1, Ö5, Ö9	3
Yaparak yaşayarak öğrenme sağlama	Ö6, Ö8	2
Olumlu tutum ve akademik başarı gelişimi sağlama	Ö7, Ö10	2
Bilimsel süreç becerisi geliştirme	Ö10	1
Soyut bilgileri somuta dönüştürme	Ö4, Ö10	2

Tablo 3. incelendiğinde fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşımının kullanılması konusundaki düşüncelerine yer verilmiştir. Buna göre öğretmenler STEM yaklaşımın en büyük avantajını ‘Günlük hayat uyarlama’ şeklinde ifade etmişlerdir. Öğretmenlerden Ö6 ile Ö8 ‘Yaparak-yaşayarak öğrenme sağlar’, Ö7 ile Ö10 ‘Öğrenciler olumlu tutum geliştirir ve öğrenci akademik başarısına katkı sağlar’, Ö4 ile Ö10 ise ‘Soyut bilgileri somuta dönüştürür’ şeklinde düşüncelerini belirtmişlerdir. Öğretmen cevapları incelendiğinde STEM eğitimi alan öğretmen ile STEM eğitimi almayan öğretmenlerin düşüncelerinde benzerlik tespit edilmiştir.

Bazı öğretmenlerin STEM yaklaşımının kullanılması konusundaki düşünceleri şu şekildedir:

Ö1: ‘Öğrencilere uygulanacak STEM eğitimi çok güncel ve ileriye dönük bir disiplindir. Fakat mevcut okullarımızın fiziki şartları, mevcut ders durumlarını düşündüğümüzde şuan ülkemizde bu eğitimin uygulanmasının zor ve kısıtlı olduğunu düşünüyorum. Örneğin,

*ortaokullarda fen dersleri 4 saat. 4 saatlik bir süreçte bir konunun STEM eğitimi üzerinden anlatılması bana zor geliyor. Uygulamak istesek de eksik kalacaktır.'*

*Ö7: 'Devletlerin sürdürülebilir kalkınmada ilerleyebilmesi için üretmeleri gerekir. Bunun için de okul programlarında özellikle fen bilimleri derslerinde önemli değişimler olmuştur. Bunların en önemlisinden birisi de STEM etkinlikleridir. Fen derslerinde kullanılması çok önem arz etmektedir. Zaten yapılan alan yazın çalışmaları da STEM eğitiminin fen derslerinde kullanılmasında çok olumlu katkıların olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda yine literatür incelendiğinde STEM yaklaşımının öğrencilerin tutumlarına, motivasyonlarına, mühendislik becerilerine, akademik başarısına olumlu katkısı olduğu belirlenmiştir.'*

*Ö9: 'Fen dersi günlük hayatta yaşanan olayların bir nevi ders olarak öğrencilere aktarılmasıdır. Dolayısıyla STEM'in amacı da günlük hayatta fen ve matematikte edindiğimiz bilgileri teknolojiye uyarlamak olduğu için bence fen derslerinde kullanılmasının faydalı olduğunu düşünüyorum.'*

### **Teknoloji Entegrasyonu**

Fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına teknoloji entegrasyonu ile ilgili düşünceleri Tablo 4.'de sunulmaktadır.

Tablo 3. Fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına teknoloji entegrasyonu ile ilgili düşünceleri

Kategori	Öğretmen Kodu	n
Teknoloji Entegrasyonu		
İlgi çekme	Ö1	1
Yaparak yaşayarak öğrenme sağlama	Ö3	1
Zararlı olabilecek deneyleri yapabilme imkânı sağlama	Ö3	1
Ölçme değerlendirme kolaylığı sağlama	Ö3	1
Öğrenmeyi somutlaştırma	Ö1, Ö6	2
21. yüzyıl becerisi kazanma	Ö6, Ö7, Ö8	3
Bilimsel çalışma yapma imkânı sağlama	Ö10	1
Anlamayı kolaylaştırma	Ö4, Ö6	2
Farklı web araçları kullanabilme	Ö3, Ö7	2

Tablo 4. incelendiğinde fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına teknoloji entegrasi ile ilgili düşüncelerine yer verilmiştir. Buna göre öğretmenlerin çoğunluğu fen bilimlerine teknolojinin entegre edilmesini '21. Yüzyıl becerisi kazanma' olarak ifade etmiştir. Öğretmenlerin bir kısmı ise 'Öğrenmeyi somutlaştırma', 'Anlamayı kolaylaştırma' ve 'Farklı web araçlarını kullanabilme' olarak ifade etmiştir. Tablo incelendiğinde STEM eğitimi almamış birkaç öğretmen ile STEM eğitimi almış birkaç öğretmenin farklı cevaplar vermelerine karşın genel incelemede benzer düşüncelerde oldukları belirlenmiştir.

Bazı öğretmenlerin fen bilimleri öğretim programına teknoloji entegrasi ile ilgili düşünceleri şu şekildedir;

Ö1: *'Fen bilimleri dersinde teknolojinin muhakkak içinde olması gerekiyor. Yani teknoloji dediğimizde en ufak lam lamelden tutun da bir mikroskopa kadar hemen her üniteye teknolojiden faydalıyoruz. Özellikle günümüz şartlarında çocukların bilgiye açık oldukları dünyada bizler istemesek de çocuk öğrenmek istiyor. Örneğin, bir soğan zarını mikroskopta incelememiz gerekiyor. İncelemediğimizde çocuklardan öğretmenim diğer okullar incelemiş veya öğretmenim internette gördüm inceleniyormuş gibi söylemler alıyoruz. Yani kısaca benim gözümde de teknoloji olmadan fen dersi olmaz.'*

Ö6: *'Kesinlikle olmazsa olmaz. Çünkü şuan teknolojiyi çocuklardan ayırmak pek de mümkün değil hatta imkânsız. Bence zaten teknolojiden de ayırmamalıyız. Çünkü tüm dünya artık bu şekilde ilerliyor ve bizde geri kalmamak için kullanmalıyız. Fen derslerinde ise öğrendiklerini somutlaştırmaya yarıyor ve konuyu anlamalarına büyük fayda sağlıyor.'*

Ö10: *'Fen bilimleri ile teknolojiyi birbirinden ayrı düşünmek imkânsızdır. Bilimsel çalışmalar sayesinde teknolojik gelişmeler elde edilir ve teknoloji sayesinde de daha çok bilimsel çalışma yapılabilir. Bizler teknoloji sayesinde derslerimizi daha iyi yapabiliyoruz.'*

### **Mühendislik Entegrasi**

Fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına mühendislik entegrasi ile ilgili düşünceleri Tablo 5.'de sunulmaktadır.

Tablo 4. Fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına mühendislik entegrasi ile ilgili düşünceleri

Kategori	Öğretmen Kodu	n
Mühendislik Entegrasi		
Günlük hayata uyarlama	Ö2	1
Anlamayı kolaylaştırma	Ö2	1
Ürün ortaya çıkarılması	Ö4	1
Mühendislik becerisi geliştirme	Ö4, Ö7	2
Yaratıcı düşünme becerisi sağlama	Ö6, Ö7, Ö10	3
Problem çözme becerisi geliştirme	Ö7, Ö10	2
Sürdürülebilir kalkınmaya destek sağlama	Ö7	1
Matematik disiplini ve doğa ile birleştirilmesi	Ö7	1
Estetik düşünme becerisi geliştirme	Ö6	1

Tablo 5. incelendiğinde fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına mühendislik entegrasi ile ilgili düşüncelerine yer verilmiştir. Buna göre öğretmenlerin çoğunluğu fen bilimlerine mühendisliğin entegre edilmesini '*Yaratıcı düşünme becerisi geliştirme*' olarak ifade etmiştir. Öğretmenlerin bir kısmı ise '*Mühendislik becerisi geliştirme*', '*Problem çözme becerisi geliştirme*' olarak ifade etmiştir. Tablo incelendiğinde STEM eğitimi alan öğretmen ile STEM eğitimi almayan öğretmenlerin benzer ifadelerde buldukları belirlenmiştir.

Bazı öğretmenlerin fen bilimleri öğretim programına mühendislik entegrasi ile ilgili düşünceleri şu şekildedir;

Ö3: '*Mühendislik farklı bir alan fakat fen bilimleri ile de ilişkilendiriliyor. Fakat uygulatma olarak hem zorluklardan hem de zaman açısından zorlanıyorum. Bir de bilim uygulamaları dersinde mühendislik kısmını yaptırıyorum fakat yalnızca yedinci sınıflarda oluyor. Diğer sınıflarda bu ders olmadığı için mühendislik uygulamaları daha zor oluyor.*'

Ö5: '*Mühendisliğin alt yapısına baktığımız da fiziğin oldukça fazla olduğunu görüyoruz. Dolayısıyla mühendisliğin temelinde de belirli bir fen birikimi olmalıdır. Mühendisliğin temelini bizler ortaokulda fen derslerinde atabilmeliyiz. Bu yüzden de fen bilimleri öğretimine mühendisliği entegre etmeliyiz ve eş zamanlı ilerletebilmeliyiz.*'

Ö7: '*Fen bilimleri eğitim programını incelediğimizde mühendislik becerilerine önem verildiği görünmektedir. Zaten mühendisliğin temelinde insanın bilgi birikiminin matematik ve doğa*

*disiplinleri ile birleşerek bir problem çözme ve sürdürülebilir kalkınmaya destek vermek için eser ortaya koyma gibi kaygıları vardır. Dolayısıyla tasarım temelli fen eğitimi ile öğrencilerin mühendislik becerileri geliştirilerek bu alana katkı sağlanabilir. Aynı zamanda mühendislik etkinlikleri ile öğrenciler daha kolay, eğlenceli bir şekilde mühendislik becerilerini geliştirebilir.'*

### **Matematik Entegresi**

Fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına matematik entegresi ile ilgili düşünceleri Tablo 6.'da sunulmaktadır.

Tablo 5. Fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına matematik entegresi ile ilgili düşünceleri

Kategori	Öğretmen Kodu	n
Matematik Entegresi		
Matematik olmadan fen bilimleri dersinin anlaşılmasında	Ö1, Ö2, Ö4, Ö6, Ö7, Ö9	6
Fen bilimlerinde matematik hesaplamasının olması	Ö3, Ö4, Ö8, Ö10	4
İşbirlikli çalışma	Ö5	1
Eşgüdümlü çalışılması	Ö5	1
Fen bilimlerinden matematik çıkarılmamalı	Ö2, Ö3, Ö6, Ö8	4

Tablo 6. incelendiğinde fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına matematik entegresi ile ilgili düşüncelerine yer verilmiştir. Buna göre öğretmenlerin çoğunluğu fen bilimlerine matematiğin entegre edilmesini '*Matematik olmadan fen bilimleri dersinin anlaşılmasında*' olarak ifade etmiştir. Öğretmenlerin bir kısmı ise '*Fen bilimlerinde matematik hesaplamasının olması*', '*Fen bilimlerinden matematiğin çıkarılmaması*' olarak ifade etmiştir. Tablo incelendiğinde STEM eğitimi alan öğretmen ile STEM eğitimi almayan öğretmenlerin benzer ifadelerde buldukları belirlenmiştir.

Bazı öğretmenlerin fen bilimleri öğretim programına matematik entegresi ile ilgili düşünceleri şu şekildedir;

Ö2: *'Matematik olmalı fakat şu andaki müfredatta fen bilimlerinden uzakta tutuluyor. Fen sayısal bir bölüm fakat fen bilimlerinden matematiğin büyük bir kısmını çıkarmış durumdadır. O yüzden çocuklar çok fazla algılayamıyorlar. Bazı konularda matematiksel işlem yapması gerekiyor. Fakat matematiği sadece matematik dersiyle sınırlandırıyoruz bu da liseye geçtiklerinde bir anda çoğu derste karşılaşmaları çocukları zor durumda bırakıyor. Buda öğrencilerin sayısal bölümleri bırakmalarına yol açıyor.'*

Ö4: *'Fen bilimleri dersinde matematik işlemi gerektiren konular var. Örneğin sürat ve kalıtım gibi. Bu konularda gereken matematik becerilerini matematik dersinde kazanabiliyorlarsa fen bilimlerinde de başarı yakalayabiliyorlar. Fakat matematikte belirli konuları görmeden fen bilimleri dersinde işlem gerektiren konular oluyorsa burada konuyu anlatmakta zorlanıyorum. Matematik disiplini fen bilimlerine entegre edilmeli fakat fen bilimlerinde işlem gerektiren konular matematik dersinde önceden öğrenilmiş olmalı.'*

Ö8: *'Fen alanı dediğimiz zaman matematiği de içerisine alıyor. Fen bilimlerinde bütün hesaplamamızda matematiğin rolü çok büyüktür. Fen bilimleri ile matematiği birbirinden bağımsız düşünmek zordur. Ortaokul derslerine matematiği biraz daha fazla entegre etmeleri gerektiğini düşünüyorum.'*

Ö10: *'Fen bilimleri ile matematiği tabi ki birbiri ile bağdaştırabiliriz. Fen bilimlerinin temelinde deney ve gözlem olmasıyla birlikte matematikten de aktif olarak faydalanıyoruz. En basit örneği olarak deneyde elde ettiğimiz sayısal verileri not alırken, hesaplama yaparken matematikten faydalanıyoruz.'*

### **Teknoloji Entegrasi Problemleri**

Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları sırasında teknoloji disiplininin kullanımı açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili düşünceleri Tablo 7.'de sunulmaktadır.

Tablo 6. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları sırasında teknoloji disiplininin kullanımını açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili düşünceleri

Kategori	Öğretmen Kodu	n
Teknoloji Entegrasi Problemleri		
Malzeme eksikliği	Ö1, Ö5, Ö7, Ö9, Ö10	5
Ders saatinin kısıtlı olması	Ö1, Ö9	2
Ekonomik yetersizlik	Ö2, Ö3	2
Teknolojiyi anlama güçlüğü	Ö6	1
Sınıf mevcudunun fazla olması	Ö7	1
Öğrenci hazırbulunuşluğunun olmaması	Ö8	1
Bilgi yetersizliği	Ö8	1
Altyapı yetersizliği	Ö9	1
İnternet problemi	Ö4, Ö10	2

Tablo 7. incelendiğinde fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları sırasında teknoloji disiplininin kullanımını açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili düşüncelerine yer verilmiştir. Buna göre öğretmenlerin çoğunluğu teknoloji disiplinini kullanım açısından karşılaştıkları sorunu *'Malzeme eksikliği'* olarak ifade etmiştir. Öğretmenlerin bir kısmı ise *'Ders saatinin kısıtlı olması'*, *'Ekonomik yetersizlik'* ve *'İnternet problemi'* olarak ifade etmiştir. Tablo incelendiğinde STEM eğitimi almayan birkaç öğretmen farklı ifade de bulunmasına karşın STEM eğitimi alan öğretmenler ile benzer ifade de buldukları belirlenmiştir.

Bazı öğretmenlerin STEM uygulamaları sırasında teknoloji disiplinini kullanım açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri problemler şu şekildedir;

Ö5: *'İlk önce eğitimde fırsat eşitliği sağlamalıyız. Bu tabii ki sadece STEM için değil her alanda geçerli olmalıdır. STEM alanında ki bu oldukça etkili bir düşünce çünkü STEM uygulamaya dayalı, öğrencilerin üretmelerine dayalı bir yaklaşım olduğunu düşünüyorum. Bunun içinde öğrencilere yeterli kaynak sunulması gerektiğini düşünüyorum. Ne yazık ki biz*

*öğretmenler olarak özellikle köy okulunda görev yapan öğretmenler olarak tek başımıza yeterli olamıyoruz.'*

*Ö7: 'Özellikle teknolojik yazılımların ücretli olması bir sınırlılık oluşturmaktadır. Aynı zamanda devlet okullarında yeterli bilgisayarın olmaması bir problemdir. Her öğrencide tablet veya bilgisayar olabilseydi STEM etkinlikleri daha iyi uygulanabilirdi. Ben derslerimde akıllı tahtadan uygulama yaptırıyorum fakat sınıf mevcudunun fazla olması fazla zaman harcanmasına neden oluyor.'*

*Ö9: 'Burada altyapı yetersizliği, bakış açısı yetersizliği, malzeme yetersizliği, zaman problemi gibi sorunlarla karşılaşyoruz.'*

*Ö10: 'Teknolojik malzeme eksikliği olması, teknolojiyi kullanırken internet sıkıntısı yaşanması, akıllı tahta veya bilgisayarların donanımının yetersiz olması gibi sorunlar oluşabiliyor.'*

### **Mühendislik Entegrasi Problemleri**

Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları sırasında mühendislik disiplininin kullanımı açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili düşünceleri Tablo 8.'de sunulmaktadır.

Tablo 7. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları sırasında mühendislik disiplininin kullanımı açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili düşünceleri

Kategori	Öğretmen Kodu	n
Mühendislik Entegrasi Problemleri		
Zamanın kısıtlı olması	Ö1, Ö2	2
Fiziki koşulların kısıtlı olması	Ö1	1
Hayal güçlerinin zayıflığı	Ö2, Ö6	2
Bilgi yetersizliği	Ö3, Ö8	2
Teknolojik yetersizlik	Ö5, Ö7	2
Donanım eksikliği	Ö5, Ö6	2
Önyargılar	Ö7	1
Ürün ortaya çıkaramama	Ö4, Ö9, Ö10	3

Tablo 8. incelendiğinde fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları sırasında mühendislik disiplininin kullanımı açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili düşüncelerine yer verilmiştir. Buna göre öğretmenlerin çoğunluğu mühendislik disiplininin kullanım açısından karşılaştıkları sorunu *‘Ürün ortaya çıkaramama’* olarak ifade etmiştir. Öğretmenlerin bir kısmı ise *‘Zamanın kısıtlı olması’*, *‘Hayal güçlerinin zayıflığı’*, *‘Bilgi yetersizliği’*, *‘Teknolojik yetersizlik’* ve *‘Donanım eksikliği’* olarak ifade etmiştir. Tablo incelendiğinde STEM eğitimi almayan öğretmenlerin genellikle farklı ifade de bulunmalarına karşın STEM eğitimi alan öğretmenler ile benzer ifadelerinin de bulunduğu belirlenmiştir.

Bazı öğretmenlerin STEM uygulamaları sırasında mühendislik disiplininin kullanım açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri problemler şu şekildedir;

Ö2: *‘Çocuklar hazırta alıştıkları için hayal güçleri biraz zayıf. Fende akıllarına geleni uygulanabilir mi uygulanamaz mı birleştiremiyorlar. Deneme yanılma yoluyla bulabiliyorlar fakat ona da zaman kısıtlı.’*

Ö6: *‘Bu disiplinlerin hepsi bir zincir gibi. Biri eksik kalınca diğeri de etkileniyor. Öğrenci bu konuda üç boyutlu düşünemiyor. Öğretmenin donanımlı öğrencinin ise hayal gücünün yüksek olması gerekiyor.’*

Ö10: *‘STEM yaklaşımı öğrencinin fen bilimleri dersinde bir ürün ortaya koymasını amaçlıyor. Burada genellikle tasarım yaparken herhangi bir sorun yaşanmıyor fakat somut hale dönüştürmede sorun yaşıyor.’*

### **Matematik Entegrasi Problemleri**

Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları sırasında matematik disiplininin kullanımı açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili düşünceleri Tablo 9.’da sunulmaktadır.

Tablo 8. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları sırasında matematik disiplininin kullanımını açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili düşünceleri

Kategori	Öğretmen Kodu	n
Matematik Entegresi Problemleri		
Matematik eksikliği	Ö1, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10	6
Ön yargı	Ö2, Ö3, Ö9	3
Derslerin paralel işlenmemesi	Ö7	1

Tablo 9. incelendiğinde fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları sırasında matematik disiplininin kullanımını açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili düşüncelerine yer verilmiştir. Buna göre öğretmenlerin çoğunluğu matematik disiplinini kullanım açısından karşılaştıkları sorunu '*Matematik eksikli*' olarak ifade etmiştir. Öğretmenlerin bir kısmı ise '*Ön yargı*' olarak ifade etmiştir. Tablo incelendiğinde STEM eğitimi alan ve STEM eğitimi almayan öğretmenlerin benzer ifade de buldukları belirlenmiştir.

Bazı öğretmenlerin STEM uygulamaları sırasında matematik disiplinini kullanım açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri problemler şu şekildedir;

Ö1: '*Özellikle çocuklar matematik dersinde öğrendiklerini iyi kavrayamamışsa ya da matematikle ilgili eksiklikleri varsa bu direk fen derslerinde ortaya çıkıyor. Bazen fen bilgisi derslerinde matematik anlattığımız oluyor. Hatta bazen dört işleme kadar indiğimiz durumlar oluyor. Bu da çocukların matematik eksikliklerinden kaynaklanıyor.*'

Ö4: '*Matematik işlemi yapamayan öğrenci fen bilimlerinde işlem gerektiren soruları yapamıyor. Matematikte iyi olan öğrenciler fen bilimlerinde de iyi oluyor. Bu disiplin ile fen birbirini takip ediyor. Ben 6. Sınıfta sürat konusunda sorun yaşamıştım. Grafik çizme konusunda matematik dersinde iyi anlamış oluyorsa fen bilimlerinde rahatlıkla uygulayabiliyorlar. Örneğin kalıtım konusunda çaprazlama yaparken oran orantı kurmaları gerekiyor. Yine bu konuyu matematik dersinde iyi anlamışlarsa fen dersinde rahatlıkla yapabiliyorlar.*'

Ö5: '*En çok karşılaşılan problem çocukların matematik temeli. Burada tabi yine okul donanımı imkânı diyebiliriz fakat bence asıl problem ilkokuldan ortaokula geçen öğrencinin*

*temel matematik düzeyine sahip olarak gelmemesi. Dolayısıyla matematiksel hesaplamalarda bu karşımıza büyük bir sorun olarak çıkıyor.'*

*Ö8: 'Öğrencilere bir konuda formülü verdiğimiz halde öğrenci bilgileri formülde yerine koyup işlem yapamıyor. Bu da matematik konusunda öğrencinin yetersiz olduğunu gösteriyor. Matematikte sorunlar olduğu içinde entegre etmede de sorunlar yaşıyoruz.'*



## BÖLÜM V

### TARTIŞMA

Bu araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmenlerinin STEM yaklaşımına ve fen eğitimine teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini entegre etme düzeylerine ilişkin görüşlerini belirlemektir.

Araştırmanın ilk probleminde öğretmenlerin STEM tanımlamaları incelenmiştir. Öğretmenlerin genelinin STEM tanımını fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin birleşimi olarak ifade etmişlerdir. Eroğlu ve Bektaş'ın (2016), benzer çalışmasında öğretmenlerin STEM yaklaşımını tanımlamaları istendiğinde öğretmenlerin STEM yaklaşımını fen, mühendislik, matematik ve teknoloji kavramlarından en az birini kullanarak tanımlama yaptıkları görülmüştür. Aslan-Tutak ve arkadaşları (2017), öğretmenlerin STEM'i farklı alanların bir arada öğretildiği veya bütünleşik bir şekilde öğretildiği bir yaklaşım olarak tanımladığını söylemişlerdir. Sarı ve Yazıcı (2019) çalışmasında öğretmenlerin fen bilimleri dersini mühendislik ve diğer farklı disiplinlerle ilişkilendirebildiğini ortaya koymuştur.

Öğretmenlerin büyük çoğunluğu da STEM'i disiplinlerin harmanlanmasıyla bir ürün ortaya çıkması şeklinde tanımlamışlardır. Öğrenciler disiplinler aracılığıyla yaratıcı düşünme becerisi, problem çözme becerisi ve farklı bakış açıları geliştirerek farklı ürünler ortaya koyabilirler. STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenleri STEM temelli işlenen derslerin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerinin gelişmesinde etkili olduğunu belirtmektedir (Eroğlu ve Bektaş, 2016). Öğrenciler herhangi bir problemle karşılaştığında öğrenme süreci onlar için başlamış olur, problemin çözüm yoluna kendi bilgileri ile ulaşır ve yeteneklerini göstermiş olurlar (Şenocak ve Taşkesengil, 2005).

Sonuçlar incelendiğinde literatürle uyumlu olduğu belirlenmiştir (Çorlu, 2014; Gülhan ve Şahin, 2016; Dugger, 2010). Örneğin Ö1,Ö5,Ö7 STEM eğitimi bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin birlikte öğrenciye sunulduğu eğitim anlayışı cevabını vermiştir. STEM eğitimi alan öğretmenler ile STEM eğitimi almayan öğretmenlerin cevapları birbirine benzer olmasına rağmen STEM eğitimi alan öğretmenlerin daha detaylı ve düzenli tanımlama yaptıkları görülmüştür.

Araştırmanın ikinci probleminde STEM yaklaşımının fen derslerinde kullanılma konusundaki düşünceleri incelendiğinde öğretmenler STEM yaklaşımının yaratıcı düşünme

becerisi geliştirme, problem çözme becerisi geliştirme, yaparak yaşayarak öğrenme, günlük hayata uyarlama yapabilme, başarı gelişimine katkı sağlama, soyut bilgileri somuta dönüştürme ve bilimsel süreç becerisi geliştirme olarak ifade etmişlerdir. MEB (2016)'da benzer bir çalışmada STEM eğitimi ile teorikte işlenen soyut bilgilerin somuta dönüştürüldüğü ve yaratıcı düşünme ile ürün ortaya koyulduğu vurgulanmaktadır. Deveci (2018), STEM yaklaşımının uygulandığı sınıflardaki öğrencilerde yaratıcı düşünme becerilerinin yüksek olduğunu belirtmiştir. Bybee (2013)'de STEM eğitiminin programlı ilerlemesi ve teşvik edilmesinin öğrencilerde yaratıcı becerilerin gelişmesine katkı sağladığını vurgulamıştır.

Öğretmenlerden bazıları STEM yaklaşımının fen bilimleri derslerinde kullanılmasının öğrencilerin derse karşı ilgilerini artırdığını ve başarılarına olumlu yönde etki ettiğini belirtmiştir. Belek (2018), fen bilimleri öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin fen bilimleri dersine ilgilerinin artmasını olumlu etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Benzer bir çalışmada da STEM entegrasyonunun kullanılmasında öğrencinin ilgisini çeken ve öğrenciyi motive eden ortamın oluşturulmasının büyük öneme sahip olduğu belirtilmiştir (Moore vd. 2014). Juškevičienė vd. (2021), çalışmada yaratıcı düşünme becerisi geliştirebilmek için eğitim programına STEM disiplinlerinin de eklenmesinin olumlu yönde etki edeceğini belirtmiştir.

Bu bulgular alan yazında yer alan bazı çalışmalarla paralellik göstermektedir. Örneğin, Eroğlu ve Bektaş (2016) öğretmen çalışmada fen bilgisi öğretmenlerinin derslerine diğer disiplinleri entegre ettiklerine ulaşımlardır. Benzer şekilde, Şenocak ve Taşkesengil (2005) öğrencilerin problemi gördüklerinde öğrenmeye başladıklarını ve çözüme kendilerinin ulaştıklarını belirtmişlerdir. Ek olarak Deveci (2018) ise STEM etkinliklerine yer verilen sınıflardaki öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerinin yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Araştırma sonucunda Ö1, Ö3, Ö4, Ö5 STEM yaklaşımının fen derslerinde kullanılması ile öğrencinin geniş çaplı ve ileriye dönük düşünmesi, soyut bilginin somut hale getirilmesi, yeni ürünler açığa çıkarılması konusunda olumlu etki oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmanın üçüncü problemde fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına teknoloji entegrasi ile ilgili düşünceleri incelendiğinde ilgi çekme, yaparak yaşayarak öğrenme, yapma imkânı olmayan deneyleri yapabilme, ölçme değerlendirme kolaylığı sağlama, 21. Yüzyıl becerisi kazandırma, öğrenmeyi somutlaştırarak anlamayı kolaylaştırma imkânları sağladığını belirtmişlerdir. Bu bulgular alan yazında yer alan bazı

çalışmalarla paralellik göstermektedir. Örneğin, Birişçi, Coşkun ve Metin (2013) teknoloji entegresinin eğitim sistemini olumlu etkilediğini belirtmişlerdir. Araştırma sonucunda Ö1, Ö3, Ö4, Ö5 fen bilimleri dersine teknoloji entegresi ile öğrencinin fen okuryazarı birey olarak yetiştirilmesi, soyut deneylerin somutlaştırılması gibi birçok alanda olumlu etki sağladığını vurgulamışlardır.

Araştırmanın dördüncü probleminde fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına mühendislik entegresi ile ilgili düşünceleri incelendiğinde öğrencilerde mühendislik becerisi geliştirme, yaratıcı düşünme becerisi ile günlük hayata uyarlama, anlamayı kolaylaştırma, ürün ortaya koyma ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlama olarak ifade etmişlerdir. Hacıoğlu, Yamak, Kavak ve (2016) hazırladıkları bir çalışmalarında, mühendislik disiplininin fen bilimleri dersinde kullanılması konusunda 58 fizik, kimya, biyoloji ve fen bilgisi öğretmenlerinin görüşlerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, öğretmenlerin mühendislik entegresi ile ilgili bazı olumsuz görüş belirtmelerine rağmen çoğunluğunun olumlu düşüncelere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Sarı ve Yazıcı (2019), çalışmalarında öğretmenlerin fen bilimleri dersi ile mühendislik disiplinini ilişkilendirebildiklerini ortaya koymuştur. Brunsel (2012) mühendislik disiplininin diğer disiplinler içerisine eklenmesi gerektiğinden bahsetmiştir. Capobianco ve Rupp (2014), çalışmalarında öğretmenlerin mühendislik disiplinini derslerine entegre etmede başarılı olduklarını ortaya koymuştur.

Bazı öğretmenler mühendisliğin farklı bir alan olduğunu fakat fen bilimleri ile birleştirildiğinde farklı bir yaklaşım ortaya çıktığını söylemişlerdir. Dym vd. (2005), öğrencinin süreçte mühendislik becerisini aktarması STEM öğrenmeye teşvik eder bilgisine ulaşmıştır. Öğretmenler öğrencilerin mühendislik becerisi kazanmaları için bu disiplinin fen bilimleri dersine entegre edilmesi gerektiğini söylemiştir. Yıldırım (2017) benzer çalışmasında, mühendislik becerilerinin kazanılabilmesi için fen bilimleri dersine aktif katılmaları ve yaparak yaşayarak öğrenme metoduyla ulaşabileceklerini vurgulamıştır.

Bu bulgular alan yazında yer alan bazı çalışmalarla paralellik göstermektedir. Örneğin, Dare ve diğerleri (2014) çalışmasında öğretmenlerin derslerine mühendislik disiplinini diğer disiplinlere oranla daha fazla entegre etmelerinin nedenini, konuyu günlük hayat ile kolay ilişkilendirebildiklerini, mühendislik disiplininin öğrencinin problem çözme becerisini geliştirdiğini ve birçok olumlu katkı sağladığını belirtmiştir. Araştırma sonucunda STEM eğitimi almış birkaç öğretmenin mühendislik disiplinin ayrı bir alan olduğunu fakat fen

bilimleri dersine entegresinde olumlu etki sağladığını belirtmişlerdir. STEM eğitimi almayan birkaç öğretmen ise mühendisliğin fen bilimlerinin temeli olduğunu, yaratıcı düşünme becerisi kazanmada ve ürün tasarlamada önemli bir yerinin olduğunu söylemişlerdir.

Araştırmanın beşinci problemde fen bilimleri öğretmenlerinin fen bilimleri öğretim programına matematik entegrasi ile ilgili düşünceleri incelendiğinde işbirlikli ve eşgüdümlü çalışmaya katkı sağladığını belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda STEM eğitimi almış ve STEM eğitimi almamış öğretmenlerimizin bir kısmı matematik konusunda bilgi eksikliklerinin olduğunu da söylemişlerdir. Kim vd. (2015) öğretmen adayları ile yaptığı çalışmasında öğretmen adaylarının ders planlarını hazırlarken matematik disiplinini az kullandıklarını görmüş, bunun nedeninin de matematiğe olan bilgi eksikliğinden kaynaklandığını söylemiştir. Ayrıca matematik olmadan fen bilimleri dersini anlatamayacaklarını ve öğrencilerinde anlamayacaklarını da söylemişlerdir. Bu bulgular alan yazında yer alan bazı çalışmalarla paralellik göstermektedir. Örneğin, Judson ve Sawada (2000), çalışmalarında fen bilimleri programına matematik disiplini entegrasyonunun öğrenci başarısına olumlu etki yaptığını belirtmiştir. Araştırma sonucunda tüm öğretmenler matematik olmadan fen bilimlerinin olmayacağını ve anlaşılmayacağı belirtmiştir fakat matematik öğrenildikten sonra fen bilimlerinde sayısal konulara geçiş yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

Araştırmanın altıncı problemde STEM uygulamaları sırasında teknoloji disiplininin kullanımı açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili düşünceleri incelendiğinde malzeme eksikliği, ders saatinin kısıtlı olması, ekonomik yetersizlik, sınıf mevcudunun fazla olması, bilgi ve altyapı yetersizliği, öğrenci hazır bulunuşluğunun olmaması gibi temel nedenlerin olduğunu belirtmişlerdir. Yıldız (2021) araştırmasında, öğretmenler sınıf mevcudunun kalabalık olmasının ve sınıf yönetiminin yetersiz olmasının probleme neden olacağını belirtmişlerdir. Eroğlu ve Bektaş (2016), yaptıkları çalışmada öğretmenler STEM uygulaması için zamanın kısıtlı olmasının, malzemenin eksik olmasının, konu hâkimiyeti olmamasının probleme neden olduğunu ortaya koymuştur. Dadacan'ın (2021) yaptığı çalışmada öğretmenler STEM eğitimi için gereken teknoloji ve materyale sahip bir okul varsa iyi bir etkinlik yapabilirim diye belirtmektedir. Bu bulgular alan yazında yer alan bazı çalışmalarla paralellik göstermektedir. Örneğin, Siew, Amir ve Chong (2015) öğretmen ve öğretmen adayları ile yaptıkları çalışma sonucunda, bu çalışma ile benzer olarak öğretmenlerin zamanın sınırlı olması, ekonomik yetersizlik, öğretmenlerin STEM bilgi eksikliği gibi birçok problemle karşılaştıkları görülmüştür. Literatürdeki bazı çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Baran ve diğerleri, 2015; Yılmaz ve Pekbay, 2017). Araştırma

sonucunda Ö1, Ö2, Ö9, Ö10 teknoloji ve altyapı yetersizliği, malzeme eksikliği gibi problemlerle karşılaştıklarını vurgulamışlardır.

Araştırmanın yedinci problemde STEM uygulamaları sırasında mühendislik disiplininin kullanımı açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili düşünceleri incelendiğinde zamanın, fiziki koşulların, hayal güçlerinin, bilgilerinin, teknolojinin yetersiz olduğundan bahsetmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin önyargılarının da olduğunu belirtmişlerdir. Alagöz ve Sözen (2021), yaptıkları çalışmalarında dezavantaj sağlayan durumları malzeme yetersizliği, zaman kısıtlılığı ve kalabalık sınıf mevcutları olarak ifade edilmiş, bu problemler nedeni ile uygulama yapmanın zorlaştığını eklemişlerdir. Karlı Baydere vd. (2021) ise araştırmalarında maddiyat yetersizliği, sürenin kısıtlı olması ve öğrenci düzeyine inilememesinin mühendislik becerisi kazanmada problem ortaya çıkardığını ortaya koymuşlardır. Kurtuluş vd. (2017) de benzer çalışmasında zamansal kısıtlılık, öğrenci sayısının fazla olması, bakış açısı farklılığı gibi sorunlardan bahsetmiştir. Araştırma sonucunda Ö3, Ö5, Ö7 toplumun ön yargılı olduğunu, malzemenin eksik olduğunu, öğrenci hayal gücünün zayıf olduğunu ve bunlarında sorun açığa çıkardığını vurgulamışlardır.

Araştırmanın sekizinci problemde STEM uygulamaları sırasında matematik disiplininin kullanımı açısından karşılaştıkları veya karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili düşünceleri incelendiğinde öğrencilerdeki matematik eksikliği, derslerin paralel işlenmemesi ve öğrencilerdeki önyargı problemlerinden bahsetmişlerdir. Araştırmada Ö2, Ö4, Ö5, Ö7 öğrencinin matematik bilgi yetersizliği ve matematiğe karşı ilgisizliğinin sorun açığa çıkardığını vurgulamışlardır.

Öğretmenler STEM eğitimi için uygun eğitim sisteminin ve uygun ortamın oluşturulmasının zaman alacağını söylemiştir. Nadelson vd. (2013) çalışmasının bu çalışma ile benzer olduğu belirlenmiştir.

## BÖLÜM VI

### SONUÇ VE ÖNERİLER

#### Sonuçlar

Araştırmanın bu bölümünde çalışmanın bulgularına göre ulaşılan sonuçlar açıklanmış ve bazı öneriler sunulmuştur. Fen bilimleri öğretmenleri ile STEM yaklaşımına ve fen eğitimine teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegre edilmesi hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, öğretmenlerle 10 adet açık uçlu sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Aynı ilde farklı okullarda görev yapmakta olan 10 fen bilimleri öğretmenlerinden 5 tanesi STEM eğitimi almışken, 5 tanesi STEM ile ilgili herhangi bir eğitim almamıştır. STEM eğitimini öğretmenlerden bazıları yüksek lisans eğitiminde derslerde, bazıları farklı üniversitede açılan derslerde, bazıları ise çalıştıkları okullarda verilen eğitimlerde almışlardır. Araştırma sonucunda çalışmanın ana problemi ve alt problemlerine yönelik elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

Araştırma sonucunda;

1. Öğretmenler STEM yaklaşımını fen, teknoloji, matematik ve mühendisliğin harmanlanarak öğrenciye sunulduğu, çeşitli malzemelerden yararlanarak ürün ortaya koyabildikleri ve öğrendikleri bilgileri günlük hayatta kullanabildikleri bir yaklaşım olarak tanımlamışlardır. STEM eğitimi almayan öğretmenler ile STEM eğitimi alan öğretmenlerin STEM tanımlamasının benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.
2. STEM eğitiminin fen derslerinde uygulanması ve derslerde kullanılmasının olumlu etki yarattığı belirlenmiştir. STEM eğitimi alan ve STEM eğitimi almayan öğretmenler STEM yaklaşımının fen bilimleri derslerinde kullanılması gerektiği yönünde benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.
3. Fen bilimleri dersine teknoloji entegresinin olumlu etki oluşturduğu belirlenmiştir. STEM eğitimi alan ve STEM eğitimi almayan öğretmenlerin teknolojinin faydalı yönlerinden yararlanmak amacıyla teknoloji disiplininin fen bilimleri dersine entegre edilmesi yönünde benzer cevaplar verdikleri tespit edilmiştir.
4. Fen bilimleri dersine mühendisliğin entegre edilmesinde uygulama ve öğrenmede olumlu etki oluşturduğu belirlenmiştir. STEM eğitimi alan ve STEM eğitimi almayan öğretmenlerin benzer cevaplar verdikleri tespit edilmiştir.

5. Fen bilimleri dersine matematik disiplini entegresinin olumlu yönde etki ettiğini fakat matematik bilgi eksikliği olduğu belirlenmiştir. STEM eğitimi almış ve STEM eğitimi almamış öğretmenlerin benzer cevaplar verdikleri görülmüştür.
6. Fen bilimleri dersine teknoloji disiplini entegresinde malzeme eksikliği, derslerin kısıtlı olması, öğrenci maddi durumu yetersizliği, sınıf mevcudunun fazla olması, alt yapı yetersizliği gibi nedenlerin probleme neden olduğunu ve bu problemlerin dersi olumsuz etkilediği belirlenmiştir. STEM eğitimi almış ve STEM eğitimi almamış öğretmenlerin benzer cevaplar verdikleri tespit edilmiştir.
7. Fen bilimleri dersine mühendislik disiplini entegresinde fiziki koşulların ve zamanın kısıtlı olması, öğrencinin hayal gücünün zayıf olması, bilgi yetersizliği, malzeme eksikliği gibi nedenlerin probleme neden olduğunu ve bu problemlerin dersi olumsuz etkilediği belirlenmiştir. STEM eğitimi almış ve STEM eğitimi almamış öğretmenlerin benzer cevaplar verdikleri tespit edilmiştir.
8. Fen bilimleri dersine matematik disiplini entegresinde matematik bilgi eksikliği, önyargılı yaklaşma gibi nedenlerin probleme neden olduğunu ve bu problemlerin dersi olumsuz etkilediği belirlenmiştir. STEM eğitimi almış ve STEM eğitimi almamış öğretmenlerin benzer cevaplar verdikleri tespit edilmiştir.

## Öneriler

Çalışmada elde edilen sonuçlar ışığında aşağıdaki önerilere yer verilmiştir.

Çalışma 10 fen bilimleri öğretmeni ile sınırlı tutulmuştur. Yapılabilecek benzer çalışmalar için örneklem grubunun geniş tutulması önerilebilir.

Çalışma fen bilimleri öğretmenleri ile sınırlandırılmıştır. Farklı branş öğretmenleri ile çalışma yapılması önerilebilir.

STEM eğitimi uygulayıcısı olan öğretmenlerin STEM bilgilendirilmesi için seminer, uygulama çalışmaları gibi eğitimler daha fazla verilmelidir.

Çalışma nitel araştırma yöntemi ile yapılmıştır. Nicel çalışma yöntemi ile benzer çalışmaların yapılması önerilebilir.

Teknolojide farklı web araçları imkânı sağlanması, altyapı yetersizliğinin düzeltilmesi önerilebilir.

Okullarda malzeme eksikliği giderilmesi önerilebilir.

Sınıf mevcudunun azaltılması, ders saatlerinin artırılması önerilebilir.

## KAYNAKÇA

- Acar, D., Ecevit, T., Büyüksahin, Y. (2020). Pre-Service Science Teachers' Metaphoric Perceptions Toward STEM Education, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(3) sayfa aralığı.
- Abdullah, N., Halim, L., and Zakaria, E. (2014). VStops: A thinking strategy and visual representation approach in mathematical word problem solving toward enhancing STEM literacy. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(3), 165-174
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, Bület, Çorlu, M. S., & Öner, T. (2015). STEM Eğitimi Türkiye Raporu: "Günümüz Modası mı yoksa gereksinim mi?". İstanbul: *İstanbul Aydın Üniversitesi*.
- Akgündüz, D. (2016). 2000-2014 Yılları Arasında Türkiye'de STEM Alanlarına Yerleşen İlk Bin Öğrencinin Yerleştirilmesine İlişkin Bir Araştırma. *EURASIA Matematik, Bilim ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 12 (5), 1365-1377.
- Akpınar, E., & Ergin, Ö. (2005).Yapılandırmacı kuramda fen öğretmenin rolü. *İlköğretim Online*, 4(2), 55-64.
- Alagöz, S., & Sözen, E. (2021). Sınıf öğretmenlerinin STEM eğitimi hakkındaki görüşleri. *Third Sector Social Economic Review*, 56(2), 1245-1266.
- Alkılınc, S. (2019). *Öğretmenlerin STEM eğitimine yönelik görüşlerinin ve derslerine uygulamalarının araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Altan, E. B., & Ercan, S. (2016). STEM education program for science teachers: perceptions and competencies. *Journal of Turkish Science Education*, 13, 103-117.
- Arslan, S.Y. ve Arastaman, G. (2021). Dünyada STEM Politikaları: Türkiye İçin Çıkarım Ve Önerileri. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(2), 894- 910.
- Aslan-Tutak, F., Akaygün, S., & Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: Kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816.

- Aslıyüksek, M., Taş, V. O., Türkoğlu, E., ve Sezer, C. (2023). Okul öncesi öğretmenlerinin dijital teknoloji kullanımı ve etkileri. *Academic Social Resources Journal*, 8(53), 3766-3775.
- Atalay, R., & Armağan, F. O. (2023). STEM Eğitimi Almış Fen Bilimleri Öğretmenlerin STEM Eğitimine Yönelik Görüşleri. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 83-115.
- Aydeniz, M. (2017). Eğitim Sistemimiz Ve 21. Yüzyıl Hayalimiz: 2045 Hedeflerine İlerken, Türkiye için STEM Odaklı Ekonomik Bir Yol Haritası. *Tennessee Üniversitesi, ABD*.
- Aykaç, N., Kartal, M., Tilkibaş, Ş. ve Keskin, G. (2011). Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşundan günümüze 4. ve 5. sınıf fen öğretim programlarının öğretim programının öğelerine göre değerlendirilmesi. *İlköğretim Online*, 10 (3), 824-835.
- Ayvacı, H. Ş., Alaca, M. B., & Sibel, E. R. (2020). Fen bilimleri öğretim programında yeniden yapılandırılan fen ve mühendislik uygulamalarının öğretmen görüşlerine dayalı olarak değerlendirilmesi. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 9(1), 28-41.
- Bakırcı, H., & Kutlu, E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9(2), 367-389.
- Barakos, L., Lujan, V., & Strang, C. (2012). Science, technology, engineering, mathematics (STEM): Catalyzing change amid the confusion. *Portsmouth, NH:RMC Research Corporation, Center on Instruction*.
- Baran, E., Canbazoglu-Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5(2), 60-69.
- Barnett, M., Connolly, K. G., Jarvin, L., Marulcu, I., Rogers, C., Wendell, K. B., & Wright, C. G. (2008). Science through LEGO engineering design a people mover: *simple machines*.

- Baydere, F. K., Çakır Ç. Ş., Hacıoğlu, Y., & Kocaman, K. (2021). Lisansüstü öğrencilerinin Stem eğitimi ile ilgili görüşleri: İki üniversite örneği. *Trakya Eğitim Dergisi*, 11(2), 568-587.
- Becker, K. ve Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5), 23–37.
- Beers, S. (2011). 21st century skills: *Preparing students for their future*.
- Belek, F. (2018) *STEM Etkinliklerinin, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Öz-Yeterlik İnançlarına, STEM Eğitim Yaklaşımına Ve Fen Öğretimine Yönelik Düşüncelerine Etkisinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale
- Berlin, D. F. ve White, A. L. (2012). A longitudinal look at attitudes and perceptions related to the integration of mathematics, science, and technology education. 166 *School Science and Mathematics*, 112(1), 20–30.
- Biçer, A., Boedeker, P., Capraro, R., & Capraro, M. (2015). The effects of STEM PBL on students' mathematical and scientific vocabulary knowledge. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 2(2), 69-75.
- Biçer, B.G. (2018). *Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM hakkındaki görüşlerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Biçer, B. G., Uzoğlu, M., & Bozdoğan, A. E. (2019). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM Hakkındaki Görüşlerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2019(12), 1-15.
- Bircan, M. A., Köksal, Ç. (2020). Özel Yetenekli Öğrencilerin Stem Tutumlarının ve STEM Kariyer İlgilerinin İncelenmesi, *Turkish Journal of Primary Education*, 2020, 5 (1), 16-32.
- Boynukara, Z., Deniz, A. N., & Tüysüz, M. (2020). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin FeTeMM ile İlgili Görüşlerinin İncelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(1), 1204-1241.

- Boyunsuz, N. (2021). *Yenilenen eğitim fakültesi öğretmenlik programlarının STEM okuryazarı öğretmenleri yetiştirmesi açısından incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bölükbaşı, G. (2019). *Fen bilimleri öğretmenlerinin bütünlük fen teknoloji,mühendislik, matematik eğitimi ve etkinliklerine yönelik görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Brenner, D. (2009). Resources: STEM Topics in Elementary Education. *Technology and Children*, 14(1), 14.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K. ve Merrill, C. (2011). STEM'i anlamak: mevcut algılar. *Teknoloji ve Mühendislik Öğretmeni* , 70 (6), 5.
- Brunsell, E. (Ed.). (2012). Integrating engineering and science in your classroom. *NSTA press*.
- Bulut, M. (2019). *Bilim ve Sanat Merkezlerinde STEM Uygulaması ve Öğretmenlerin STEM Uygulaması Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Buyruk, B. ve Korkmaz, Ö. (2016). Öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeyleri. *Katılımcı Eğitim Araştırmaları* , 4 (1), 272-279.
- Büyükkör, B. (2021). Türkiye’de stem eğitimini uygulayan fen bilimleri öğretmenlerinin kullandıkları yöntem, teknik ve materyaller ile karşılaştıkları sorunların incelenmesi. *Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun*.
- Bybee, RW (2010). STEM eğitimi nedir? *Bilim*, 329 (5995), 996-996.
- Bybee, RW (2011). K-12 sınıflarında bilimsel ve mühendislik uygulamaları. *Fen Bilgisi Öğretmeni*, 78 (9), 34-40.
- Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: *Challenges and opportunities*.
- Caena, F., ve Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (Digcompedu). *European Journal of Education*, 54(3), 356-369.

- Capobianco B M, Rupp M, (2014). STEM Teachers' Planned and Enacted Attempts at Implementing Engineering Design-Based Instruction, *School Science and Mathematics*, 114(6), 258–270
- Carr, R. L., Bennett, L. D., ve Strobel, J. (2012). Engineering in the K-12 STEM standards of the 50 U.S. states: An analysis of presence and extent. *Journal of Engineering Education*, 101(3), 539-564.
- Catalano, A., Asselta, L., & Durkin, A. (2019). Exploring the Relationship between Science Content Knowledge and Science Teaching Self-Efficacy among Elementary Teachers. *IAFOR Journal of Education*, 7(1), 57-70.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri konularındaki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile Öğretim tasarımı hazırlamaya yönelik bir çalışma*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Czerniak, C. M., Weber, W. B., Sandman, A., & Ahern, J. (1999). A literature review of science and mathematics integration. *School Science and Mathematics*, 99, 421- 430.
- Çapri, B., ve Çelikkaleli, Ö. (2008). Öğretmen adaylarının öğretmenliğe ilişkin tutum ve mesleki yeterlik inançlarının cinsiyet program ve fakültelerine göre incelenmesi. *İnönü üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 9(15), 33-53.
- Çelenk, S., Tertemiz N., Kalaycı N. (2000). İlköğretim programları ve gelişmeler. *Ankara: Nobel Yayın Dağıtım*
- Çepni, S. ve Çil, E.(2012). Fen teknoloji programı ilköğretim 1. ve 2. kademe öğretmen el kitabı. *Ankara: Pegem Akademi*
- Çınar, S., & Terzi, S. Y. (2021). STEM eğitimi almış öğretmenlerin STEM öğretimi hakkındaki görüşleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 213-245.
- Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilen STEM faaliyetlerinin ortaokullarda bilimsel düzeyde olduğu, STEM disiplinlerini anlamalarına ve STEM mesleklerini farklılaştırmalarına etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.

- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). FeTeMM eğitimi ve alan öğretmeni eğitimine yansımaları. *Eğitim ve Bilim*, 39(171).
- Çorlu, M. (2012). *STEM eğitime giden bir yol: Türk üniversitelerindeki hizmet öncesi matematik ve fen öğretmenlerinin bilimde kullanılan matematiğe ilişkin anlayışlarının incelenmesi*. Doktora tezi. Texas A & M Üniversitesi.
- Çorlu, MS (2014). FeTeMM eğitimi makalesi çağrı mektubu. *Türk Eğitim Dergisi* , 3 (1), 4-10.
- Çorlu, M. S., & Çallı, E. (2017). STEM kuram ve uygulamaları. *İstanbul: Pusula*, 20.
- Dadacan, G. (2021). *Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimiyle İlgili Özyeterlik Farkındalık ve Yönelimlerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dare, E. A., Ellis, J. A., ve Roehrig, G. H. (2014). Driven by beliefs: understanding challenges physical science teachers face when integrating engineering and physics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 4(2), 47–61.
- Day, C. ve Gu, Q. (2007). Öğretmenlerin mesleki öğrenme ve gelişim koşullarındaki değişiklikler: Bir kariyer boyunca bağlılığın ve etkinliğin sürdürülmesi. *Oxford eğitim incelemesi*, 33 (4), 423-443.
- Debbağ, M. ve Fidan, M. (2019). Bilişim teknolojileri ve yazılım dersi öğretim programının teknoloji okuryazarlığı boyutları açısından incelenmesi, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 50, 22-50.
- Değirmenci, S. (2020). *STEM eğitimi almış öğretmenlerin stem öz yeterliliklerinin ve uygulamalarında teknoloji ve mühendislik entegrasyonu açısından yaşadıkları sorunların belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- DeJarnette, N. K. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77– 84.
- Deveci, İ. (2018). Fen bilimleri öğretmen adaylarının sahip oldukları FeTeMM farkındalıklarının girişimci özellikleri yordama durumu. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(4), 1247-1256.

- Dugger, WE (2010). Amerika Birleşik Devletleri'nde STEM'in Evrimi. Teknoloji Eğitiminde Bilgi: 6. İki Yılda Bir Yapılan Uluslararası Teknoloji Eğitimi Konferansı Bildirileri: Birinci Cilt (TERC 2010) Birinci Cilt (TERC 2010) (s. 117-123). Surfers Paradise, QLD: Griffith Eğitim Araştırmaları Enstitüsü.
- Dym C L, Agogino A M, Eris O, Frey D D, Leifer L J, (2005). Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning, *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103– 120.
- El-Deghaidy, H., & Mansour, N. (2015). Science teachers' perceptions of STEM education: Possibilities and challenges. *International Journal of Learning and Teaching*, 1(1), 51-54.
- English, LD ve King, DT (2015). Mühendislik tasarımıyla STEM öğrenimi: Dördüncü sınıf öğrencilerinin havacılık alanındaki araştırmaları. *Uluslararası STEM eğitimi dergisi*, 2, 1-18.
- Ercan, S., & Bozkurt, E. (2013). Expectations from Engineering Applications in Science Education: Decision-Making Skill. *IOSTE Eurasian Regional Symposium & Brojrage event Horizon 2020, Antalya, TURKEY*.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67.
- Ersoy, Y. (2002). Matematik Okuryazarlığı II. Hedefler, Geliştirilecek Yetiler ve Beceriler, Matematik Sempozyumu-2002. *Ankara: Milli Kütüphane Salonu*.
- Eryılmaz, S., ve Uluyol , Ç. (2015). 21. Yüzyıl Becerileri Işığında FATİH Projesi. *GEFAD / GÜJGEF*, 35(2), 209-229
- Fan S C and Ritz J (2019) Iteea. Adres: <http://www.iteea.org/Conference/PATT/PATT28/Fan%20Ritz.pdf>
- Flanagan, J. (2014). ACTUA. STEM and entrepreneurship: A fusion for the economy's sake. STEM education. *STEM and Entrepreneurship: A fusion for the economy's sake, Toronto Star: May 2014*
- Flick, U. (2014). An Introduction To Qualitative Research. *New York: Sage*.

- Gallant, D. J. (2010). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education.
- Gelen, İ. (2017). P21-Program ve öğretimde 21. yüzyıl beceri çerçeveleri (ABD Uygulamaları). *Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 15-29.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012, August). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: *A primer*. Washington, DC: Congressional Research Service, Library of Congress.
- Grix, J. (2010). The Foundations Of Research. London: Palgrave Macmillan.
- Guzey, S. S., Harwell, M., & Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271-279.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., Ve Harwell, M. (2016). Building Up STEM: An Analysis Of Teacher-Developed Engineering Design-Based STEM İntegration Curricular Materials. *Journal Of Pre-College Engineering Education Research (JPEER)*, 6(1).
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Günüç, S., Odabaşı, H., & Kuzu, A. (2013). 21. yüzyıl öğrenci özelliklerinin öğretmen adayları tarafından tanımlanması: bir twitter uygulaması/the defining characteristics of students of the 21st century by student teachers: a twitter activity. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 9(4), 436-455.
- Gürler, N. H., & Önder, İ. (2014). 7. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersinde öğrendikleri “bakteri ve virüs” kavramlarını günlük yaşamla ilişkilendirme durumlarının belirlenmesi. *III. Sakarya 'da Eğitim Araştırmaları Kongresi*, 80.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H., & Kavak, N. (2016). Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 5(3), 807-830.
- Hanas, (2022). Stem Eğitiminin Fen Bilimler Öğretmenleri Tarafından Değerlendirilmesi.

- Herdem, K., & Ünal, İ. (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 48(48).
- Hudson, S. B., McMahon, K. C., ve Overstreet, C. M. (2002). The 2000 national survey of science and mathematics education: *Compendium of tables*. Chapel Hill, NC: Horizon Research
- International Technology Education Association. (2009). The overlooked STEM imperatives: *Technology and Engineering K-12 Education*. Reston, VA
- Judson, E., & Sawada, D. (2000). Examining the effects of a reformed junior high school science class on students' math achievement. *School Science and Mathematics*, 100(8), 419-425.
- Juškevičienė A, Stupurienė G, Jevsikova T, (2021). Computational Thinking Development Through Physical Computing Activities in STEAM Education, *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 175–190.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H., (2001). İlköğretimde etkili öğretme ve öğrenme öğretmen el kitabı ilköğretimde fen bilgisi öğretimi modül 7. *Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları*, Ankara.
- Karakaş, A. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) uygulamalarının fen öğretimine yansımaları*. Doktora Tezi. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Karatay, R., Timur, S. ve Timur, B. (2013). 2005 ve 2013 yılı fen dersi öğretim programlarının karşılaştırılması. *Adıyaman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(15):233-264.
- Kaya, G. (2019). *Fen bilimleri öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının STEM hakkındaki görüşleri ve STEM uygulamalarına yönelik ihtiyaç analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Kazancı, H. (2007) . *Osmanlıdan Günümüze Okuma Yazma Yöntemleri ve Karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi. Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.

- Kelley, T. R., Brenner, D. C., ve Pieper, J. T. (2010). Two approaches to engineering design: Observations in STEM education. *Journal of STEM Teacher Education*, 47(2), 5-40.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM education*, 3, 1-11.
- Kendaloğlu, E. (2021). *STEM Etkinliği Geliştirme Sürecinin Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Girişimcilik ve STEM Öz-Yeterlilikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Kızılay, A. G. E. (2016) Fen bilgisi öğretmen adaylarının FeTeMM alanları ve eğitimi hakkındaki görüşleri. *Erciyes Üniversitesi, Kayseri*.
- Kim C, Kim D, Yuan J, Hill R B, Doshi P, Thai C N, (2015). Robotics to Promote Elementary Education Pre-service Teachers' STEM Engagement, Learning, and Teaching Computers & Education, 91, 14–31.
- Klahr, D. (2005). Early science instruction: Addressing fundamental issues. *Psychological Science*, 16(11), 871-873.
- Köseoğlu F., Kavak N. (2001).Fen öğretiminde yapılandırıcı yaklaşım. *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1),139-148.
- Kubat, U. (2018). The Integration of STEM into Science Classes. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 10(3), 165-173.
- Kurtuluş, A., Akçay, A. O. ve Karahan, E. (2017). Ortaokul matematik derslerinde STEM uygulamalarına yönelik öğretmen görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(4), 354–360.
- Marshall, C. & Rossman, G. B. (2014). Designing Qualitative Research. *New York: Sage*.
- Mazlum, Ş. (2020). *Fen bilimleri öğretmenlerinin mühendislik, tasarım ve girişimcilik becerileri hakkındaki görüş ve uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi. Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Metin, M., Birişçi, S., & Coşkun, K. (2013). Öğretmen adaylarının öğretim teknolojilerine yönelik tutumlarının farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(4), 1345-1364.

- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis* (2nd edition). *Thousand Oaks, CA: Sage.*
- Milli Eğitim Bakanlığı (1926). İlk mekteplerin müfredat programı. *İstanbul, Milli Matbaa*
- Milli Eğitim Bakanlığı (1936). İlkokul programı. *İstanbul, Devlet Basımevi.* MEB. (1948). İlkokul programı. *İstanbul, Milli Eğitim Basımevi.* MEB. (1969). İlkokul programı. *İstanbul, Milli Eğitim Basımevi.*
- Milli Eğitim Bakanlığı (1948). İlkokul programı. *İstanbul, Milli Eğitim Basımevi.*
- Milli Eğitim Bakanlığı (1969). İlkokul programı. *İstanbul, Milli Eğitim Basımevi.*
- Milli Eğitim Bakanlığı (1992). İlköğretim kurumları fen bilgisi dersi öğretim programları. *İstanbul, Milli Eğitim Basımevi.*
- Milli Eğitim Bakanlığı (2000). 2518 sayılı tebliğler dergisi. *İstanbul, Milli Eğitim Basımevi.*
- Milli Eğitim Bakanlığı (2006). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programı ve kılavuzu (4- 5.Sınıflar). *Ankara, Devlet Kitapları Müdürlüğü.*
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013). Fen Bilimleri öğretim programı 3-8. Sınıflar. *Ankara*
- Milli Eğitim Bakanlığı (2015). Millî Eğitim Bakanlığı ders kitapları ve eğitim araçları yönetmeliği.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2016). STEM Eğitimi Raporu. *Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.*
- Millî Eğitim Bakanlığı, (2016a). Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). *MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.*
- Millî Eğitim Bakanlığı, (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar), *Ankara.*
- Milner, A. R., Sondergeld, T. A., Demir, A., Johnson, C. C., & Czerniak, C. M. (2012). Elementary teachers' beliefs about teaching science and classroom practice: *An examination of pre/post NCLB testing in science. Journal of Science Teacher Education, 23(2), 111-132.*

- Moore, TJ, Stohlmann, MS, Wang, HH, Tank, KM, Glancy, AW ve Roehrig, GH (2014). K-12 STEM eğitiminde mühendisliğin uygulanması ve entegrasyonu. *Üniversite öncesi ortamlarda Mühendislik alanında: Araştırma, politika ve uygulamaların sentezlenmesi* (s. 35-60). *Purdue Üniversitesi Yayınları*.
- Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based STEM professional development for elementary teachers. *The Journal of Educational Research*, 106(2), 157-168.
- Nambisan, S. (2014). Make entrepreneurship a part of education. *Milwaukee-Wisconsin Journal Sentinel*.
- Nathan, M. J., Srisurichan, R., Walkington, C., Wolfgram, M., Williams, C., ve Alibali, M. W. (2013). Building cohesion across representations: A mechanism for STEM integration. *Journal of Engineering Education*, 102(1), 77-116.
- National Research Council. (2011). Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. Washington, DC: *National Academy Press*.
- National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: *The National Academies Press*.
- O'Brien S, Karsnitz J, Van Der Sandt S, Bottomley L, Parry E, 2014, Engineering in PreService Teacher Education, Purzer Ş, Strobel J, Cardella M (Ed.), Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices (277–300), *Purdue University Press*, 470p, Indiana.
- Öner, A. T., Navruz, B., Biçer, A., Peterson, C. A., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Teksas-FeTeMM okullarının akademik performanslarının ilişkili oldukları eğitim servis merkezlerine göre İncelemesi: Boylamsal bir çalışma. *Turkish Journal of Education*, 3(4), 40-51.
- Öner, A. T., & Capraro, R. M. (2016). FeTeMM okulu olmak iyi öğrenci başarısı anlamına mı gelir?. *Eğitim ve Bilim*, 41(185).

- Özcan, H., & Koştur, H. İ. (2018). Fen bilimleri dersi öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik görüşleri. *Sakarya University Journal of Education*, 8(4), 364-373.
- Özgen, K., & Bindak, R. (2008). Matematik Okuryazarlığı Öz-Yeterlik Ölçeğinin Geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(2), 517-528.
- Özmansur, N. (2019). *Fen bilimleri öğretmenlerinin öğretmenlik mesleğine yönelik öz-yeterlik inanç düzeylerine göre fen eğitiminde kullanılan stem etkinlikleri hakkındaki görüşlerinin değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri*. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pinnell, M., Rowley, J., Preiss, S., Blust, R. P., Beach, R., & Franco, S. (2013). Bridging the gap between engineering design and PK-12 curriculum development through the use the STEM education quality framework. *Journal of STEM Education*, 14(4).
- Ramey-Gassert, L., Shroyer, M. G., ve Staver, J. R. (1996). A qualitative study of factors influencing science teaching self-efficacy of elementary level teachers. *Science Education*, 80(3), 283-315.
- Riera, B., Emprin, F., Annebicque, D., Colas, M. ve Vigario, B. (2016). HOME I/O: ortaokullardan üniversitelere kadar kontrol ve STEM eğitimi için sanal bir ev. *IFAC-PapersOnLine*, 49(6), 168-173.
- Robelen, E. W. (2012). STEM instruction. *Education Week*, 32(4), 5.
- Rukoyah, S. O., Widodo, A., & Rochintaniawati, D. (2020, March). The analysis of teachers' readiness to develop science, technology, engineering and mathematics (STEM) based teaching. In *Journal of Physics: Conference Series*.
- Sachdev, S., & Eamoraphan, S. (2020). A Comparative Study of Teachers' Self-Efficacy for Teaching Stem Subjects and Attitudes Toward Stem Education According to Gender at Wattana Wittaya Academy, Bangkok, Thailand. *Scholar: Human Sciences*, 12(2), 251-264.

- Saçılık, H. (2019). *Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları ile ilgili görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi. Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Salcı, E., & Aydın, A. (2021). Ortaokul öğrencilerinin evrensel fen okuryazarlık düzeyleri. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (10), 202-219.
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1-16.
- Sahin, A. (2013). STEM clubs and science fair competitions: Effects on post-secondary matriculation. *Journal of STEM Education*, 14(1), 5-11.
- Sarı, U., & Yazıcı, Y. Y. (2018). STEM eğitiminin fen öğrenimine yönelik motivasyona etkisi. *Uluslararası Öğrenme, Öğretim ve Eğitim Araştırmaları (International Learning, Teaching and Educational Research Congress - ILTER)'nda sunulmuş bildiri, Amasya*.
- Siew, N. M., Amir, N. ve Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and inservice teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *SpringerPlus*, 4(8), 1-20
- Smolleck, L. A., ve Yoder, E. P. (2008). Further development and validation of the teaching science as inquiry (TSI) instrument. *School Science and Mathematics*, 108(7).
- Stohlmann, M., Moore, T. J., ve Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28-34.
- Şahin, B. (2019). *STEM etkinliklerinin fen öğretmeni adaylarının STEM farkındalıkları, tutumları ve görüşleri üzerine etkisinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Şenocak, E. ve Taşkesenligil, Y. (2005). Probleme Dayalı Öğrenme ve Fen Eğitiminde Uygulanabilirliği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 359-366
- Şimşek, E. (2019). *Fen bilgisi öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik öz-yeterlik inançları, tutumları ve görüşlerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Tantu, Ö. (2017). *Hizmet içi öğretmenlerle STEM eğitimi için mobil uygulamaların değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Taşdere, A., ve Özsevgeç, T. (2012). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisi bağlamında strateji-yöntem-teknik ve ölçme-değerlendirme bilgilerinin incelenmesi. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde*.
- Tazebay A., Çelenk S., Tertemiz N., Kalaycı N. (2000). İlköğretim programları ve gelişmeler. *Nobel Yayın Dağıtım: Ankara*
- Tezcan, G. (2018). *Ortaokul fen bilimleri ders kitaplarında yer alan etkinliklerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik yaklaşımına uygunluğunun incelenmesi ve öğretmen görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Tezel, Ö., & Yaman, H. (2017). A review of studies on stem education in Turkey. *Journal of Research in Education and Teaching*, 6(1), 135-144.
- Topçu, A., ve Durak, HY (2019). PISA Sonuçlarına Göre Öğretmen Stem Eğitimlerinin Değerlendirilmesi. *Bildiri Kitabı*, 75.
- Turan, S. (2019). *Fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarına yönelik öğretmen görüşleri ve rehber materyal geliştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Rize.
- Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği TÜSİAD (2012) Çalışma Raporu.
- Türk, N. (2019). *Eğitim fakültelerinin lisans programlarına yönelik fen teknoloji mühendislik ve matematik (STEM) öğretim programının tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi*. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Thibaut, L., Knipprath, H., Dehaene, W., & Depaepe, F. (2018). The influence of teachers' attitudes and school context on instructional practices in integrated STEM education. *Teaching and teacher education*, 71, 190-205.
- Thomas, T. A. (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades*. Doctoral dissertation.

- Thomasian, J. (2011). Building a science, technology, engineering, and math education agenda: an update of state actions. *NGA Center for Best Practices*.
- Uğur, S.a.r.ı.,& Yazıcı, Y. Y. (2019) Fen bilgisi öğretmenlerinin fen ve mühendislik uygulamaları hakkında görüşleri. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 5(2), 157-167.
- Uysal, E. (2009). *İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlık düzeyi*. Yüksek Lisans Tezi. Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Uysal, E., & Yenilmez, K. (2011). Sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlığı düzeyi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(2), 1-15.
- Ünal, M. ve Akman, B. (2006). Okul öncesi öğretmenlerinin fen eğitimine karşı gösterdikleri tutumlar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(30), 251-257.
- Vasquez, J.A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). Lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering and mathematics. *Portsmouth: NH, Heinemann*.
- Veenstra, C. P., Padró, F. F., & Furst-Bowe, J. A. (Eds.). (2012). Advancing the STEM agenda: *Quality improvement supports STEM*. Quality Press.
- Villegas-Reimers, E. (2003). Öğretmen Mesleki Gelişimi: Literatürün Uluslararası Bir İncelemesi. *Paris Uluslararası Eğitim Planlaması Enstitüsü*
- Wagner, T. (2008). Rigor redefined. *Educational Leadership*, 66(2), 20-24.
- Wang, H. H. (2012). A new era of science education: Science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration. *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
- Ware, H. ve Kitsantas, A. (2007). Mesleki bağlılığın yordayıcısı olarak öğretmen ve kolektif yeterlik inançları. *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 100 (5), 303-310.
- Wendell, K. B. (2008). The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children. *Unpublished Qualifying Paper, Tufts University*.

- Wieman, C. (2012). Applying new research to improve science education. *Issues in Science ve Technology*, 29(1), 25-32.
- Woo, P. S., Ashari, Z. M., Ismail, Z. B., & Jumaat, N. F. (2018, December). Relationship between Teachers' Self-Efficacy and Instructional Strategies Applied among Secondary School Teachers in Implementing STEM Education. In *2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 454-461).
- Yaman, O. (2015). Yüzyıl Öğrenci ve Öğretmen Özellikleri.
- Yang, K. L., Wu, H. K., Yeh, Y. F., Lin, K. Y., Wu, J. Y., & Hsu, Y. S. (2021). Implementers, designers, and disseminators of integrated STEM activities: self-efficacy and commitment. *Research in Science & Technological Education*, 1-19.
- Yıldırım, A., & Simsek, H. (1999). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (11 baskı: 1999-2018).
- Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2017). STEM Uygulamaları Ve Tam Öğrenmenin Etkileri Üzerine Deneysel Bir Çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama* , 13 (2), 183-210.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM eğitimi ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisinin laboratuvarındaki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri* , 2 (2), 0-2.
- Yıldırım, P. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) entegrasyonuna ilişkin nitel bir çalışma. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 31-55.
- Yıldırım, B. (2018). STEM uygulamalarına yönelik öğretmen görüşlerinin incelenmesi. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 42-53.
- Yıldız, M. (2021). Sınıf öğretmenlerinin fen bilimleri dersinde STEM uygulamalarını kullanımına yönelik görüşleri. *Uluslararası Liderlik Eğitimi Dergisi*, 2(2), 11-27.
- 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*

- Yolcu O. (2014). *Cumhuriyetten (1923) Günümüze (2013) İlköğretim Birinci Kademe Hayat Bilgisi ve Fen Ve Teknoloji Öğretim Programlarının “Çevre Eğitimi” Açısından İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Zan, N.; Efe, A. ve Zan, B.U. (2016). 1927 İlk mekteplerin müfredatı “eşya” dersi programı. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 20.
- Zengin, N. (2021). *Stem eğitime yönelik yapılan lisansüstü çalışmaların ölçme değerlendirme süreçlerinin ve fen bilimleri öğretmenlerinin stem eğitiminde ölçme değerlendirme ile ilgili görüşlerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: *STEM literacy for learning*. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12–19

## EKLER

### Ek 1. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversite'si Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Fen ve Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans öğrencisiyim. Araştırma konusu fen bilgisi öğretmenlerinin STEM yaklaşımına ve fen eğitime teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini entegre etme düzeylerine ilişkin görüşleri olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilecek bilgiler sadece araştırma amaçlı kullanılacaktır. Çalışma gönüllülük esasına dayanacaktır. Çalışmada yöneltilecek sorular aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir. Şimdiden çalışmama katıldığınız için teşekkür ederim.

1. STEM (FeTeMM) eğitimi sizce ne anlama gelmektedir?
2. STEM yaklaşımına yönelik aldığınız eğitimler nelerdir?
3. STEM yaklaşımının fen derslerinde kullanılması konusundaki düşünceleriniz nelerdir?
4. Fen bilimleri öğretimine teknolojinin entegre edilmesi ile ilgili ne düşünüyorsunuz?
5. Fen bilimleri öğretimine mühendisliğin entegre edilmesi ile ilgili ne düşünüyorsunuz?
6. Fen bilimleri öğretimine matematiğin entegre edilmesi ile ilgili ne düşünüyorsunuz?
7. Derslerinize STEM disiplinlerini entegre etme konusunda yeterliğiniz nasıldır? Neden?
8. STEM uygulamaları sırasında teknoloji disiplininin kullanımı açısından karşılaştığınız veya karşılaşılabileceğiniz sorunlar nelerdir?
9. STEM uygulamaları sırasında mühendislik disiplininin kullanımı açısından karşılaştığınız veya karşılaşılabileceğiniz sorunlar nelerdir?
10. STEM uygulamaları sırasında matematik disiplininin kullanımı açısından karşılaştığınız veya karşılaşılabileceğiniz sorunlar nelerdir?

## Ek 2. Etik Kurul Onay Belgesi

T.C.  
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI  
ETİK KURULU KARARLARI

KARAR TARİHİ	OTURUM NO	KARAR SAYISI
12.01.2023	01	01-34

Üniversitemiz Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu Başkanı Prof. Dr. Ercan YÜRÜDÜR Başkanlığında toplandı.

**KARAR 01.24-** Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğünün 23.12.2022 tarih ve 242687 sayılı yazısı görüşüldü.

Aşağıda bilgileri yer alan araştırmacıların yapmak istediği uygulamaların ve kullanacağı veri toplama araçlarının etik açıdan uygunluğuna oy birliği ile karar verildi.

ÇALIŞMANIN TÜRÜ	Yüksek Lisans Tezi
BAŞLIK	Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Fen Eğitimine Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Disiplinlerini Entegre Etme Düzeyleri ve Özyeterlikleri
TEZ YÜRÜTÜCÜSÜ/ YAZARI	Yasemin ÜNALDI (Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı)
RAPORTÖR GÖRÜŞÜ	OLUMLU

Prof. Dr. Ercan YÜRÜDÜR  
Etik Kurul Başkanı  
(İmza)

Doç. Dr. Mehmet KARGÜN  
Başkan Yardımcısı  
(İmza)

Prof. Dr. Mehmet Serkan UMUZDAŞ  
Üye  
(İmza)

Doç. Dr. Emine ÖĞÜK  
Üye  
(İmza)

Doç. Dr. Yücel EROL  
Üye  
(İmza)

Doç. Dr. Fatih YAZICI  
Üye  
(İmza)

Dr. Öğr. Üyesi Şevki BABACAN  
Üye  
(İmza)

### Ek 3. Araştırma İzin Belgesi

Tarih ve Sayı: 28.02.2023-269903

T.C.  
ERZURUM VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-36648235-605.01-71135764  
Konu : Anket Çalışması(Yasemin ÜNALDI)

27.02.2023

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE

İlgi: 13.012023 tarihli ve E.251522 sayılı yazımız.

İlgi yazımız ile; Üniversiteniz araştırmacılarından Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı 219037001 nolu Yüksek Lisans öğrencisi Yasemin ÜNALDI tarafından Doç. Dr. Hanife Gamze HASTÜRK'ün danışmanlığında yapılması planlanan; "*Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Fen Eğitimine Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Disiplinlerini Entegre Etme Düzeyleri ve Özyeterlikleri*" adlı çalışmasının kabulüne ilişkin 25.02.2023 tarihli ve E.71051470 sayılı Valilik Onayı yazımız ekinde gönderilmiştir.

Bilgilerinize arz ederim.

Salih KAYGUSUZ  
İl Millî Eğitim Müdürü

Ek: Valilik Onayı ve Ekleri (1 Adet Dosya)

Bilgi: 4 İlçe Kaymakamlığına  
(İlçe Millî Eğitim Müdürlüğü)

**Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.**

Adres : Yönetim Cad. Valilik Binası Kat:4 Yakutiye ERZURUM

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-obys>

Bilgi için: H.TEMEL

İl Millî Eğitim Müdürlüğüne Kontrol İşletmesi

[Redacted Signature and Stamp Area]