

Ortaokul ve Lise Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM Eğitimine Yönelik Anlayışları

Middle and High School Science Teachers' Understanding of STEM Education

Tuğçe DELİGÖZ¹ ve Çiğdem HAN TOSUNOĞLU²

¹ Marmara Üniversitesi, İstanbul, ORCID No: 0000-0001-7919-7085

² Marmara Üniversitesi, İstanbul, ORCID No: 0000-0002-5904-656X

Kaynak Gösterimi İçin (For cited in):

Deligöz, T. & Han Tosunoğlu, Ç. (2023). Ortaokul ve Lise Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM Eğitimine Yönelik Anlayışları. Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 11 (2), 489-507. DOI: <https://doi.org/10.56423/fbod.1336965>

Ortaokul ve Lise Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM Eğitime Yönelik Anlayışları**

Tuğçe DELİGÖZ^{1,*} ve Çiğdem HAN TOSUNOĞLU²

¹ Marmara Üniversitesi, İstanbul, ORCID No: 0000-0001-7919-7085

² Marmara Üniversitesi, İstanbul, ORCID No: 0000-0002-5904-656X

Makale Bilgisi	Öz
Gönderilme Tarihi: 03, Ağustos, 2023 Revizyon Tarihi: 08, Kasım, 2023 Kabul Tarihi: 05, Aralık, 2023	<i>STEM eğitimindeki önemli amaç bilimsel, teknolojik ve eğitimsel gelişmeler doğrultusunda çağın gerekliliklerine uygun bireyler yetiştirmektir. Eğer öğretmen çağın gerektirdiği gelişmeler ışığında kendi alanlarında bilgi, beceri ve davranışlarını da geliştirme isteği içerisinde olursa öğretmen yeterliliğine sahip olduğu anlamına gelmektedir. Bu bağlamda çalışmanın amacı, Türkiye’de farklı okullarda görev yapmakta olan toplamda 109 biyoloji, fizik, kimya ve fen bilgisi öğretmenin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerinin ortaya konulmasıdır. Çalışmada kişilerin görüşlerinin derinlemesine incelenmesi ve bu görüşlerinin oluşmasına neden olan durumların ortaya çıkarılması için nitel araştırma yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları ile öğretmenlerin, STEM’in tanımını tam olarak anlamadığı, STEM ve fen eğitimi kavramları konusunda net bir fikirleri olmadığı, STEM’in yirmi birinci yüzyıl becerilerini kazandırma adına yeterli seviye olduğu, STEM eğitiminde kullanılması gereken yöntem ve tekniklerle ilgili olarak kısmen bilgisi olduğu görülmektedir.</i>

Anahtar Kelimeler:
STEM, Fen bilimleri öğretmenleri, STEM anlayışları

Middle and High School Science Teachers' Understanding of STEM Education

Article Information	Abstract
Received: 03, August, 2023 Revised: 08, November, 2023 Accepted: 05, December, 2023	<i>The important goal of STEM education is to raise individuals who meet the requirements of the age in line with scientific, technological and educational developments. If the teacher is willing to improve his knowledge, skills and behaviors in his own field in the light of the developments required by the age, it means that he has teacher competence. In this context, the aim of the study is to reveal the opinions of a total of 109 biology, physics, chemistry and science teachers working in different schools in Turkey regarding STEM applications. In the study, a qualitative research approach was used to examine people's opinions in depth and to reveal the situations that caused these opinions to form. The results of the study show that teachers do not fully understand the definition of STEM, do not have a clear idea about the concepts of STEM and science education, that STEM is at a sufficient level to gain twenty-first century skills, and have partial knowledge about the methods and techniques that should be used in STEM education.</i>

Keywords:
STEM, Science teachers, STEM understading

*Sorumlu Yazar: E-mail: tugcedeligoz@gmail.com

** Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

ISSN: 2148-2160 ©2023

Giriş

Küresel ölçekteki rekabetin hız kazanması (Rabenberg, 2013) önce on dokuzuncu sonra da yirminci yüzyılda özellikle meslek gruplarının birçoğunda ve ağırlıklı olarak endüstriyel alanda (Fan & Ritz, 2014; White, 2014) daha sonrasında ise mühendislik ve teknoloji gibi alanlarda işgücü ihtiyacını ortaya çıkarmıştır (Aslan-Tutak, Akaygün & Tezsezen, 2017). Yirminci yüzyılın ikinci yarısında bu alanların yanı sıra fen ve matematik alanlarında da yeni işgücü ihtiyacının oluşmasını beraberinde getirmiştir (Judy, 2011). Ortaya çıkan bu alanlardaki işgücü ihtiyacının karşılanmasında yaşanan sorunları gidermek ve çağın gerektirdiği becerilere sahip bireyler yetiştirebilmek, yeni bir eğitim yaklaşımına olan ihtiyacı ortaya koymuştur. 2001 yılında ise bu becerilerin öğrencilere kazandırılmasına yönelik olarak ABD Ulusal Bilim Vakfı tarafından (U.S. National Science Foundation [NSF]), fen bilimleri (Science), matematik (Mathematics), mühendislik (Engineering), teknoloji (Technology) disiplinleri arası etkileşime odaklanan SMET, ardından STEM yaklaşımı olarak isimlendirilerek son şeklini almıştır (Dugger, 2010). Fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerin öğrenciye bir bütün olarak verilmesini öngören bütünlük STEM yaklaşımı, öğrencilere fen okuryazarlığını da içeren yirmi birinci yüzyıl becerilerine sahip olma imkanını sunmaktadır (Partnership for 21st Century Learning (PS21), 2016).

Türkiye’de son olarak kullanıma sunulmuş olan ortaöğretim biyoloji, fizik ve kimya dersleri öğretim programlarında yirmi birinci yüzyıl becerilerinin gelişimine önem verilmektedir (MEB, 2018b). Biyoloji, fizik ve kimya dersleri öğretim programlarının farklı öğretim yaklaşımları ve stratejileri bir arada bulundurması, yaratıcılık ve merak duygusunu teşvik edici olması, bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılması gibi durumlar STEM eğitimi yaklaşımıyla paralellik göstermektedir (Karabolat, Atıcı & Taflı, 2021). Fen bilimleri öğretim programında ise STEM eğitimin öğrenci kazanımları açısından önemi daha açık bir şekilde ortaya konmuş ve “Mühendislik ve Tasarım becerileri” ile öğrenci kazanımlarına odaklanılırken, “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” ile öğrencilerin mühendislik ve bilim arasındaki bağlantıyı kurmalarına, disiplinler arası etkileşimi anlamalarına ve öğrendiklerini yaşantısal hâle getirerek dünya görüşü geliştirmelerine yardımcı olmayı hedeflemektedir (MEB, 2018a). 2010 yılından beri faaliyet gösteren, Avrupa’da STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitiminde sorgulamaya, araştırmaya, ürün geliştirmeye, buluş yapmaya dayalı STEM eğitimi ile ilgilenen tüm kişilere açık olan Scientix Projesi’ne 2014 yılında Türkiye de dahil olmuştur (MEB, 2016). Scientix projesine (Avrupa’da fen eğitimi için topluluk projesi) dahil olan Türkiye STEM alanındaki çalışmalarını arttırmıştır (MEB, 2016). EDUSIMSTEAM projesi kapsamında STEAM eğitime yönelik olarak yayınlanan ihtiyaç analizi raporunda öğretmenlerin yeterli bilgiye sahip olmadıkları tespit edilmiştir. (MEB, 2020). 2021 yılına gelindiğinde MEB, STEM eğitiminin ülkemizde yaygınlaşması amacıyla “Okul Öncesinden Ortaöğretime Farklı Disiplinlerde STEM Eğitimi Uygulamaları” adlı bir kitap yayınlamıştır (MEB, 2021). Son olarak 2022 yılına gelindiğinde ise Scientix Projesi kapsamında “Matematik ve Geometri Eğitiminde STEM Çalışmaları Rehberi” adlı çalışma yayınlanmıştır. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK) tarafından, 2015-2022 yılları arasında Scientix Projesi kapsamında STEM eğitime ilişkin çalışmalar yürütülmüştür (MEB, 2022). Son yıllarda ülkemizde yapılan bu çalışmalar STEM eğitime verilen önemin arttığını açık bir şekilde göstermektedir. Bununla birlikte Türkiye’de

yükseköğretim seviyesinde ortaöğretim fizik, kimya ve biyoloji öğretmen yetiştirme programları incelendiğinde STEM eğitiminin yerinin oldukça az olduğu gözlenmektedir. Zorunlu dersler arasında yer almayan STEM eğitimi, seçmeli ders havuzlarında kendine yer bulmaktadır (Yükseköğretim Kurumu, 2018).

STEM eğitiminin etkili bir şekilde yapılabilmesi için hem öğretim programlarının uygun şekilde düzenlenmesi hem de öğretmenlerin bu bağlamda gerekli yeterliliklere sahip olması gerekmektedir (Aydeniz, 2017). Öğretmenlerin aynı zamanda sahip oldukları disiplinler dışında yeni disiplinleri de benimseyebilmeleri ve gelişime açık olmaları gerekmektedir (Weinberg, Balgopal & Sample McMeeking, 2021). Bu bağlamda STEM eğitimi verecek öğretmenlerin sürekli gelişime açık, STEM ile ilgili pedagojik bilgi ve alan bilgisine sahip, öğrencilerin öğrenmelerine ve öğrendikleri bilgi ve becerileri günlük hayata aktarmalarına rehberlik edebilme becerilerine sahip olması gerekmektedir (Weinberg vd., 2021).

Literatür incelendiğinde görüldüğü gibi Türkiye’de; STEM öğretmeni yetiştirmedeki yetersizlikler (Yıldırım, 2020), öğretmen adaylarının STEM yeterlilikleri (Türk, 2018), öğretmen STEM görüşleri (Bakırcı & Kutlu, 2018; Bölükbaşı & Görgülü Arı, 2019; Can & Uluçınar Sağır, 2018; Özbilen, 2018; Özdemir, 2019; Saçılık, 2019; Uğraş, 2017), öğretmen yeterlilikleri (Barış, 2019; Öztürk, 2017) alanlarına ilişkin çalışmalara rastlanmaktadır. Ancak pek çok çalışmada ortaokulda görevli fen bilgisi öğretmenleri ya da öğretmen adaylarına yer verilmiştir (Alan, 2017; Batı, Çalışkan & İkbâl-Yetiştir, 2017; Biçer Uzoğlu & Bozdoğan, 2018; Gökbayrak & Karışan, 2017; Kızılay, 2018). Fizik, kimya, biyoloji disiplinlerinin STEM eğitimi ile bütünleşik bir şekilde öğrencilere kazandırılabilmesi ve ülkelerin çağdaş, uygar ve ekonomik açıdan bağımsız bir konumda yer alabilmesi için STEM eğitimi uygulamalarını yapacak olan öğretmen yeterlilikleri önemlidir. Bu bağlamda biyoloji, fizik, kimya ve fen bilgisi öğretmenlerinin STEM eğitimi hakkındaki anlayışlarını, STEM hakkındaki farkındalık seviyelerini, sınıf uygulamalarında STEM’in nasıl kullanıldığını tespit etmek yararlı olacaktır.

Bu çalışmanın amacı fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimi hakkındaki görüşlerini açığa çıkarmaktır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranacaktır:

1. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM hakkındaki anlayışları nelerdir?
2. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamalarına yönelik anlayışları nelerdir?
3. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları sürecinde karşılaştıkları problemler nelerdir?

Yöntem

Bu çalışmanın amacı fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik anlayışlarının ortaya çıkarmaktır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada betimleyici tarama yaklaşımı kullanılmıştır. Betimleyici çalışmalar hem nitel hem de nicel araştırma yaklaşımı doğrultusunda kullanılabilir. Belirli bir teori ile ilişkili olarak, eğitimsel bir olguyu açıklayan betimsel çalışmalar nicel araştırma; bireyler ya da grupların yaşamış oldukları bir olguyu açıklamaya çalışan betimsel çalışmalar nitel araştırma paradigmasına yakındır (Lambert & Lambert, 2012). Ayrıca betimleyici tarama yaklaşımı, kalabalık gruplarla çalışılan, grupta yer alan katılımcıların araştırılan olgu ve olayla ilgili görüş ve tutumlarının ayrıntılı olarak

betimlenmeye çalışıldığı araştırmalardır. Bu yaklaşım olayların, durumların, nesnelerin ve toplumların işleyişini ayrıntılı şekilde tanımlamayı amaçlamaktadır.

Çalışma Grubu

Bu araştırmaya Türkiye'nin 3 büyük ilinde (İstanbul, Ankara, İzmir) görev yapmakta olan 75'i kadın ve 34'ü erkek olmak üzere toplamda 109 gönüllü lise biyoloji, fizik, kimya ve ortaokul fen bilgisi öğretmeni katılmıştır. Bu çalışma grubunu oluşturan 109 gönüllü öğretmen uygun örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Diğer bir ifade ile araştırma en kolay ulaşılabilen öğretmenler üzerinde yürütülmüştür. Dört farklı katılımcı grubu bulunan çalışmada, biyoloji öğretmenleri "B", Fizik öğretmenleri "F", kimya öğretmenleri "K" ve fen bilgisi öğretmenleri "FEN" olarak isimlendirilmiştir.

Tablo 1'de katılımcıların demografik özelliklerine göre gruplandırılmalarına yer verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların demografik özelliklerine göre dağılımı

Demografik özellik	Öğretmen Sayısı	Yüzde (%)
Deneyim Yılı		
0-5	26	23.8
5-10	40	36.7
10-15	25	22.9
15+	18	16.6
Okul Türü		
Devlet okulu	77	70.6
Özel okul	32	29.4
Eğitim Seviyesi		
Lisans	53	48.7
Yüksek Lisans	43	39.6
Doktora	12	11.7
Cinsiyet		
Kadın	75	68.8
Erkek	34	31.2
STEM Eğitimi Alma Durumu		
Evet	43	39.5
Hayır	66	60.5

Çalışma grubunu oluşturan öğretmenlerin %23,8'i 0-5 deneyim yılına, %36,7'si 5-10 deneyim yılına, %22,9'u 10-15deneyim yılına ve %16,6'sı 15+ deneyim yılına sahip olduğu görülmektedir. Katılımcıların %70,6'sı devlet okulunda görev yaparken %29,4'ü özel okulda görev yapmaktadır. Katılımcı öğretmenlerin %48,7'si lisans mezunu iken %39,6'sı yüksek lisans %11,7'si ise doktora mezunudur. Bu çalışmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerinin yaklaşık %40'ı STEM eğitimi almışken, %60'ı daha önce STEM eğitimi almamıştır.

Veri Toplama Araçları

Çalışmanın amacı doğrultusunda fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik anlayışlarını ortaya çıkaracak görüş formu tercih edilmiştir. Bu bağlamda hem öğretmenlerin

STEM uygulamaları hakkındaki anlayışlarını derinlemesine incelemek için geçerli ve güvenilir açık uçlu bir enstrüman geliştirilmeye karar verilmiştir. Görüş formu geçerliliğini sağlayabilmek adına formun yapılandırma aşamasında kapsam geçerliliğinin sağlanabilmesi için üç alan uzmanının görüşlerine başvurulmuştur. Akademik deneyimleri 14-23 yıl arasında değişen uzmanların, doktora eğitimi seviyesinde fen eğitimi ve STEM öğretimi konusunda deneyimleri bulunmaktadır. İki aşamalı değerlendirme sonucunda uzmanlar arasında her maddenin ölçmek istediği içerik konusunda fikir birliğine ulaşılan kadar sorular hakkında yapılan tartışma devam etmiştir. Sonunda üç uzman arasında her madde için %100 fikir birliği sağlanmıştır. Bu bağlamda literatür taraması doğrultusunda “Öğretmen STEM Görüş Formu” enstrümanı için gerekli bilgi alanları belirlenmiştir. Öğretmen STEM görüş formu enstrümanı dört ayrı bölümden oluşmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. STEM alanı bileşenleri örnek sorular ve amaçları

Bölüm	Soru	Amacı
I. Bölüm (Öğretmen hakkında genel bilgiler)	STEM eğitimi ile ilgili profesyonel gelişim kursuna ya da hizmet içi eğitime katıldınız mı?	Bu sorunun amacı, öğretmenlerin STEM eğitime yönelik bir ön bilgisinin olup olmadığını tespit etmektir.
II. Bölüm (Öğretmen STEM anlayışları)	Sizce STEM eğitimi fizik, kimya, biyoloji öğretim programlarının bir parçası olmalı mıdır? Evet/hayır ise Neden?	Bu sorunun amacı, öğretmenlerin STEM eğitimin fen bilimleri alanlarındaki gerekliliği ile ilgili düşüncelerini öğrenmektir.
III. Bölüm (Sınıf Uygulamaları STEM ilişkisi)	Sizce STEM eğitimini sınıf içi uygulamalara entegre etmede kullanılan uygulamalar nelerdir? Kullanılacak uygulamalara kendi branşınızdan örnek verir misiniz?	Bu sorunun amacı, öğretmenlerin STEM eğitimi uygulanırken kullanılacak yöntem ve teknikler hakkındaki bilgilerini öğrenmek.
IV. Bölüm (STEM'in zorlukları ve uygulanmama nedenleri)	STEM eğitimi yaklaşımına uygun olarak geliştirilen etkinlikleri uygularken karşılaştığımız ya da karşılaşılabileceğinizi düşündünüz güçlükler nelerdir?	Bu sorunun amacı, öğretmenlerin STEM eğitimi uygulamaları sırasındaki yeterliliği hakkındaki düşüncelerini öğrenmek.

I. bölüm öğretmenlerin mesleki deneyimleri, eğitim seviyeleri ve STEM eğitimi ile ilgileri hakkında bilgi vermektedir. Bu nedenle Tablo 2’de de yer alan örnek sorular doğrultusunda öğretmenlerin demografik bilgileri ve STEM eğitimi açısından seviyeleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. STEM eğitimi verecek öğretmenin en temel düzeylerde konu bilgisine, eğitimci uzmanlığına ve farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilere öğretim verebilmek için farklı yaklaşımlara sahip olması gerekmektedir (Honey, Pearson & Schweingruber, 2014).

II. bölüm öğretmenlerin STEM anlayışlarına odaklanmaktadır. Bu bileşen katılımcıların STEM anlayışlarını ortaya çıkaran STEM tanımı bilgisi hakkında soruları içeren tema etrafında organize edilmiştir. Hazırlanan sorular yardımıyla öğretmenlerin STEM kavramını fen, öğretim

programları ve okul türü ilişkisi kavramlarıyla nasıl ilişkilendirildiği ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

III. bölüm STEM sınıf uygulamalarına ilişkin soruları içermektedir. Bu bileşen öğretmenlerin STEM sınıf uygulamaları anlayışlarını ortaya çıkaran ölçme değerlendirme ile ilişkili soruları içeren tema etrafında organize edilmiştir. Hazırlanan sorular yardımıyla öğretmenlerin sınıf uygulamaları STEM ilişkisi algıları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

IV. bölümde STEM'in zorluğu ve uygulanmama nedenlerine ilişkin soruları içerecek şekilde organize edilmiştir. Hazırlanan sorularla öğretmenlerin STEM'in zorluğu ve uygulanmama nedenlerini nasıl ilişkilendirdiğini ortaya koymak amaçlanmıştır. Yukarıda bahsedilen dört bileşenin bir araya gelmesiyle öğretmen STEM görüşme formu oluşturulmuştur.

Veri Toplama Süreçleri

Çalışma kapsamında veriler görüşme sorularının yer aldığı öğretmen görüşme formları aracılığıyla yüz yüze (35 kişi) ve çevrimiçi (74 kişi) ortamlarda toplanmıştır. Formu doldurma süresi ise yaklaşık yirmi dakikadır. Çalışmaya katılan 109 fen bilimleri öğretmeni kendilerine yöneltilen görüş formunun tamamını detaylı olarak cevaplamıştır.

Verilerin Analizi

Çalışma kapsamında belirlenen araştırma sorularına yanıt oluşturmak için elde edilen veriler betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Betimsel analiz, araştırmaların sonucunda ortaya çıkan mevcut bulguların, açıklamalarla uyumlu olması için düzenlemeye yardımcı olur, elde edilen verilerin açıklanabileceği kavramlara ulaşabilmeyi amaçlar (Yıldırım & Şimşek, 2013). Bu bağlamda toplanan verilerin arasındaki ilişkiler açıklanmaya ve yeni kavramlara ulaşılmaya çalışılır. Bu çalışmada katılımcılardan elde edilen verilerin literatür doğrultusunda geliştirilen görüş formundaki temalar ışığında analizine başlanmış ve veriler bu temalara ait alt temalarda kategorize edilmiştir. Ancak verinin doğası gereği bu süreçte yeni temalar ortaya çıkmış ve bu temalar doğrultusunda alt temalar ve kodlar oluşturulmuştur.

Bulgular

Bu bölüm fen bilimleri öğretmenlerinin STEM anlayışları, sınıf uygulamaları-STEM ilişkisi, STEM uygulamalarında karşılaşılan zorluklar ve uygulanmama nedenlerine ilişkin anlayışlarının nasıl farklılaştığını gösteren üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm, katılımcıların STEM anlayışlarını ortaya çıkaran STEM tanımı, sorularından elde edilen verilerin analiz sonuçlarını göstermektedir. İkinci bölüm katılımcıların STEM uygulamalarını ortaya çıkaran öğretim, ölçme-değerlendirme sorularından elde edilen verilerin analiz sonuçlarını ortaya koymaktadır. Üçüncü bölümde katılımcıların STEM uygulamalarında karşılaşılan zorluğu ve uygulanmama nedenleri sorularından elde edilen verilerin analiz sonuçlarını ortaya koymaktadır. Her bölümde yer alan sonuçlar formdaki ilgili soruların analizi sonucunda elde edilmiştir. İlgili sorular açık uçlu olması gereği, farklı temalar ile ilişkilendirilen veriler ürettiğinden birden fazla tema altında değerlendirmeye alınmıştır.

STEM Tanımı

Katılımcıların STEM kavramını nasıl algıladıklarını ortaya koymak için “Sizce STEM (FETEMM) (fen, teknoloji, matematik ve mühendislik) ne anlama gelmektedir? STEM eğitimi yaklaşımı denince aklınıza ne gelmektedir?” ve “Sizce STEM eğitimi yaklaşımını diğer yaklaşımlardan nasıl ayırt edersiniz?” soruları birlikte değerlendirilmiştir. Öğretmenlerinin STEM eğitimini nasıl tanımladıklarını ortaya çıkarmak, onların zihinlerindeki STEM eğitimi anlayışlarının anlaşılması açısından oldukça önemlidir.

Tablo 3. Katılımcıların STEM tanımı

Tema	Alt Tema	N	f%
STEM tanımı	Bütünsel	51	46.8
	Disiplinler arası	38	34.8
	Proje Tabanlı Öğretim	12	11.1
	Deneyim Tabanlı Öğrenme	8	7.3

Çalışmaya katılan fen bilimleri öğretmenin STEM eğitimi tanımı, ‘bütünsel’, ‘disiplinler arası’, ‘proje tabanlı’ ve ‘deneyim tabanlı öğrenme’ şeklinde dört alt tema etrafında gruplanmıştır. Tablo 3’te katılımcıların STEM tanımlarının bu değerlendirmeye göre nasıl dağıldığı görülmektedir. Katılımcıların STEM eğitime yönelik tanımlarına ilişkin görüşlerinden bazı alıntılar aşağıda yer almaktadır.

F27: “Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin bir araya getirilmesi ve bütünsel şekilde oluşur.”

FEN12: “STEM fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının disiplinler arası şekilde verilir.”

K26: “STEM yaklaşımı bireyin sayısal alanda **bilgiyi alma ve işleme süreçlerini** geliştirmeyi ve **disiplinler arası** bakışla bilgiyi kullanmasını sağlayan bir yaklaşımdır.”

F16: “**Süreç boyunca öğrenim ve kazanımlarını projeye dönüştürebilir.**”

Fen STEM İlişkisi

Katılımcıların STEM fen ilişkisini nasıl algıladıklarını ortaya koymak için “Sizce STEM eğitimi yaklaşımını diğer yaklaşımlardan nasıl ayırt edersiniz?”, “Sizce fen öğretimi STEM eğitiminin bir parçası mıdır? Evet/hayır ise neden?” soruları birlikte değerlendirilmiştir.

Tablo 4. Katılımcıların fen-STEM anlayışları

Tema	Alt tema	N	f%
Öğretmen STEM anlayışı	Fen STEM ilişkisi		
	Doğayı anlama	43	39.5
	Uygulamalı öğrenme	30	27.5
	Bilimsel bakış kazanma	23	21.1
	Disiplinler arası gelişim	13	11.9

Çalışmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerinin STEM- FEN ilişkisi anlayışları Tablo 4'te görüldüğü gibi 'doğayı anlama', 'uygulamalı öğrenme', 'bilimsel bakış kazanma', ve 'disiplinler arası gelişim' şeklinde dört kavram etrafında gruplanmıştır.

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerinin %39,5'i Fen-STEM ilişkisini doğayı anlama şeklinde, %21,1'i bilimsel bakış kazandırması ifade etmiştir. Katılımcıların STEM-fen eğitimine ilişkisine yönelik tanımlarına ilişkin görüşlerinden bazı alıntılar aşağıda yer almaktadır.

B5: "... Fen dersi için de öğrenmede **yaparak yaşayarak** öğrenme oldukça etkilidir."

FEN2: "... STEM eğitimi de bu disiplin çatıları altında **yaparak yaşayarak öğrenme** ortamı oluşturur."

K13: "... öğrencilerin **bilimsel bakış açısına** sahip olmasını sağlar."

STEM Öğretim Programları İlişkisi

Katılımcıların STEM öğretim programları ilişkisini nasıl algıladıklarını ortaya koymak için "Sizce STEM eğitimi fizik, kimya, biyoloji öğretim programlarının bir parçası olmalı mıdır? Evet/hayır ise Neden?" soruları birlikte değerlendirilmiştir.

Tablo 5. Katılımcıların öğretim programları-STEM ilişkisi anlayışları

Tema	Alt tema	N	f%
Öğretmen STEM anlayışı	Öğretim programları STEM ilişkisi		
	21.yy becerileri		
	Problem çözme	71	34.1
	Araştırma-Sorgulama	41	19.7
	Yaratıcı Düşünme	41	19.7
	Eleştirel düşünme	16	7.7
	Yenilikçi olma	10	4.8
	Üretken olma	6	2.9
	Bilgi okuryazarı	4	1.9
	Girişimci	3	1.5
	Teknoloji okuryazarı	1	0.5
Yaşamla ilişkilendirme			
Günlük yaşam ilişkisi kurma	15	7.2	

Katılımcı fen bilimleri öğretmenlerinin öğretim programları-STEM algısı Tablo 5'de görüldüğü gibi, *problem çözme*, *araştırma-sorgulama*, *yaratıcı düşünme* ve *eleştirel düşünme*, *yaşamla ilişkilendirme*, *yenilikçi olma*, *üretken olma*, *bilgi okuryazarı*, *girişimci* ve *teknoloji okuryazarı* olmak üzere on farklı kavram etrafında gruplanmıştır. Tablo 5'de katılımcıların soruya birden fazla cevap vermesi nedeniyle frekanslar toplam 208 görüş üzerinden hesaplanmıştır.

Öğretim programları ve STEM ilişkisi temasının altında bulunan on kavram "21. Yüzyıl becerileri" ve "yaşamla ilişkilendirme" olmak üzere iki ayrı grup olarak incelenmiştir.

21. Yüzyıl Becerileri

Küresel rekabette geri kalmamak adına bireylerin çağa uygun beceri ve özellikleri buldurması ülkeler açısından önemli bir gereklilik haline gelmiştir (Beers, 2011). Bu beceriler 21. Yüzyıl becerileri olarak adlandırılmakta olup; sorgulayan, araştırmacı, eleştirel düşünebilen, yaratıcı, ekip çalışmalarına dahil olabilme gibi özelliklere sahip bireylerin yetiştirilmesini hedeflemektedir (P21, 2016). Bu doğrultuda öğretmenlerin öğretim programları-STEM ilişkisinin yirmi birinci yüzyıl becerileri ile nasıl değerlendirildiğine yer verilmiştir. Katılımcılar yirmi birinci yüzyıl becerilerini, problem çözme, sorgulayıcı, yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, araştırmacı, analiz etme, üretken, yenilikçi, bilimsel düşünebilen, girişimci ve teknolojiye meraklı kavramlarıyla ilişkilendirmişlerdir.

Araştırma katılımcıları olan fen bilimleri öğretmenlerinin fen-öğretim programları 21. Yüzyıl becerileri ilişkisini %34,1 problem çözme %19,7 yaratıcı düşünme, %19,7 araştırma-sorgulama, %7,7 eleştirel düşünebilme, %4,8 yenilikçi, %2,9'u üretken, %1,9 bilimsel düşünebilen, %1,5 girişimci, %0,5 teknolojiye meraklı olma kavramları ile açıkladıkları görülmektedir. Katılımcıların öğretim programları-STEM ilişkisi anlayışlarına ilişkin görüşlerinden bazı alıntılar aşağıda yer almaktadır.

B13: "... *duyarlı bir bakış içerisinde olan ve eleştirel yetisine sahip olan biri olur.*"

K19: "*Öğrencinin eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirebilir.*"

F18: "*Karşılaşılan sorunlara ilişkin olarak daha yenilikçi çözümler üretiliyor.*"

K18: "... *bilimsel bir bakış açısı kazanılmasını sağlaması açısından önemlidir.*"

Yaşamla İlişkilendirme

Yaşamla ilişkilendirme kavramı bu çalışmada, bilgilerin günlük yaşam ile bağdaştırılabilmesi şeklinde tanımlanmıştır (Erdaş Kartal ve Ada, 2018). Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerinin %7,2'si fen-öğretim programları ilişkisini yaşamla ilişkilendirme kavramıyla açıklamıştır.

B13: "... *güncel hayatında uygulamayan öğrenciler yetiştiriyoruz.*"

F22: "... *uygulamalı eğitimler olacağı için karşılaşılan sorulara çözüm bulmadır.*"

Sınıf uygulamaları STEM ilişkisi

Bu kategoriye "Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşleri nelerdir?" araştırma sorusuyla ulaşılmıştır.

Katılımcıların STEM sınıf uygulamalarının ilişkisini nasıl algıladıklarını ortaya koymak için "Sizce STEM'i sınıf içi uygulamalara entegre etmede kullanılan yöntem ve teknikler nelerdir? Kullanılacak yöntem ve tekniğe kendi branşınızdan örnek verir misiniz?", "STEM eğitimi uygulanan bir sınıfta öğretmen rolünü nasıl tanımlarsınız?", "STEM eğitimi uygulanan bir sınıfta öğrencilerin bilgi ve kazanımlarını hangi tür ölçme değerlendirme yaklaşımlarıyla belirlersiniz?" soruları birlikte değerlendirilmiştir. Öğretmenlerinin sınıf uygulamaları-STEM ilişkisine yönelik algılarını ortaya çıkarmak için bu bölüm 'Yöntem ve teknik-STEM ilişkisi', 'Öğretmen rolü STEM ilişkisi' ve 'Ölçme değerlendirme-STEM ilişkisi' temaları etrafında toplanmıştır.

STEM eğitiminde kullanılabilir yöntem ve teknikler

Çalışmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamalarında kullanılacak yöntem ve teknik bilgisine ait kavramları Tablo 6’da görüldüğü gibi ‘Deney yapma’, ‘Maket/Tasarım’, ‘Robotik kodlama’, ‘Proje’, ‘Simülasyon’, ‘3D maker’, ‘Ardinuo’ ve ‘Scratch’ kavramları etrafında toplanmıştır.

Tablo 6. Katılımcıların yöntem ve teknik-STEM anlayışları

Tema	Alt Tema	N	f%
Sınıf uygulamaları STEM ilişkisi	Yöntem ve teknik		
	Deney Yapma	31	28.4
	Modelleme/Tasarım	23	21.1
	Robotik kodlama	15	13.8
	Proje	14	12.8
	Simülasyon	14	12.8
	3D maker	7	6.4
	Ardiuno-Scratch	5	4.7

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerinin önemli bir çoğunluğu (%28,4) yöntem ve teknik- STEM ilişkisini deney yapma kavramıyla açıklamıştır. Katılımcıların yöntem ve teknik-STEM anlayışlarına ilişkin görüşlerinden bazı alıntılar aşağıda yer almaktadır.

FEN8: “*Fen deneylerini, kulüplerde öğrenciler bu çalışmalarını yapabilirler.*”

FEN9: “*Robotik kodlama ile akıllı çöp kovası **tasarlama olabilir.***”

F21: “*Videolar, simülasyonlar olabilir.*”

B26: “*3D maker ile örneğin vücut organları gibi materyaller üretilebilir.*”

F26: “*Yeni nesil uygulamalar tercih edilebilir. Arduino ya da scratch gibi.*”

Ölçme değerlendirme STEM ilişkisi

Çalışmaya katılan 109 fen bilimleri öğretmenin STEM ve ölçme değerlendirme ilişkisini ‘proje’, ‘portfolyo’, ‘rubrik’, ve ‘sonuç odaklı’ kavramları ile kurdukları görülmektedir. Tablo 7’de katılımcıların öğretmen rolü-STEM ilişkisine ait anlayışlarının nasıl dağıldığı görülmektedir.

Tablo 7. Katılımcıların ölçme değerlendirme-STEM ilişkisi anlayışları

Tema	Alt Tema	N	f%
Sınıf uygulamaları STEM ilişkisi	Ölçme değerlendirme		
	Proje	50	45.9
	Portfolyo	25	22.9
	Rubrik	21	19.3
	Sonuç odaklı	13	11.9

Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerinin yaklaşık yarısı (%45,9) ölçme değerlendirme-STEM ilişkisini proje kavramıyla açıklamıştır. Katılımcıların ölçme

değerlendirme-STEM ilişkisi anlayışlarına ilişkin görüşlerinden bazı alıntılar aşağıda yer almaktadır.

B10: “Öğrencinin yapmış olduğu bir projenin **sürecinden sonucuna** kadar devam eden çşlışms şeklinde verilmesidir.”

K4: “Bence proje odaklı bir değerlendirme sistemi ile STEM dersi müfredatlara eklenebilir”

F9: “Mutlaka portfolyolar kullanılmalıdır. Çünkü portfolyolar özellikle süreci değerlendirmektedir.”

B6: “Çoktan seçmeli bir ölçekle değerlendirmeyle belirleyebilirim.”

F14: “Kısa cevaplı birkaç temel sorudan oluşan yazılı bir değerlendirme yapılabilir.”

STEM'in Zorlukları ve Uygulanamama Nedenleri

Katılımcıların STEM'in zorlukları ve uygulanmama nedenleri ilişkisini nasıl algıladıklarını ortaya koymak için “STEM eğitiminin olumlu yönleri nelerdir?”, “STEM eğitiminin olumsuz yönleri nelerdir?” ve “STEM eğitimi yaklaşımına uygun olarak geliştirilen etkinlikleri uygularken karşılaştığınız ya da karşılaşılabileceğinizi düşündünüz güçlükler nelerdir?” soruları birlikte değerlendirilmiştir.

Tablo 8. STEM'in zorluğu ve uygulanmama nedenleri

TEMA	Alt tema	N	f%
STEM'in zorlukları ve uygulanmama nedenleri	Zaman yetersizliği	44	25.7
	Fiziksel koşulların yetersizliği	30	17.5
	Ekonomik yetersizlik	27	15.9
	Müfredat yoğunluğu	22	12.9
	Sınıf mevcudu yoğunluğu	19	11.1
	Öğrenci motivasyonu eksikliği	11	6.4
	Merkezi sınavlar	11	6.4
	Öğretmen deneyimsizliği	7	4.1

Katılımcıların sorulara verdiği cevapların ‘zaman yetersizliği’, ‘ekonomik yetersizlik’, ‘materyal ihtiyacı’, ‘müfredat yoğunluğu’, ‘sınıf mevcudu fazlalığı’, ‘öğrenci motivasyon eksikliği’, ‘merkezi sınavlar’, ‘öğretmen deneyimsizliği’ ve ‘fiziksel koşulların yetersizliği’ alt temaları altında toplandığı görülmektedir. Tablo 8’de görüldüğü gibi katılımcıların bu kategoride birden fazla alternatif sunması nedeniyle frekanslar toplam 171 görüş üzerinden hesaplanmıştır. Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerinin %25,7’si STEM uygulamalarındaki en büyük zorluğu zaman yetersizliği kavramıyla açıklamıştır. Katılımcıların STEM'in zorluğu ve uygulanmama nedenlerine ilişkin görüşlerinden bazı alıntılar aşağıda yer almaktadır.

K1: “Zaman en büyük olumsuz yönü olacaktır.”

B14: “Maliyetli olduğu için **ekonomik olarak yeterli olmayan bir durum yaratıyor.**”

B6: “Süre sıkıntısı olacağından **konuyu yetiştirme sıkıntısı** olabilme ihtimalini ortaya çıkartıyor.”

F7: “... müfredatın yoğun olması nedeniyle **müfredat yetiştirme** açısından sorunlar yol açmaktadır.”

B10: “Kalabalık sınıflarda **her öğrenciyle çalışma fırsatının olmaması** durumudur.”

F7: “Her öğrenci yapmak istemeyebilir.”

K3: “Türkiye **sınav sistemine** uymadığı için daha az önemsenmektedir.”

F9: “... öğretmenlerin bu konuda sahip oldukları **deneyim ve becerilerindeki yetersizlikler**.”

B22: “Okulların mevcut durumda STEM yaklaşımını **uygulamaya elverişli olmaması**.”

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik anlayışları araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda öğretmenlerin STEM tanımları, STEM ölçme değerlendirme ilişkisi yanında öğretmenlerin STEM’in zorlukları ve uygulanmama nedenlerine odaklanılmıştır.

Öğretmen STEM anlayışlarına yer verilen temadan elde edilen araştırma sonuçlarına göre öğretmenlerin; STEM eğitiminin “bütünsel ya da disiplinler arası” tanımlamalarında nispeten ortaklık bulunmasına rağmen (Breiner, Johnson, Harkness, & Koehler, 2012), disiplinler, multidisipliner, transdisipliner gibi tanımlamalara yer verilmedikleri görülmektedir. Araştırma sonuçlarına göre öğretmenlerin STEM eğitimi hakkında çeşitli bilgileri olsa da (örneğin STEM’in baş harflerinin açıklamasını yapmışlardır) STEM’in tam olarak anlaşılmadığı görülmüştür (Breiner vd., 2012). Bu durum okullarda da STEM eğitiminin tam olarak anlaşılmamasına yol açmakta ve sonuç olarak okullarda STEM eğitiminin uygulanması noktasında eksikliklere yol açmaktadır.

Yine araştırma sonuçlarına göre katılımcıların fen-STEM ilişkisini yalnızca disiplinler arası alt temasıyla ilişkilendirdiği ancak literatürde yer alan fen okur yazarlığı, teknoloji ve tasarım ile kavramları ile bağlantılar kurmadığı görülmektedir (Akça & Beşoluk, 2023). Bu durum hem öğretmenlerin STEM ve fen eğitimi kavramlarını nasıl bir bütün olarak bir araya getirecekleri konusunda net bir fikirleri olmadığını göstermektedir.

Öğretim programları STEM ilişkisine ilişkin araştırma sonuçlarına göre katılımcıların öğretim programları STEM ilişkisini literatüre uygun şekilde (Bozkurt-Altan & Tan, 2020; Bölükbaşı & Görgülü-Arı, 2021) problem çözme, araştırma sorgulama, yaratıcı düşünme ve eleştirel düşünme, yenilikçi olma, üretken olma, bilgi okuryazarı, girişimci ve teknoloji okuryazarı gibi yirmi birinci yüzyıl becerileri kazandıracağını düşündükleri ancak literatürde yer alankendi öğrenmesinin sorumluluğunu alma becerisine değinmedikleri görülmektedir (Bölükbaşı & Görgülü-Arı, 2021). Katılımcı öğretmenlerin literatürü destekler nitelikte STEM’in yirmi birinci yüzyıl becerilerini kazandırma adına önemli olduğuna dair nispeten yeterli seviye olduğu görülmektedir.

Sınıf uygulamaları STEM ilişkisine ilişkin öğretmen anlayışlarını içeren bu çalışma sonuçlarına göre yöntem ve teknik-STEM ilişkisi katılımcılar tarafından deney, modelleme/tasarım, robotik kodlama, proje, simülasyon, 3D maker, Arduinio ve scratch gibi birbirinden farklı tanımlamalara yer verilmektedir. Kodlama konusunda MEB tarafından yapılan çeşitli çalışmalara ve projelere ve ortaokul öğretim programına dahil edilmiş (MEB, 2018b) olmasına rağmen öğretmenlerin bu konuda yetersiz olduğu görülmektedir. Bu bağlamda öğretmenlerin STEM eğitiminde kullanılması gereken yöntem ve tekniklerle ilgili olarak

kısmen bilgisi olduğu ve etkili STEM uygulamaları için bu bilgi alanının gelişmesi gerektiği görülmektedir.

Ölçme değerlendirme STEM ilişkisine yönelik bu çalışmanın sonuçlarına göre katılımcıların çoğu öğrencilerin not kaygısı yaşamayıp, süreç boyunca kendi öğrenmelerinden sorumlu olarak iş birliği içinde performans değerlendirmesine dayalı çalışma yeterliliği elde edeceklerini belirtirken (Akgündüz & Akpınar, 2018), azınlıktaki bir kısmı ise literatürün aksine öğrencilerin sınavda değerlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir (Köse, 2021). STEM'in uygulamaları sırasında öğrencilerin bir probleme çözüm üretecek şekilde sürece dayalı ürün oluşturmalarının sağlanması gerektiğini belirtmektedirler. Katılımcıların STEM uygulamalarının değerlendirilmesi sürecinde, becerilerin, disiplinlerin, uygulama sürecinin değerlendirilmesini detaylı olarak ele alamadıkları görülmektedir (Akgündüz & Akpınar, 2018).

Öğretmenlerin STEM uygulamaları konusunda en fazla karşılaştığı problemler olarak öğretim materyallerinin eksik olması ve STEM uygulamaları yapmak için zamanın yetersiz olması, fiziki şartların yetersizliği, ekonomik yetersizlikler ve öğrenenlerin düşük hazırbulunuşluk seviyesi, konuya hakim olma kaygısı, gibi faktörlerin STEM uygulamalarında tehdit oluşturduğu belirtilmektedir (Bakırcı & Kutlu, 2018).

Çalışmanın sonuçları, fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimini güncel öğrenme ve öğretme etkinliklerini kullanarak yirmi birinci yüzyıl becerileri, bilimsel süreç becerileri, üst düzey zihinsel becerileri ve günlük yaşam becerilerini geliştiren bir anlayış olarak tanımladığını göstermektedir (John, Siburna, Wunnava, Anggoro & Dubosarsky, 2018; Maarouf, 2019; Pawilen & Yuzon, 2019).

Araştırma sonuçlarından hareketle STEM eğitiminin hedeflediği amaçlara ulaşılabilmesi için bu eğitimi verecek öğretmenlerin STEM eğitime dair alan ve pedagoji bilgisine bunun yanı sıra deneyime ihtiyacı olduğu söylenebilir (Aslan-Tutak vd., 2017; Yıldırım & Türk, 2018). Bunun yapılabilmesi içinse ilk olarak eğitim politikacıları, STK'lar ve araştırmacıların STEM eğitime yönelik olumlu yönde tutum geliştirerek öğretim programlarının yeniden düzenlenerek tüm öğretim kademelerinde uygulamaya konulması gerekmektedir (Akgündüz & Akpınar, 2018).

Öneriler

STEM eğitiminin öğretim programlarına entegre edilmesi için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Bu düzenlemeler, STEM eğitiminin yirmi birinci yüzyıl becerilerini kazandırmaya yönelik özelliklerini yansıtmalıdır. STEM eğitiminin uygulanması için gerekli olan materyal ve ekipmanların temini sağlanmalıdır. Bu amaçla, eğitim kurumları ve yerel yönetimler işbirliği içinde hareket etmelidir.

Öğretmenlerin anahtar rol oynadığı bu eğitim sisteminde onların STEM eğitimi konusunda deneyim kazanmaları için STEM eğitimiyle ilgili seminerler, kurslar ve çalıştaylar düzenlenmelidir. Bu etkinliklerde, öğretmenlere STEM eğitiminin temelleri, yöntem ve teknikleri, değerlendirme yöntemleri gibi konularda bilgi ve beceri kazandırılmalıdır. STEM eğitimiyle ilgili uygulamaların yapıldığı bilim merkezleri ziyaretleri düzenlenmelidir. Bu ziyaretler, öğretmenlerin STEM eğitimiyle ilgili uygulamaları yerinde görmelerine ve

deneyimlemelerine olanak sağlayacaktır. STEM eğitimiyle ilgili projelerin geliştirilmesi ve uygulanması teşvik edilmelidir. Bu projeler, öğretmenlerin STEM eğitiminin uygulamaya yönelik deneyimlerini artırmalarına yardımcı olacaktır. Bu uygulamalar, öğretmenlerin STEM eğitimi konusundaki bilgi ve becerilerini artıracak ve STEM eğitiminin yaygınlaştırılmasına katkı sağlayacaktır.

Alanda çalışma yapmayı hedefleyen araştırmacılar ise STEM eğitiminin çıktıları, STEM eğitiminde okulların rolü, STEM eğitiminde okul içi ve okul dışı uygulama alanları temalarına odaklanmaları önerilebilir. Aynı zamanda fen bilimleri öğretmenlerinin STEM anlayışları ile diğer branşlarla karşılaştırılmasına yer verilebilir. Bu çalışmada fen alan öğretmenlerinin STEM eğitimi hakkındaki anlayışları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Öğretmenlerin bu anlayışlarının nasıl değiştiğini ve nelerden etkilendiğini anlayabilmek için STEM eğitimi alan ve almayan öğretmenlerin incelenmesi bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara önerilmektedir.

Çıkar Beyanı

Bu çalışmanın yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması söz konusu değildir.

Destek Beyanı

Bu çalışma hiçbir kurum veya kuruluş tarafından desteklenmemiştir.

Etik ile İlgili Hususlar

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Tablo 9. Etik kurul bilgileri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı	: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimler Enstitüsü Araştırma ve Yayın Etik Kurulu
Etik değerlendirme kararının tarihi	: 12.01.2022/01-09
Etik değerlendirme belgesi sayı numarası	: 2157746

Çalışmada yer alan katılımcılara isimlerinin deşifre edilmeyeceği konusunda güvence verilmiştir. Tüm adaylar gönüllü olarak çalışmaya katıldıklarını beyan etmişlerdir.

Kaynakça

Alan, B. (2017). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bütünleşik Öğretmenlik Bilgilerinin Desteklenmesi: STEM Uygulamalarına Hazırlama Eğitimi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi).

Akça, Z., & Beşoluk, Ş. (2023). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Disiplinler Arası Yaklaşımlara Ve Stem'e Yönelik Algıları. *Trakya Eğitim Dergisi*, 13(1), 141-159.

Akgündüz, D., & Akpınar, B. C. (2018). Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi. D. Akgündüz (Ed.). *Okul öncesi eğitiminde STEM uygulamaları*. Ankara: Anı Yayıncılık.

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.

Aydeniz, M. (2017). *Eğitim sistemimiz ve 21. yüzyıl hayalimiz: 2045 Hedeflerine ilerlerken, Türkiye için STEM odaklı ekonomik bir yol haritası*. University of Tennessee. Retrieved from https://trace.tennessee.edu/utk_theopubs/17/. Erişim tarihi: 26.09.2021.

Bakırcı, H., & Kaplan, Y. (2021). Fen bilimleri öğretmenlerinin mühendislik ve tasarım becerileri alanında karşılaştığı sorunlar ve çözüm önerileri. *Journal of Computer and Education Research*, 9(18), 626-654.

Bakırcı, H., & Kutlu, E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(2), 367-389.

Barış, N. (2019). *Bilsem'de Görev Yapan Fen Bilimleri ve Matematik Öğretmenlerinin STEM Eğitim Uygulamalarının Araştırılması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Batı, K., Çalışkan, İ., & İkbâl-Yetiştir, M. (2017). Fen Eğitiminde Bilgi İşlemsel Düşünme ve Bütünleştirilmiş Alanlar Yaklaşımı (STEAM). *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (41), 91-103.

Biçer, B., Uzoğlu, M., & Bozdoğan, A. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM hakkındaki görüşlerinin belirlenmesine yönelik ölçek geliştirme çalışması. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi* 9(16), 553-574.

Bozkurt Altan, E., & Tan, S. (2021). Concepts of creativity in design based learning in STEM education. *International Journal of Technology and Design Education*, 31(3), 503-529.

Bölükbaşı, G., & Görgülü Arı, A. (2021). Öğrencilerin fen alanına karşı ilgilerini ve düşünme becerilerini geliştirmesi açısından STEM: öğretmen görüşleri. *Türkiye Eğitim Dergisi*, 6 (1), 46-58.

Breiner, J. M., Johnson, C. C., Harkness, S. S., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112, 3–11 Retrieved from <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>.

Can, K., & Uluçınar-Sağır, Ş. (2018). Sınıf öğretmenlerinin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik (fetemm) uygulamalarına ilişkin görüşleri. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(11), 62- 83.

Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States. In 6th Biennial International Conference On Technology Education Research. Aralık (Vol. 10).

Fan, S. C. C., & Ritz, J. (2014). International views of STEM education. Proceedings of the pupils attitude toward technology conference, Orlando, USA.

Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). STEM temelli laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına etkisinin incelenmesi. *Journal of Human Sciences*, 14(4), 4275- 4288.

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, A. (2014). *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. Washington: National Academies Press.

Judy, B. (2011). *Five innovations from World War II*. Retrieved from <http://bigdesignevents.com/2011/09/innovations-fromworld-war-ii/>.

John, M.-S., Siburna, B., Wunnava, S., Anggoro, F., & Dubosarsky, M. (2018). An iterative participatory approach to developing an early childhood problem-based STEM curriculum. *European Journal of STEM Education*, 3(3), 1-12. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/3867>.

Karabolat, B., Atıcı, T., & Taflı, T. (2021). Biyoloji dersi öğretim programında ve ders kitaplarında yer alan kazanımların ve etkinliklerin STEM yaklaşımına göre incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* e-ISSN:2146- 5983 Yıl: 2021 Sayı: 58 Sayfa: 645-670.

Kızılay, E. (2018). Türkiye’de öğretmen eğitimi konusundaki STEM çalışmaları. *Tarih Okulu Dergisi (TOD)*. Haziran 2018 Yıl 11, Sayı XXXIV, ss. 1221-1246.

Köse, M. (2021). Ortaokul fen bilimleri ders kitaplarının ölçme ve değerlendirme açısından incelenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 316-334. <https://doi.org/10.17556/erziefd.738444>.

Lambert, V. A., & Lambert, C. E. (2012). Qualitative descriptive research: An acceptable design. *Pacific Rim International Journal of Nursing Research*, 16(4), 255-256.

Maarouf, S. A. (2019). Supporting academic growth of english language learners: Integrating Reading into STEM curriculum. *World Journal of Education*, 9(4), 83- 96. <https://doi.org/10.5430/wje.v9n4p83>.

MEB. (Milli Eğitim Bakanlığı). (2016). *STEM Eğitimi Raporu. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü*. https://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf. Erişim tarihi: 31.01.2023.

MEB. (Milli Eğitim Bakanlığı). (2018a). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7, 8. Sınıflar)*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Bakanlığı.

MEB. (Milli Eğitim Bakanlığı). (2018b). *Ortaöğretim kurumları (liseler) biyoloji dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Bakanlığı.

MEB. (Milli Eğitim Bakanlığı). (2020). *EDUSIMSTEAM ihtiyaç analizi raporu*. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. <http://edusimsteam.eba.gov.tr/wpcontent/uploads/2021/12/edusimsteam-needs-analysis-report-TR.pdf>. Erişim tarihi: 02.02.2023.

MEB. (Milli Eğitim Bakanlığı). (2021). *Okul öncesinden ortaöğretime farklı disiplinlerde STEM eğitimi uygulamaları*. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. http://fclturkiye.eba.gov.tr/wp-content/uploads/2022/10/Okul-oncesinden-147-ortaogretime-farkli-disiplinlerde-stem-eg%CC%86itimi-uygulamalari_final.pdf. Erişim tarihi: 02.02.2023.

MEB. (Milli Eğitim Bakanlığı). (2022). *Scientix projesi matematik ve geometri eğitiminde STEM çalışmaları rehberi*. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü http://fclturkiye.eba.gov.tr/wp-content/uploads/2022/12/03135402_Matematik-veGeometri-Egitiminde-Stem-Calismalari-Rehberi.pdf. Erişim tarihi: 02.02.2023

Özbilen, A.G. (2018). STEM eğitimine yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalıkları. *Bilimsel Eğitim Araştırmaları Dergisi*. 2(1), 1-21.

Özdemir, A. U. (2019). *Sınıf öğretmenlerinin FeTeMM farkındalıkları ve FeTeMM eğitimi uygulamalarına yönelik görüşleri*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz

Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Ana Bilim Dalı, İlköğretim Bilim Dalı, Antalya.

Öztürk, M. (2017). *İlkokul 4. sınıf öğretmenleri ve öğrencilerinin FeTeMM eğitimine ilişkin yeterlik inançları ve tutumlarının incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Partnership for 21st Century Learning. (PS21). (2016). *Framework for 21st century learning*. [Çevrim-içi: <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>. Erişim Tarihi: 17 Eylül 2021.

Pawilen, G. T., & Yuzon, M. R. A. (2019). Planning a Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) curriculum for young children: A collaborative project for preservice teacher education students. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 11(2), 130-146.

Rabenberg, T. A. (2013). *Middle school girls' STEM education: Using teacher influences, parent encouragement, peer influences, and self efficacy to predict confidence and interest in math and science*. (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations and Theses database. (UMI No. 3603040).

Saçılık, H. (2019). *Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamaları ile ilgili görüşleri*. (Yüksek Lisans Tezi). Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Thibaut, L., Ceuppens, S., Loof, H. D., Meester, J. D., Goovaerts, L., Struyf, A., . . . Depaepe, F. (2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 1-12. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>.

Weinberg, A. E., Balgopal, M. M., & Sample McMeeking, L. B. (2021). Professional growth and identity development of STEM teacher educators in a community of practice. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 99-120.

White, D. W. (2014). What is STEM education and why is it important. *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-9.

Uğraş, M. (2017). Okul öncesi öğretmenlerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşleri. *The Journal of New Trends in Educational Science*, 1(1), 39-54

Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). Opinions of secondary school science and mathematics teachers on STEM education. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*. 10(1), 52-60.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (8. Baskı)*. Seçkin Yayıncılık.

Yükseköğretim Kurumu. (2018, Mayıs 30). *Yeni Öğretmen Yetiştirme Lisans Programları*. <https://www.yok.gov.tr/kurumsal/idari-birimler/egitim-ogretim-dairesi/yeni-ogretmen-yetistirme-lisans-programlari>

Yıldırım, B. (2020). Öğretmen yetiştirme üzerine bir model önerisi: STEM öğretmen enstitüleri eğitim modeli. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 50, 70- 98.

EXTENDED SUMMARY

In Turkey, recent secondary education biology, physics, and chemistry curricula emphasize the development of twenty-first-century skills, aligning with the STEM education approach. The importance of STEM education is highlighted in science programs, aiming to focus on engineering and design skills and encouraging students to understand the connection between science and engineering.

Recent initiatives, such as the inclusion of Turkey in the Scientix Project in 2014 and the publication of STEM-related books by the Ministry of National Education (MEB) in 2021 and 2022, reflect the increasing importance given to STEM education in the country. However, a gap is observed in higher education programs for training physics, chemistry, and biology teachers, where STEM education is not a mandatory subject (Yükseköğretim Kurumu, 2018). For effective STEM education, the text emphasizes the need for appropriate curriculum design and teacher qualifications (Aydeniz, 2017). STEM teachers should be open to embracing new disciplines and continually developing their pedagogical and subject knowledge (Weinberg, Balgopal & Sample McMeeking, 2021). Despite numerous studies on STEM education in Turkey, there is a focus on middle school science teachers or teacher candidates. The study aims to assess the understanding of STEM education, awareness of STEM, and classroom practices related to STEM among biology, physics, chemistry, and science teachers.

The study aims to reveal the understanding of science teachers towards STEM education, utilizing a descriptive survey approach. The research group consists of 109 voluntary high school biology, physics, chemistry, and middle school science teachers, with 75 females and 34 males from three major cities in Turkey (Istanbul, Ankara, Izmir). Data collection instruments include a survey form designed to explore science teachers' understanding of STEM education. The data were collected through face-to-face (35 participants) and online (74 participants) teacher interviews using the survey forms. Data analysis was conducted using descriptive analysis, aiming to organize findings and identify concepts that align with explanations. The collected data were analyzed based on themes derived from the literature and categorized into sub-themes and codes. The analysis process revealed relationships among data and facilitated the exploration of new concepts, with new themes emerging as a result of the inherent nature of the data.

The study investigates the understanding of science teachers regarding STEM education, focusing on teachers' definitions of STEM, the relationship between STEM and assessment, as well as the challenges and reasons for non-implementation of STEM. Despite a relatively commonality in defining STEM education as "holistic or interdisciplinary," teachers do not incorporate terms like disciplinary, multidisciplinary, or transdisciplinary into their definitions (Breiner et al., 2012). While teachers possess various information about STEM education, such as explaining the initials, the study reveals a lack of a comprehensive understanding of STEM (Breiner et al., 2012), leading to shortcomings in implementing STEM education in schools.

The participants in the study associate the Science-STEM relationship only with the interdisciplinary theme, lacking connections to scientific literacy, technology, design, and other concepts present in the literature (Akça & Beşoluk, 2023). This indicates a lack of clear ideas among teachers on how to integrate STEM and science education concepts cohesively.

Regarding the relationship between curriculum and STEM, participants believe that STEM education will impart 21st-century skills such as problem-solving, research inquiry, creative and critical thinking, innovation, productivity, information literacy, entrepreneurship, and technology literacy. However, there is a noticeable absence of emphasis on self-directed learning skills, which literature highlights as crucial (Bölükbaşı & Görgülü-Arı, 2021). While teachers recognize the importance of STEM in developing 21st-century skills, there is room for improvement in incorporating the concept of taking responsibility for one's own learning.

The study explores teachers' perceptions of STEM in classroom practices, revealing diverse definitions such as experimentation, modeling/design, robotics coding, projects, simulations, 3D makers, Arduino, and Scratch. Despite coding being part of the middle school curriculum, teachers seem to lack sufficient knowledge in this area, indicating a need for improvement in their understanding of methods and techniques for effective STEM practices. In terms of assessment, the majority of participants believe that students should collaborate in performance-based assessments, while a minority advocates for traditional exam evaluation. However, there is a consensus that students should create process-based products that offer solutions to problems during STEM applications.

Teachers face challenges in implementing STEM, including insufficient teaching materials, lack of time, inadequate physical conditions, economic constraints, low readiness levels of learners, fear of not mastering the subject, and concerns about students' low preparedness. The study results suggest that science teachers view STEM education as an approach that enhances 21st-century skills, scientific process skills, higher-order cognitive skills, and daily life skills.

To achieve the goals of STEM education, the study recommends that teachers need expertise in both the content and pedagogy of STEM education, along with practical experience. It emphasizes the importance of positive attitudes from education policymakers, NGOs, and researchers, urging the redesign and implementation of STEM education in all educational levels.

According to the research findings, teachers perceive STEM education as interdisciplinary and holistic, emphasizing the need for methods like experimentation, modeling, coding, and projects. They advocate for process-based and performance assessment approaches in evaluating STEM education. Key challenges in STEM implementation include insufficient teaching materials, time constraints, inadequate physical conditions, and economic limitations. To integrate STEM into curricula, adjustments reflecting its 21st-century skill-building features are necessary. Collaboration between educational institutions and local authorities is crucial for procuring required materials and equipment. Teachers, playing a pivotal role, should gain STEM expertise through seminars, courses, and workshops. Visits to science centers for firsthand experience and encouragement of STEM projects are recommended. Future researchers could focus on STEM education outcomes, the role of schools, in-school and out-of-school applications, and compare STEM perceptions among science and non-science teachers. Exploring how teachers' understanding of STEM evolves and what influences it would benefit researchers in this field.