

## BÖLÜM 5

# ÖĞRETMENLERİN BAKIŞ AÇISINDAN STEM EĞİTİMİ: BİR DURUM ÇALIŞMASI

Muhammed Dođukan BALÇIN<sup>1</sup>  
Ayşegül ERGÜN<sup>2</sup>

### GİRİŞ

Dijital dönüşümle birlikte, eğitim politikalarında yaşanan değişim sonucunda ortaya çıkan STEM eğitimi, gelecek nesiller için nitelikli istihdam sağlamayı amaçlamaktadır (National Research Council [NRC], 2011). STEM (Science-Technology-Engineering-Mathematics) eğitimi, adını aldığı disiplinlerin birbirleri ile entegrasyonu sayesinde öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri ve mühendislik tasarım becerilerinin gelişimine katkı sağlayan bir yaklaşımdır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2016). STEM eğitiminin, iletişim, iş birliği, yaratıcılık gibi becerilere sahip bireyler yetiştirmede etkili olduğu belirtilmektedir (Çorlu, 2017). Ülkelerin bilimsel ve ekonomik alanlardaki gelişimleri, STEM eğitiminin desteklenmesi zorunluluğunu doğurmuştur (Bahar, Yener, Yılmaz, Emen ve Güner, 2018). Öğretim programlarında, STEM eğitime yer verilmesinin, öğrencilerin günlük hayat problemleri ile farklı disiplinler arasında bağlantı kurmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Yıldırım ve Altun, 2015).

STEM eğitiminin güncel program ile ilişkilendirmesi sürecinde öğretmenlere büyük görevler düşmektedir. Öğretmenlerin STEM'i derslerine entegre etme sürecinde, sadece uzman oldukları disiplinde öğretmenlik bilgisine sahip olmaları yeterli değildir (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Günümüz öğretmenlerinin, STEM entegrasyonu için yeterli donanıma sahip olmadıkları belirtilmektedir (Hudson, English, Dawes, King ve Baker, 2015). STEM eğitimi gerçekleştirecek bir öğretmenin, STEM eğitime ilişkin alan, pedagoji, bağlam bilgisiyle birlikte 21. yüzyıl becerileriyle ilgili bilgilere hâkim olması ve bunları dersine entegre ederek kullanabilmesi gerekmektedir (Hudson ve diğerleri, 2015). Ancak ülkemizde öğretmenlerin STEM eğitimi ile yetişmesini sağlayacak özel bir program bulunmamaktadır (Eroğlu ve Bektaş, 2016). STEM öğretmenlerinin özelliklerinin ve onların yetiştirilmesi sürecinde izlenecek yolların belirlenmesi için araştırmalara

<sup>1</sup> Doktora Öğrencisi, Marmara Üniversitesi, dogukanbalcin@gmail.com

<sup>2</sup> Doç. Dr., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, ergunaysegul@gmail.com

ihtiyaç olduğu (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014), STEM'in derslere entegrasyon sürecinde öğretmenlerin STEM hakkındaki düşüncelerinin belirlenmesi gerektiği (Wang, 2012) belirtilmektedir.

Araştırmalarda, öğretmenlerin kendi alanlarını diğer STEM alanları ile ilişkilendiremedikleri ve zorluklarla karşılaştıkları belirlenmiştir (Al Salami, Makela ve Miranda, 2017; Han, Yalvaç, Capraro ve Capraro, 2015; Nadelson ve diğerleri, 2013; Pinnell ve diğerleri, 2013; Raju ve Clayson, 2010; Shahali ve diğerleri, 2015; Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011). Bu zorluklar, okulun fiziksel yapısından kaynaklanan kısıtlamalar, eğitim materyallerinin yetersizliği ve öğretmenlerin STEM yaklaşımı hakkında yetersiz bilgiye sahip olmaları olarak belirtilmiştir. Farklı branşlardaki öğretmenlerle gerçekleştirilen bir araştırmada, öğretmenlerin STEM entegrasyonuna ilişkin farklı algılara sahip oldukları sonucuna varılmıştır (Wang ve diğerleri, 2011). Bununla birlikte öğretmenlerin, fen ve mühendislik uygulamaları konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları, mühendislik ve tasarım becerilerini kazandırma noktasında kendilerini yetersiz buldukları (Sarı ve Yazıcı, 2015; Stolhmann ve diğerleri, 2012), mühendislik uygulamalarını planlama ve gerçekleştirmede sorun yaşadıkları (Dare, Ellis ve Roehrig, 2018; Margot ve Kettler, 2019; Stolhmann ve diğerleri, 2012) gibi sonuçlara da ulaşılmıştır.

Öğretmenlerin STEM eğitimine yönelik algı ve görüşlerine yönelik yapılan araştırmalarda, katılımcıların çoğunlukla ortaokul fen bilimleri öğretmenleri (Açıkgül Fırat, 2020; Asiroglu ve Akran, 2018; Bakırcı ve Kutlu, 2018; Baran, Baran, Aslan Efe ve Maskan, 2020; Biçer, Uzoğlu ve Bozdoğan, 2019; Çevik, Danıştay ve Yağcı, 2017; Doğan ve Saraçoğlu, 2019; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Özbilen, 2018; Özcan ve Koştur, 2018; Sarı ve Yazıcı, 2015; Timur ve İnançlı, 2018; Yıldırım, 2018) olduğu görülmüştür. Ayrıca araştırmalarda matematik öğretmenleri (Asiroglu ve Akran, 2018; Çevik, Danıştay ve Yağcı, 2017; Özbilen, 2018; Yıldırım, 2018), teknoloji tasarım öğretmenleri (Özbilen, 2018), bilişim öğretmenleri (Çevik, Danıştay ve Yağcı, 2017), sınıf öğretmenleri (Asiroglu ve Akran, 2018; Can ve Uluçınar Sağır, 2018; Çınar ve Kereci, 2020; Köse ve Ataş, 2020; Özdemir ve Cappellaro, 2020) ve lise fen alanları öğretmenleri (Baran, Baran, Aslan Efe ve Maskan, 2020) de yer almaktadır.

Öğretmenlerin STEM eğitimi hakkındaki görüşlerinin belirlenmesinin, STEM eğitimindeki eksikliklerin belirlenebilmesi, STEM eğitiminin uygulanabilmesi ve STEM öğretmenlerinin yetiştirilmesi bağlamında yol gösterici olabileceği düşünülmektedir. Alanyazında, araştırmaların çoğunlukla ortaokul fen bilimleri öğretmenleri ile gerçekleştirildiği görüldüğünden, bu araştırmada ortaokul fen bilimleri öğretmenlerinin yanı sıra fizik, kimya ve biyoloji gibi ortaöğretim fen bilimleri öğretmenleri ile matematik ve teknoloji tasarım öğretmenlerinden oluşan katılımcıların, STEM eğitimine ilişkin görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## YÖNTEM

### Araştırmanın Deseni

Araştırma, nitel araştırma desenlerinden durum çalışmasına göre tasarlanmıştır. Durum çalışmalarında, araştırmanın konusu olan olayların veya olguların bütüncül bir şekilde yorumlanması hedeflenir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Durum çalışmalarında veriler, gözlemler, görüşmeler, belgeler, arşiv kayıtları ve dokümanlar aracılığıyla toplanabilir (Yin, 2017). Bu çalışmada ele alınan durum, farklı branşlardaki öğretmenlerin STEM eğitimine ilişkin görüşleridir.

### Araştırmanın Katılımcıları

Araştırmanın katılımcılarını, 2017-2018 eğitim-öğretim yılında Türkiye'nin farklı illerinde görev yapan 170 öğretmen oluşturmaktadır. Araştırmanın katılımcılarının belirlenmesinde seçkisiz olmayan örnekleme yaklaşımlarından biri olan amaçsal örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Bu yöntemle göre, belirlenen ölçütü karşılayan gözlem birimleri nesne, olay, kişi ya da durum şeklinde olabilmektedir (Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2016). Bu çalışmada gözlem birimi öğretmenler olup STEM alanına yakın olan branştaki öğretmenlikler ölçüt olarak belirlenmiştir. Katılımcıların %56.47'si (f=96) kadın, %43.53'ü (f=74) erkek olup; %8.24'ü (f=14) 22-27 yaş aralığında, %36.47'si (f=62) 28-33 yaş aralığında, %34.71'i (f=59) 34-39 yaş aralığında, %14.12'si (f=24) 40-45 yaş aralığında ve %6.47'si (f=11) 46 ve üzeri yaş aralığındadır. Katılımcıların %72.35'i (f=123) lisans mezunu, %27.65'i (f=47) ise lisansüstü mezunu olup; %64.12'si (f=109) ortaokul fen bilimleri, %18.24'ü (f=31) ortaöğretim fen bilimleri öğretmeni (fizik, kimya, biyoloji), %9.41'i (f=16) matematik öğretmeni ve %8.24'ü (f=14) teknoloji ve tasarım öğretmenidir.

### Veri Toplama Aracı, Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırmada veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen, 13 açık uçlu sorudan oluşan bir anket formu kullanılmıştır. Anket sorularının hazırlanmasında alanyazında yer alan araştırmalardan (Tantu, 2017; Özbilen, 2018; Yıldırım, 2018) yararlanılmıştır. Hazırlanan soruların geçerliği, güvenilirliği ve araştırmanın amacına uygunluğu konularında fen bilimleri eğitimi alanında uzman iki akademisyenin görüşlerinden yararlanılmıştır.

### Veri Analizi

Anket formundaki sorulardan elde edilen verilerin analizinde betimsel istatistik ve içerik analizinden yararlanılmıştır. Araştırmada elde edilen verilerin yüzde, frekans gibi temel sayısal özelliklerinin belirlenmesinde betimleyici istatistikten

yararlanılmıştır. Yıldırım ve Şimşek'e (2016) göre içerik analizi, birbirine benzer verilerin kavramlar ve temalar altında birleştirilerek okuyucunun anlayabileceği hale getirilerek yorumlanmasıdır. Bu araştırmada online ortamda toplanılan veriler kullanılarak kodlar ve temalar oluşturulmuştur, ayrıca kodlara ait sıklık frekansları, bu sıklıklara ve temalara ait yüzdeler ifade edilmiştir. Tablolarda katılımcılar, Ö1, Ö2, Ö3, ..., Ö170 şeklinde simgelenmiştir. Son olarak bulgular tanımlanmış, yorumlar yapılmış ve her bir tablonun devamında kod ve temayla ilişkili olan öğretmen ifadelerinden alıntılar yapılmıştır. Verilerin güvenilirliği  $[\text{Görüş birliği} / (\text{Görüş birliği} + \text{Görüş ayrılığı})] \times 100$  formülünden yararlanılarak hesaplanmış (Miles ve Huberman, 1994) ve kodlamalardaki uyum yüzdesi %86 şeklinde belirlenmiştir. Kodlayıcılar arası uyum yüzdesi, %70 ve üzerinde olduğunda güvenirliliğin yeterli olduğu kabul edilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu bağlamda araştırmanın kodlama güvenirliliğinin yeterli olduğu söylenebilir.

## **BULGULAR**

Elde edilen bulgulara göre, öğretmenlerin %26.47'sinin (N=45) STEM eğitimi aldığı, %73.53'ünün (N=125) ise STEM eğitimi almadığı belirlenmiştir. STEM eğitimi alan öğretmenlere "STEM eğitimi ile ilgili hangi eğitim/eğitimleri aldınız? Nerede? Süresi ne kadar? İçeriği nedir? Hangi kurumdan bu eğitimi aldınız?" soruları yöneltilmiştir. STEM eğitimi alan 45 öğretmenden 37'si hangi eğitim/eğitimleri aldığına cevap vermiştir ve bulgular, %35.14 (f=13) seminer, %32.43 (f=12) hizmet içi eğitim, %10.81 (f=4) yüksek lisans eğitimi, %8.11 (f=3) uzaktan eğitim, %5.41 (f=2) proje, %5.41 (f=2) lisans eğitimi, %2.70 (f=1) kurs şeklindedir. Öğretmenlerin aldıkları STEM eğitiminin süresine ilişkin bulgular Tablo 1'de sunulmuştur.

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
<b>Süre</b>	4 saat	1	3.70
	8 saat	1	3.70
	30 saat	1	3.70
	40 saat	1	3.70
	60 saat	1	3.70
	4 gün	2	7.41
	2 gün	3	11.11
	3 gün	3	11.11
	4 gün	1	3.70
	5 gün	5	18.51
	8 gün	1	3.70
	1 hafta	1	3.70
	10 hafta	2	7.41
	1 dönem	1	3.70
	2 dönem	1	3.70
	1 yıl	2	7.41
<b>Toplam</b>		<b>27*</b>	<b>100.0</b>

\*Soruya yanıt veren öğretmenlerin frekansdır.

Tablo 1'e göre, STEM eğitimi alan 45 öğretmenden 27'si bu soruya cevap vermiş; eğitim sürelerinin genellikle kısa olduğu belirlenmiştir. Öğretmenlerin aldıkları STEM eğitiminin içeriğine ilişkin bulgular Tablo 2'de sunulmuştur.

<b>Tablo 2. Öğretmenlerin Aldıkları STEM Eğitiminin İçeriği</b>			
<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
İçerik	STEM başlangıç	8	18.60
	STEM uygulaması	4	9.30
	STEM bütünleşik öğretmen programı	4	9.30
	Robotik kodlama	3	6.98
	STEM dersi	3	6.98
	STEM ders planı hazırlama	2	4.65
	STEM ileri	2	4.65
	Farkındalık eğitimi	2	4.65
	21. yy becerileri	2	4.65
	Cinsiyet eşitsizliği	2	4.65
	Eğitici eğitimi	2	4.65
	Akıllı tahta eğitim	1	2.33
	Ardunio	1	2.33
	Fisher	1	2.33
	Mühendislik eğitimi	1	2.33
	Matematiksel modelleme ile teknoloji eğitimi	1	2.33
	Mühendislik tasarım süreçleri	1	2.33
	Ürün tasarımı	1	2.33
	Algoritma geliştirme	1	2.33
	STEM'in yaşantımıza katkısı	1	2.33
<b>Toplam</b>		<b>43*</b>	<b>100.0</b>

\*Soruya yanıt veren öğretmenlerin frekansdır.

Tablo 2'ye göre, öğretmenlerin %18.60'ı (f=8) STEM başlangıç, %9.30'u (f=4) STEM uygulaması, %9.30'u (f=4) STEM bütünleşik öğretmen programı, %6.98'i (f=3) robotik kodlama, %6.98'i (f=3) STEM dersi içerikli eğitimler almıştır. Öğretmenlerin STEM eğitimi aldıkları kurumlara ilişkin bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Öğretmenlerin STEM Eğitimini Aldıkları Kurumlar

Tema	Kod	Sıklık frekansı (fs)	Sıklığa bağlı yüzde (%s)
Kurum	MEB	15	31.25
	Üniversite (proje olarak)	9	18.75
	Üniversite (ders olarak)	4	8.33
	Kalkınma ajansı	3	6.25
	TÜBİTAK	3	6.25
	Europeanschool net Academy Opening Minds to STEM Career Mooc	3	6.25
	İnovasyon merkezi	3	6.25
	BİLSEM	2	4.17
	Çalıştay	2	4.17
	Scientix	1	2.08
	STEM merkezi	1	2.08
	Kurs merkezi	1	2.08
	Kolej	1	2.08
<b>Toplam</b>		<b>48*</b>	<b>100.0</b>

\*Soruya yanıt veren öğretmenlerin sıklık frekansdır.

Tablo 3'te öğretmenlerin %31.25 sıklıkla (f=15) MEB, %18.75 sıklıkla (f=9) üniversite (proje olarak), %8.33 sıklıkla (f=4) üniversite (ders olarak), %6.25 sıklıkla (f=3) kalkınma ajansı, %6.25 sıklıkla (f=3) TÜBİTAK gibi kurumlardan STEM eğitimi aldıkları görülmektedir.

Öğretmenlerin “Üniversitede aldığınız eğitim, STEM eğitimi için yeterli mi?” sorusuna verdikleri yanıtlara göre, öğretmenlerin %75.3'ünün (f=128) üniversitede aldıkları eğitimi, STEM eğitimi için yetersiz gördüğü, %4.7'sinin (f=8) yeterli gördüğü, %20.0'sinin (f=34) ise kısmen yeterli gördüğü sonucuna ulaşılmıştır.

Öğretmenlerin “STEM alan bilginizin yeterli olduğunu düşünüyor musunuz?” sorusuna verdikleri yanıtlara göre, öğretmenlerin %50.6’sının (f=86) STEM alan bilgilerini yetersiz gördüğü, %11.2’sinin (f=19) yeterli gördüğü, %38.2’sinin (f=65) kısmen yeterli gördüğü sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmenlerin “Hangi STEM alanında eksik olduğunuzu düşünüyorsunuz?” sorusuna ilişkin yanıtlarından ulaşılan bulgular ise öğretmenlerin %55.3’ünün (f=94) mühendislik alanında, %24.1’inin (f=41) teknoloji alanında, %14.1’inin (f=24) fen alanında, %6.5’inin (f=11) matematik alanında kendilerini yetersiz gördüklerini ortaya koymuştur. Öğretmenlerin “Sizce bir STEM öğretmeni nasıl olmalıdır?” sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular Tablo 4’te sunulmuştur.

**Tablo 4. Öğretmenlerin STEM Öğretmeni Hakkındaki Düşünceleri**

Tema	Kod	fs	%s	Temaya ait yüzde (%t)
STEM alan bilgisi	Donanımlı	18	8.57	30.95
	Alanında uzman	14	6.67	
	STEM disiplinleri hakkında bilgi sahibi olma	10	4.76	
	Disiplinlerarası bilgiye sahip	8	3.81	
	Teknolojik bilgiye sahip	6	2.86	
	Yaratıcı programlama eğitimi alma	2	0.95	
	Lisansüstü eğitime sahip olma	2	0.95	
	Kodlama bilen	1	0.48	
	Bilgisayar bilgisine sahip olma	1	0.48	
	Üst düzey eğitim sahibi olma	1	0.48	
	Robotik eğitimine sahip olma	1	0.48	
	Tecrübeli	1	0.48	



Güncel Eğitim Bilimleri Araştırmaları V

STEM pedagojik alan bilgisi	Öğrenciye rehber	9	4.29	13.81
	Disiplinlerarası çalışabilen	6	2.86	
	Öğrenciyi yeniliği öğrenmeye teşvik etme	5	2.38	
	Problem çözmeye yönlendiren	2	0.95	
	Ekipman sağlayabilen	1	0.48	
	Öğrenciyi STEM disiplinlerini bütünleştirmesine yardımcı olma	1	0.48	
	Öğrencilerle uygulamalı çalışan soyut düşünebilen	1	0.48	
	Basit malzemeler ile teknolojik ürün ortaya koyan	1	0.48	
	Tasarım odaklı	1	0.48	
	Beceri odaklı	1	0.48	
	Öğrenci merkezli eğitimi destekleyici	1	0.48	
	21. Yüzyıl becerisi	Yenilikçi düşünebilen	42	
Yaratıcı düşünebilen		17	8.09	
Kendini geliştiren		12	5.71	
Araştırmacı		7	3.33	
Teknolojiyi takip eden		6	2.86	
Öğrenmeye açık		5	2.38	
Yeni buluşları takip eden		5	2.38	
Üretken		4	1.90	
Girişimci		2	0.95	
Problem çözme becerisi		2	0.95	
Uygulayan		2	0.95	
İmkânı olan koşullarda çalışan		1	0.48	
Güncel yayınları takip eden		1	0.48	
İnceleyen		1	0.48	
Zaman yönetimine sahip		1	0.48	
21. yy becerilerine sahip		1	0.48	
Dil becerisine sahip		1	0.48	
Duyuşsal özellik		Eğlenceli	2	0.95
	Cesaretli	1	0.48	
	İlgili	1	0.48	
	Sabırlı	1	0.48	
	İlgi uyandırabilen	1	0.48	
<b>Toplam</b>		<b>210*</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

\*Soruya yanıt veren öğretmenlerin sıklık frekansdır.

Tablo 4'teki bulgulara göre, katılımcılar %52.38 sıklıkla 21. yüzyıl becerilerinin, %30.95 sıklıkla STEM alan bilgisinin, %13.81 sıklıkla STEM pedagojik alan bilgisinin ve %2.86 sıklıkla duyuşsal özelliklerin bir STEM öğretmeninde olması gerektiğini düşünmektedir. Katılımcılar, bir STEM öğretmenin donanımlı, alanında uzman, STEM disiplinleri hakkında bilgi sahibi, disiplinlerarası bilgiye sahip olması gerektiğini ifade etmiştir. Örneğin, donanımlı, disiplinlerarası bilgiye sahip kodlarına ilişkin Ö18 kodlu öğretmenin görüşü: *“Kendi alanında tam donanımlı diğer alanlarda temel yeterliliğe sahip en önemlisi kendi alanıyla diğer alanları harmanlayabilen kişiler olmalıdır.”* Alanında uzman koduna ilişkin Ö14 kodlu öğretmenin görüşü: *“Alanında uzmanlık yapmış olmalıdır.”* şeklindedir. Katılımcılar, bir STEM öğretmenin, öğrenciye rehber olma, disiplinlerarası çalışabilme, öğrenciyi yeniliği öğrenmeye teşvik etme, problem çözmeye yönlendirebilme gibi özelliklerinin olması gerektiğini ifade etmiştir. Örneğin, rehber olma, disiplinlerarası çalışabilme kodlarına ilişkin Ö22 kodlu öğretmenin görüşü: *“STEM öğretmeni, öğrencilere süreç içerisinde rehberlik ederek çeşitli uygulamalar sırasında öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik etkileşimini gerçekleştirmesine katkı sağlamalıdır.”* şeklindedir. Katılımcılar, bir STEM öğretmenin yenilikçi ve yaratıcı düşünebilme, kendini geliştirebilme, araştırmacı, teknolojiyi takip edebilme, öğrenmeye açık gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip olması gerektiğini belirtmiştir. Örneğin, yenilikçi düşünebilen, kendini geliştiren kodlarına ilişkin Ö49 kodlu öğretmenin görüşü: *“Öncelikle yeniliklere açık olmalı, öğrenmeye istekli olmalı, karşılaşacağı problemlerin bilincinde ve onları aşabilmek için çalışkan olmalı. Tüm bunların yanında dünyadaki gelişmelerin farkında olup bir an önce kendini revize edip öğrencilerini yönlendirebilmeli.”*Yenilikçi düşünebilen, araştırmacı kodlarına ilişkin Ö56 kodlu öğretmenin görüşü: *“Yeniliklere açık, araştıran, gündemi takip eden...”* şeklindedir. Öğretmenlerin “Sizce bir STEM sınıfı nasıl olmalıdır?” sorusuna ilişkin yanıtlarından elde edilen bulgular Tablo 5'te sunulmuştur.

<b>Tablo 5. STEM Sınıfının Nasıl Olması Gerektiğine İlişkin Görüşler</b>				
<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>fs</b>	<b>%s</b>	<b>%t</b>
Fiziksel Altyapı ve Donanım	Ekipman olmalı	27	18.00	73.33
	Donanımlı	23	15.33	
	Teknolojik	20	13.33	
	Kalabalık olmamalı	14	9.33	
	Laboratuvar ortamı	9	6.00	
	Atölye olmalı	4	2.67	
	Rahat çalışabilmeli	3	2.00	
	Kütüphane içermeli	2	1.33	
	Akıllı tahta içermeli	2	1.33	
	Hazır düzenek içermemeli	2	1.33	
	Lego	1	0.67	
	Bilgisayar	1	0.67	
	Güçlü internet ağına sahip	1	0.67	
	İnformal öğrenme ortamı içermeli	1	0.67	
Öğrenci niteliği	Meraklı öğrenci içermeli	8	5.33	10.67
	Araştıran öğrenci içermeli	4	2.67	
	Yaratıcı öğrenci içermeli	3	2.00	
	Yetenekli öğrenci içermeli	1	0.67	
Öğrenci, öğretmen, fiziksel altyapı ve donanım	Öğrenciler aktif olabilmeli	8	5.33	16.00
	Grup çalışmalarına uygun	7	4.67	
	Öğrenciler bilimsel çalışma yapabilmeli	4	2.67	
	Yapılandırmacı	2	1.33	
	Çoklu zeka kuramına uygun	1	0.67	
	Eğlenceli	1	0.67	
Çeşitli becerileri geliştirebilecek	1	0.67		
<b>Toplam</b>		<b>150*</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

\*Soruya yanıt veren öğretmenlerin sıklık frekansdır.

Tablo 5'e göre , STEM sınıfının özellikleri, ekipman olması, donanımlı, teknolojik olması, kalabalık olmaması, laboratuvar ve atölye olması olarak belirtilmiştir. Örneğin, ekipman olması koduna ilişkin Ö89 kodlu öğretmenin görüşü: “STEM yapabilecek öğrencilerin yaparak yaşayarak ve görerek öğrenmesine katkı sağlayacak her türlü ekipmanı barındırmalıdır.” Donanımlı, teknolojik olması, kalabalık olmaması, laboratuvar olmalı kodlarına ilişkin Ö113 kodlu öğretmenin görüşü: “En fazla 15 kişilik, teknolojik donanımlı, fen ve bilgisayar laboratuvarının iç içe veya ortak kullanım alanı olarak tasarlanması.” şeklindedir. Ayrıca, STEM sınıfının, öğrencilerin aktif olabilmesi, grup çalışmalarına uygun olması, öğrencilerin bilimsel çalışma yapabileceği ve yapılandırmacı bir ortam olması gerektiği belirtilmiştir. Örneğin, grup çalışmalarına uygun, çeşitli becerileri geliştirebilecek kodlarına ilişkin Ö59 kodlu öğretmenin görüşü: “Öğrencilerin ürün tasarımlarına imkan sağlayacak malzemelerin olduğu, ferah, geniş, takım çalışmasına uygun sıraların ve masaların olduğu bir sınıf.” şeklindedir.

“Derslerinizde STEM uygulaması yapıyor musunuz?” sorusuna ilişkin yanıtlara göre, öğretmenlerin %43.53'ünün (f=74) uygulama yaptığı, %56.47'sinin uygulama yapmadığı belirlenmiştir. Derslerinde STEM uygulaması yapan öğretmenlere yöneltilen “Derslerinizde STEM uygulamalarını ne sıklıkla yapıyorsunuz” sorusundan elde edilen bulgular Tablo 6'da sunulmuştur.

**Tablo 6. STEM Uygulamalarının Yapılma Sıklıkları**

Tema	Kod	fs	%s
STEM uygulama sıklığı	Her konuda 1 uygulama	11	13.25
	Her konuda 2 ya da daha fazla uygulama	4	4.82
	Her ünite 1 uygulama	21	25.3
	Her ünite 2 ya da daha fazla uygulama	9	10.84
	Her dönem 1 uygulama	20	24.1
	Her dönem 2-4 uygulama	12	14.46
	Her dönem 5 ya da daha fazla uygulama	6	7.23
	<b>Toplam</b>	<b>83</b>	<b>100.0</b>

Tablo 6 incelendiğinde öğretmenlerin %25.3'ü (f=20) her ünite 1, %24.1'i (f=20) her dönem 1, %14.46'sı (f=12) her dönem 2-4, %13.25'i (f=11) her konuda 1 STEM uygulamasını derslerinde yaptıklarını belirtmiştir. Öğretmenlerin her konuda 2 ya da daha fazla STEM uygulamasını (%4.82, f=4) daha az yaptıkları görülmektedir. Öğretmenlerin “STEM uygulamaları sırasında derslerde kullandığınız eğitim yaklaşımı, strateji, yöntem, model, teknik ve uygulamalar nelerdir?” sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular Tablo 7'de sunulmuştur.

**Tablo 7. STEM Uygulamalarında Kullanılan Eğitim Yaklaşımı, Strateji, Yöntem, Model, Teknik ve Uygulamalar**

Tema	Kod	fs	%s	%t
Eğitim yaklaşımı	Yapılandırmacı	7	6.20	7.97
	Bağlam temelli öğrenme	2	1.77	
Strateji	Araştırma-sorgulama	13	11.50	18.54
	Buluş	4	3.54	
	Sunuş	3	2.66	
	Deneme yanılma	1	0.89	
Yöntem	Proje Tabanlı Öğrenme	14	12.39	41.62
	Probleme Dayalı Öğrenme	10	8.85	
	Gösteri	5	4.43	
	Modele dayalı öğrenme	5	4.43	
	İşbirlikli öğrenme	4	3.54	
	Örnek olay	2	1.77	
	Simülasyon	2	1.77	
	Drama	1	0.89	
	Eğitsel Oyun	1	0.89	
	Argümantasyon	1	0.89	
	Soru cevap yöntemi	1	0.89	
	Gezi	1	0.89	
Model	5E öğrenme modeli	9	7.97	7.97
Teknik	Deney ve laboratuvar tekniği	11	9.73	17.70
	Beyin fırtınası	4	3.54	
	İstasyon	3	2.66	
	Alternatif değerlendirme teknikleri	2	1.77	
Uygulama	Bütünleşik STEM uygulamaları	7	6.20	6.20
<b>Toplam</b>		<b>113*</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

\*Soruya yanıt veren öğretmenlerin sıklık frekansdır.

Tablo 7'ye göre öğretmenlerin %12.39 sıklıkla proje tabanlı öğrenme (PTÖ), %8.85 sıklıkla probleme dayalı öğrenme (PDÖ), %4.43 sıklıkla gösteri ve %4.43 sıklıkla modele dayalı öğrenme yöntemlerini; %11.50 sıklıkla araştırma-sorgulama, %3.54 sıklıkla buluş, %2.66 sıklıkla sunuş stratejilerini kullandıkları belirlenmiştir. Öğretmenlerin %9.73 sıklıkla deney ve laboratuvar tekniği, %3.54 sıklıkla beyin fırtınası, %2.66 sıklıkla istasyon gibi teknikleri kullandıkları görülmektedir.

Öğretmenlerin “STEM uygulamaları sırasında yaşadığınız problemler var mı?” sorusuna verdikleri cevaplardan ulaşılan bulgulara göre, öğretmenlerin %67.47’sinin problem yaşadığı, %32.53’ünün ise problem yaşamadığı belirlenmiştir. Derslerinde STEM uygulaması yaparken problem yaşadığını belirten 56 öğretmenin, “Bu problemler nelerdir?” sorusuna verdikleri yanıtlardan elde edilen bulgular Tablo 8’de sunulmuştur.

<b>Tablo 8. STEM Uygulamaları Sırasında Yaşanan Sorunlar</b>				
<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>fs</b>	<b>%s</b>	<b>%t</b>
Öğretmene Bağlı	Müfredatın yetişmemesi	6	6.32	12.63
	Sınıf kontrolünün sağlanamaması	3	3.16	
	Tedbir alınmaması	1	1.05	
	Kılavuza bağlı kalınmaması	1	1.05	
	Planlama eksikliği	1	1.05	
Öğrenciye Bağlı	Öğrencilerin yaratıcı olmaması	8	8.42	26.32
	Öğrencilerin hazırbulunuşluklarının düşük olması	7	7.37	
	Öğrencilerin isteksiz olması	6	6.32	
	Öğrencilerin çekingen olması	2	2.11	
	Öğrencilerin psikomotor becerilerindeki yetersizlik	1	1.05	
Öğrencilerin ezberci olması	1	1.05		
Öğretmen ve Öğrenciye Bağlı	Zaman	13	13.68	23.16
	STEM konusunda yeterli bilgi sahibi olmamak	5	5.26	
	Disiplinlerarası çalışmama	2	2.11	
	Grup çalışmalarındaki isteksizlik	1	1.05	
	Bilimin doğası eksikliği	1	1.05	
Fiziksel Altyapıya Bağlı	Malzeme eksikliği	23	24.21	37.89
	Kalabalık sınıf	7	7.37	
	Atölye eksikliği	5	5.26	
	Fiziki eksiklikler	1	1.05	
<b>Toplam</b>		<b>95*</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

\*Soruya yanıt veren öğretmenlerin sıklık frekansdır.

Tablo 8'e göre, öğretmenlerin malzeme eksikliği (%24.21), kalabalık sınıf (%7.37), atölye eksikliği (%5.26) gibi sorunlar yaşadıkları görülmektedir. Örneğin, malzeme eksikliği, kalabalık sınıf kodlarına ilişkin Ö158 kodlu öğretmenin görüşü: *"Malzeme sorunu ve öğrenci sayısının fazla olması."* Malzeme eksikliği, kalabalık sınıf, fiziki eksiklikler kodlarına ilişkin Ö15 kodlu öğretmenin görüşü: *"Bilgisayar ağıımız yok. Akıllı tahta var ama internet bağlantımız yok. Laboratuvar var ama malzememiz yok. Öğrenci sayısı 40'a yakın. Çok fazla bence. Öğrenciye yeteri kadar ulaşamıyorum."* şeklindedir. Öğretmenler, öğrencilerin yaratıcı olmaması (%8.42), öğrencilerin hazırbulunuşluklarının düşük olması (%7.37), öğrencilerin isteksiz olması (%6.32) problemlerini yaşadıklarını belirtmiştir. Örneğin, öğrencilerin hazırbulunuşluklarının düşük olması, öğrencilerin isteksiz olması kodlarına ilişkin Ö64 kodlu öğretmenin görüşü: *"Öğrenci hazırbulunuşluk düzeyi, zaman, öğrencilerin keşfetmeye yönelik ilgilerinin eksik olması ve sorumluluk almaya yönelik çekinceleri."* Öğrencilerin isteksiz olması, öğrencilerin ezberci olması kodlarına ilişkin Ö70 kodlu öğretmenin görüşü: *"Öğrencilerin ezberci yaklaşımı, üretim yapmada isteksizlikleri."* şeklindedir. Öğretmenler, zaman (%13.68), STEM konusunda yeterli bilgi sahibi olmamak (%5.26), disiplinlerarası çalışma (%2.11) sorunlarını yaşadıklarını belirtmiştir. Örneğin, zaman, STEM konusunda yeterli bilgi sahibi olmamak kodlarına ilişkin: Ö135 kodlu öğretmenin görüşü: *"Yeterli donanımın olmaması, kendimi geliştirme imkanımın olmaması."* Grup çalışmalarındaki isteksizlik koduna ilişkin Ö76 kodlu öğretmenin görüşü: *"Takım çalışmalarına katılma konusunda isteksizlik."* şeklindedir. Öğretmenler, müfredatın yetiştirmemesi (%6.32), sınıf kontrolü (%3.16) problemlerini yaşadıklarını belirtmiştir. Örneğin, müfredatın yetiştirmemesi koduna ilişkin Ö83 kodlu öğretmenin görüşü: *"Ders müfredatında bu uygulama için süre verilmemesi, müfredatın yetiştirilmesini zorlaştırıyor..."* Sınıf kontrolü koduna ilişkin Ö76 kodlu öğretmenin görüşü: *"Özellikle daha önce bu tür çalışmalara katılmamış sınıflarda sınıf yönetimi konusunda ciddi problemler yaşanabilmektedir..."* şeklindedir.

Öğretmenlerin "STEM eğitiminin ne gibi katkıları olduğunu düşünüyorsunuz? Öğretmenler, öğrenciler ve toplum için ayrı ayrı değerlendiriniz." Sorusuna ilişkin yanıtlarından elde edilen bulgular sırasıyla Tablo 9, Tablo 10 ve Tablo 11'de sunulmuştur.

**Tablo 9. Öğretmenlerin STEM Eğitiminin Öğretmene Katkıları Hakkındaki Düşünceleri**

Tema	Kod	fs	%s
Öğretmene katkı	Mesleki becerileri geliştirme	18	32.73
	Yeni fikirleri ortaya koyma imkanı	5	9.09
	Disiplinlerarası çalışma imkanı	4	7.27
	Dersi ilgi çekici hale getirebilme	4	7.27
	Rehber olma	4	7.27
	Katkı yok	4	7.27
	Araştırmaya sevk etme	2	3.64
	Etkili öğrenme	2	3.64
	Materyal temini	2	3.64
	Motive etme	2	3.64
	Materyal üzerinden sorgulama	1	1.82
	Mesleki bilgileri sorgulama imkanı	1	1.82
	Başarı duygusu	1	1.82
	Değerli olma	1	1.82
	Ürün ortaya koyma	1	1.82
	Sınıf yönetimini kolaylaştırma	1	1.82
	Öğrenciyi düşünmeye sevk etme	1	1.82
	Dersi verimli hale getirme	1	1.82
	<b>Toplam</b>		<b>55*</b>

\*Soruya yanıt veren öğretmenlerin sıklık frekansdır.

Tablo 9'a göre öğretmenler, STEM eğitiminin kendilerine mesleki becerileri geliştirme (%32.73), yeni fikirleri ortaya koyma imkanı (%9.09), disiplinlerarası çalışma imkanı (%7.27), dersi ilgi çekici hale getirebilme (%7.27), rehber olma (%7.27) gibi katkılarının olduğunu ifade etmiştir. Örneğin, disiplinlerarası çalışma imkanı koduna ilişkin Ö10 kodlu öğretmenin görüşü: "Öğretmen farklı alanlarda kendini geliştirir..." Disiplinlerarası çalışma imkanı, rehber olma kodlarına ilişkin Ö83 kodlu öğretmenin görüşü: "Öğretmenlerin bir rehber olarak tüm alanları birleştirmeye ve meslekler arasında bağ kurmaya katkısı bulunuyor." şeklindedir.



**Tablo 10. Öğretmenlerin STEM Eğitiminin Öğrenciye Katkıları Hakkındaki Düşünceleri**

<b>Tema</b>	<b>Kod</b>	<b>fs</b>	<b>%s</b>
Öğrenciye katkı	Yaratıcı düşünme	24	18.90
	Kalıcı öğrenme	14	11.02
	Aktif öğrenme	9	7.09
	Çözüm üretme becerisi kazandırma	8	6.30
	Ürün oluşturma	7	5.51
	Problem çözme	7	5.51
	Bilimsel okuryazarlık	6	4.72
	Dersi günlük yaşantıyla ilişkilendirme imkanı	6	4.72
	Özgüven hissini arttırma	5	3.94
	Eğlenceli	4	3.15
	Eleştirel düşünme	4	3.15
	Meslek hayatına hazırlık	4	3.15
	21. yy. becerilerini geliştirme	4	3.15
	Merak	3	2.36
	Araştırma becerisi kazanma	3	2.36
	Teknoloji temeline atma	2	1.58
	Mühendislik becerisini geliştirme	2	1.58
	Mutlu olma	2	1.58
	Takım çalışması	1	0.79
	Kendini ifade etme imkanı	1	0.79
	Bilişsel beceriyi geliştirme	1	0.79
	Başarı hissini arttırma	1	0.79
	Birden fazla duyuya hitap etme	1	0.79
	Görselleştirme imkanı	1	0.79
	İlgi çekici olma	1	0.79
	Öğrendiğini uygulama	1	0.79
	Hedef sahibi olma	1	0.79
	Liderlik becerisini ortaya koyma	1	0.79
	Bilgi odaklı iletişim	1	0.79
	Sayısal zekayı geliştirme	1	0.79
Eksiklikleri giderme	1	0.79	
<b>Toplam</b>		<b>127*</b>	<b>100.0</b>

\*Soruya yanıt veren öğretmenlerin sıklık frekansdır.

Tablo 10'a göre öğretmenler, STEM eğitiminin öğrencilere yaratıcı düşünme (%18.90), kalıcı öğrenme (%11.02), aktif öğrenme (%7.09), çözüm üretme becerisi kazandırma (%6.30), ürün oluşturma (%5.51), problem çözme (%5.51), bilimsel okuryazarlık (%4.72), günlük yaşantıyla ilişkilendirme imkanı (%4.72), özgüven hissini arttırma (%3.94) gibi katkıları olduğunu ifade etmiştir. Örneğin, yaratıcı düşünme koduna ilişkin Ö1 kodlu öğretmenin görüşü: "Öğrencileri yaratıcı düşünmeye ... itiyor." Yaratıcı düşünme, kalıcı öğrenme kodlarına ilişkin Ö5 kodlu öğretmenin görüşü: "Çok daha etkili ve kalıcı öğrenme sağlar. Çocukların yaratıcılığını geliştirir öğrenme zorunluluktan çıkıp yaşam tarzı haline gelir." şeklindedir.

Tablo 11. Öğretmenlerin STEM Eğitiminin Topluma Katkıları Hakkındaki Düşünceleri			
Tema	Kod	fs	%s
Topluma katkı	Refah seviyesini yükseltme	19	27.14
	Üretken toplum olma	17	24.29
	Bilime katkı	8	11.43
	Teknolojiye katkı	5	7.14
	Yenilenme	5	7.14
	Bilinçli olma	5	7.14
	Kişisel gelişime destek	3	4.29
	Mühendislik alanının gelişimi	2	2.86
	Öğrenmeyi yaşam tarzına dönüştürme	2	2.86
	Endüstri 4.0	1	1.43
	Sosyalleşme	1	1.43
	Teknolojiyi hayata entegre etme	1	1.43
	Mutlu olma	1	1.43
	<b>Toplam</b>		<b>70*</b>

\*Soruya yanıt veren öğretmenlerin sıklık frekansdır.

Tablo 11'e göre öğretmenler, STEM eğitiminin refah seviyesini yükseltme (%27.14), üretken toplum olma (%24.29), bilime katkı (%11.43), teknolojiye katkı (%7.14), yenilenme (%7.14), bilinçli olma (%7.14), kişisel gelişime destek (%4.29), mühendislik alanının gelişimi (%2.86) gibi topluma katkıları olduğunu belirtmiştir. Örneğin, bilime katkı koduna ilişkin Ö89 kodlu öğretmenin görüşü: "Toplumun bilim alanında ilerlemesi sağlanacaktır." Mühendislik alanının gelişimi koduna ilişkin Ö83 kodlu öğretmenin görüşü: "... Gelecekteki toplumun ihtiyacı olan robotik, kodlama ve tasarım mühendisliği gibi mesleklerin temelini oluşturur." şeklindedir.

## TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Öğretmenlerin STEM eğitimine ilişkin görüşlerinin belirlendiği bu araştırmada, öğretmenlerin büyük bir çoğunluğunun STEM eğitimine ilişkin bir eğitim almaları belirlenmiştir. Eğitim alan öğretmenlerin ise hizmet içi eğitim veya seminer şeklinde kısa süreli eğitimler aldıkları, lisans öğrenimlerinde STEM eğitime yönelik eğitim alan öğretmenlerin oldukça az olduğu tespit edilmiştir. Öğretmenlerin aldıkları eğitim içerikleri çoğunlukla STEM başlangıç, uygulama, STEM bütünlüklü öğretmen programı iken bunları, robotik kodlama ve STEM dersi izlemiştir. Öğretmenlerin eğitim aldıkları kurumların çoğunlukla MEB, üniversiteler, kalkınma ajansı ve TÜBİTAK olduğu; öğretmenlerin büyük bir çoğunluğunun aldıkları eğitimi yetersiz buldukları tespit edilmiştir. Benzer araştırmaların sonuçlarında da öğretmenlerin lisans eğitimlerini STEM entegrasyonu açısından yetersiz gördükleri ve STEM eğitimi almadıkları (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Köse ve Ataş, 2020; Sarı ve Yazıcı, 2015; Özdemir ve Cappellaro, 2020; Yıldırım, 2018) belirtilmektedir. Özbilen (2018), öğretmenlerin STEM eğitimlerinden haberdar olmadığını, eğitim almada sıkıntı yaşadıklarını, kontenjan nedeniyle eğitimden yararlanamadıklarını, eğitim alanların ise çeşitli kurumların seminer ve konferanslarına katıldıklarını, online eğitim aldıklarını veya üniversitelerin düzenlediği workshoplara katıldıklarını tespit etmiştir. Sonuç olarak, öğretmenlerin derslerinde STEM entegrasyonunu gerçekleştirebilmeleri için STEM alan bilgisine ve pedagoji bilgisine sahip olmaları gerektiğinden (Wang vd., 2011; Yıldırım ve Şahin-Topalcengiz, 2019) hem lisans düzeyinde hem de hizmet içinde STEM eğitime yönelik olarak uzun süreli ve uygulamalı eğitimler verilmesinin elzem olduğu söylenebilir.

Araştırmaya katılan öğretmenlerin büyük bir çoğunluğu, STEM alan bilgilerinin yetersiz olduğunu ifade etmiştir. Öğretmenlerin kendilerini en yetersiz gördükleri alan mühendislik iken bunu teknoloji, fen ve matematik alanları takip etmektedir. Yapılan diğer araştırmalarda da bu sonuçla benzer olarak öğretmenlerin, STEM eğitimi konusunda kendilerini yetersiz hissettikleri (Açıkgül Fırat, 2020; Asiroğlu ve Akran, 2018; Can ve Uluçınar Sağır, 2018; Doğan ve Saraçoğlu, 2019; Sarı ve Yazıcı, 2015; Yıldırım, 2018; Yıldırım, 2020); öğretmenlerin kendilerini yetersiz gördükleri alanların ise mühendislik, matematik, kodlama, teknoloji, program ve ders planı hazırlama olduğu (Doğan ve Saraçoğlu, 2019; Yıldırım, 2018; Yıldırım, 2020) bulgularına ulaşılmıştır.

Araştırmada, bir STEM öğretmenin sahip olması gereken özellikler, 21. yüzyıl becerileri, STEM alan bilgisi, STEM pedagojik alan bilgisi ve duyuşsal özellikler olarak ifade edilmiştir. Öğretmenler, bir STEM öğretmenin yenilikçilik, ya-

raticılık, kendini geliştirebilme ve araştırmacılık gibi 21. yüzyıl becerilerinin yanı sıra donanımlı, alanında uzman, STEM disiplinleri ve disiplinlerarası bağlantılar hakkında bilgi sahibi olma gibi STEM alan bilgisine sahip olmaları gerektiğini belirtmiştir. Öğrenciye rehber olabilme, disiplinlerarası çalışabilme, öğrenciyi yeniliği öğrenmeye teşvik edebilme ve problem çözmeye yönlendirebilme gibi pedagojik alan bilgisine ilişkin özelliklerle eğlenceli, cesaretli, ilgili, sabırlı gibi duyuşsal özellikler, STEM öğretmenine ait nitelikler olarak ortaya konulmuştur. Bu sonuçlarla benzer olarak Yıldırım (2018)'in araştırmaya katılan öğretmenler, bir STEM öğretmenin STEM alan bilgisi, pedagoji bilgisi, entegrasyon bilgisi, mühendislik bilgisi ve 21. yüzyıl becerilerine sahip olması gerektiğini, ayrıca sabırlı, yaratıcı ve iletişim becerisinin yüksek olması gerektiğini belirtmişlerdir. Diğer bir araştırmada ise öğretmenler, STEM eğitimindeki rollerini öğrenciyi araştırma ve problem çözmeye teşvik etme, rehberlik etme, bireysel farklılıkları dikkate alma şeklinde ifade etmiştir (Bakırcı ve Kutlu, 2018). Sonuç olarak araştırmaya katılan öğretmenlerin STEM eğitimi entegrasyonunu gerçekleştirecek bir öğretmenin sahip olması gereken niteliklere ilişkin farkındalığa sahip oldukları ifade edilebilir.

Öğretmenler, STEM sınıflarında olması gereken özellikleri teknolojik donanım, kalabalık olmama, öğrencilerin aktif olabilmesi, grup çalışmalarına ve bilimsel çalışmalar yapabilmeye uygun olma olarak ifade etmiştir. STEM sınıfındaki öğrencilerin ise meraklı, araştıran, yaratıcı ve nitelikli olmaları gerektiği belirtilmiştir. Alanyazındaki diğer araştırmada da, STEM sınıflarının teknolojik araç ve gereç açısından yeterli olması, 12-20 kişilik, grup çalışmalarına uygun atölye ya da laboratuvar ortamları olması gerektiği belirtilmektedir (Timur ve İnançlı, 2018; Yıldırım, 2018). Morrison (2006)'a göre, STEM sınıfları aktif, öğrenci merkezli, STEM etkinliklerine uygun materyaller ve STEM eğitim yazılımlarına sahip bilgisayarlar içeren, farklı yöntemlerin kullanılabilmesi, kolayca şekillendirilebilen sınıflar olmalıdır.

Araştırmaya katılan öğretmenlerin yarıdan fazlasının derslerinde STEM uygulaması yapmadığı, yarıya yakınının ise derslerinde STEM uygulaması yaptığı belirlenmiştir. STEM uygulaması yapan öğretmenlerin, uygulama yapma sıklıkları ise çoğunlukla her ünite de bir, her dönem bir, her dönem iki ila dört ve her konuda bir olarak tespit edilmiştir. Eroğlu ve Bektaş (2016)'ın araştırmaya katılan öğretmenler de STEM eğitimini çoğunlukla ders dışı egzersiz, bilim uygulamaları ve projeler şeklinde uyguladıklarını belirtmiştir. Sonuç olarak öğretmenlerin derslerinde STEM etkinliklerine yer verme sıklıklarının düşük olduğu ifade edilebilir. Bu durumun, öğretmenlerin STEM uygulamaları sırasında karşılaştıkları problemlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Öğretmenler, STEM uygulamaları sırasında çoğunlukla PTÖ, PDÖ, gösteri, modele dayalı öğrenme ve işbirlikli öğrenme yöntemlerini, araştırma sorgulama, buluş ve sunuş stratejilerini kullandıklarını belirtmiştir. Deney-laboratuvar tekniği ve beyin fırtınası sıklıkla kullanılan teknikler olarak belirtilirken, eğitim yaklaşımı olarak yapılandırmacı yaklaşım ve bağlam temelli öğrenme belirtilmiştir. Öğretmenler, ayrıca STEM uygulamalarında 5E öğrenme modelini ve bütünleşik STEM uygulamalarını kullandıklarını ifade etmiştir. Benzer bir şekilde Yıldırım (2018)'in araştırmasında, öğretmenlerin STEM uygulamalarında genellikle PDÖ, PTÖ ve anlatım gibi yöntemleri, araştırma, inceleme yoluyla öğrenme ve sunuş stratejileri ile soru cevap tekniği kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan çalışmalarda da STEM eğitiminin uygulanmasında çoğunlukla proje tabanlı öğrenme (Tseng, Chang, Lou ve Chen, 2013; Wang vd., 2011), probleme dayalı öğrenme (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012), tasarım temelli öğrenme (English ve King, 2015), araştırma-sorgulama temelli öğrenme (Crippen ve Archambault, 2012) yaklaşımlarının kullanıldığı görülmektedir.

Araştırma sonucunda, öğretmenlerin büyük bir çoğunluğunun STEM uygulamaları sırasında problemler yaşadıkları tespit edilmiştir. Bu problemler, malzeme ve atölye eksikliği gibi fiziki eksiklikler, kalabalık sınıflar, öğrencilerin yaratıcı ve istekli olmamaları, hazırbulunuşluklarının düşük olması, zaman, STEM konusunda yeterli bilgi sahibi olmama, disiplinlerarası çalışamama, grup çalışmalarındaki isteksizlik, müfredatın yetişmemesi ve sınıf kontrolünün sağlanamaması olarak belirtilmiştir. Bir çok araştırma sonucunda da öğretmenlerin karşılaştıkları zorluklar, kalabalık sınıflar, süre yetersizliği, materyal eksikliği, STEM eğitimi ve entegrasyonu konusunda kendini yetersiz görme, hazırbulunuşluğun istenen seviyede olmaması, müfredat ve kazanımlar ile uyumsuzluk olarak belirtilmiştir (Can ve Uluçınar Sağır, 2018; Doğan ve Saraçoğlu, 2019; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Köse ve Ataş, 2020; Sarı ve Yazıcı, 2015; Özcan ve Koştur, 2018; Yıldırım, 2018; Yıldırım, 2020). Wang vd. (2011) ise, STEM eğitiminin uygulanmasındaki engelleri, bu eğitime uygun bir programın olmaması, teknoloji disiplininin yeterince entegre edilememesi ve öğrencilerin STEM eğitimine yeterli ilgi göstermemeleri olarak belirtmiştir.

Araştırmaya katılan öğretmenler, STEM eğitimin kendilerine olan katkılarını çoğunlukla mesleki becerileri geliştirme, yeni fikirler ortaya koyma, disiplinlerarası çalışma, dersi ilgi çekici hale getirebilme ve rehber olma olarak ifade etmiştir. Eroğlu ve Bektaş'ın (2016) araştırmasında da STEM eğitiminin öğretmenler açısından ufuk açma, dersi durağanlıktan kurtarma, etkili öğretim ve öğrenciyi tanıma gibi avantajlar sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Sınıf öğretmenlerinin katıldığı bir araştırmada ise STEM eğitiminin öğretmenlere katkıları, 21. yüzyıl becerileri,

tam öğrenme sağlama, somutlaştırma ve sınıf öğretmenliğinin avantajı şeklinde belirlenmiştir (Köse ve Ataş, 2020). Diğer bir çalışmada STEM eğitiminin öğretmenlere mesleki haz ve mesleki gelişme sağladığı sonucuna varılmıştır (Tantu, 2017). Bu sonuçlar, araştırmada elde edilen sonuçla örtüşmektedir. Sonuç olarak öğretmenlerin, STEM eğitimi uygulamalarının kendilerine sağlayacağı katkıların farkında oldukları söylenebilir.

Öğretmenler, STEM eğitiminin öğrenciye yönelik katkılarını yaratıcı düşünme, kalıcı öğrenme, aktif öğrenme, çözüm üretme becerisi kazandırma, ürün oluşturma, problem çözme, bilimsel okuryazarlık, dersi günlük yaşantıyla ilişkilendirme imkanı ve özgüven hissini artırma olarak belirtmiştir. Benzer olarak, araştırmalarda STEM eğitiminin öğrencilere katkılarının ilgi çekme, eğlendirme, somutlaştırma, derse aktif katılım ve motivasyon, bilimsel süreç becerileri, problem çözme, araştırma ve sorgulama becerisi, psikomotor beceriler, başarı, özgüven, yaratıcılık, sorumluluk, kalıcı, anlamlı ve disiplinlerarası öğrenme olduğu sonucuna varılmıştır (Doğan ve Saraçoğlu, 2019; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Köse ve Ataş, 2020; Sarı ve Yazıcı, 2015; Özbilen, 2018; Tantu, 2017).

Araştırmanın katılımcıları, STEM eğitiminin topluma katkılarını, refah seviyesini yükseltme, üretken toplum olma, bilime katkı, teknolojiye katkı, yenilenme, bilinçli olma, kişisel gelişime destek ve mühendislik alanının gelişimi olarak ifade etmiştir. Benzer olarak, çalışmalarda STEM eğitimin topluma katkıları, ekonomik kalkınma, üretici toplum, çağdaş eğitim sistemi, ülkenin geleceği için ihtiyaç duyulan bireyler yetiştirme, toplum sorunlarına çözüm bulma olarak ifade edilmiştir (Özcan ve Koştur, 2018; Tantu, 2017). Ülkemizde Vizyon 2023 projesi ile bilim ve teknolojiyi kullanarak yeni teknolojiler üretebilen, teknolojik gelişmeleri toplumsal ve ekonomik faydaya dönüştüren bir refah toplumu oluşturulması amaçlanmıştır (TÜBİTAK Vizyon 2023 Projesi Raporu, 2004). STEM eğitiminin amaçlarından birisi de 21. yüzyılın yeni fikirlerini ve yeni ürünlerini yaratacak olan mühendisler, bilim insanları ve teknoloji uzmanları yetiştirmektir (PCAST, 2010). Dolayısıyla öğretmenlerin STEM eğitiminin toplumsal katkılarının farkında oldukları ifade edilebilir.

Bu araştırmada ulaşılan sonuçlar ışığında öneriler şöyle sıralanabilir: STEM alan öğretmenlikleri lisans programlarına, STEM eğitimi konulu dersler eklenebilir; bu derslerde farklı disiplinlerdeki öğretim üyelerinin ve öğrencilerin işbirliği yapması, disiplinlerarası işbirliği ve bilgi transferi açısından faydalı olabilir. Öğretmenlere uzun süreli teorik ve uygulamalı eğitimler verilebilir. Uygulamada karşılaşılan sorunları ortadan kaldırmak amacıyla STEM eğitimine uygun teknolojik alt yapı geliştirilerek STEM sınıfları kurulabilir. Üniversitelerle Milli Eğitim Bakanlığı arasında işbirliği sağlanarak öğretmenlerin, STEM eğitimindeki güncel

gelişmelerden çalıştaylar ya da seminerler aracılığıyla haberdar olmaları sağlanabilir. STEM eğitimine yönelik bir öğretim programı geliştirilerek programdan kaynaklanan problemler çözülebilir.

## KAYNAKLAR

- Açıkgül Fırat, E. (2020). Science, technology, engineering, and mathematics integration: Science teachers' perceptions and beliefs. *Science Education International*, 31(1), 104-116.
- Al Salami, M. K., Makela, C. J., & de Miranda, M. A. (2017). Assessing changes in teachers' attitudes toward interdisciplinary STEM teaching. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 63-88.
- Asiroglu, S., & Akran, S. K. (2018). The readiness level of teachers in science, technology, engineering and mathematics education. *Universal Journal of Educational Research*, 6(11), 2461-2470.
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz M., Emen & H., Gürer, F. (2018). 2018 fen bilimleri öğretim programı kazanımlarındaki değişimler ve fen teknoloji matematik mühendislik (STEM) entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 702-735.
- Bakırcı, H. ve Kutlu, E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(2), 367-389.
- Baran, M., Baran, M., Aslan Efe, H. & Maskan, A. (2020). Fen alanları öğretmenleri ve fen alanları öğretmen adaylarının Fetemm (Stem) farkındalık düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 1-29.
- Biçer, B, Uzoğlu, M, Bozdoğan, A. E. (2019). Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM hakkındaki görüşlerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, (12), 1-15.
- Büyükköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2016). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Pegem Akademi, Ankara
- Can, K., & Uluçınar Sağır, Ş. (2018). Sınıf öğretmenlerinin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik (fetemm) uygulamalarına ilişkin görüşleri. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2018(11), 62-83.
- Crippen, K. J., & Archambault, L. (2012). Scaffolded inquiry – based instruction with technology: A signature pedagogy for STEM education. *Computers in the Schools*, 29(1-2), 157-173.
- Çevik, M., Daniştay, A. ve Yağcı, A. (2017). Ortaokul öğretmenlerinin FeTeMM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) farkındalıklarının farklı değişkenlere göre değerlendirilmesi. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 584-599.
- Çınar, S. & Kereci, N. (2020). Sınıf öğretmenlerinin mühendislik tasarım uygulamalarının fen bilimleri öğretimine entegrasyonu hakkındaki görüşleri. Ordu örneği. *International Journal of Innovative Approaches in Education*, 4(2), 26-45. Doi: 10.29329/ijiape.2020.261.1
- Çorlu, M. S. (2017). *STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi*, Editörler: M. S. Çorlu, E. Çallı. STEM Kuram ve Uygulamaları. (s. 1-10). İstanbul: Pusula Yayıncılık.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85
- Dare, E. A., Ellis, J. A., & Roehrig, G. H. (2018). Understanding science teachers' implementations of integrated STEM curricular units through a phenomenological multiple case study. *International Journal of STEM Education*, 5(4), 1-19.
- Doğan, E., & Saraçoğlu, S. (2019). Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli fen eğitimi hakkındaki görüşleri. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi (HAYEF)*, 16(2), 182-220.
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 1-18.
- Eroğlu, S. ve Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin stem temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67.
- Han, S., Yalvac, B., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2015). In-service teachers' implementation

- and understanding of STEM project based learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 63-76.
- Hudson, P., English, L., Dawes, L., King, D., & Baker, S. (2015). Exploring links between pedagogical knowledge practices and student outcomes in STEM education for primary schools. *Australian Journal of Teacher Education*, 40 (6), 134-151.
- Köse, M., & Ataş, R. (2020). Sınıf öğretmenlerinin stem eğitimine yönelik görüşlerinin değerlendirilmesi. *Academy Journal of Educational Sciences*, 4(2), 103-110. <http://dx.doi.org/10.31805/acjes.828442>
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(2), 1-16.
- Miles, M. B., & M. Huberman (1994). *Qualitative data analysis: A sourcebook of new methods*. 2d Edition. Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2016). *STEM Eğitimi Raporu*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. *TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM)*, 20, 2-7.
- Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfister, J. (2013). Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based STEM professional development for elementary teachers. *The Journal of Educational Research*, 106(2), 157-168.
- National Research Council (NRC). 2011. *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: National Academies Press.
- Özbilen, A. G. (2018). STEM eğitimine yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalıkları. *Scientific Educational Studies/Bilimsel Eğitim Araştırmaları*. 2(1), 1-21
- Özcan, H. ve Koştur, H. İ. (2018). Fen bilimleri dersi öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik görüşleri. *Sakarya University Journal of Education*, 8(4), 364-373.
- Özdemir, A. U., & Cappellaro, E. (2020). Sınıf öğretmenlerinin FeTeMM farkındalıkları ve FeTeMM eğitimi uygulamalarına yönelik görüşleri (Elementary School Teachers' STEM Awareness and Their Opinions towards STEM Education Practices). *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 8(1), 46-75.
- President's Council of Advisors on Science and Technology (2010). *Prepare and Inspire: K-12 Education In Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) For America's Future*. Report To The President.
- 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), 28-35.
- Raju, P. K., & Clayson, A. (2010). The future of STEM education: An analysis of two national reports. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 11(5), 25-28.



- Sarı, U., Yazıcı, Y.Y. (2015). Fen bilgisi öğretmenlerinin fen ve mühendislik uygulamaları hakkında görüşleri. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 5(2), 157-167.
- Shahali, M., Hafizan, E., Halim, L., Rasul, S., Osman, K., Ikhsan, Z., & Rahim, F. (2015). Bitarastentm training of trainers' programme: Impact on trainers' knowledge, beliefs, attitudes and efficacy towards integrated STEM teaching. *Journal of Baltic Science Education*, 14(1), 85-96.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-college Engineering Education Research*, 2(1), 28-34, Doi: 10.5703/1288284314653.
- Tantu, Ö. (2017). *STEM eğitimi kapsamında kullanılan mobil uygulamaların öğretmenler ile değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü/Temel Eğitim Anabilim Dalı.
- Timur, B. & İnançlı, E. (2018). Fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi hakkındaki görüşleri. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi*, 1(1), 48-68.
- Tseng, K., Chang, C., Lou, S., & Chen, W. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-102.
- TUBİTAK Vizyon 2023 Projesi Raporu (2004). <http://www.tubitak.gov.tr/tr/kurumsal/politikalar/icerik-vizyon-2023> adresinden alınmıştır.
- Wang, H. (2012). *A New era of science education: Science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration*. (Doctoral dissertation). Retrieved from Proquest. (3494678)
- 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), 1-13.
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B. (2018). STEM uygulamalarına yönelik öğretmen görüşlerinin incelenmesi. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 42-53.
- Yıldırım, B. (2020). Öğretmen yetiştirme üzerine bir model önerisi: STEM öğretmen enstitüleri eğitim modeli. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 50, 70-98. Doi: 10.9779/pau-efd.586603
- Yıldırım, B., & Şahin-Topalcengiz, E. (2019). STEM pedagogical content knowledge scale (STEMP-CK): A validity and reliability study. *Journal of STEM Teacher Education*, 53(2), 1-20.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (10. ed). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yin, R. K. (2017). Durum çalışması araştırması uygulamaları. (Çev. İ. Günbayı). Ankara: Nobel Yayıncılık.