

FeTeMM EĞİTİMİNE YÖNELİK TÜRKİYE'DE YAPILAN ÇALIŞMALARDAN BİR DERLEME

Prof. Dr. Özden Tezel
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi
ozden.tezel@gmail.com

Hava Yaman
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
yamanhava9326@gmail.com

Özet

Bu çalışmanın amacı, FeTeMM eğitime yönelik Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmaları derlemektir. FeTeMM, fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarına ait bilgi ve becerilerin mühendislik tasarımı odaklı bir öğretim üzerinde bütünleştirilmesine yoğunlaşan, öğrencilere disiplinlerarası işbirliği, sistematik düşünebilme, yaratıcılık ve problemleri en uygun şekilde çözebilme becerileri kazandırmayı hedefleyen bir eğitim yaklaşımıdır. Son zamanlarda gerçekleştirilen fen eğitimi araştırma bulguları, fen öğretiminin geliştirilmesi için mühendislik tasarımı tabanlı yaklaşımı kullanmanın gerekliliğini ortaya koymaktadır. Alan yazın taraması sonucunda, uluslararası alan yazında çok sayıda araştırmanın yapıldığı ve okullarda eğitimin verildiği FeTeMM alanı entegrasyonunun; Türkiye'de henüz yaygınlaşmadığı dikkate alındığında, öncelikle eğitim fakültelerinde lisans derslerinde FeTeMM konusunda farkındalığın oluşması önem arz etmektedir. Bugüne kadar gerçekleştirilen çalışmalar değerlendirildiğinde, genel olarak benzer amaçlar doğrultusunda çalışmalar yapılmış ve benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Türkiye'de FeTeMM eğitiminin kurumsal altyapısı oluşmaya başlamıştır. Ancak, deneysel çalışmalara ve araştırmalara olan ihtiyaç artarak devam etmektedir. Sınıf içinde başlayan ve okul sonrası devam eden bir öğrenme süreci olarak yorumlanan FeTeMM eğitimi kültürünün inşası için üniversitelere, eğitim kurumlarına ve ailelere büyük sorumluluk düşmektedir. FeTeMM konusunda yapılacak yeni çalışmalarda mühendislik süreciyle fen konu ve kavramlarının nasıl öğretilebileceğine yönelik öğretim materyalleri geliştirilmesi ve test edilmesi de önem arz etmektedir.

Anahtar Sözcükler: FeTeMM Alanları, FeTeMM Eğitimi, Alan Yazın Taraması.

A REVIEW OF STUDIES ON STEM EDUCATION IN TURKEY

Abstract

The aim of this study is to compile studies about STEM education in Turkey. STEM is an educational approach that focuses on integrating knowledge and skills of science, technology, mathematics and engineering on engineering design-oriented and aims to provide students with the skills of interdisciplinary collaboration, thinking systematically, creativity and the ability to solve problems in the most appropriate way. The recent research findings in science education reveal the necessity of using an engineering design-based approach for the development of science teaching. As a result of the field search, a lot of researches are carried out regarding STEM where a large number of researches are conducted in the international field and the schools are trained, Considering the fact that it is not yet widespread in Turkey; it is important that awareness of STEM occurs in undergraduate courses in education faculties first. When studies conducted up to today are evaluated, studies have been carried out in general for similar purposes and similar results have been achieved. The institutional infrastructure of STEM education in Turkey has begun to be formed. However, the need for experimental study and research continues to increase. STEM education, which is interpreted as a learning process that starts in the classroom and continues after school, has a great responsibility to build universities, educational institutions and families for the construction of the culture. In the

new studies on STEM, it is also important to develop and test teaching materials on how to teach science subjects and concepts through engineering process.

Keywords: STEM Fields, STEM Education, Literature Scanning.

GİRİŞ

Fen Bilimleri, bilim ve teknolojinin temelini öğretildiği, insanların zihinsel ve yaratıcılık yönünden geliştiği bir alandır ve ülkelerin gelişmesinde çok önemli bir yere sahiptir (İşman, Baytekin, Balkan, Horzum ve Kıyıcı, 2002).

Fen eğitimi alanında son yıllarda yapılan araştırma sonuçlarına göre, mühendislik tasarımı temelli yaklaşımı fen öğretim programına dâhil etmenin, fen eğitiminin gelişmesi bakımından gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır. Mühendislik, bilimsel ve matematiksel teori ve günümüzdeki teknoloji arasında bir ilişki kurarak sosyal gereksinimlerin giderilmesi için bilimi ve matematiği bütünleştirmeyi amaçlar. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi bir durumu araştırma, analiz etme, tasarlama, problem durumu belirleme, bilgi toplama, takım çalışması yapma, yaratıcı fikir önerme, test etme, değerlendirme ve etkili iletişim kurma gibi becerileri kazandırmayı amaçlayan etkinlikleri temel alan öğrenme ve üretme uygulamalarına odaklanmaktadır. Teknoloji tabanlı eğitimin kaçınılmaz olduğu içinde bulunduğumuz çağ, bireylerden üretici ve buluşçu olmasını beklemekte; bu durum ise bireylerin üretkenliklerini ortaya koyabilmesi için Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarındaki bilgilerini bir araya getirebilmelerini öngörmektedir (Akgündüz, ve diğ., 2015a; Akgündüz, ve diğ., 2015b).

FeTeMM (Özgün adı: STEM, "Science, Technology, Engineering, Mathematics"), fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik sözcüklerinin baş harflerinden oluşan kısaltma. Amerika Birleşik Devletleri'nde STEM olarak adlandırılan bu standart, okul düzeyinde matematik ve fen bilimleri derslerinin bütünleştirilmesi olarak yaygınlaşmış olsa da, mühendislik ve teknolojinin sınıf içi ve sınıf dışı etkinlikler ile öğretilmesi olarak da anlaşılmaktadır (Şahin ve diğ., 2014). Fen (Science), teknoloji (Technology), mühendislik (Engineering) ve matematik (Mathematics) STEM-FeTeMM (Kısaltma; Çorlu, Adıgüzel, Ayar, Çorlu ve Özel (2012) tarafından önerilmiştir) eğitimi kavramının kökeni 1990'lı yıllara dayanmaktadır (Bulut ve Dündar, 2014; Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Yıldırım ve Altun, 2015; Çorlu ve diğ., 2014).

Türkiye'de FeTeMM Eğitimi, ABD, İngiltere, Almanya gibi merkezî bir şekilde gelişmemektedir. Devlet ve özel eğitim kurumlarının bünyesinde FeTeMM eğitimi kapsamında çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Sivil toplum kuruluşları (<http://www.tusiadstem.org>; <http://www.magit.org.tr>), üniversiteler (<http://stem.bahcesehir.edu.tr>; http://www.mascil.hacettepe.edu.tr/h_stemlab_1.pdf; http://etkinlik.aydin.edu.tr/haber_detay.asp?haberID=2553; <https://fetemmodtu.wordpress.com>) ve diğer kurum ve kuruluşlar FeTeMM eğitimi kapsamında öğrencilere yönelik yaz okulları, bilim okulları, bilim şenlikleri gibi proje destekleri almaktadır.

Meng ve arkadaşları (2014), FeTeMM'i fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri arasında köprüler kuran bir çalışma alanı olarak tanımlamaktadır. Morrison'a (2006) göre FeTeMM, fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplin bilgilerinin entegrasyona dayalı bir bütün halinde yeni bir disiplin oluşturulmasıdır. Genel olarak teknoloji ve mühendislik tasarım tabanlı FeTeMM (STEM), matematik ve fen konularının öğretiminde bu alanlarla ilgili bilgi ve becerilerin bütünleştirilmesini öngörmektedir (Bybee, 2010b; Guzey ve ark., 2014; Smith ve Karr-Kidwell, 2000; Yamak ve ark., 2014). FeTeMM, adı geçen disiplinlerin birbirinden ayrı bir şekilde öğretilmesi yerine fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarına ait bilgi ve becerilerin mühendislik tasarımı temelli bir öğretim üzerinde bütünleştirilmesine odaklanan, öğrencilere disiplinlerarası iletişim kurma, takım çalışması yapma, yaratıcı düşünebilme, araştırma, üretme ve problemleri çözebilme becerileri kazandırmayı amaçlayan yeni bir eğitim yaklaşımıdır (Bybee, 2010b; Dugger, 2010).

FeTeMM eğitiminin temel amacı, fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri arasında ilişki kurarak öğrenmenin bütüncül bir yaklaşım ile gerçekleştirilmesini sağlamaktır (Smith ve Karr-Kidwell, 2000). National Governors Association Report'a (2007) göre FeTeMM eğitiminin amacı, bilimsel, matematiksel, mühendislik ve FeTeMM okur-yazarlığını geliştirmek olarak belirtilmiştir. Buna paralel olarak Rogers ve Porstmore'a (2004) göre FeTeMM eğitimi, öğrencilerin mühendislik tasarım uygulamalarıyla farklı disiplinler arasında işbirliği içinde çalışarak bu disiplinlerin birbirine entegre edilmesini, problemlere yaratıcı ve gerçek çözümler üretmesini amaçlar.

Genel olarak FeTeMM eğitimi, bir ünite ya da dersi gerçek yaşam problemi ve içerik arasında ilişki kurarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini kaynaştırmaya çaba harcamaktadır (Altan, Yamak ve Kırıkkaya, 2016). Bu nedenle, FeTeMM eğitimi için en uygun model FeTeMM disiplinlerinin her birinin vurgulandığı ve entegre edildiği programlardır. Başka bir ifadeyle, FeTeMM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bölümlere ayrılmasından kaynaştırılmış çok disiplinli eğitime doğru geçiş olarak düşünülebilir (Riechert & Post, 2010). Diğer bir ifadeyle ise, FeTeMM eğitiminin amacı, adı geçen disiplinlerin birbirinden ayrı şekilde değil, birbiri arasında ilişki kurarak öğrenmenin bütünleştirilmesine odaklanan bir yaklaşım ile gerçekleştirilmesidir. FeTeMM'i oluşturan bütün disiplinler; eleştirel düşünme, problem çözme, işbirliği yapma, liderlik yeteneği, bilimsel düşünme, uyum yeteneği, girişimcilik, merak ve hayâl gücü, iletişim kurabilme, bilgiye erişebilme ve kullanabilme gibi yirmi birinci yüzyıl becerilerinin geliştirilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır (Bybee, 2010a). FeTeMM eğitimi ile yetişmiş bireyler problem çözen, bilimsel okuryazar, yenilikçi, üst düzey ve eleştirel düşünen bireyler olarak yetişmektedir (Morrison, 2006).

Özetle; FeTeMM eğitimi, öğrencilere, problemlere disiplinlerarası bakış açısıyla yaklaşarak bilgi ve beceri kazandırmayı amaçlayan, ayrıca öğrencilere yirmibirinci yüzyıl becerilerinin kazandırılmasını sağlayan ve bu dört alanda uzmanlaşmalarına fırsatlar sunan bir yöntem olması sebebiyle, önemlidir. Bu sebeple, anılan yöntemin uygulanması durumunda, işgücü piyasasında, üretim, AR-GE, inovasyon, teknik altyapı ve süreç geliştirme konularında, nitelikli işgücü açığının kapatılmasına hizmet edecektir (TÜSİAD, 2014). Günümüzde, bilimsel ve teknolojik yenilikler ülkelerin kalkınmalarını büyük oranda etkilediği için, geleceğin uzmanlarını ve mühendislerini yetiştirmek, aynı zamanda bilim ve teknoloji okuryazarlığını yaygınlaştırmak büyük önem taşımaktadır (Miaoulis, 2009). Bu açıdan bakıldığında FeTeMM' in, bir ülkenin ekonomik olarak kalkınabilmesi ve, bilim ve teknoloji alanında liderlik edebilmesi için eğitim sistemine entegre edilmesi gerektiği düşünülmektedir (Lacey ve Wright, 2009). Bu nedenle, öğrencilerin FeTeMM disiplinlerine olan ilgilerinin küçük yaşlarda fark edilerek, gelecek yıllarda FeTeMM ile ilişkili alanlara yönelmelerine yardımcı olunmalıdır (National Research Council [NRC], 2011). Morrison (2006), FeTeMM eğitimi almış bir öğrencinin problemleri çözme yeteneğinin daha iyi geliştiğini ve karşılaştığı yeni durumlara öğrendiklerini uygulayabildiğini belirtmektedir.

FeTeMM Öğretimine Dair Ölçek Çalışmaları

Buyruk ve Korkmaz'ın (2016) araştırması entegre FeTeMM öğretimi yönelim ölçeği Türkçe formunun geçerlik ve güvenilirlik çalışmasıdır. Buyruk ve Korkmaz (2016), açımlayıcı faktör analizinde ortaya çıkan iki faktörlü (olumlu bakış, olumsuz bakış) ölçekten 17 madde elde etmiştir. Ölçeğin kararlılık düzeyini belirlemek için ise, tekrar test yöntemi kullanılmış ve 17 maddeden ve 5'li Likert tipinde olan son hâli ile daha önce uygulama yapılan 29 kişilik gruba dört hafta sonra yeniden uygulama yapılmıştır (Buyruk ve Korkmaz, 2016). Uygulama sonunda FFÖ'nin, öğretmen adaylarının FeTeMM eğitime yönelik farkındalıklarının ölçülmesinde kullanılabilecek geçerli ve güvenilir bir ölçek olduğu sonucuna varılmıştır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda ise uygulama alanlarının değiştirilebileceği, artırılabilirliği, tüm sınıf kademelerinde uygulanabileceği ve kişi sayısının artırılabilirliği öneri olarak sunulmuştur. Bir diğer ölçek çalışması ise Lin ve Williams (2015) tarafından geliştirilen Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği Türkçe formunun geçerlik ve güvenilirlik çalışmasıdır. Bu çalışma 253 sınıf öğretmeni adayı ile gerçekleştirilmiş ve konuya ilişkin görüşlerini belirlemek için bir ölçme aracı elde etmek amaçlanmıştır (Hacıömeroğlu ve Bulut, 2016). Ölçek 31 maddeden oluşmakta ve 7'li Likert tipindedir. Ölçek ilk olarak araştırmacılar tarafından özgün dili olan İngilizce'den Türkçe'ye ve 5 kişilik öğretmen eğitimi, eğitim bilimleri, fen bilimleri, ölçme ve değerlendirme ile İngiliz dili eğitimi üzerine çalışan

uzman tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir. Hacıömeroğlu ve Bulut (2016), özgün ölçekte yer alan "Algılanan Davranış kontrolü" ve "Davranış yönelimi" alt boyutlarının kesişmesi nedeniyle ölçek "Algılanan Davranış kontrolü ve davranış yönelimi" olarak yeniden adlandırılmıştır. Geçerlik ve güvenilirlik çalışması sonucunda ölçeğin Türkçe formunun sınıf öğretmenleri adaylarında kullanılabilecek geçerli ve güvenilir olduğu ve ölçekte yer alan maddelerin özgün hâliyle benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

YÖNTEM

Bu çalışmada FeTeMM eğitime yönelik yapılan ulusal çalışmaların derlenmesi amaçlandığı için, Türkiye bağlamında fen eğitiminde FeTeMM konusunda güncel literatür incelenmiştir. TÜBİTAK-ULAKBİM, Web of Science ve Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanları üzerinden "FeTeMM alanları", "FeTeMM eğitimi" anahtar kelimeleri kullanılarak taranmıştır.

DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA

Uluslararası alan yazın taraması sonucunda çok sayıda araştırmanın yapıldığı ve okullarda eğitiminin verilmeye başlandığı anlaşılan FeTeMM alanlarının entegrasyonu Türkiye'de henüz yaygınlaşmamıştır (Gülhan ve Şahin, 2016). Ulusal alan yazın taraması sonucunda (Aslan-Tutak, ve diğ. 2017; Hacıömeroğlu ve Bulut, 2016; Gülhan ve Şahin 2016; Ayar ve Yalvac, 2016; Altan ve diğ., 2016; Akaygun ve diğ., 2016; Çınar ve diğ., 2016; Baran ve diğ., 2015; Bilici ve Mesutoğlu, 2015; Bulut ve Dündar, 2014; Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Yıldırım ve Altun, 2015; Akgündüz ve diğ., 2015a; Akgündüz ve diğ., 2015b; Ayar, 2015; Çorlu ve diğ., 2014) son yıllarda eğitim reformu hareketleri içerisinde merkezi konuma sahip olan FeTeMM ile ilgili çalışmaların arttığı görülmektedir. Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, genel olarak benzer amaçlar doğrultusunda çalışmalar yapılmış ve benzer sonuçlara ulaşılmıştır. FeTeMM'i oluşturan tüm disiplinler, uyum yeteneği, iletişim kurma, sosyal beceriler, problem çözme, yaratıcılık, öz denetim ve bilimsel düşünme gibi yirmibirinci yüzyıl becerilerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (NRC 2012). Ayrıca, FeTeMM disiplinlerinden biri olan mühendislik, öğrencilerin kendi deneyimleri ile bilgilerini yapılandırmalarını sağlayarak, fen ve matematikteki başarı düzeylerini artırır (NAE & NRC, 2009).

Eğitimde robotik uygulamalarının kullanılmasının öğrencilere önemli kazanımlar sağlaması ve robotik teknolojilerindeki hızlı gelişmeler eğitim alanında bu tür çalışmaların sayısının artmasına neden olmaktadır. Okul öncesi eğitimden üniversite düzeyine kadar birçok seviyede eğitsel robotik uygulamalarına rastlanmaktadır. İlkokul düzeyindeki çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin problem çözme ve matematiksel düşünme becerilerine, cinsiyet farklılıklarına, FeTeMM alanlarındaki başarı düzeyine odaklanıldığı ve olumlu sonuçlar elde edildiği dikkat çekmektedir (Küçük, S. & Şişman, B., 2017).

Altan ve arkadaşlarının (2016) araştırmasında, FeTeMM eğitim yaklaşımını fen sınıflarına yansıtabilmek amacıyla önerilen, Tasarım Temelli Fen Eğitimi ile plânlanan bir sürecin, hizmet öncesi fen öğretmenlerinin eğitiminde uygulanması ve öğretmen adaylarının sürece yönelik değerlendirmelerinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Altan ve diğerleri (2016) çalışmada, öğretmen adaylarının; mühendislik tasarım sürecinin en güçlü yönlerini yaparak öğrenmeyi sağlaması, tasarım görevi hedefinin motive edici olması, kalıcı öğrenmeyi sağlaması ve sorgulamaya dayalı olması gibi özellikleriyle değerlendirmelerini tespit etmiştir. Elde edilen bulgulara göre, fen öğretmen adaylarının laboratuvar uygulamaları sürecinin güçlü yönünün yaparak öğrenmeyi sağlaması ve sorgulamaya dayalı olmasını belirtmişlerdir. Bu ifadeden hareketle; mühendislik tasarım sürecinde tasarım geliştirmenin deneme yanılma yöntemi ile değil de sorgulama ile yürütülmüş olması, olumlu bir durum olarak yorumlanmıştır. Başka bir açıdan bakıldığında öğretmen adaylarının önceki laboratuvar deneyimlerinde pasif olmaları ve sorgulamaya dayalı laboratuvar uygulamaları yapmamları Tasarım Temelli Fen Eğitimi ile plânlanan süreci en çok kalıcı öğrenmeyi desteklediği yönüyle değerlendirdikleri, araştırmadan çıkarılacak başka bir sonuçtur. Son olarak ise, öğretmen adaylarının süreci eğlenceli bulduğu, mini tasarım görevlerinin öğretici olduğunu düşündükleri ve süreci fen ve günlük yaşam

arasındaki ilişkiyi anlamalarına yardımcı olarak değerlendirdikleri vurgulanmıştır (Altan ve diğerleri, 2016).

Sungur Gül ve Marulcu'nun (2014) araştırmasında, fen bilgisi öğretmen adaylarının ve fen bilgisi öğretmenlerinin yöntem olarak mühendislik-dizayna ve ders materyali olarak legolara bakış açıları incelenmiştir. Sungur Gül ve Marulcu (2014), son zamanlarda bazı ülkelerin mühendislik eğitimini fen eğitimine entegre ederek 12 yıllık öğretim programında zorunlu hâle getirdiğini, Türkiye'de ise bunun somut bir örneği olmadığını fakat buna yönelik olarak bazı eğilimlerin söz konusu olduğunu belirtmiştir. Araştırmanın bulgularına göre, fen bilgisi öğretmenlerinin fen eğitiminde mühendislik yöntemine ilişkin örnek etkinlik isimleri önermelerine rağmen mühendislik sürecine, fen kavramlarını öğretmede kullanacak nitelikte aşına olmadıkları görülmüştür. Diğer taraftan araştırma sonuçları, öğretmen adaylarının lego materyalleri hakkında fen derslerinde uygulayabilecek kadar yeterli bilgiye sahip olmadıkları ancak seminer sonrasında bu bilgilerinde önemli ölçüde değişim ve gelişim yaşandığını göstermiştir (Sungur Gül ve Marulcu, 2014). Araştırmada, öğretmenlerin bu yöntemle ilişkin bilgi, tutum ve deneyim geliştirmesi için Milli Eğitim Bakanlığı tarafından, alanda çalışan fen öğretmenlerine mühendislik dizayn yöntemi ve bu yöntemin araçlarını tanıtıcı nitelikte, uygulamalı bir yapıda gerçekleştirilen mesleki profesyonel gelişim seminerlerinin sürekli olarak düzenlenmesi önerilmektedir (Sungur Gül ve Marulcu, 2014).

Marulcu ve Sungur (2012) araştırmasında, 44 fen bilgisi öğretmen adayının mühendis ve mühendislik algıları ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açıları incelenmiştir. Bu araştırmada öğretmen adaylarından; Mühendisliğe Aşinalık, Mühendisliğin Önemi ve Özellikleri, Mühendislerin Özellikleri ile ilgili soruları cevaplamaları beklenmiştir. Buna ek olarak, öğretmen adaylarından mühendislik-dizayn ile alakalı serbest çizim yapmaları istenmiştir. Sonuç olarak, öğretmen adaylarının yarıya yakını mühendislik öğrenmenin fen eğitimi için önemli olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, mühendislik-dizayn etkinliklerinin sadece öğretmen adayları için değil öğrenciler için de yararlı olabileceğini düşünmektedirler. Marulcu ve Sungur (2012) çalışmasında, öğretim programının mühendislik becerilerinin öğretimini kapsayıcı şekilde yeniden düzenlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Buna bağlı olarak eğitim fakültelerinde fen ve teknoloji öğretmeni yetiştiren programların mühendislik süreci hakkında eğitim vermesi gerektiği belirtilmiştir.

Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (STEM) entegrasyonunun beşinci sınıf öğrencilerinin fen alanındaki kavramsal anlamalarına etkisi ve mesleklerle ilgili görüşlerine etkisini araştıran diğer bir araştırmada ise "Kavramsal anlama soruları", "Mühendis kimdir?" sorusuna ait çizimler" ve "Öğrencilerin meslek tercihleri ile ilgili sorular" adlı veri toplama araçlarından elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, STEM entegrasyonunun beşinci sınıf öğrencilerinin fen alanındaki kavramsal anlamalarını arttırdığı, mühendislikle ilgili algılarını geliştirdiği ve STEM alanındaki mesleklere karşı ilgilerini genel anlamda arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Gülhan ve Şahin, 2016). Elde edilen sonuçlar doğrultusunda öğretmenler ve araştırmacılar için ayrı ayrı öneriler geliştirilmiştir. Öğretmenlere sunulan öneriler şunlardır; Fen derslerinde diğer disiplinlere yapılan vurgu artırılmalı, verilen ödevlerde projeler ve grup çalışmaları daha fazla olmalı ve son olarak sınıf içi etkinliklerde FeTeMM alanındaki meslekler ile ilgili bilgilendirilmeleri için gömülü şekilde bu mesleklerden bahsedilmelidir. Araştırmacılar için öneriler ise; FeTeMM eğitimi alan öğrencilerin ileride meslek olarak seçme oranları belirlenmeli, bu alanda farklı yöntemler kullanılarak farklı çalışma grupları ile çalışılmalıdır.

Gencer (2015) araştırmasında, fırladık etkinliği ile bilim ve mühendislik uygulamaları arasındaki temel farkları ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu etkinliğin; bilimsel sorgulama, bilim ve mühendislik uygulamalarının fen sınıflarında uygulanabileceğinin bir göstergesi olduğu düşünülmektedir. Buna ek olarak Gencer'in (2015) araştırmasında etkinliği uygulayan öğretmenler, öğrencilerinin mühendislikte önemli olan prototip modellerin test edilmesi ve yeni modellerin geliştirilmesi deneyimlerini yaşamalarını sağlayarak, onlarda kariyer bilinci oluşmasına katkı sağlayacağını belirtmişlerdir.

Baran, Bilici ve Mesutoğlu (2015) çalışmalarında; "Genç Mucitler Geleceği Tasarlıyor: Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Eğitimleri" projesine katılan 6. sınıf öğrencileri tarafından

gerçekleştirilen FeTeMM spotu etkinliği hakkında bilgi vermektedir. FeTeMM spotu geliştirme etkinliğine katılan öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimlerinin önemini fark etmeleri, dijital multimedya tasarımı teknolojileri ve süreçleri konusunda gerekli bilgi ve becerileri kazanmaları ve FeTeMM algılarının ve proje hakkındaki düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, öğrenciler FeTeMM spotu etkinliğinin teknoloji ve bilgisayar konularındaki bilgi ve becerilerini geliştirdiklerini düşündüklerini ifade etmiştir. Ayrıca, edindikleri becerileri özellikle okullarında ödev hazırlarken, bilişim derslerinde uyguladıkları projeleri geliştirirken, ilerideki mesleklerinde tasarladıkları ürünlerin tanıtımlarını yaparken kullanabileceklerini düşünmektedirler. Buna ek olarak, öğrenciler fen spotu hazırlamanın fen konularını daha kolay anlamalarına katkı sağladığını; zorlandıklarını düşündükleri matematik, İngilizce, Türkçe ve sosyal bilgiler derslerinde de medya tasarlamak istediklerini ifade etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda ise, okullarda gerçekleştirilecek etkinliklerin grupların çalışmaları sırasında gelebilecek soru ve yardım isteklerini karşılayabilmek için etkinliğin farklı branşlardaki öğretmenler (bilişim teknolojileri rehber öğretmeni, teknoloji ve tasarım öğretmeni, matematik öğretmeni gibi) ile birlikte yapılması önerilmektedir. Ayrıca, çalışma grupları oluşturulurken öğrencilerin teknoloji kullanımına yönelik hazırbulunuşlukları, bilgi ve becerileri değerlendirilerek grupların heterojen bir şekilde farklı bilgi ve beceriye sahip öğrencilerden oluşturulması gerektiği tespit edilmiştir.

Yamak ve arkadaşları (2014), 5. sınıf öğrencilerinin fene karşı tutumlarına ve bilimsel süreç becerilerine FeTeMM eğitiminin etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin ve fene karşı tutumlarının pozitif yönde geliştirdiklerini tespit etmişlerdir. Şahin ve arkadaşları (2014), fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) içerikli okul sonrası etkinliklerin özelliklerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada, STEM ile ilgili okul sonrası etkinliklerin, 21. Yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine ve işbirliğine dayalı ve bağımsız bilimsel araştırmalara yönelik katkı yapabileceği sonucuna ulaşmıştır.

FeTeMM eğitiminin getirdiği bütüncül ve disiplinler arası bakış açısının ülkemizdeki eğitim sistemine yansiyabilmesi için eğitim sisteminin temel parçalarından olan öğretmenlerin henüz eğitim fakültelerindeyken FeTeMM konusunda farkındalığının belirlenmesi gerektiği düşünülmektedir (Buyruk ve Korkmaz, 2016). Yurt dışında lisans eğitimi öncesi mühendislik eğitime verilen önem giderek artmaktayken; Türkiye’de mühendislik lisans öncesinde, ne ayrı bir ders olarak ne de fen öğretimi içinde öğretilmemektedir (Marulcu ve Sungur, 2012).

Öğrencilerin sınıf içi aktivitelerde sosyal gruplara yerleştirildiği işbirlikli öğrenme, öğrenmeyi geliştiren ve FeTeMM’e olan ilgiyi arttıran bir tekniktir. Şahin ve diğ. (2014) çalışmalarında, FeTeMM ile ilgili okul sonrası program etkinliklerinin iş birliği yaparak daha iyi öğrenmeyi sağladığını ve yaratıcılık becerilerinin gelişmesinde son derece önemli olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmalarda, FeTeMM odaklı uygulamalar sayesinde olumlu deneyim edinen küçük yaşlardaki öğrencilerin gelecekte meslek olarak FeTeMM ile ilgili alanları tercih ettiği saptanmıştır. Yürütülen araştırmalarda, öğrencilere günlük yaşamdaki problemleri çözmeye FeTeMM derslerinin yardımcı olduğu vurgulanmıştır.

FeTeMM eğitiminin en önemli amaçlarından birisi de yenilikçilik becerileri yüksek nesiller yetiştirmektir (Çorlu ve diğ. 2012). Fakat, yenilikçilik konusunda ilgili araştırmalar değerlendirildiğinde yapılan çalışmaların çok az sayıda olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, araştırmacıların ilgili çalışmalar yaparak yenilikçilik konusunda FeTeMM eğitime katkıda bulunmaları önerilmektedir. FeTeMM girişimlerinin öncelikli hedefi FeTeMM öğretmenlerinin sayısını ve kalitesini arttırmaktır. Böylece, iyi eğitilmiş öğretmenler öğrencilerin yirmi birinci yüzyıl becerilerinin ve yenilikçilik kapasitelerinin gelişimine yardım edebilir (Çorlu ve diğ., 2014).

FeTeMM eğitiminin kuramsal altyapısı son yıllarda oluşmaya başlamıştır. Ancak, deneysel çalışmalar açısından ihtiyaç artarak devam etmektedir (Çorlu ve diğ., 2014). Bu nedenle, FeTeMM eğitiminin geliştirilebilmesi ve bu amaçla deneysel çalışmalar yapılması için çeşitli önerilerde bulunulmuştur. Bunun yanı sıra ulusal alan yazında yeni olan FeTeMM eğitiminin gelecek nesilleri yetiştirmede önemli rolü olan öğretmen ve öğretmen adaylarının, bu konunun farkında olması durumu, oldukça önem

taşımaktadır. Öğretmen adayları da FeTeMM etkinliklerinin hem öğretmen adayları hem de öğrenciler için faydalı birer öğretim süreci olabileceğini belirtmişlerdir. Fen eğitiminde yeni yöntem ve tekniklerin etkili bir biçimde kullanılması için bu yöntemler, fen ve teknoloji dersi öğretmenleri ve öğretmen adaylarına öğretilmelidir (Bers & Postmore, 2005). Ancak, mühendislik eğitiminin sınıflarda nasıl uygulanacağına ve diğer derslerle nasıl bütünleştirileceğine dair cevaplanmayan çok soru vardır (NAE & NRC, 2009). Buna bağlı olarak eğitim fakültelerinde fen ve teknoloji öğretmeni yetiştiren programlarda da mühendislik sürecinin öğretilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Fen bilimleri dersi öğretim programının mühendislik becerilerinin öğretimini de içerecek şekilde yeniden düzenlenmesi gerektiği düşünülmektedir.

Çorlu, Capraro ve Capraro (2014) araştırmalarında; FeTeMM alanlarında meslek olarak tercih edecek, uzmanlaşacak bireyler yetiştirmesi beklenen öğretmenlerimizin çağın ihtiyaçlarına göre eğitim almadıkları konusunda birçok eleştiri olduğunu vurgulamışlardır. Bu nedenle, çalışmada bütünlük müfredat ve öğretmenlik bilgisi alanlarında ülkemizde ve dünyada yapılmış araştırmalar ile süregelen eğitim reform girişimleri incelenmiştir (Çorlu ve diğ., 2014). Fen ve matematik arasındaki etkileşime bakıldığında, öğretmenlerimizin sadece alanlarında öğretmenlik bilgisine sahip olmalarının, ülkemizin ihtiyacı olan insan gücünü yetiştirmede yeterli olmayacağı sonucuna varılmıştır.

Lise seviyesinde mühendislik eğitiminin etkisizliğinin sebepleri arasında fen bilimleri ya da matematik öğretmenlerinin bu dersi verebilecek bilgi, beceri ve deneyime sahip olmamaları sayılabilir (Akgündüz ve Ertepinar, 2015). Keza, FeTeMM eğitiminin mevcut müfredata nasıl entegre edileceği ile ilgili ulusal standartların belirlenmesi gerekmektedir. Bu tür programlar yapılırken eşitlik ilkesinden asla vazgeçilmemeli ve FeTeMM'i sadece zengin, ebeveynleri eğitilmiş öğrencilerin hizmetine sunan bir konumdan çıkarıp, yurdun her köşesine, dezavantajlı bölgelerine aynı kalitede hizmetin sunulması ve cinsiyet eşitliğine önem verilmesi gerekmektedir. Özellikle kız öğrencilerin FeTeMM alanlarında eğitim alması ve kariyer yapmaları teşvik edilmelidir. Türkiye bunu gerçekleştirdiği takdirde; sadece diplomalı bireylerden ziyade, özgür düşünebilen, girişimci ruha sahip, problem çözmeyi bilen ve dayanışmayı önemseyen yaratıcı nesiller yetiştirme fırsatını yakalayabilir (Akgündüz ve Ertepinar, 2015).

FeTeMM eğitimi için tasarlanacak öğrenme ortamları için, öğrenmenin gerçekleştiği okul dışındaki ortamların özelliklerinden yararlanılabilir (Ayar ve Yalvac, 2016). FeTeMM öğrenme ortamları tasarlanırken üç etmen göz önünde bulundurulabilir: "Mentörlük", "disiplinlerarasılık" ve "otantiklik". Bu üç etmen bilim insanlarının araştırma ve öğrenmeyi sürdürebilir hâle getirdikleri ortamlarda karşımıza çıkmaktadır. Okul düzeyindeki ortamlarda bireylerin-öğrencilerin bilim insanları gibi davranmalarını istemek yerine, karşılaştıkları problemlere nasıl çözüm üreteceklerine ilişkin tecrübeyi kazandırmak FeTeMM eğitiminin önemli amaçları arasında görülebilir. Bu bakımdan fen ve teknoloji çalışmaları veya laboratuvar çalışmaları olarak bilinen bilime ve teknolojiye etnografik ve antropolojik pencereden bakan çalışmalara yönelmemiz ve çalışmamız FeTeMM eğitiminin önemini daha artırabilir (Ayar, Bauchspies ve Yalvac, 2015).

Aslan-Tutak ve diğ.'nin (2017) araştırmalarında FeTeMM Eğitimi yaklaşımı doğrultusunda hazırlanmış İşbirlikli FeTeMM Eğitimi Modülü (İFEM) tanıtılmakta ve modülün öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi algılarına olan etkisi incelenmektedir. Çalışma, İstanbul'daki bir üniversitenin son sınıfında öğrenim gören, kimya ve matematik özel öğretim yöntemleri derslerine kayıtlı öğrenciler (N=48) ile gerçekleştirilmiştir. İFEM öncesinde ve sonrasında katılımcılar FeTeMM eğitiminin tanımı, yöntemleri, öğretmen eğitimi ve kendileri için ne tür destek gerektiği konusunda açık uçlu sorulardan oluşan FeTeMM Farkındalığı anketini cevaplamışlardır. Katılımcıların uygulama öncesi ve sonrasında yaptıkları FeTeMM eğitimi tanımlarında Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi analiz sonuçlarına göre anlamlı bir fark gözlemlenmiştir. İFEM uygulamasını tamamladıktan sonra, katılımcıların tanımları FeTeMM eğitiminin bütünlük yapısını yansıtacak şekilde değişmiştir. FeTeMM eğitimi yöntemi ve FeTeMM öğretmen eğitimi ile ilgili kodlar, frekans analizleri ile betimsel olarak analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının cevaplarında, İFEM'in doğası ile paralel olarak, FeTeMM eğitiminde etkinlik ve proje temelli, alanların bir arada çalıştığı bir yöntem ön plana çıkmaktadır. Benzer şekilde, FeTeMM öğretmen eğitimine yönelik seminer ve eğitimlere katılım, proje örnekleri gözlemlene ve deneyim paylaşımını

vurgulamışlardır. Bu çalışma, FeTeMM eğitimi konusunda örnek bir model oluşturmakla birlikte öğretmen eğitimi konusunda da bilgi vermektedir (Aslan-Tutak ve diğ., 2017).

SONUÇ

FeTeMM eğitimi, problem tabanlı öğrenme, proje tabanlı öğrenme, sorgulama tabanlı öğrenme gibi öğrenme modellerinin yanısıra fen ve matematik kazanımına yönelik çalışma ve üretim odaklıdır. FeTeMM, öğrencilerin hayâl gücünü ve yaratıcılığı kullanarak, analitik düşünerek, merak duygusunu tetikleyerek çözümler üretmeye, muhakeme yapmaya dayalı bir modeldir. Sırf teşvik edilmedikleri için kendisini geliştiremeyen, bu yüzden yitip giden birçok yetenek vardır. Hayâl kurabilen çocukların "muhakeme" ve "sorun çözme" yetenekleri gelişir. Dünyamızın gelecekte daha güzel ve yaşanabilir olmasını sağlayacak dehalar, bu tür yeteneklere sahip çocukların arasından çıkacaktır. Velhasıl, biz yetişkinlerin belki de en önemli görevlerinden birisi, çocuklarımızın hayâllerleriyle süsledikleri yaşantılarına zenginlik ve derinlik kazandırarak, yol açıcılık görevini yerine getirmek; Onları, yeteneklerini keşfetmeye, sahip oldukları özelliklerin farkına varmaya teşvik etmektir.

FeTeMM eğitiminde bireye/öğrenciye; problem/sorun çözme becerisi, probleme bakış açısını geliştirme, yaratıcılığı geliştirme, problemi düşünerek bir şey üretme gibi meziyetleri kazandırmak amaçlanmaktadır. Hâl böyle olunca, FeTeMM eğitiminin etkili biçimde gerçekleştirilmesi için öğretmenin; öğrenmeye ve yeniliklere açık olması, bilimsel araştırma yönünün kuvvetli olması, bilimsel süreç becerilerine sahip olması, iş birliğine (işin uzmanıyla çalışmak) açık ve sabırlı olması, sorun çözme becerisine sahip olması gerekmektedir. Öğretmenlerimizin disiplinler arası uygulamaları, branşlarına ait bilgi ve becerilerin öğretiminde nasıl etkin bir biçimde kullanabildikleri önemlidir. FeTeMM eğitimi kısmen meslek liselerinde uygulanmaktadır. Meslek liselerinde öğretmenlerin ve öğrencilerin konu ile ilgili eğitimlere katılması, araştırmalar yapması durumunda yukarıda bahsettiğimiz becerileri geliştirilerek, FeTeMM eğitiminin de uygulanmasıyla; öğretim ortamlarının verimlilik ve etkililiği oldukça yüksek olup, hem öğrenciler için hem de ülke için çok faydalı bir iş yapılabilir.

FeTeMM eğitimi, bireylerin geleceğe yönelik becerilerine göre meslek tercihi yapmaları bakımından da önemlidir. Sınıf içinde başlayan ve okul sonrası devam eden bir öğrenme süreci olarak yorumlanan FeTeMM eğitimi kültürünün inşası için üniversitelere, eğitim kurumlarına ve ailelere büyük sorumluluk düşmektedir. Eğitim fakültelerinde öğretmen adaylarının FeTeMM becerilerini artırmaya yönelik —mühendislik ve fen edebiyat fakültesiyle işbirliği içinde— çalışmalar yapılmalı, projeler geliştirilmeli ve hizmetçi eğitim modülleri oluşturulmalıdır. Öğretmen adaylarının fen edebiyat fakülteleri ve mühendislik fakültelerinden de ders almasının önü açılmalıdır. Sanayi ile okul işbirliğine önem verilmelidir. FeTeMM konusunda yapılacak yeni çalışmalarda mühendislik süreciyle fen konu ve kavramlarının nasıl öğretilebileceğine yönelik öğretim materyalleri geliştirilmesi ve test edilmesi de önem arz etmektedir.

Not: Bu çalışma Antalya'da 18-20 Mayıs 2017 tarihlerinde düzenlenen 8'inci Eğitimde Yeni Yönelimler Kongresinde bildiri olarak da değerlendirilmiştir.

KAYNAKÇA

Akaygun, S., ve Aslan-Tutak, F. (2016). STEM images revealing stem conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 56-71.

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. & Özdemir, S. (2015a). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi?* İstanbul Aydın Üniversitesi

STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi. [Çevrim-içi: <http://www.aydin.edu.tr/belgeler/IAU-STEM-Egitimi-Turkiye-Raporu2015.pdf>], Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2016.

Akgündüz, D., Ertepinar H., Ger M. A., Kaplan Sayı A., & Türk Z. (2015b). *STEM Eğitimi Çalıştay Raporu Türkiye STEM Eğitimi Üzerine Kapsamlı Bir Değerlendirme*. İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.

Altan, E. B., Yamak, H., ve Kırıkkaya, E. B. (2016). Hizmetöncesi öğretmen eğitiminde FETEMM eğitimi Uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.

Aslan-Tutak, F., Akaygün, S. ve Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Eğitimi Uygulaması: Kimya ve Matematik Öğretmen Adaylarının FeTeMM Farkındalıklarının İncelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, DOI: 10.16986/HUJE.2017027115

Ayar, M.C. (2015). Engineering design at first-hand and career interest in engineering: An informal STEM education case study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(6), 1655-1675.

Ayar, M. C., Bauchspies, W. K., Yalvac, B. (2015). Examining interpretive studies of science: Meta ethnography. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(1), 253-265.

Ayar, M.C. & Yalvac, B. (2016). Lessons Learned: Authenticity, Interdisciplinarity, and Mentoring for STEM Learning Environments. *The International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 30-43.

Baran, E., Canbazoğlu Bilici, S., ve Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(2), 60-69.

Bers M. U., & Portsmore, M., 2005. Teaching partnerships: Early childhood and engineering student teaching math and science through robotics. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 59-73.

Buyruk ve Korkmaz (2016). FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Part B: Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 13(2), 61-76.

Bybee, R. W. (2010a). *Advancing STEM education: A 2020 vision*. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.

Bybee, R. W. (2010b). *What is STEM education*. *Science*, 329, 996. doi: 10.1126/science.1194998

Çorlu, M. A., Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Çorlu, M. S., ve Özel, S. (2012, Haziran). *Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (BTMM) eğitimi: disiplinler arası çalışmalar ve etkileşimler*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, Niğde.

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

Çorlu, M.S., Capraro, R.M., ve Çorlu, M.A. (2015). Investigating the Mental Readiness of Pre-service Teachers for Integrated Teaching. *International Online Journal of Educational Sciences*, 7 (1), 17-28.

Çınar, S. Pırasa, N., Uzun, N. ve Erenler, S. (2016). The effect of STEM education on pre-service science teachers' perception of interdisciplinary education. *Journal of Turkish Science Education*, 13(special issue), 118-142.

Dugger, W. E. (2010, December). *Evolution of STEM in the United States*. Presented at the 6th Biennial International Conference on Technology Education Research, Gold Coast, Queensland, Australia. <http://www.iteaconnect.org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper.pdf>

Gencer, A. S. (2015). Fen Eğitiminde Bilim ve Mühendislik Uygulaması: Fırıldak Etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(1), 1-19.

Sungur Gül, K., and İ. Marulcu. Yöntem olarak mühendislik-dizayna ve ders materyali olarak logolara öğretmen ile öğretmen adaylarının bakış açılarının incelenmesi. *International Periodical for The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic* 9.2 (2014): 761-786.

Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. Sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.

Guzey, S.S., Harwell, M., and Moore, T. (2014). Development an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114 (6), 271-279.

Hacıömeroğlu, G. & Bulut, A.S. (2016). Entegre FeTeMM öğretimi yönelim ölçeği Türkçe formunun geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(3), 654-669.

İşman, A., Baytekin, Ç., Balkan, F., Horzum, B. ve Kıyıcı, M. (2002). Fen bilgisi eğitimi ve yapısalcı yaklaşım. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, Cilt:1, Sayı: 1.

Küçük, S., & Şişman, B. (2017). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction, *Computers & Education*, 111, 31-43.

Lacey, T. A., & Wright, B. (2009). Employment outlook: 2008-18-occupational employment projections to 2018. *Monthly Lab. Rev.*, 132, 82.

Lin, K. Y., & Williams, P. J. (2015). Taiwanese Preservice Teachers' Science, Technology, Engineering, and Mathematics Teaching Intention. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-16.

Marulcu, İ. ve Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12, 13-23.

Meng C. C., Idris N. and Kwan L. (2014). Eurasia Journal of Mathematics. *Science & Technology Education*, 2014, 10(3), 219-227.

Miaoulis, I. (2009). *Engineering the K-12 curriculum for technological innovation*. IEEE-USA Today's Engineer Online. 3 Mayıs 2015 tarihinde <http://www.todaysengineer.org/2009/Jun/K-12-curriculum.asp> sayfasından erişilmiştir.

Morrison, J. (2006). *Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom*. TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM).

National Academy of Engineering [NAE], & National Research Council [NRC] (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Edt. Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M. Washington, DC: National Academies Press.

National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.

National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. National Academies Press.

National Governors Association (2007). *Building a science, technology, engineering and math agenda*. Retrieved from <http://www.nga.org/Files/pdf/0702INNOVATIONStem.pdf>.

Riechert, S. E., & Post, B. K. (2010). From skeletons to bridges & other STEM enrichment exercises for high school biology. *The american biology Teacher*, 72(1), 20-22.

Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education*, 5(3), 17-28.

Smith, J. and Karr-Kidwell, P. (2000). *The interdisciplinary curriculum: a literary review and a manual for administrators and teachers*. Retrieved from ERIC database. (ED443172).

Şahin, A., Ayar, M.C., ve Adıgüzel, T. (2014). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri*. Educational Sciences: Theory ve Practice, 14(1), 297-322.

TUSIAD. (2014). *STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics, Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması*. TUSIAD.

Yamak, H., Bulut, N., ve Dünder, S. (2014). 5. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.

Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM Eğitim ve Mühendislik Uygulamalarının Fen Bilgisi Laboratuvar Dersindeki Etkilerinin İncelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.