

# Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik STEM Bilgilerinin İncelenmesi

Aynur GÜNGÖR<sup>1</sup> ve Mücahit KÖSE<sup>2</sup>

## Öz

Bu araştırmada öğretmen ve öğretmen adaylarının Teknolojik pedagojik STEM Bilgilerinin (TP-STEMB) çeşitli değişkenlere göre incelenmesi amaçlanmıştır. İlişkisel araştırma modelindeki araştırmanın örneklemini 466 öğretmen ve öğretmen adayı oluşturmuştur. Verilerin toplanmasında Chai, Jong, Yin, Chen ve Zhou (2019) tarafından geliştirilen Güngör ve Köse (2022)'nin Türkçeye uyarladığı TP-STEM bilgi ölçeği kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre kadın ve erkek öğretmen/öğretmen adaylarının TP-STEM bilgi yeterliliklerinin benzer olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının STEM veya disiplinler arası eğitimle ilgili ders alma/almama durumlarının TP-Matematik bilgilerini etkilemediği ancak eğitim alan öğretmen adaylarının TP-Bilim TP-Mühendislik ve Bütünleştirici STEM bilgi öz-yeterliliklerini anlamlı düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Öğretmenlerin STEM eğitime yönelik aldıkları eğitim değişkeninde 36 saat ve üzeri eğitim alan öğretmenlerin TP-Bilim, TP-Matematik, TP-Mühendislik ve Bütünleştirici STEM bilgi öz-yeterliliklerinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Derslerinde STEM etkinlikleri yapan öğretmenlerin etkinlik yapmayan öğretmenlere göre TP-STEM bilgi boyutlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Araştırmada ihtiyaç duyulan teknolojiye erişebilen öğretmenlerin, erişemeyen öğretmenlere göre TP-Bilim, TP-Matematik ve TP-Mühendislik Bilgi yeterliliklerinin anlamlı düzeyde farklılaştığı diğer bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

*Anahtar Kelimeler:* Bütünleşik STEM Eğitimi, Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi, Teknolojik Pedagojik STEM Bilgisi, Öz yeterlilik

## A correlational investigation of Teachers and Pre-service Teachers' Technological Pedagogical STEM Knowledge

### Abstract

The study was aimed to determine the Technological pedagogical STEM Knowledge (TP-STEMK) of teachers and pre-service teachers' according to various variables. In the relational research model, 466 teachers and pre-service teachers formed the sample of the research. The TP-STEMK scale developed by Chai, Jong, Yin, Chen and Zhou, (2019) and adapted into Turkish by Güngör and Köse (2022) was used as a data collection tool. According to the results of the research, it was determined that the TP-STEM knowledge self-efficacy of female and male teachers/pre-service teachers was similar to each other. It was determined that the pre-service teachers' whether they took courses related to STEM or interdisciplinary education did not affect TP-Maths Knowledge, but it significantly affected the knowledge self-efficacy of the pre-service teachers who received training. It was concluded that the teachers who received 36 hours or more of training in STEM education had a higher level of knowledge self-efficacy of TP- Science Knowledge, TP-Maths Knowledge, TP-Engineering Knowledge and Integrative STEM. However, it was determined that the TP-STEM knowledge dimensions of the teachers who did STEM activities were higher than the teachers who did not. Another result of the research is that teachers who can access the technology needed have higher TP- Science Knowledge, TP-Maths Knowledge and TP- Engineering Knowledge qualifications than teachers who cannot access the technology they want.

*Key Words:* Integrated STEM Education, Technological Pedagogical STEM Knowledge, Technological Pedagogical Content Knowledge, Self-efficacy


### Atf İçin / Please Cite As:

Güngör, A. ve Köse, M. (2023). Öğretmen ve öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik STEM bilgilerinin incelenmesi. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 12(3), 895-912. doi:10.33206/mjss.1242221


**Geliş Tarihi / Received Date:** 25.01.2023

**Kabul Tarihi / Accepted Date:** 02.03.2023

<sup>1</sup> Fen Bilimleri Öğretmeni - MEB Gazipaşa Karalar Hüseyinli Ortaokulu, aynur.gungor07@hotmail.com,

 ORCID: 0000-0002-7076-436X

<sup>2</sup> Doç. Dr. - Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, mucahit.kose@alanya.edu.tr,

 ORCID: 0000-0002-1938-6092

## Giriş

Günümüzde çok yönlü, yaratıcı ve eleştirel düşünebilen, problem çözme becerisine sahip, üretken bireylerin yetiştirilmesine duyulan ihtiyaç eğitimde disiplinler arası yaklaşımı ön plana çıkarmıştır. Bu bağlamda farklı disiplinlerin bir arada uygulanması (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik), mühendisliğin farklı disiplin alanlarına (Fen, Matematik) entegrasyonu, teknolojiye olan ihtiyacın artması eğitim öğretimde reformlar yapılmasını gerekli kılmıştır (Şahiner ve Koyunlu-Ünlü, 2022, s. 146). Bu doğrultuda birçok toplumda bütünlük STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi giderek önem kazanmış (English, 2016; Li, Wang, Xiao ve Froyd, 2020, s.1; Thibaut vd., 2018, s.1), ülkeler eğitim programlarına STEM eğitimini entegre etmeye başlamıştır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018).

Bütünlük STEM (BSTEM) eğitimi, doğasını oluşturan disiplinlerin bilgi, becerileri ve kazanımlarını harmanlayarak bireylerin anlamlı öğrenmeleri destekleyen öğretim stratejisidir (Chai, Jong ve Yan 2020, s. 203; Wang ve Fan, 2018, s. 105-108). Yaratıcılık, eleştirel düşünme, merak, analiz, yenilikçilik, problem çözme, yaşam boyu öğrenme, teknoloji ve bilim okur yazarlığı, girişimcilik, çözüm odaklı düşünme, iletişim ve iş birliği gibi beceriler STEM eğitiminin merkezinde bulunmaktadır (Altun-Yalçın ve Yalçın, 2018, s.39-59). Ayrıca mühendis ve bilim insanlarının çalışma disiplini, beceri ve problem çözmeye yönelik yaklaşımlarını gerçek dünyaya yansıtan bir eğitim anlayışına sahiptir (STEM Task Force Report, 2014). Bu sayede bireylere yaşadıkları dünyayı anlama, bütün olarak görme fırsatı sunmakta (Dugger, 2010), bireylerin bütüncül olarak gelişmelerini desteklemektedir (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012)

BSTEM eğitiminin avantajları bilinmesine karşın, pek çok öğretmen ya da öğretmen adayı için STEM uygulamaları gerçekleştirmek pedagojik bir zorluk olabilir (Chai vd., 2019, s. 61; Faikhamta, Lertdechapat ve Prasoblarb, 2020, s. 1-2; Köse ve Ataş, 2020, s. 104). Nitekim BSTEM eğitimi, kavram ve disiplinlerinin anlaşılabilmesi (Bell, 2016; El-Deghaidy ve Mansour, 2015; Herro ve Quigley, 2017; Karademir-Coşkun, Alakurt ve Yılmaz, 2020, s. 821; Ring, Dare, Crotty ve Roehrig, 2017) öğretmenlerin öz yeterliliklerinin düşük olması (Karademir-Coşkun vd., 2020, s. 821), STEM eğitime yönelik teknolojik, pedagojik alan bilgisi (TPAB) eksikliği (Karademir-Coşkun vd., 2020, s. 821; Yanış-Kelleci, 2020) bilim ve teknolojiye yönelik ilgisizlik (Daugherty, Carter ve Swagerty, 2014, s. 45-46; Gresnigt, Taconis, van Keulen, Gravemeijer ve Baartman, 2014, s.47-48) gibi birçok durum BSTEM uygulamalarına engel olduğu belirtilmektedir. Ayrıca geleneksel öğretim, yöntem, teknik ve stratejilerini benimseyen eğitimciler tarafından BSTEM disiplinlerinin birbirleriyle ve gerçek yaşam problemleriyle ilişkilendirilmesinde zorluklar yaşanması da önemli etkenlerdendir (Satchwell ve Loep, 2002; Shahali, Halim, Rasul, Osman ve Zulkifeli, 2016). Chai, Rahmawati ve Jong, (2020) öğretmen adaylarıyla gerçekleştirdiği çalışmada STEM eğitime farklı disiplinlerinin entegre etmenin, öğretimi karmaşık hale getirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Bunun yanı sıra öğretim programlarında BSTEM eğitimi disiplinlerinin (matematiğin fazla, mühendisliğin az) aynı oranda vurgulanmaması (Anderson, Wilson, Tully ve Way, 2019) BSTEM'in eğitim ortamına entegrasyonunu etkilemektedir. Kısacası BSTEM eğitimi; zaman, öğretim materyali, müfredat ve disiplinler arası iletişim olmak üzere birçok engelle karşı karşıyadır (Margot ve Kettler, 2019). Ayrıca öğretmenlerin BSTEM eğitiminin uygulanmasında belirleyici bir role sahip olduğunu düşünüldüğünde (Thibaut vd., 2018), öğretmen ve öğretmen adaylarının Alan Bilgisi (AB), Pedagojik Alan Bilgisi (PAB) (Shulman, 1987) ve Teknolojik Pedagojik Alan Bilgi (TPAB)'lerinin (Mishra ve Koehler, 2006) geliştirilmesi desteklenmelidir. Bu bağlamda öğretmen/öğretmen adaylarının BSTEM eğitimi yeterliklerinin ve ihtiyaçlarının belirlenmesi, geliştirmesi önem arz etmektedir.

Öğretmen ve öğretmen adaylarının mesleki ve teknolojik bilgileri, eğitim öğretimin kalitesini beraberinde öğrenci başarısını etkilemektedir (Jackson, Rockoff ve Staiger, 2014). Nitekim teknoloji sadece öğrenmeyi destekleyen iletişim araçları olarak görmek doğru değildir (de Jong, 2019). Teknoloji aynı zamanda öğrencileri okul duvarları dışına çıkarmayı, bireyleri zamanın ötesine taşımayı, bilgi paylaşımında bulunmayı, tartışma ortamı oluşturmada ve günlük yaşam problemlerinin çözümünde ortaya çıkan öğrenme çıktılarını belgelendirmeye olanak sağlamaktadır (Dasgupta, Magana ve Vieira, 2019; Wang ve Chian, 2020). Bu açıdan teknolojinin ihtiyaç duyulan bilginin toplanmasında, analiz, sentez ve yapılandırılmasında bilişsel bir araç olarak ihtiyaçlara cevap verdiği söylenilebilir. Çünkü öğretmenler öğretimi planlarken mevcut TPAB'ni kullanmaktadırlar (Koh, Chai ve Lee, 2015). TPAB öğretmenlerin teknolojiyi öğretime entegre edebilme bilgisi olduğunu söyleyebiliriz. Başka bir ifadeyle uygun teknoloji ve pedagojik bilginin kullanımı sonucunda konunun öğretilmesini sağlayan bilgidir (Schmidt, vd., 2009). Bu bağlamda öğretmen ve öğretmen adaylarının teknolojiyi öğretime entegre etmek için TPAB'nin belirlenmesi, geliştirilmesi gerekmektedir (Chai vd., 2020; Margot ve Kettler, 2019).

TPAB ve BSTEM içerdikleri ortak disiplinler ve savundukları pedagojik amaçlar ile birbirlerini tamamlamaktadır (Chai, 2019; Milner-Bolotin, 2018; Parker, Stylinski, Bonney, Schillaci ve McAulliffe, 2015). Literatürde STEM ve TPAB'in bütünlümesine yönelik TPAB çerçevesi kullanılarak öğretmen/öğretmen adaylarının bilgi, beceri, deneyim ve yeterliliklerinin belirlendiği çalışmalar da yer almaktadır (Chai vd., 2019; Chai, 2019; Chai vd., 2020; ayak, 2019; Lin, Chai, Di, Wang, 2022; Sari, Waremra ve Dinata, 2022; Parker vd., 2015; Rahman, Krishnan ve Kapila, 2017; Wang ve Fan, 2018). Literatürdeki alışmalar incelendiğinde Sari vd. (2022), fizik öğretmen adaylarına uyguladığı çevrim içi TPAB-STEM uygulaması öncesi yeterli düzeydeki TPAB-STEM becerilerinin uygulama sonrası çok iyi düzeyde olduğunu belirtmiştir. Sarı ve Yazıcı (2020) fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimi almalarının bu eğitime yönelik bilgi, beceri ve deneyim kazandırdığı sonucuna ulaşmış ve STEM eğitimi hakkında olumlu düşünceler geliştirdiklerini belirtmiştir. Değirmenci (2020), STEM eğitimine yönelik öğretmen öz yeterliliklerinin cinsiyete göre farklılaşmadığı, nitekim alınan STEM eğitimi sayısına göre anlamlı bir farklılaşma olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca, öğretmenlerin STEM uygulamaları planlarken en çok mühendislik süreçlerinde yetersiz hissettiklerini belirtmiştir. Bu duruma öğretmenlerin aldıkları STEM eğitimin yetersiz olmasından ve uygulamadan çok teorik ağırlıklı bir eğitim görmelerinden kaynaklandığı sonucuna ulaşmıştır. Demirkol, Kartal ve Taşdemir (2022) yaptığı çalışmada erkek fen bilimleri ve kadın matematik öğretmenlerinin STEM etkinliklerine karşı tutumlarının yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada öğretmen/öğretmen adaylarının TP-STEM bilgi yeterlik düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca TPAB ve STEM arasındaki ilişkinin önemini vurgulamaktadır. Bu kapsamda çalışmada;

1) Öğretmen adaylarının TP-STEMB öz yeterliliklerinin TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi alt boyutları;

a) Cinsiyetleri,

b) STEM ya da disiplinler arası eğitime yönelik ders alma durumları açısından farklılaşmakta mıdır?

2) Öğretmenlerinin TP-STEMB öz yeterliliklerinin TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi alt boyutları;

a) Cinsiyetleri,

b) STEM' e yönelik aldıkları eğitim durumları,

c) Derste STEM etkinlikleri yapma durumları,

d) İhtiyaç duyulan teknolojiye erişme durumları açısından farklılaşmakta mıdır?

### Yöntem

Öğretmen ve öğretmen adaylarının TP-STEM bilgilerinin çeşitli değişkenlere göre incelemeyi amaçlayan araştırmada ilişkisel tarama deseni tercih edilmiştir. İlişkisel tarama deseni parametreler arasındaki ilişkinin varlığını ve seviyesini derinlemesine analiz eden araştırmalardır (Gay ve Airasian, 2000). Karmaşık olan unsurların anlaşılmasını, neden ve sonuçlarına yönelik olası cevapları yordamak adına ipucu oluşturulmasını hedeflemektedir (Büyükköztürk, Kılıç-akmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2018, s. 15; Hocaoğlu ve Akkaş-Baysal, 2019).

### Evren- Örnekleme

Araştırmanın evrenini Türkiye'nin farklı bölgelerinde bulunan on beş ilde 2020-2021 bahar döneminde görev yapan İlköğretim Matematik, Fen Bilimleri, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri öğretmenleri ile beş farklı üniversitenin 4.sınıfta öğrenim görmekte olan İlköğretim Matematik, Fen Bilgisi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri bölüümleri öğretmen adayları oluşturmaktadır. Uygun örnekleme yöntemiyle evrenden seçilen 657 gönüllü öğretmen ve öğretmen adayı araştırmanın örneklemini oluşturmuştur. Verilerin incelenmesi sonucunda hatalı, eksik ve u değerler doğrultusunda veriler düzenlenmiş 312 öğretmen ve 154 öğretmen adayına ait veriler üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Örneklemeye Ait Bilgiler

Öğretmen	Öğretmenler	Frekans (f)	Yüzde (%)	Öğretmen Adayı	Frekans (f)	Yüzde (%)		
Cinsiyet	Kadın	211	67.63	Kadın	115	74.68		
	Erkek	101	32.37	Erkek	39	25.32		
Branş	Fen Bilimleri	144	46.15	Fen Bilgisi	54	35.06		
	İlköğretim Matematik	106	33.97	İlköğretim Matematik	66	42.86		
	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri	62	19.87	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri	34	22.08		
STEM'e yönelik ders alma veya hizmet içi kurslara katılma durumu	Fen Bilimleri	Ders alan	66	45.83	Fen Bilimleri	Ders alan	34	62.96
		Ders almayan	78	54.17		Ders almayan	20	37.04
	İlköğretim Matematik	Ders alan	39	36.79	İlköğretim Matematik	Ders alan	12	18.19
		Ders almayan	67	63.21		Ders almayan	54	81.81
	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri	Ders alan	38	61.29	Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri	Ders alan	27	79.41
		Ders almayan	24	38.71		Ders almayan	7	20.59
İhtiyaç duyulan teknolojiye erişim	Erişebilen	188	60.26					
	Erişemeyen	124	39.74					
Mesleki deneyim süresi	1-5	89	28.53					
	6-10	126	40.38					
	11-15	59	18.91					
	16-20	35	11.22					
	21 +	3	0.96					
Toplam	Öğretmen	312	100	Öğretmen adayı	154	100		

Tablo 1'de yer alan öğretmen ve öğretmen adaylarının özellikleri incelendiğinde araştırmaya 211 kadın (%67.63), 101 erkek (% 32.37) öğretmen ile 115 kadın (% 74.68), 39 erkek (% 25.32) öğretmen adayının katıldığı, öğretmenlerin % 46.15'inin (144) Fen Bilimleri öğretmeni olduğu ve STEM'e yönelik hizmet içi eğitim almadığı (%54.17) belirlenmiştir. Araştırmaya 66 (%42.86) ilköğretim matematik öğretmen adayları katıldığı, katılan öğretmen adaylarının ise büyük çoğunluğu (%81.81) STEM eğitimine yönelik ders almadığını belirtmiştir.

### Veri Toplama Araçları

Öğretmen ve öğretmen adaylarının TP-STEM bilgi özyeterlilik düzeylerinin belirlenmesi amacıyla Chai, vd. (2019) tarafından geliştirilen Güngör ve Köse (2022) tarafından Türkçeye uyarlanan TP-STEM bilgi özyeterlilik ölçeği kullanılmıştır. Ölçek 17 madde, dört alt boyut ve yedili likert tipindedir. Alt boyutlar, soru dağılımları ve örnek maddeleri aşağıdaki gibidir.

- “Teknolojik Pedagojik Bilim Bilgisi (TPBİLİMB)”, (1-4 sorular)

“Öğrencileri özgün araştırmalara teşvik etmek için bilim konularına dayalı uygun teknolojileri nasıl seçeceğimi biliyorum.”

- “Teknolojik Pedagojik Matematik Bilgisi (TPMATB)”, (5-9 sorular)

“Gerçek yaşam problemleri hakkında olası matematiksel modelleri oluşturmada, uygun teknolojileri kullanarak, öğrencilerin etkin olmalarını sağlayabilirim (ör. simülasyon yazılımı).”

- “Teknolojik Pedagojik Mühendislik Bilgisi (TPMÜHB)” (10-13 sorular)

“Çeşitli dijital teknolojileri kullanarak, öğrencilerin mühendislik tasarım süreciyle ilgili bilgilerle etkileşimini sağlıyorum (örneğin, Powerpoint sunumu, online videolar).”

- “Bütünleştirici STEM (bSTEM)”, (14-17 sorular),



“Öğrencilerin STEM uygulamalarında çeşitli bilgi-iletifim teknoloji araçlarını kullanarak bilgiyi yapılandırmalarını kolaylaştırabilirim.”

Ölçeğin alt boyutları için iç tutarlılık katsayıları ( $\alpha$ ) 0.80 ile 0.84 arasında değişmektedir. Ölçek bütünü için  $\alpha$  değeri 0.93 olarak belirlenmiştir. Bu durum elde edilen verilerin güvenilir ( $\alpha > 0.70$ ) olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2020; Nunnally & Bernstein, 1994).

### Verilerin Toplanması

Öğretmen ve öğretmen adaylarına TP-STEM bilgi ölçeği yüz yüze ve Google form üzerinden gönderilmiştir. Ölçek 657 gönüllü öğretmen ve öğretmen adayı tarafından doldurulmuştur. Katılımcıların görüşlerini yansıtacak seçenekleri işaretlemeleri yaklaşık 5-7 dakika sürmüştür.

### Verilerin Analizi

Verilerinin analizinde SPSS 22.0. istatistik programı kullanılmıştır. Her değişken için betimsel ve çıkarımsal istatistikler hesaplanmıştır. Uç değerler hataya sebep olacağı için veri dosyasından çıkarılması önerilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu bağlamda veri setinde Mahalanobis Değeri ile Sapan aykırı değerlerin olup olmadığı kontrol edilerek veri dosyasından çıkarılmıştır. Değişkenlerin çarpıklık/basıklık değerleri ( $\pm 1.96$  aralığında) dikkate alınmış, dağılımın normal dağılım gösterip göstermediği kontrol edilmiştir. Bağımlı değişkenin önemini belirtmek (Alpar, 2003) ve araştırmada Tip 1 hata değerini azaltmak amacıyla tek yönlü MANOVA testi uygulanmıştır.

Analizlerde MANOVA testinin varsayımlarından kovaryans matrislerin efitliği; Box's M Testi, hata varyanslarının efitliğine Levene testi uygulanmıştır. Kovaryans matrislerin efitliği  $p > 0.001$  için homojenliğin sağlandığı durumlarda (Allen, Bennett ve Heritage, 2014; Pallant, 2005); multivariate testi (çok değişkenli) sonuçlarında Wilks' Lambada testi, homojenliğin sağlanmadığı durumlar için Pillai's Trace testinin (Tabachnick ve Fidell, 2013) kullanılması önerilmiştir. Levene Hata Varyanslarının efitliği varsayımında  $p > 0.01$  veya  $p > 0.025$  düzeyinde hata varyansları arasında farklılık yoktur (Tabachnick ve Fidell, 2013). Ayrıca, varyans analizinde bağımsız değişkenin etki gücünün belirlemede kısmi eta-kare ( $\eta^2$ ) değeri hesaplanmıştır. Bu bağlamda  $\eta^2 = .01$  küçük,  $\eta^2 = .06$  orta ve  $\eta^2 = .14$  büyük etki değerine sahip (Cohen, 1988; Green ve Salkind, 2005) olduğu belirtilmiştir. Çoklu karşılaştırma testlerinden “Scheffe ve Tukey” Post Hoc testi kullanılmıştır.

## Bulgular

### Öğretmen Adaylarına İlişkin Bulgular

#### Öğretmen Adaylarının Cinsiyet Değişkeni TP-STEM Bilgi Alt Boyutlarına İlişkin Bulgular

“Öğretmen adaylarının TP-STEMB öz yeterliliklerinin TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi alt boyutları cinsiyetleri açısından farklılaşmakta mıdır?” alt problemini araştırmak için tek yönlü MANOVA analizi gerçekleştirilmiştir. Analize başlamadan önce normallik, tekyönlü MANOVA'nın sayıtları kovaryans matrisi ve varyansların homojenliği varsayımları incelenmiştir. Bu bağlamda kovaryans matrislerinin efitliği ile hata varyanslarının efitliği kontrol edilmiştir. Öğretmen adaylarının cinsiyetleri değişkeni için TP-STEMB alt boyutlarına ait veri sayısı (n), ortalama ( $\bar{X}$ ), standart sapma (S) ve tek yönlü MANOVA analizine ait değerleri Tablo 2'de yer almaktadır.

**Tablo 2.** Öğretmen Adaylarının Cinsiyetlerine Göre TP-STEMB Yeterlilik Alt Boyutları Betimsel İstatistik ve Tek Yönlü MANOVA Sonuçları

Bağımlı değişken	Cinsiyet	n	$\bar{X}$	S	sd	F	p
TPBİLİMB	Kadın	115	23.06	2.76	1-152	0.068	0.794*
	Erkek	39	22.92	3.08			
TPMATB	Kadın	115	28.53	3.79	1-152	0.825	0.365*
	Erkek	39	27.84	4.78			
TPMÜHB	Kadın	115	20.40	3.99	1-152	0.407	0.524*
	Erkek	39	19.92	4.42			
bSTEM	Kadın	115	20.18	3.72	1-152	0.795	0.374*
	Erkek	39	19.53	4.38			

\* $p > .05$

Tablo 2 incelendiğinde kadın öğretmen adaylarının TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM puan ortalamalarının yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının cinsiyetlerinin TPBİLİMB,

TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM puanlarına ait çarpıklık/basıklık değerleri normal dağılıma yakın dağılım göstermektedir. Kovaryansların eşitliğini değerlendirmek için yapılan Box's M Testi analizinde  $p>0.001$  ise yokluk hipotezi kabul edilir (Allen vd., 2014; Pallant, 2005). Bu sonuç “*matrisler arasında anlamlı bir fark yoktur*” anlamındadır. Yapılan analiz sonucunda bağımlı değişkenler için kovaryans matrisleri arasında farkın olmadığı (Box's  $M=6.741$ ;  $F=0.646$ ;  $p=0.775$ ,  $p>0.001$ ) sonucuna ulaşılmıştır.

Tek yönlü MANOVA'nın bir diğer sayılıştından hata varyansları arasında anlamlı farkın olup olmadığına belirlenmesi Levene Testi ile kontrol edilmiştir.  $p$  değeri  $p>0.01$  veya  $p>0.025$  için yokluk hipotezi kabul edilir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Değerler incelendiğinde, TPBİLİMB ( $p=0.778$ ,  $p>0.01$ ), TPMATB ( $p=0.099$ ,  $p>0.01$ ), TPMÜHB ( $p=0.407$ ,  $p>0.01$ ) ve bSTEM ( $p=0.150$ ,  $p>0.01$ ) puanları için “*Hata varyansları arasında anlamlı düzeyde farklılık yoktur*” hipotezi kabul edilmiştir. Bu bağlamda analizler sonucunda MANOVA sayılıştının sağlandığı görülmüştür.

Öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre farklılığın olup olmadığına belirlenmesinde çok değişkenli testler analizi yapılmıştır. Çok değişkenli analizine ait Wilk's Lambda analizi (Büyüköztürk, 2020; Green ve Salkind, 2005; Tabachnick ve Fidell, 2013) gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM puanları için Manova Sonuçları incelendiğinde cinsiyete göre anlamlı fark gözlenmemiştir [ $F_{(4,149)}=0.44$ ,  $p>0.05$ , Wilk's Lambda ( $\Lambda$ )=0.988, kısmi  $\eta^2=0.012$ ]. Bir diğer ifadeyle bayan ve erkek öğretmen adaylarının TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi özyeterliliklerinin benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

*Öğretmen Adaylarının STEM ya da Disiplinler Arası Eğitime Yönelik Ders Alıp Almadığına Göre TP-STEM Bilgi Ölçeğinin Alt Boyutlarına İlişkin Bulgular*

“*Öğretmen adaylarının TP-STEMB öz yeterliliklerinin TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi alt boyutları STEM ya da disiplinler arası eğitime yönelik ders alma durumları açısından farklılaşmakta mıdır?*” alt problemi için öğretmen adaylarının STEM ya da disiplinler arası eğitim alma durumları TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi alt boyutları veri sayısı ( $n$ ), ortalama ( $\bar{X}$ ), standart sapma ( $S$ ) ve tek yönlü MANOVA değerleri Tablo 3'te yer almaktadır.

**Tablo 3.** Öğretmen Adaylarının STEM ya da Disiplinler Arası Eğitim Alma Durumlarına Göre TP-STEMB Yeterlilik Alt Boyutları Betimsel İstatistik ve Tek Yönlü MANOVA Sonuçları

Bağımlı Değişken	Eğitim alma durumu	$n$	$\bar{X}$	$S$	$sd$	$F$	$p$	Kısmi Eta Kare
TPBİLİMB	aldım	79	23.86	2.48	1-152	15.330	0.000	0.092
	almadım	75	22.14	2.93				
TPMATB	aldım	79	28.87	3.35	1-152	2.648	0.106*	0.017
	almadım	75	27.81	4.65				
TPMÜHB	aldım	79	22.02	3.59	1-152	35.864	0.000	0.191
	almadım	75	18.45	3.81				
bSTEM	aldım	79	22.07	3.03	1-152	63.701	0.000	0.295
	almadım	75	17.85	3.52				

\* $p>0.05$

Tablo 3'te STEM veya disiplinler arası eğitim aldığını belirten öğretmen adaylarının TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM puanlarının ortalamaları almadığını ifade eden öğretmen adaylarından yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının STEM veya disiplinler arası eğitim durumlarının TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM puanları çarpıklık/basıklık değerleri normal dağılıma yakın dağılım göstermektedir. Tek yönlü MANOVA'nın sayılıştından Levene Testi analizde  $p$  değeri  $p>0.01$  veya  $p>0.025$  için yokluk hipotezi kabul edilir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Değerler incelendiğinde, TPBİLİMB ( $p=0.102$ ,  $p>0.01$ ), TPMATB ( $p=0.023$ ,  $p>0.01$ ) TPMÜHB ( $p=0.369$ ,  $p>0.01$ ) ve bSTEM ( $p=0.200$ ,  $p>0.01$ ) puanları için “*Hata varyansları arasında anlamlı düzeyde farklılık yoktur*” hipotezi kabul edilmiştir. Bu durum MANOVA'ya ait sayılıştının sağlandığını göstermektedir.

Box's M Testi analizinde  $p<0.001$  değeri için yokluk hipotezi red edilir (Allen vd., 2014; Pallant, 2005). Bu sonuç “*matrisler arasında anlamlı düzeyde fark vardır*” anlamındadır. Bu bağlamda bağımlı değişkenlere için kovaryans matrisleri analizinde anlamlı farkın olduğu (Box's  $M=34.256$ ;  $F=3.328$ ;  $p=0.000$ ,  $p<0.001$ ) görülmektedir. Bu durum MANOVA'nın sayılıştının karşılanmadığını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisi koşulunun sağlanmadığı durumlarda ( $p<0.001$ ) örneklemin grup büyüklüklerinin farklı olması

(Aldım=N=79, Almadım=N=75) durumuna bakılarak analize devam edilir. Nitekim bu durum analiz sonuçlarını etkilememektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Fakat araştırma analizlerine devam etmesi durumunda multivariate test analizi bulgularında Pillai's Trace sonuçlarının dikkate alınması önerilmiştir (Green ve Salkind, 2005; Tabachnick ve Fidell, 2013).

Yapılan analizler sonucunda MANOVA'ya ait sayılıtların sağlandığı kabul edilmiş ve STEM ya da disiplinler arası eğitim alma durumlarına göre farklılaşmayı belirlemede çok değişkenli testler analizi yapılmıştır. Öğretmen adaylarının TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM puanlarına ilişkin çok değişkenli analiz sonuçları incelendiğinde STEM ya da disiplinler arası eğitim alma durumlarına göre anlamlı farklılık göstermiştir [ $F_{(4,149)} = 17.3$ ,  $p < 0.05$ , Pillai's trace = 0.317, kısmi  $\eta^2 = 0.317$ ]. Başka bir ifadeyle öğretmen adaylarının STEM ya da disiplinler arası eğitim alma durumlarına göre TPBİLİMB, TPMÜHB ve bSTEM puanları birlikte ele alındığında bağımlı değişkenlerin benzer olmadığı aralarında anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur (bkz. Tablo 3).

Tablo 3'te öğretmen adaylarının STEM ya da disiplinler arası eğitim alma durumlarına TPBİLİMB, TPMÜHB ve bSTEM puanlarında anlamlı düzeyde farklılaştığı ( $p < 0.05$ ) tespit edilmiştir. Fakat TPMATB puanlarının birlikte ve ayrı olacak şekilde incelendiğinde farklılaşmadığı ( $p = 0.106$ ,  $p > 0.05$ ) sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının STEM ya da disiplinler arası eğitim alma durumlarının TPBİLİMB, TPMÜHB ve bSTEM alt boyutlarda anlamlı bir etkiye sahip olduğu görölmektedir. Ayrıca kısmi eta kare ( $\eta^2$ ): bağımsız değişkenin bağımlı değişkene olan etkisini açıklayabilme göstergesidir (Pallant, 2005; Rosenthal ve Rosnow, 2008). Bu nedenle en fazla etki bSTEM (kısmi  $\eta^2 = 0.295$ ) değişkeni üzerindedir.

### Öğretmenlere İlişkin Bulgular

#### Öğretmen Cinsiyetlerine Göre TP-STEM Bilgi Ölçeğinin Alt Boyutlarına İlişkin Bulgular

"Öğretmenlerin TP-STEMB öz yeterliliklerinin TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi alt boyutları cinsiyetleri açısından farklılaşmakta mıdır?" alt problemini için tek yönlü MANOVA analizi gerçekteştirilmiştir. Analiz öncesinde normallik ve MANOVA'nın sayılıtları kovaryans matrisi ve varyansların homojenliği varsayımları incelenmiştir. Öğretmenlerin cinsiyet değişkeni için TP-STEMB alt boyutlarına ait veri sayısı (n), ortalama ( $\bar{X}$ ), standart sapma (S) ve tek yönlü MANOVA analiz değerleri Tablo 4'tedir.

**Tablo 4.** Öğretmen Cinsiyetlerine Göre TP-STEMB Yeterlilik Alt Boyutları Betimsel İstatistik ve Tek Yönlü MANOVA Sonuçları

Bağımlı Değişken	Cinsiyet	n	$\bar{X}$	S	sd	F	p
TPBİLİMB	Kadın	211	22.03	2.91	1-310	0.139	0.710*
	Erkek	101	21.89	3.58			
TPMATB	Kadın	211	25.31	4.60	1-310	2.274	0.133*
	Erkek	101	26.16	4.78			
TPMÜHB	Kadın	211	19.04	4.76	1-310	3.170	0.076*
	Erkek	101	20.08	5.05			
bSTEM	Kadın	211	19.13	5.09	1-310	0.243	0.623*
	Erkek	101	18.83	4.94			

\* $p > 0.05$

Tablo 4 incelendiğinde kadın öğretmenlerin TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM puanları ortalamalarının yüksek olduğu görölmektedir. Ayrıca öğretmen cinsiyetlerine ait TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM puanları çarpıklık/basıklık değerleri normal dağılım göstermektedir. Bu bağlamda Tek yönlü MANOVA analizi için kovaryans matrislerinin eşitliği ve hata varyanslarının eşitliği koşulları kontrol edilmiştir. Levene Testi analizi p değeri  $p > 0.01$  veya  $p > 0.025$  koşulu için yokluk hipotezi kabul edilir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Değerler incelendiğinde, TPBİLİMB ( $p = 0.056$ ,  $p > 0.01$ ), TPMATB ( $p = 0.639$ ,  $p > 0.01$ ), TPMÜHB ( $p = 0.892$ ,  $p > 0.01$ ) ve bSTEM ( $p = 0.822$ ,  $p > 0.01$ ) puanları için "hata varyansları arasında anlamlı düzeyde fark yoktur" hipotezi kabul edilmiştir.

Tek yönlü MANOVA'nın diğer sayılıtsından kovaryansların eşitliğini değerlendirmede kullanılan Box's M Testi analizinde  $p > 0.001$  ise yokluk hipotezi kabul edilir (Allen vd., 2014; Pallant, 2005). Bu sonuç bağımlı değişkenler kovaryans matrisleri için anlamlı farkın bulunmadığını (Box's M=18.240; F=1.794;  $p = 0.056$ ,  $p > 0.001$ ) göstermektedir. Yapılan analizler sonucunda MANOVA'ya ait sayılıtların sağlandığı kabul edilmiş ve öğretmenlerin cinsiyetlerine göre farklılığın olup olmadığının belirlenmesinde çok değişkenli testler analizi yapılmıştır. Çok değişkenli analizine ait Wilk's Lambada analizi (Büyüköztürk, 2020; Green ve Salkind, 2005; Tabachnick ve Fidell, 2013) gerçekteştirilmiştir. Öğretmenlerin birlikte TPBİLİMB,

TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM puanları için Manova Sonuçları incelendiğinde cinsiyete göre farklılaşmamaktadır [ $F_{(4,307)} = 2.796$ ,  $p > 0.05$ , Wilk's Lambda ( $\Lambda$ ) = 0.965, kısmi  $\eta^2 = 0.035$ ]. Bu durum erkek ve bayan öğretmenlerin TP-STEMB alt boyutlarının puanlarının benzer olduğu bulunmuştur (bkz. Tablo 4).

#### Öğretmenlerin STEM Eğitime Yönelik Aldıkları Eğitim Durumlarına İlişkin TP-STEM Bilgi Ölçeğinin Alt Boyutlarına İlişkin Bulgular

“Öğretmenlerin TP-STEMB öz yeterliliklerinin TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi alt boyutları STEM eğitime yönelik aldıkları eğitim durumları açısından farklılaşmakta mıdır?” alt problemini için tek yönlü MANOVA analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesinde normallik ve MANOVA'nın sayıltıları kovaryans matrisi ve varyansların homojenliği varsayımları incelenmiştir. Öğretmenlerin STEM eğitime yönelik aldıkları eğitim durumları değişkeni için TP-STEMB alt boyutlarına ait veri sayısı (n), ortalama ( $\bar{X}$ ), standart sapma (S) ve tek yönlü MANOVA analizine ait değerleri Tablo 5'te yer almaktadır.

**Tablo 5.** Öğretmenlerin STEM Eğitime Yönelik Aldıkları Eğitim Durumlarına Göre TP-STEMB Yeterlilik Alt Boyutları Betimsel İstatistik ve Tek Yönlü MANOVA Sonuçları

Bağımlı Değişken	Eğitim alma durumu	n	$\bar{X}$	S	sd	F	p	Kısmi Eta Kare
TPBİLİMB	almadım	183	21.62	3.27	3-308	5.613	0.001	0.052
	1-15	84	21.92	2.78				
	16-35	23	22.82	3.00				
	36 ve üzeri	22	24.31	2.39				
TPMATB	almadım	183	24.95	5.01	3-308	4.593	0.004	0.043
	1-15	84	25.82	3.91				
	16-35	23	27.56	2.88				
	36 ve üzeri	22	27.95	4.70				
TPMÜHB	almadım	183	18.73	4.90	3-308	6.230	0.000	0.57
	1-15	84	19.29	4.91				
	16-35	23	22.13	3.34				
	36 ve üzeri	22	22.18	4.05				
bSTEM	almadım	183	17.54	4.96	3-308	23.678	0.000	0.187
	1-15	84	19.79	4.45				
	16-35	23	22.65	2.38				
	36 ve üzeri	22	24.77	2.91				

$p < 0.05$

Tablo 5 incelendiğinde 36 saat ve üzeri STEM eğitimi alan öğretmenlerin TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM ortalamaları eğitim almadığını, 1-15 ve 16-35 saat arası eğitim aldığını belirten öğretmenlerden yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmenlerin STEM eğitimi durumlarına ait TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM puanları çarpıklık/basıklık değerleri normal dağılım göstermektedir. Bu bağlamda tek yönlü MANOVA analizi sayıltısı Levene Testi analizde p değeri  $p > 0.01$  veya  $p > 0.025$  için ‘hata varyansları arasında anlamlı düzeyde fark yoktur’ hipotezi kabul edilir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Değerler incelendiğinde, TPBİLİMB ( $p = 0.252$ ,  $p > 0.01$ ), TPMATB ( $p = 0.035$ ,  $p > 0.01$ ), TPMÜHB ( $p = 0.048$ ,  $p > 0.01$ ) ve bSTEM ( $p = 0.042$ ,  $p > 0.01$ ) puanları için yokluk hipotezi kabul edilmiştir.

Kovaryansların eşitliğini değerlendirmek için yapılan Box's M Testi analizinde  $p < 0.001$  için yokluk hipotezi rededilir (Allen vd., 2014; Pallant, 2005). Bu sonuç ‘matrisler arasında anlamlı düzeyde fark vardır’ anlamındadır (Box's M=77.057; F=2.432;  $p = 0.000$ ,  $p < 0.001$ ). Bu durumda tek yönlü MANOVA'nın sayıltısı karşılanmamıştır. Varyans-kovaryans matrisi koşulu sağlanmaması durumunda ( $p < 0.001$ ) örneklemin grup büyüklüklerinin farklı olması (bkz. Tablo5) durumuna bakılarak analize devam edilir. Nitekim bu durum analiz sonuçlarını etkilememektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Fakat araştırmacı analizlerine devam etmesi durumunda multivariate test analizinde Pillai's Trace sonuçlarının dikkate alınması önerilmiştir (Büyüköztürk, 2020; Green ve Salkind, 2005; Tabachnick ve Fidell, 2013). Öğretmenlerin birlikte TP-STEMB alt boyutları puanlarına ilişkin Manova Sonuçları incelendiğinde öğretmen STEM eğitimi durumlarına göre anlamlı farklılık göstermiştir [ $F_{(12, 921)} = 6.005$ ,  $p < 0.05$ , Pillai's trace = 0.218, kısmi  $\eta^2 = 0.073$ ]. Bu durum öğretmenlerin STEM eğitim durumlarına göre TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM puanlarının benzer olmadığı bağımlı değişkenler arasında farklılaşmanın olduğu ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur (bkz. Tablo 5). Bu bağlamda alınan eğitim durumlarının TPBİLİMB, TPMATB TPMÜHB ve bSTEM alt boyutlarında anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmenlerin aldıkları STEM eğitim durumlarının en fazla bSTEM (kısmi  $\eta^2 = 0.187$ ) alt boyutu üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Bu



bağlamda STEM eğitim durumları değişkenine göre farklılaşmanın hangi gruplar ile olduğunu belirlemek amacıyla tamamlayıcı analiz post-hoc Scheffe testi yapılmıştır (Tablo 6).

**Tablo 6.** Öğretmenlerin, STEM Eğitime Yönelik Aldıkları Eğitim Durumları TP-STEMB Yeterlilik Alt Boyutları Puanlarına Ait Post-hoc Scheffe Testi Sonuçları

Bağımlı Değişken	Eğitim durumu (i)	Eğitim durumu (j)	$\bar{X} - \bar{X}$	$Sh_x$	Sig.	Anlamlı fark
TPBİLİMB	almadım (A)	36 saat ve üzeri (D)	-2.6898*	0.69460	0.002	A-D
	1-15 Saat arası (B)	36 saat ve üzeri (D)	-2.3896*	0.73722	0.016	B-D
TPMATB	almadım(A)	36 saat ve üzeri (D)	-2.9983*	1.03651	0.041	A-D
TPMÜHB	almadım (A)	16-35 saat arası (C)	-3.3927*	1.5217	0.017	A-C
	almadım (A)	36 saat ve üzeri (D)	-3.4441*	1.07321	0.017	A-D
bSTEM	almadım (A)	1-15 Saat arası (B)	-2.2566*	0.60208	0.003	A-B
	almadım (A)	16-35 saat arası (C)	-5.1112*	1.01067	0.000	A-C
	almadım (A)	36 saat ve üzeri (D)	-7.2317*	1.03087	0.000	A-D
	1-15 Saat arası (B)	36 saat ve üzeri (D)	-4.9751*	1.09413	0.000	B-D

p<.05

Tablo 6 da TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM alt boyutlarında 36 saat ve üzeri eğitim alan öğretmenler lehine anlamlı bir farklılık belirlenmiştir (p<.05). 36 saat ve üzeri STEM eğitimi alan öğretmenlerin tüm TP-STEMB alt boyutları yeterliliklerinin yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca TPBİLİMB ve bSTEM bilgi alt boyutlarında 36 saat ve üzeri eğitim alan öğretmenlerin 1-15 saat eğitim alan öğretmenlere göre yeterliliklerinin yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır (p<.05).

*Öğretmenlerin Derste STEM Etkinlikleri Gerçekleştirme Durumlarına Göre TP-STEM Bilgi Ölçeğinin Alt Boyutlarına İlişkin Bulgular*

“Öğretmenlerin TP-STEMB öz yeterliliklerinin TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi alt boyutları derste STEM etkinlikleri yapma durumları açısından farklılaşmakta mıdır?” alt problemi için tek yönlü MANOVA analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesinde normallik ve MANOVA'nın sayıtları kovaryans matrisi ve varyansların homojenliği varsayımları incelenmiştir. Öğretmenlerin derste STEM'e yönelik etkinlik yapma durumu değişkeni için TP-STEMB alt boyutlarına ait veri sayısı (n), ortalama ( $\bar{X}$ ), standart sapma (S) ve tek yönlü MANOVA analizine ait değerleri Tablo 7'dedir.

**Tablo 7.** Öğretmenlerin Derste STEM Etkinlikleri Yapma Durumlarına Göre TP-STEMB Yeterlilik Alt Boyutları Betimsel İstatistik ve Tek Yönlü MANOVA Sonuçları

Bağımlı Değişken	STEM Etkinlik Yapma	n	$\bar{X}$	S	sd	F	p	Kısmi Eta Kare
TPBİLİMB	Yaparım	112	23.25	2.78	1-310	30.856	0.000	0.091
	Yapmam	200	21.28	3.12				
TPMATB	Yaparım	112	26.84	4.35	1-310	12.908	0.000	0.040
	Yapmam	200	24.89	4.71				
TPMÜHB	Yaparım	112	21.13	4.38	1-310	24.274	0.000	0.073
	Yapmam	200	18.40	4.87				
bSTEM	Yaparım	112	21.98	3.76	1-310	73.571	0.000	0.192
	Yapmam	200	17.38	4.92				

p<0.05

Tablo 7'de derslerinde STEM etkinlikleri yaptığını belirten öğretmenlerin TP-STEMB alt boyutları puan ortalamaları STEM etkinlikleri yapmadığını belirten öğretmenlerden yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmenlerin derste STEM etkinlikleri yapma durumu alt boyutlar için çarpıklık ve basıklık değerleri normal dağılım göstermektedir. Bu bağlamda Tek Faktörlü MANOVA analizi için MANOVA sayıtları kontrol edilmiştir.

Hata varyansları arasında anlamlı farkın belirlenmesinde Levene Testi analizinde p değeri p>0.01 veya p>0.025 için yokluk hipotezi kabul edilir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Değerler incelendiğinde, TPBİLİMB (p=0.106, p> 0.01), TPMATB (p=0.200, p> 0.01), TPMÜHB (p= 0.085, p>0.01) ve bSTEM (p=0.062, p>0.01) puanları için yokluk hipotezini kabul edilmiştir.

Kovaryansların eşitliğini değerlendirmek için yapılan analizde  $p < 0.001$  ise yokluk hipotezi red edilir (Allen vd., 2014; Pallant, 2005). Yapılan analizlere göre bağımlı değişkenler için kovaryans matrisleri arasında farklılaşma olduğu (Box's  $M=33.191$ ;  $F=3.268$ ;  $p=0.000$ ,  $p < 0.001$ ) görülmektedir. Bu durum MANOVA sayıltısının karşılanmadığını göstermektedir. Varyans-kovaryans matrisi koşulunun sağlanmaması durumunda ( $p < 0.001$ ) örneklemin grup büyüklüklerinin farklı olması (Yapırım= $N=112$ , Yapmam= $N=200$ ) durumuna bakılarak analize devam edilir (bkz. Tablo 7). Nitekim bu durum test sonucunu etkilememektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Fakat araştırmacı analizlerine devam etmesi durumunda multivariate test analizi bulgularında Pillai's Trace sonucunun dikkate alınması önerilir (Green ve Salkind, 2005; Tabachnick ve Fidell, 2013).

Yapılan analizler sonucunda MANOVA'ya ait sayıltuların sağlandığı kabul edilmiştir. Manova Sonuçları incelendiğinde STEM ya da disiplinler arası eğitim alma durumlarına göre anlamlı farklılık bulunmuştur [ $F_{(4, 307)} = 20.092$ ,  $p < 0.05$ , Pillai's trace = 0.207, kısmi  $\eta^2=0.207$ ]. Başka bir ifade ile öğretmenlerin derslerinde STEM etkinlikleri yapma durumları TP-STEMB yeterlik alt boyut puanları birlikte ele alındığında benzer olmadığı bulunmuştur.

Tablo 7'de Öğretmenlerin derslerinde STEM etkinlikleri durumları için TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM puanları farklılık göstermiştir ( $p=0.00$ ,  $p < 0.05$ ). Bu bağlamda öğretmenlerin derslerinde STEM etkinlikleri yapma durumlarının tüm alt boyutlarda anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. Ayrıca bağımlı değişkenleri üzerinde en fazla etkinin %19,2 oranıyla bSTEM (kısmi  $\eta^2=0.192$ ), en az etkinin ise %4'lük bir oranla TPMATB (kısmi  $\eta^2=0.040$ ) olduğu görülmektedir.

#### Öğretmenlerin Öğretim Sırasında İhtiyaç Duyulan Teknolojiye Erişebilme Durumlarına Göre TP-STEM Bilgi Ölçeğinin Alt Boyutlarına İlişkin Bulgular

"Öğretmenlerin TP-STEMB öz yeterliliklerinin TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi alt boyutları öğretim sırasında ihtiyaç duyulan teknolojiye erişebilme durumları açısından farklılaşmakta mıdır?" alt problemi için tek yönlü MANOVA analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesinde normallik ve MANOVA'nın sayıltuları kovaryans matrisi ve varyansların homojenliği varsayımları incelenmiştir. Öğretmenlerin öğretim sırasında ihtiyaç duyulan teknolojiye erişebilme durumu değişkeni için TP-STEMB alt boyutlarına ait veri sayısı (n), ortalama ( $\bar{X}$ ), standart sapma (S) ve tek yönlü MANOVA analizi değerleri Tablo 8'dedir.

**Tablo 8.** Öğretmenlerin Öğretim Sırasında İhtiyaç Duyulan Teknolojiye Erişebilme Durumlarına Göre TP-STEMB Yeterlilik Alt Boyutları Betimsel İstatistik ve Tek Yönlü Manova Sonuçları

Bağımlı değişken	Teknoloji erişimi	n	$\bar{X}$	S	sd	F	p	Kısmi Eta Kare
TPBİLİMB	evet	188	22.36	3.08	1-310	6.633	0.010	0.021
	hayır	124	21.43	3.17				
TPMATB	evet	188	26.09	4.53	1-310	5.439	0.020	0.017
	hayır	124	24.84	4.80				
TPMÜHB	evet	188	19.88	4.94	1-310	5.184	0.023	0.016
	hayır	124	18.61	4.68				
bSTEM	evet	188	19.31	5.00	1-310	1.445	0.230*	0.005
	hayır	124	18.61	5.09				

\* $p > 0.05$

Tablo 8'de öğretim sırasında teknoloji erişimi sağladığını belirten öğretmenlerin TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM puanlarının ortalamaları teknoloji erişimi sağlayamayan göre yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmenlerin öğretim sırasında ihtiyaç duydukları teknolojiye erişebilme durumlarının TP-STEMB alt boyutları puanlarına ait çarpıklık/basıklık değerleri normal dağılım göstermektedir. Bu bağlamda Tek Faktörlü MANOVA'nın sayıltuları kontrol edilmiştir.

Hata varyansları arasında anlamlı farkın belirlenmesinde Levene Testi analizinde p değeri  $p > 0.01$  veya  $p > 0.025$  için yokluk hipotezi kabul edilir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Değerler incelendiğinde, TPBİLİMB ( $p=0.912$ ,  $p > 0.01$ ), TPMATB ( $p=0.233$ ,  $p > 0.01$ ), TPMÜHB ( $p=0.427$ ,  $p > 0.01$ ) ve bSTEM ( $p=0.982$ ,  $p > 0.01$ ) puanları için "Hata varyansları arasında anlamlı düzeyde fark yoktur" hipotezi kabul edilmiştir.

Kovaryansların eşitliğini değerlendirmek için yapılan analizde  $p > 0.001$  ise anlamlı bir fark yoktur hipotezi kabul edilir (Allen vd., 2014; Pallant, 2005). Bu bağlamda bağımlı değişkenler için kovaryans matrisleri arasında farklılaşmanın olmadığı (Box's  $M=16.321$ ;  $F=1.608$ ;  $p=0.097$ ,  $p > 0.001$ ) görülmektedir.

Bu durum tek yönlü MANOVA'nın sayılıtısının karşılandığını göstermektedir. Bu bağlamda analizler sonucunda MANOVA'ya ait sayılıtlarının sağlandığı görülmüş, tek yönlü MANOVA analizine geçilmiştir.

Öğretmenlerin öğretim sırasında teknoloji erişimi sağlama durumlarına göre farklılığın olup olmadığının belirlenmesinde çok değişkenli testler analizi yapılmıştır. Çok değişkenli analizine ait Wilk's Lambada analizi (Büyüköztürk, 2020; Green ve Salkind, 2005; Tabachnick ve Fidell, 2013) gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin birlikte TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM puanları Manova Sonuçları incelendiğinde öğretim sırasında teknoloji erişimi sağlama durumlarına göre anlamlı farklılık göstermemiştir [ $F_{(4, 307)} = 2.191, p > 0.05$ , Wilk's Lambda ( $\Lambda$ ) = 0.972, kısmi  $\eta^2 = .028$ ]. Başka bir ifadeyle öğretim sırasında teknolojiye erişebilen ve erişemeyen öğretmenlerin TP-STEMB yeterlik alt boyut puanları birlikte ele alındığında benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 8 incelendiğinde öğretmenlerin öğretim sırasında teknoloji erişimi durumları için TPBİLİMB, TPMATB ve TPMÜHB puanları anlamlı farklılık göstermiştir ( $p < 0.05$ ). Bu bağlamda öğretmenlerin öğretim sırasında teknoloji erişimi durumlarının TPBİLİMB, TPMATB ve TPMÜHB alt boyutlarda anlamlı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Fakat bSTEM puanları ayrı ve birlikte ele alındığında farklılaşma olmadığı ( $p = 0.230, p > 0.05$ ) sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca teknolojiye erişim durumu değişkeninin en fazla TPBİLİMB (kısmi  $\eta^2 = 0.021$ ) bağımlı değişkeni etkilediği görülmektedir.

### Tartışma ve Sonuç

Cinsiyet değişkenine göre öğretmen adaylarının TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi öz yeterliliklerinin benzer olduğu, cinsiyetin TP-STEMB yeterlik alt boyutlarını etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır. Alan yazında yapılan çalışmalar dikkate alındığında cinsiyetin öğretmen adaylarının TP-STEM bilgi boyutlarını (Chai vd., 2019), STEM'i oluşturan disiplinlerin bilgi ve farkındalıkları üzerinde etkisinin olmadığını belirten çalışmalara rastlanılmıştır (Koyunlu-Ünlü ve Dere, 2019; Yılmaz, 2019). Bu durumun araştırma sonucu ile paralellik gösterdiğini söyleyebiliriz. Bunun yanı sıra alan yazında cinsiyet değişkeninin bilgi boyutlarını etkilediğini belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Demirtaş ve Ekşioğlu, 2020; Ergün, 2019; Ergün ve Kıyıcı 2019; Hacıömeroğlu, 2017; Koçak, Aslan ve Capellaro, 2019).

Öğretmen adaylarının STEM ya da disiplinler arası eğitime yönelik eğitim alıp/almama değişkeni için TPBİLİMB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi öz yeterlilikleri farklılaşırken, TPMAT bilgilerinde farklılaşma belirlenmemiştir. Nitekim çalışma grubu özelliklerine bakıldığında büyük çoğunluğunun özellikle İlköğretim Matematik bölümü öğretmen adaylarının beşte birinden daha azının STEM veya disiplinler arası eğitim ile ilgili eğitim almadıklarını belirtmesinin (bkz. Tablo 1) bu sonucu etkileyebileceğini söyleyebiliriz. Alan yazında yapılan çalışmalar dikkate alındığında öğretmen adaylarının STEM'e yönelik hizmet öncesi eğitim almalarının, STEM deneyimine sahip olmalarının TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi yeterliliklerinin, farkındalıklarının yüksek düzeyde olduğunu belirten araştırmalara rastlanılmıştır (Chai vd., 2019; Chai vd., 2020). Ayrıca Chai vd. (2020), öğretmen adaylarının aldıkları STEM eğitimi doğrultusunda ilişkilendirilemeyen, anlamsız öğrenmeler sonucunda oluşan zorlanmalar ve aşırı bilişsel yüklenmeler neticesindeki olumsuzlukların azaltıldığını düşünmektedirler. Ayrıca Öztürk (2019), STEM eğitimi uygulamalarının, öğretmen adayları üzerinde fene yönelik yeterliliklerini arttırdığını ve STEM'e ilişkin olumlu tutum geliştirdiklerini belirtmiştir. Genel olarak literatürdeki araştırmalar incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM veya disiplinler arası ders almalarının, TP-STEM bilgilerini artması üzerinde olumlu etkisi olduğu ifade edilebilir. Bu durumun araştırma sonucunu desteklediğini belirtebiliriz.

Öğretmenlerin cinsiyet değişkenine göre tüm bilgi boyutları arasında anlamlı düzeyde fark belirlenmemiştir. Bulgular kadın ve erkek öğretmenlerin TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi öz yeterliliklerinin benzer olduğu; cinsiyetin TP-STEM bilgi alt boyutları üzerinde etkisinin bulunmadığını söyleyebiliriz. Alan yazında incelendiğinde araştırma sonucu ile paralel sonuçlar gösteren araştırmalara rastlanılmaktadır (Çevik, Danıştay ve Yağcı, 2017; Hiğde vd., 2020; Koyunlu-Ünlü ve Dere, 2019). Ayrıca cinsiyetin TPAB açısından STEM bilgi boyutlarına etkisini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (Chai vd., 2019; Çayak, 2019). Chai, vd., (2019) cinsiyetin öğretmenlerin TP-STEM bilgi yeterliliğini etkilemediğini belirtirken, Çayak (2019), erkek Fen Bilimleri öğretmenlerinin kadın Fen Bilimleri öğretmenlerine göre STEM'e yönelik TPAB'nin iyi düzeyde olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu bağlamda araştırmanın sonucu Chai vd., (2019)'un çalışması ile benzer, Çayak (2019)'un çalışması ile farklılık göstermektedir. Bu durumun sebebinin tüm branşların (Fen Bilimleri, İlköğretim Matematik, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri) birlikte değerlendirilmesi olabileceği düşünülmektedir. Nitekim Çayak (2019) çalışmasını Fen Bilimleri öğretmenleriyle gerçekleştirmiştir.

Öğretmenlerin aldıkları STEM eğitime yönelik eğitim durumları için TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi yeterliliklerinde anlamlı düzeyde farklılık belirlenmiştir. Araştırma sonuçları öğretmenlerin aldıkları STEM eğitim ders saati süresinin artması ile bilgi yeterliliklerinin de arttığı belirlenmiştir. 36 saat ve üzeri eğitim alan öğretmenlerin tüm alt boyutlarda en yüksek düzeyde, hiç eğitim almayan öğretmenler ise tüm boyutlarda yeterliliklerinin düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır (bkz. Tablo 6). Alan yazında araştırma sonucuyla paralel olan çalışmalara da rastlanılmaktadır (Bozkurt-Altan, Yamak ve Buluş-Kırıkkaya, 2016; Chai vd., 2020; Çayak, 2019; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Karakaya, Ünal, Çimen ve Yılmaz 2018). Chai vd., (2020) çalışmasında STEM eğitimi alan öğretmenlerin TPBİLİMB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi yeterliliklerinin, almayanlara göre iyi düzeyde olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu durum araştırma sonucunu destekler niteliktedir. Fakat yapılan çalışmada TPMATB boyutunda anlamlı düzeyde bir farklılık olmadığını belirtmiştir. Çayak (2019), STEM eğitimi alan Fen Bilimleri öğretmenlerinin almayanlara göre, STEM TPAB boyutlarında anlamlı farklılık olduğunu belirtmiştir. Aynı şekilde Siew, Amir ve Chong (2015), öğretmenlerin STEM eğitimi almalarının özgüvenlerini üzerinde olumlu etkisi olduğunu, STEM alanında kendilerini geliştireceklerini ve nitelikli bir eğitim gerçekleştirebileceklerini belirtmiştir. Wang, Moore, Roehrig ve Park (2011) STEM eğitimi için öğretmenlerin AB'lerinin yeterli olmadığını, teknolojiyi STEM eğitimine entegre etmede zorlandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca Chai vd., (2020) öğretmenlerin TP-STEMB'nin geliştirebilmeleri adına eğitim almaları gerekliliğini vurgulamıştır. Çünkü bir etkinliğin kapsamına, içerik bilgisine, uygulanmasına yönelik kullanılan yazılı ve materyal bilgisine sahip olmak; nitelikli bir eğitim için oldukça önemlidir (Jonassen, 2000). Özellikle bu durumun öğretmen ve öğretmen adaylarında üst düzey düşünme becerinin gelişmesinde etkili olacağını söyleyebiliriz. Bunun yanında alınan eğitimler doğrultusunda da öğretmenler tarafından zamanın etkin ve verimli kullanılması, anlamlı öğrenmelerin gerçekleşmesinde etkili olacağı düşünülmektedir (English, 2017).

Öğretmenlerin derslerinde STEM etkinlikleri yapan öğretmenlerin yapmayan öğretmenlere göre TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi yeterliliklerinin farklılaştığı belirlenmiştir. Bu durumda STEM etkinlikleri yapan öğretmenlerin TP-STEMB düzeylerinin yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Alan yazın incelendiğinde araştırma sonucuyla paralellik gösteren araştırmalara rastlanılmaktadır (Chai vd., 2019; Çayak, 2019). Chai vd., (2019) derslerinde STEM etkinliklerine yer vererek, deneyim sahip olan öğretmenlerin STEM deneyimi olmayan, etkinlik yapmayanlara göre TPBİLİMB, TPMATB, TPMÜHB ve bSTEM bilgi boyutları yeterliliklerinin yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca Çayak (2019)'un araştırması dikkate alındığında, okullarında STEM etkinliği yapacak öğretmenlerin alan bilgisine hâkim, teknoloji kullanım yeterliliğinin yüksek, araştırmacı, yenilikçi, sorgulayıcı, takım çalışmasını destekleme yeterliliğine sahip ve meslektaşları ile iş birliği yapması gerekliliğini vurgulamıştır. Bu bağlamda bSTEM uygulamaları yaptıkça eğitimcilerin bSTEM'e yönelik bilgi deneyim ve farkındalıklarının artacağını söyleyebiliriz. Bu nedenle öğretmenlerin, STEM uygulamaları yapmaları konusunda cesaretlendirilmesi gerektiğini vurgulayabiliriz.

Öğretim sırasında ihtiyaç duyulan teknolojiye erişebilmelerine göre öğretmenlerin TPBİLİMB, TPMATB ve TPMÜHB yeterlilikleri farklılaşırken, bSTEM bilgi boyutunda farklılaşma belirlenmemiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak teknoloji erişimine sahip olduğunu ifade eden öğretmenlerin TPBİLİMB, TPMATB ve TPMÜHB yeterlilik düzeylerinin yüksek, bSTEMB yeterliliklerinin ise benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Chai vd., (2019) teknolojiyi; Fen, Matematik ve Mühendislik disiplinleri ile harmanlayabilen öğretmenlerin bSTEM öğretiminde öz-yeterliliklerinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu açıdan yapılan çalışma araştırmanın bulgusunu desteklemektedir. Bunun yanında öğretmenlerin teknoloji yeterliliği, öğretimin niteliğini de etkilemektedir (Seferoğlu, 2015). Ayrıca Parker, vd. (2015)'e göre derste teknoloji kullanımı sınırlı olan öğretmenlerin, STEM PAB'lerinin yeterli düzeyde olmadığını ve öğretmenlerin STEM etkinliklerini yapmaktan kaçındıklarını belirtmiş. Bu bağlamda öğretmenlerin teknolojiye olan ilgilerini arttıracak, teknolojiye erişilebilecekleri ve uygulayabilecekleri ortamlar sunulmalı, teknoloji okuryazarı bireyler olmalarını destekleyecek projeler gerçekleştirilmelidir. Bu bağlamda ülkemizde *Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH)* adıyla geliştirilen proje ile her okulda bir bilgisayar dönemi başlamış (MEB, 2012), okullarda teknolojiye erişebilme imkânı sağlanmıştır. Nitekim Brush vd., (2003) çoğu okulda teknoloji olmasına karşın, öğretmenlerin çok nadir olarak öğretim anında teknolojiden yararlandığını belirtmiştir. Benzer şekilde Ertmer, Paul, Molly, Eva ve Denise (1999) okulların teknoloji alt yapısının olduğunu fakat, öğretmenlerin eğitim ortamlarına teknolojiyi entegre edemediklerini belirtmiştir. Alan yazında yapılan çalışmalar dikkate alındığında okulların teknolojik donanım ve yazılıma sahip olmaması, internet erişiminin kısıtlı olması, öğretmenlerin teknolojik açıdan öğretimlerini zenginleştirememesi, tutum ve inançları teknoloji entegrasyonunu sınırladığını belirten çalışmalara da rastlanılmıştır (Ertmer vd., 1999; McDermott ve Murray 2000). Bu sonuçlardan yola çıkarak teknolojiye erişim ortamının oluşturulması



ile öğretmenlerin teknoloji kullanım yeterliliklerinin artacağını söylenebilir. Bu açıdan teknoloji entegrasyonunun sağlanması öğrenenlerin eleştirel düşünebilmelerini destekleyecek etkili ve verimli öğrenmelerin gerçekleşmesine katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

Eğitim teknolojilerini disiplinler arası yaklaşım ile ele alan birçok ülke, eğitimde teknoloji kullanımına yönelik çalışmalarını giderek arttırmaktadır (Empirica, 2006). Bunun yanında Bütünleşik STEM konusunda birçok öğretmenin: öğretimi teknoloji ile harmanlama, planlama, tasarlama ve uygulamada yeterli deneyiminin olmadığı görülmektedir (Al Salami, Makela ve De Miranda 2017; Çavlazoglu ve Stuessy, 2017). Bu açıdan öğretmen ve öğretmen adaylarının mesleki gelişim ve eğitim öğretim ihtiyaçları adına TPAB açısından STEM'e yönelik yeterliliğin belirlenmesi oldukça önemlidir.

### Öneriler

Elde edilen sonuçlar neticesinde STEM'e yönelik eğitim/ders/hizmet içi eğitimi alınması, özellikle STEM'e yönelik alınan ders sayısının artması öğretmen ve öğretmen adaylarının TP-STEM bilgi yeterliliklerini olumlu etkilemiştir. Bu bağlamda teorik ve uygulamalı STEM eğitimi fırsatları sunulmalıdır. Bu sayede öğretmen/öğretmen adaylarının bilişsel, duygusal, yaşamsal ve psikomotor beceriler kazanmaları sağlanabilir. Bu şekilde TP-STEM bilgi öz yeterlilikleri artırılabilir.

Okulların teknolojik alt yapılarının iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yapılabilir. Bu sayede teknolojiye erişim imkânının sağlanmasıyla öğretmenlerin TP-STEM bilgi öz yeterliliklerinin olumlu düzeyde etki sağlanabilir. Ayrıca teknoloji kullanımına yönelik öğretmen ve öğretmen adaylarına kurs/eğitimlerle teknolojinin entegrasyonuna yönelik yeterlilik sahibi olmaları öğretmen ve öğretmen adaylarını TP-STEM bilgilerini olumlu yönde etkileyecektir.

Bu araştırma tek veri toplama aracının kullanıldığı, nicel araştırma yönteminin benimsendiği ilişkisel tarama deseninde bir araştırma değildir. Öğretmen ya da öğretmen adaylarının Teknolojik pedagojik-STEM bilgilerinin daha derinlemesine incelenebileceği veri toplama araçlarının çeşitlendirilmesiyle nitel ya da karma desende araştırmalar yürütülebilir.

### Etik Beyan

“Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Teknolojik Pedagojik STEM Bilgilerinin İncelenmesi” başlıklı çalışmada belirtilen bilimsel etik ve alıntı kurallarına uyulmuş, hiçbir aykırı eylem gerçekleştirilmemiştir. Araştırmanın etik kurul izinleri Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 09.03.2021 tarih ve 2021/01 sayılı toplantısında alınmıştır.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarların çalışmadaki katkı oranları eşittir.

### Çatışma Beyanı

Çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması söz konusu değildir.

### Not

Bu makale, ikinci yazar danışmanlığında yürütülen birinci yazarın yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

### Kaynakça

- 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. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9341-0>
- Allen, P., Bennett, K. ve Heritage, B. (2014). *SPSS statistics version 22: A practical guide* (3th ed.). Cengage Learning Australia Pty Limited.
- Alpar, R. (2003). *Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel yöntemlere giriş 1* (2th. ed.). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Altun Yalçın, S. ve Yalçın, P. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimi konusundaki metaforik algılarının incelenmesi. *International Journal of Social Science*, 70, 39-59.
- Anderson, J., Wilson, K., Tully, D. ve Way, J. (2019). “Can We Build the Wind Powered Car Again?” Students' and Teachers' Responses to a New Integrated STEM Curriculum. *Journal of Research in STEM Education*, 5(1), 20–39. <https://doi.org/10.51355/jstem.2019.61>
- Atalmış, E. H. (2019). Tarama araştırmaları. S. Şen ve İ. Yıldırım (Ed.), *Eğitimde araştırma yöntemleri* içinde (s. 97-116). Nobel Yayıncılık.
- Bell, D. (2016). The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: A phenomenographic

- study. *International journal of technology and design education*, 26(1), 61-79. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9300-9>
- Bozkurt-Altan, E., Yamak, H. ve Buluş-Kırıkkaya, E. (2016). Hizmet öncesi öğretmen eğitiminde FETEMM eğitimi Uygulamaları: Tasarım temelli Fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C. and Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Brush, T., Glazewski, K., Rutowski, K., Berg, K., Stromfors, C., Van-Nest, M. H., Stock, L. ve Sutton, J. (2003). Integrating technology in a field-based teacher training program: The PT3@ ASU project. *Educational Technology Research and Development*, 51(1), 57-72. <https://doi.org/10.1007/BF02504518>
- Büyüköztürk, Ş. (2020). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı istatistik, araştırma deseni SPSS uygulamaları ve yorum* (28. Baskı). Pegem Akademi Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (25. Baskı). Pegem Akademi.
- Chai, C. S. (2019). Teacher professional development for science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: A Review from the perspectives of technological pedagogical content (TPACK). *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), 5-13. <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0400-7>
- Chai, C. S., Jong, M. ve Yan, Z. (2020). Surveying Chinese teachers' technological pedagogical STEM knowledge: A pilot validation of STEM-TPACK survey. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 14(2), 203- 214. <https://doi.org/10.1504/ijmlo.2020.106181>
- Chai, C. S., Jong, M., Yin, H. B., Chen, M. ve Zhou, W. (2019). Validating and modelling Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge for integrative science, technology, engineering and mathematics education. *Journal of Educational Technology & Society*, 22(3), 61-73.
- Chai, C.S., Rahmawati, Y. ve Jong M.S.-Y. (2020). Indonesian Science, Mathematics, and Engineering preservice Teachers' experiences in STEM-TPACK design-based learning. *Sustainability*. 12(21), 9050. <https://doi.org/10.3390/su12219050>
- Christensen, L. B., Burke Johnson, R. ve Turner, L. A. (2014). *Research methods, design, and analysis* (12th Ed.). Pearson Education.
- Cohen J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge.
- Çavlazoglu, B. ve Tuessy, C. (2017). Changes in science teachers' conceptions and connections of STEM concepts and earthquake engineering. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 239-254. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1273176>
- Çayak, V. (2019). *Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM'e yönelik teknolojik, pedagojik, alan bilgilerinin incelenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- 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. <https://doi.org/10.19126/suje.335008>
- Dasgupta, C., Magana, A. J. ve Vieira, C. (2019). Investigating the affordances of a CAD enabled learning environment for promoting integrated STEM learning. *Computers & Education*, 129, 122-142. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.10.01>  
<https://link.gale.com/apps/doc/A620928889/AONE?u=anon~d919aab0&sid=googleScholar&xid=f431b09f>
- Daugherty, M. K., Carter, V. ve Swagerty, L. (2014). Elementary STEM education: the future for technology and engineering education?. *Journal of STEM teacher education*, 49(1), 7. <https://doi.org/10.30707/JSTE49.1Daugherty>
- De Jong, T. (2019). Moving towards engaged learning in STEM domains; there is no simple answer, but clearly a road ahead. *Journal of computer assisted learning*, 35(2), 153-167. <https://doi.org/10.1111/jcal.12337>
- Değirmenci, S. (2020). *STEM eğitimi almış öğretmenlerin STEM öz yeterliliklerinin ve uygulamalarında teknoloji ve mühendislik entegrasyonu açısından yaşadıkları sorunların belirlenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Demirkol, K., Kartal, B. ve Taşdemir, A. (2022). The investigation of mathematics and science teachers' attitudes towards stem education regarding multiple variables. *Türk Akademik Yayınlar Dergisi (TAY Journal)*, 6(1), 77-98. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tayjournal/issue/69061/1051910>
- Demirtaş, Z. ve Ekşioğlu, S. (2020). Prospective Teachers' STEM awareness and information communication technologies usage levels. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 8(4), 67-85. <https://doi.org/10.17220/mojet.2020.04.005>
- Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States. In *6th biennial international conference on technology education research* (Vol. 10). Gold Coast.
- El-Deghaidy, H. ve Mansour, N. (2015). Science teachers' perceptions of STEM education: Possibilities and challenges. *International Journal of Learning and Teaching*, 1(1), 51-54. <https://doi.org/10.18178/ijlt.1.1.51-54>
- Empirica (2006). *Benchmarking Access and Use of ICT in European Schools*, Empirica, Retrieved August 20, 2009, [Online] [http://ec.europa.eu/information\\_society/europe/i2010/docs/studies/final\\_report\\_3.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/europe/i2010/docs/studies/final_report_3.pdf)
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM education*, 3(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- English, L. D. (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and*

- Mathematics Education*, 15(1), 5-24. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9802-x>
- Ergün, A. ve Kıyıcı, G. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimine ilişkin metaforik algıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27(6), 2513-2527. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.3405>
- Ergün, A. (2021). STEM Kariyer ilgi ve tercihleri anketinin Türkçeye uyarlanması: geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 10(2), 533-555. <https://doi.org/10.30703/cije.737661>
- 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. <https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s3m>
- Ertmer, P. A., Paul, A., Molly, L., Eva, R. ve Denise, W. (1999). Examining teachers' beliefs about the role of technology in the elementary classroom. *Journal of research on Computing in Education*, 32(1), 54-72. <https://doi.org/10.1080/08886504.1999.10782269>
- Faikhamta, C., Lertdechapat, K. ve Prasoblarb, T. (2020). The Impact of a PCK-based Professional Development Program on Science Teachers' Ability to Teaching STEM. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 43, 1-22 <https://myjms.mohe.gov.my/index.php/jsmesea/article/view/10145>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. ve Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). McGraw-Hill.
- Gay, L. R. ve Airasian, P. (2000). *Educational Research: Competencies For Analysis and Application*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Green, S.B. ve Salkind, N.J. (2005). *Using SPSS for windows and macintosh: Analyzing and understanding data* (4th Edition). Pearson
- Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, K. ve Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, 50(1), 47-84. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.877694>
- Güngör, A. ve Köse, M. (2022). Adapting the Survey of Technological Pedagogical STEM Knowledge to the Turkish Language and Determining the Knowledge of Pre-service and In-service Teachers. *International Journal of Modern Education Studies*, 6(2), 287-318. <https://doi.org/10.51383/ijonmes.2022.217>
- Hacıömeroğlu, G. (2020). Öğretmen adayları için FeTeMM eğitimi hakkında öz yeterlik ve endişe ölçeğinin Türkçeye uyarlama çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 16(2), 165-177. <https://doi.org/0.17244/eku.788985>
- Herro, D. ve Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 43(3), 416-438. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>
- Hiğde, E., Aktamış, H., Arabacıoğlu, T., Şen, H., Özen Ünal, D. ve Yazıcı, E. (2020). Öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM alanlarına yönelik tutumlarının ve STEM öğretimi yönelimlerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6 (1), 34-56. <https://doi.org/10.29065/usakead.684766>
- Hocaoğlu, N. ve Akkaş-Baysal, E. (2019). Nicel Araştırma Modelleri-Desenleri. G. Ocak (Ed.), *Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri içinde* (ss. 66-123). Ankara: Pegem Akademi.
- Jackson, C. K., Rockoff, J. E. ve Staiger, D. O. (2014). Teacher effects and teacher-related policies. *Annual Review of Economics*, 6(1), 801-825. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080213-040845>
- Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking* (2 th ed.). Upper Saddle River.
- Karademir-Coşkun, T., Alakurt, T. ve Yılmaz, B. (2020). STEM education from the perspective of information technologies teachers. *Abant İzzet Baysal University Journal of the Faculty of Education*, 20 (2), 820-836. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2020.-536856>
- Karakaya, F., Ünal, A., Çimen, O. ve Yılmaz, M. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşımına yönelik farkındalıkları. *JRES*, 5(1), 124-138.
- Koçak, B., Aslan, A. ve Capellaro, E. (2019). Fen Bilimleri, Matematik ve Sınıf öğretmen adaylarının FeTeMM öğretimine ilişkin yönelimleri. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 7(2), 168-188. ISSN: 2148-2160 [https://www.researchgate.net/publication/337893657\\_Science\\_Mathematics\\_and\\_Primary\\_Pre-service\\_Teachers'\\_Intention\\_on\\_STEM\\_Teaching](https://www.researchgate.net/publication/337893657_Science_Mathematics_and_Primary_Pre-service_Teachers'_Intention_on_STEM_Teaching)
- Koh, J. H. L., Chai, C. S. ve Lee, M. H. (2015). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) for pedagogical improvement: Editorial for special issue on TPACK. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 24(3), 459-462. <https://doi.org/10.1007/s40299-015-0241-6>
- Koyunlu-Ünlü, Z. ve Dere, Z. (2019). Okul öncesi öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının değerlendirilmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(1), 44-55. <https://doi.org/10.17556/erziefd.481586>
- Köse, M. ve 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>
- Lı, Y., Wang, K., Xiao, Y. ve Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: A systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
- Lin, P., Chai, C., Di, W. ve Wang, X. (2022). Modeling Chinese Teachers' Efficacies for the Teaching of Integrated STEM With Interdisciplinary Communication and Epistemic Fluency. *Frontiers in psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.908421>
- Margot, K. C. ve Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM education*, 6(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>



- McDermott, L. ve Murray, J. (2000). *A study on the effective use and integration of technology into the primary curriculum* [Unpublished master's thesis]. Saint Xavier University.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2012). *FATİH (Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme) Projesi*. <http://fatihprojesi.meb.gov.tr>
- Milner-Bolotin, M. (2018). Evidence-based research in STEM teacher education: From theory to practice. *Frontiers in Education*, 3, 92. <https://doi.org/10.3389/feeduc.2018.00092>
- Mishra, P. ve Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Nunnally, B. H. ve Bernstein, J.C. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Özdemir, E. (2015). Tarama yöntemi. M., Metin (Ed.), *Kuramdan uygulamaya eğitim bilimlerinde bilimsel araştırma yöntemleri* içinde (s. 77 – 97). Pegem Akademi.
- Öztürk, F. Ö. (2019). STEM uygulamalarına ilişkin görüşlerle bu uygulamanın bilimsel tutum ve fen öğretimi öz yeterlik inancı üzerine etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (52), 1-38. <https://doi.org/10.21764/maeuefd.409368>
- Pallant, J. (2005). *SPSS survival guide: A step by step guide to data analysis using spss for windows* (3th ed.). Open University Press.
- Parker, C. E., Stylinski, C. D., Bonney, C. R., Schillaci, R. ve McAulliffe, C. (2015). Examining the quality of technology implementation in STEM classrooms: Demonstration of an evaluative framework. *Journal of Research on Technology in Education*, 47(2), 105-121. <https://doi.org/10.1080/15391523.2015.999640>
- Rahman, S. M., Krishnan, V. J. ve Kapila, V. (2017, June). *Exploring the dynamic nature of TPACK framework in teaching STEM using robotics in middle school classrooms*. ASEE Annual Conference & Exposition, *Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--28336>
- Ring, E. A., Dare, E. A., Crotty, E. A. ve Roehrig, G. H. (2017). The evolution of teacher conceptions of STEM education throughout an intensive professional development experience. *Journal of Science Teacher Education*, 28(5), 444-467. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2017.1356671>
- Rosenthal, R. ve Rosnow, R. L. (2008). *Essentials of behavioral research: methods and data Analysis* (3th ed.). Published by McGraw-Hill.
- Sarı, U. ve Yazıcı, Y.Y. (2020). Pre-service teachers' views on STEM education and Arduino practices. *SDU International Journal of Educational Studies*, 7(2), 246-261. <https://doi.org/10.33710/sduijes.701220>
- Sarı, D. K., Warembra, R. S. ve Dinata, P. A. C. (2022). Kemampuan TPACK Calon Guru Fisika dalam Pembelajaran Fisika Eksperimen berpendekatan Online STEM. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 6(1), 45-53. <https://doi.org/10.20961/jdc.v6i1.58778>
- Satchwell, R. E. ve Loepf, F. L. (2002). Designing and Implementing an Integrated Mathematics, Science, and Technology Curriculum for the Middle School. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 41-66. <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v39n3/satchwell.html>
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J. ve Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123- 149. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>
- Seferoğlu, S. S. (2015). Okullarda teknoloji kullanımı ve uygulamalar: Gözlemler, sorunlar ve çözüm önerileri. *Artı Eğitim*, 123, 90-91.
- Sezgin-Selçuk, G. (2019). Tarama yöntemi. H. Özmen ve O. Karamustafaoglu (Ed.), *Eğitimde araştırma yöntemleri* içinde (s.139-162). Pegem Akademi.
- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K. ve Zulkifeli, M. A. (2016). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1189-1211. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00667a>
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1-23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Siew, N. M., Amir, N. ve Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *SpringerPlus*, 4(1), 1-20. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-4-8>
- STEM Task Force Report (2014). *Innovate: A Blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education*. CA: The Californians Dedicated to Education Foundation.
- Şahiner, E. ve Koyunlu-Ünlü, Z. (2022). The effect of engineering design activities on pre-service elementary teachers' stem awareness and engineering perceptions. *Cumburiyet International Journal of Education*, 11(1), 145-154. <https://doi.org/10.30703/cije.971521>
- Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6th ed.). MA: Pearson.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P. and Depaepe, F. (2018). Integrated STEM education: A systematic review of Instructional practices in secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 02. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>



- Wang Z. ve Fan R. (2018). Analysis of TPACK Knowledge Structure of STEM Teachers in Middle School[J]. *Journal of Guangxi Teachers Education University (Philosophy and Social Sciences Edition)*, 54(2), 105-111. <https://doi.org/10.16088/j.issn.1001-6597.2018.02.015>
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H. ve Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 2. <https://doi.org/10.5703/1288284314636>.
- Wang, L. ve Chiang, F. K. (2020). Integrating novel engineering strategies into STEM education: APP design and an assessment of engineering-related attitudes. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 1938-1959. <https://doi.org/10.1111/bjet.13031>
- Yanış-Kelleci, H. (2020). *Eğışsel robotik uygulamalarına dayalı STEM eğitimi kapsamında öğretmen adaylarının eğışsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarının bilimsel yaratıcılık ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelenmesi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, K. G. (2019). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarına yönelik ilgi düzeyleri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bartın Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bartın.

## EXTENDED ABSTRACT

Today, the need to raise productive individuals who are versatile, creative and critical thinkers, have problem-solving skills, and are productive has brought the interdisciplinary approach to the forefront in education. In this context, integrated STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) education has gained importance in many societies (English, 2016; Li et al., 2020; Thibaut et al., 2018) and countries have started to integrate STEM education into their curricula (MoNE, 2018)

Although the advantages of integrated STEM education are well known, implementing STEM practices can be a pedagogical challenge for many teachers or pre-service teachers (Chai et al., 2019; Faikhamta et al., 2020; Köse & Ataş, 2020). Indeed, lack of understanding of STEM education, concepts and disciplines (Bell, 2016; El-Deghaidy & Mansour, 2015; Herro & Quigley, 2017; Karademir-Coşkun et al., 2020; Ring et al., 2017), low self-efficacy of teachers (Karademir-Coşkun et al, 2020), lack of technological and pedagogical content knowledge (TPACK) for STEM education (Karademir-Coşkun et al., 2020; Yanış-Kelleci, 2020), and lack of interest in science and technology (Daugherty et al., 2014; Gresnigt et al., 2014). The difficulties experienced by educators who adopt traditional teaching, methods, techniques and strategies in associating STEM disciplines with each other and with real life problems are also important factors (Satchwell & Loepp, 2002; Shahali et al., 2016). In addition, the curricula do not emphasize Integrated STEM education disciplines (more mathematics and less engineering) at the same rate (Anderson et al., 2019), which affects the integration of integrated STEM into the educational environment. In addition, considering that teachers have a decisive role in the implementation of STEM education (Thibaut et al., 2018), the development of teachers' and pre-service teachers' Content Knowledge (CK), Pedagogical Content Knowledge (PCK) and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) should be supported. In this context, it is important to identify and develop STEM education competencies and needs of teachers and pre-service teachers.

The technological and professional knowledge of teachers and teacher candidates affects the quality of education and student achievement (Jackson et al., 2014). At the same time, technology also enables students to take students outside the school walls, to move individuals beyond time, to share information, to create a discussion environment and to document the learning outcomes that emerge in solving daily life problems (Dasgupta et al., 2019; Wang & Chian, 2020). In this context, TPACK of teachers and pre-service teachers should be determined and developed in order to integrate technology into teaching (Chai et al., 2020; Margot & Kettler, 2019).

In this study, it was aimed to examine the Technological Pedagogical STEM Knowledge (TP-STEMK) of teachers and pre-service teachers according to various variables. In the correlational survey model, 312 teachers (Science education, Elementary Mathematics, Computer and Instructional Technologies) and 154 pre-service teachers (4th grade Science education, Elementary Mathematics, Computer and Instructional Technologies teaching programs) constituted the sample of the study. The TP-STEMK scale developed by Chai et al. (2019) and adapted into Turkish by Güngör and Köse (2022) was used as a data collection tool. SPSS 22.0. statistical program was used to analyze the research data.

It was determined that the TP-STEM knowledge of pre-service teachers was similar according to the gender variable. When the studies in the literature are taken into consideration, it is found that gender has no effect on pre-service teachers' TP-STEM knowledge dimensions (Chai et al., 2019), knowledge and awareness of the disciplines that make up STEM (Koyunlu-Ünlü & Dere, 2019; Yılmaz, 2019). As a matter

of fact, unlike the research result, there are also studies in the literature where the gender variable is effective (Demirtaş & Eksioğlu, 2020; Ergün, 2019; Ergün & Kıyıcı, 2019; Hacıömeroğlu, 2017; Koçak et al., 2019).

According to the variable of whether the pre-service teachers have received STEM or interdisciplinary education or not, while TPSK, TPEK and iSTEM knowledge self-efficacy differed, no differentiation was determined in TPMK. As a matter of fact, when we look at the characteristics of the study group, we can say that the fact that the majority of the pre-service teachers, especially less than one-fifth of the pre-service teachers in the Department of Elementary Mathematics, stated that they did not take courses/training related to STEM or interdisciplinary education (see Table 1) may affect this result. Studies in the literature indicate that pre-service teachers' receiving pre-service education on STEM, having STEM experience, and having STEM experience have a high level of TPSK, TPMK, TPEK and iSTEM knowledge competencies and awareness (Chai et al., 2019; Chai et al., 2020).

There was no significant difference between TP-STEM knowledge dimensions according to teachers' gender variable. While Chai, et al. (2019) stated that gender did not affect teachers' TP-STEM knowledge competence, Çayak (2019) concluded that male Science teachers had better TPACK for STEM than female Science teachers. In this context, the results of this study are similar to Chai et al. (2019) and different from Çayak (2019). It is thought that this situation may be caused by the evaluation of all branches (Science, Elementary Mathematics, Computer Education and Instructional Technologies) together for the gender variable. Because Çayak (2019) conducted his research with Science teachers.

It was determined that there was a significant difference between TP-STEM knowledge competencies of teachers according to the education they received for STEM education. According to the results of the research, it is seen that as the STEM education course hours that teachers receive increase, their knowledge self-efficacy increases in general. Teachers who received 36 or more hours of training had the highest level of self-efficacy in all knowledge dimensions, while teachers who received no training had the lowest level of self-efficacy in all dimensions (see Table 6). Chai et al. (2020) concluded that teachers who received STEM education had better TPSK, TPMK, and iSTEM knowledge self-efficacy than teachers who did not receive STEM education. However, he stated that there was no significant difference in the dimension of TPMK. Çayak (2019) stated that there was a significant difference in TP-STEMK dimensions of science teachers who received STEM education compared to those who did not.

It was determined that there was a significant difference in TP-STEM knowledge self-efficacy dimensions according to the teachers' STEM activities in the classroom. Chai et al. (2019) concluded that the TP-STEM knowledge self-efficacy of teachers who have STEM experience by doing STEM activities in their classrooms is higher than teachers who do not have STEM experience and do not do STEM activities. In addition, considering the research results of Çayak (2019), he emphasized that teachers who will conduct STEM activities in their schools should have a good command of their fields, have high technology usage competence, be innovative, inquisitive, have the competence to support teamwork, and cooperate with their colleagues.

According to the teachers' accessibility to the technology needed during teaching, TPACKS, TPMATB and TPMUHB self-efficacy differentiated, while no differentiation was determined in the iSTEM knowledge dimension. Chai et al. (2019) stated that teachers who are able to integrate technology discipline with Science, Mathematics and Engineering subjects have high self-efficacy in Integrated STEM teaching. In addition, teachers' technology competence also affects the quality of teaching (Seferoğlu, 2015). Many countries that deal with educational technologies with an interdisciplinary approach are gradually increasing their studies on the use of technology in education (Empirica, 2006). It is seen that many teachers do not have sufficient experience in integrating teaching with technology, planning, designing and implementing STEM (Al Salami et al., 2017; Cavlazoglu & Stuessy, 2017). In this respect, it is very important to determine the self-efficacy towards STEM in terms of TPACK for the professional development and educational needs of teachers and pre-service teachers.