



TASARIM TEMELLİ FETEMM ETKİNLİKLERİNİN FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNE VE FETEMM ÖĞRETİMİ YÖNELİMLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ*

Merve ÖZKIZILCIK¹, Ümran Betül CEBESOY²

Makale Bilgisi

DOI: 10.19171/uefad.588222

Makale Geçmişi:

Başvuru 07.07.2019

Kabul 19.12.2019

Anahtar Kelimeler:

FeTeMM, fen bilgisi öğretmen adayları, problem çözme becerileri, FeTeMM öğretim yönelimi.

Özet

Bu araştırmanın amacı, tasarım temelli geliştirilen FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve entegre FeTeMM öğretimi yönelimlerine etkisini incelemektir. Çalışmanın araştırma grubunu, 2017-2018 öğretim yılı güz döneminde Ege Bölgesinde bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan 24 Fen Bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmada karma araştırma yöntemlerinden açıklayıcı sıralı desen kullanılmıştır. Veri toplama aracı olarak ‘Yetişkinler İçin Problem Çözme Ölçeği’, ‘Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelimi Ölçeği’ ve öğretmen adaylarının deney föyleri kullanılmıştır. Bu ölçekler, Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersinde tasarım temelli geliştirilen FeTeMM etkinlikleri öncesinde ve sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini ve entegre FeTeMM öğretimi yönelimlerinin anlamlı düzeyde geliştirdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlara dayanılarak tasarım temelli FeTeMM etkinliklerine öğretmen eğitiminde yer verilmesine yönelik öneriler getirilmiştir.

THE EFFECTIVENESS OF DESIGN BASED STEM ACTIVITIES ON PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS’ PROBLEM SOLVING SKILLS AND STEM TEACHING INTENTIONS

Article Info

DOI: 10.19171/uefad.588222

Article History:

Received 07.07.2019

Accepted 19.12.2019

Keywords:

STEMM, pre-service science teachers, problem solving skills, STEM teaching intention.

Abstract

This study aims to investigate the effectiveness of design-based STEM activities on pre-service science teachers’ problem-solving skills and integrated STEM teaching intentions. The study group consisted of 24 third grade pre-service science teachers who are enrolled in a mid-size public university in the Aegean region of Turkey in 2017-2018 fall semester. The study adopted an explanatory sequential design. The data were collected by Problem Solving Skills, Integrated STEM Teaching Intention Questionnaires and laboratory sheets. The questionnaires were administered as pre-test and post-test before and after implementation of design based STEM activities in Science Teaching Laboratory Applications I course. Laboratory sheets were used in interpreting quantitative data. The results revealed that design-based STEM activities improved pre-service science teachers’ problem-solving skills and integrated STEM teaching intentions. Based on these results, suggestions are made for introducing design-based STEM activities into teacher education programs.

* Bu çalışma, Merve Özkızılçık’ın, Doç. Dr. Ümran Betül Cebesoy danışmanlığında yürütmüş olduğu yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

¹ Milli Eğitim Bakanlığı, merveozkizilcik@gmail.com, [orcID:0000-0003-2679-2416](https://orcid.org/0000-0003-2679-2416)

² Doç. Dr., Uşak Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, ubetulcebesoy@gmail.com, [orcID: 0000-0001-7753-1203](https://orcid.org/0000-0001-7753-1203)

GİRİŞ

Bilgi çağı olarak adlandırılan içinde bulunduğumuz yüzyılda, bilim, teknoloji, mühendislik, bilişim vb. birçok alandaki gelişmeler her zamankinden daha hızlı şekilde ilerlemektedir. Bu hıza ayak uydurmaktan öte bu süreci yönlendiren, yöneten, öncülük eden bireyleri yetiştirmek tüm toplumların ve ülkelerin önceliği haline gelmiştir. Bu durum eğitim politikalarını da etkilemiştir ve eğitim politikaları, yaşanan hızlı gelişmelere uygun nitelikteki bireyleri yetiştirme konusunda eğitim programlarını şekillendirmiştir. Bu süreçte nitelikli bireyin tanımını küresel ölçekte yeniden yapılmıştır. Yeni bilgi, beceri ve yetkinlikler ortaya konularak öğretim programlarına ve eğitsel süreçlerine entegre edilme süreci başlamıştır. Bu beceri ve yetkinlikler günümüzde en genel tanımlamayla 21. yy. becerileri olarak ele alınmaktadır. Bu becerileri tanımlayan pek çok uluslararası ve ulusal rapor bulunmaktadır (European Commission, 2018; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] STEM Eğitimi Raporu, 2016; National Research Council [NRC], 2012; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2005; Partnership for 21st Century Skills, 2012; Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği [TÜSİAD], 2014). Bu raporların vurguladığı yetkinlik alanları farklılık göstermekte birlikte belli becerilerin ve yetkinliklerin ön plana çıktığı görülmektedir. Bu beceriler ve yetkinlikler; bilgi, yaratıcılık, liderlik, takım çalışması, iş etiği, öz değerlendirme becerileri (NRC, 2012); eleştirel düşünme, problem çözme, bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı ve bilgisayar bilimleri okuryazarlığı, iletişim, işbirliği, üretkenlik ve sorumluluk (Partnership for 21st Century Report; 2012) fen bilimleri, matematik ve teknoloji yeterlilikleri, ana dilde iletişim, yabancı dilde iletişim ve girişimcilik olarak özetlenebilir (Eurydice Report, 2012).

Bu yetkinlik alanları ve beceriler güncellenen fen bilimleri dersi öğretim programlarına da yansımıştır. Örneğin, 2018 yılında yenilenen Fen bilimleri dersi öğretim programında *Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi* olarak yetkinlik alanları belirlenirken bilimsel süreç becerileri ve yaşam becerilerinin yanı sıra mühendislik ve tasarım becerilerinin gelişimine önem verilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2018). Öğretim programında yer verilen *Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları* ile günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünde farklı disiplinlerin bir arada kullanılmasının önemi vurgulamıştır (s.10). Dolayısıyla yeni fen bilimleri öğretim programının alanların entegrasyonuna verdiği önem buradan anlaşılabilir. Farklı alanların entegrasyonunda Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik (FeTeMM) yaklaşımı ön plana çıkmıştır. FeTeMM'in ortaya çıkışı yeni olmamakla birlikte, yükselişi özellikle 1990'lı yıllardan sonra eğitim politikalarında yaşanan değişimden kaynaklanmaktadır (Sanders, 2009; Williams, 2011). FeTeMM'in tanımı konusunda bir fikir birliği olmamasına rağmen, Sanders (2009) FeTeMM eğitimini iki veya daha fazla FeTeMM disiplinin yanı sıra bu disiplinlerin sanat gibi diğer disiplinlerle de entegre edilerek eğitim ve öğretim süreçlerinde kullanılması olarak tanımlamaktadır. FeTeMM eğitiminin 21.yy becerilerinin gelişimine de katkısının olması, FeTeMM eğitimini ön plana çıkarmış ve öğretim programlarının

yapılandırılmasındaki rolünü arttırmıştır (Bellanca ve Brandt, 2010; Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012).

Özellikle son yıllarda fen ve mühendislik bilimlerine olan ilginin azalması ve 21. yy becerilerine olan vurgunun artması; bu farklı disiplinlerin entegre edilmesine yönelik hem ulusal (Akaygün ve Aslan Tutak, 2016; Aydın Günbatır, Tarkin Çelikkıran, Kutucu ve Ekiz Kıran, 2018; Bozkurt Altan, Yamak, ve Buluş Karakaya, 2016; Gökbayrak ve Karışan, 2017a; Gülen ve Yaman, 2018; Karışan ve Bakırcı, 2018; Yıldırım ve Altun, 2015) hem de uluslararası çalışmaların sayısını arttırmıştır (Anderson, Chiu ve Yore, 2010; Barret, Moran ve Woods, 2014). FeTeMM temelli etkinliklerin öğrencilerin başarılarını arttırdığı (Brophy, Klein, Portsmore ve Rogers, 2008; Gökbayrak ve Karışan, 2017a; Gülen ve Yaman, 2018; Yıldırım ve Altun, 2015; Lachapelle ve Cunningham, 2014; Moore, Tank, Glancy ve Kersten, 2015), motivasyonlarını olumlu yönde etkilediği (Bozkurt Altan ve ark. 2016; Lachapelle ve Cunningham, 2014), tutumlarını olumlu etkilediği (Aydın, Saka ve Güzey, 2017; Gökbayrak ve Karışan, 2017b; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014) ve öz yeterliliklerini olumlu yönde etkilediği (Sanders, 2009) rapor edilmiştir. Yakın zamanda yapılan ve Türkiye’deki 19 lisans üstü tez ile 32 makalenin incelendiği bir içerik analizi çalışmasında, FeTeMM eğitime yönelik çalışmaların örnekleminin önemli bir kısmını öğrencilerin oluşturduğu rapor edilmiştir (Daşdemir, Cengiz ve Aksoy, 2018). Bu durum, öğrencilerin üzerindeki etkileri sıklıkla rapor edilen FeTeMM uygulamaları konusunda öğretmenler ve geleceğin öğretmenlerinin ne derece hazır oldukları sorusunu akıllara getirmektedir. Bu nedenle öğretmenlerin FeTeMM eğitimini derslerine entegre edebilme becerileri önem kazanmaktadır (Blackley ve Howell, 2015). Ancak yapılan araştırmalar, öğretmenlerin entegre FeTeMM eğitimini derslerinde kullanma becerilerinin istenilen düzeyde olmadığını (Marginson, Tytler, Freeman ve Roberts, 2013) ve öğretmenlerin FeTeMM disiplinlerini entegre edebileceklerine yönelik özyeterlilik algılarının düşük olduğunu rapor etmiştir (Ross, Beazley, ve Collin, 2011). Bu nedenle öğretmenlerin entegre FeTeMM eğitimi konusundaki becerilerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Bu amaçla eğitsel uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır (Charleston ve Leon, 2016; Guzey, Ring Whalen, Harwell ve Peralta, 2019; Milner Bolotin, 2018). Öğretmen ve öğretmen adaylarıyla gerçekleşen uygulama temelli çalışmaların sayısında artış vardır (Akaygün ve Aslantutak, 2016; Aslan Tutak, Akaygün ve Tezsezen, 2017; Aydın Günbatır ve ark. 2018; Bozkurt Altan ve ark. 2016; Gökbayrak ve Karışan, 2017b; Milner Bolotin, 2018; Moore, Stohlmann, Eang, Tank, Glancy ve Roehrig, 2014). Örneğin Milner Bolotin (2018) teknoloji destekli sorgulama temelli FeTeMM etkinliklerinin öğretmen adaylarının FeTeMM alanlarını entegre edebilme becerilerini geliştirdiği ve FeTeMM eğitime yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Aslan Tutak ve ark. (2017)’nin de bulguları işbirlikli FeTeMM eğitiminin öğretmen adaylarının FeTeMM algılarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bu bulgular, Milner Bolotin (2018)’in bulguları ile örtüşmektedir.

İlgili alan yazında FeTeMM etkinliklerinin farklı şekillerde uygulandığı görülmektedir. Bu çalışmaların bir kısmı, FeTeMM eğitimi uygulamalarının öğretmen adaylarına olan etkilerini incelemiştir (Gökbayrak ve Karışan, 2017a; Milner Bolotin, 2018; Yıldırım ve Altun, 2015). Yine ilgili alan yazında; işbirlikli FeTeMM uygulamalarının (Aslan Tutak ve Akaygün, 2017), proje tabanlı FeTeMM uygulamalarının (Çevik, 2018) ya da tasarım temelli FeTeMM uygulamalarının (Aydın Günbatar ve ark. 2018; Bozkurt Altan, Yamak, Buluş Kırıkkaya ve Kavak, 2018; Bozkurt Altan ve ark. 2016; Moore ve Smith, 2014) etkilerinin incelendiği çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmada ise, geleceğin öğretmenlerine yönelik tasarım temelli FeTeMM etkinlikleri incelenmiştir.

Tasarım kavramı Sanders'ın (2009) FeTeMM tanımında önemli bir yer tutmaktadır. Sanders (2009) FeTeMM'i "gerçek dünya problemlerini mühendislik temelli çözümler getirirken kullanılan bilimsel sorgulama ve süreçler" olarak tanımlamıştır (s. 21). Dolayısıyla Tasarım boyutu mühendislik becerilerinin FeTeMM'e entegre edilmesinde ön plana çıkmaktadır. Ancak mühendislik ve tasarım becerilerinin FeTeMM'e entegrasyonu zor olduğu pek çok çalışmanın ortak bulguları arasındadır (Guzey, Moore ve Harwell, 2016; Moore ve Smith, 2014). Tasarım Temelli FeTeMM eğitimi bu zorluğu gidermek ve öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerine aktif olarak katılmaya sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Bozkurt Altan ve ark. 2016; Guzey ve ark. 2016; Hynes, Portsmore, Dare, Milto, Rogers ve Hammer, 2011; Wheeler, Whitworth ve Gonczi, 2014). Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin mühendislik ve fen kavramlarını öğrenmelerine etkisinin yanı sıra ilgilerini ve motivasyonlarını da arttırdığı rapor edilmiştir (Guzey ve ark. 2016; Guzey ve ark. 2019; Wheler, Whitworth ve Gonczi, 2014). Ancak FeTeMM alan yazınında olduğu gibi öğretmenlerin tasarım temelli FeTeMM etkinliklerini sınıf ortamına entegre edebilmeleri için desteğe ihtiyaç duydukları belirlenmiştir (Guzey ve ark. 2019). İlgili alan yazında öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilen tasarım temelli FeTeMM etkinlikleri çalışmalarında öğretmen adaylarının mühendislik ve tasarım süreçlerini diğer FeTeMM alanlarıyla entegre edebilme becerilerinin geliştiği (Aydın Günbatar ve ark. 2018), öğretmen adaylarının tasarım temelli etkinliklerini motive edici buldukları ve kalıcı öğrenmede yardımcı olduğunu düşündükleri (Bozkurt Altan ve ark. 2016), gerçek dünya problemlerinin çözüm süreçlerinde karar verme becerilerini geliştirdiği (Bozkurt Altan ve ark. 2018) belirlenmiştir. Dolayısıyla tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin öğretmen adaylarının FeTeMM alanlarını entegre edebilmeleri için uygun bir ortam sağlayacağı görülmektedir. Yukarıda bahsi geçen araştırmalar, tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin pek çok boyutunu araştırmıştır. Ancak tasarım temelli FeTeMM etkinlikleri, gerçek dünya problemlerinin çözümünde mühendislik tasarım sürecinin kullanılmasını gerektirdiğinden, bu etkinliklerin problem çözme becerilerine olan etkisinin ortaya konulduğu çalışmaların az olması bu çalışmanın çıkış noktasını oluşturmaktadır. Aynı zamanda ülkemizde son yıllarda FeTeMM eğitime yönelik çalışmaların sayısı artış göstermekle birlikte, çoğunlukla anketler, mülakatlar ve çeşitli ölçeklerle durum tespitine yönelik çalışmalar sıklıkla

olduğu görülmektedir (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Marulcu ve Sungur, 2012; Kızılay, 2016; Özbilen, 2018; Yenilmez ve Balbağ, 2016). Buna rağmen FeTeMM etkinliklerinin etkililiğini inceleyen çalışmaların sayısı istenilen düzeyde değildir (Altaş, 2018; Bozkurt Altan ve ark. 2016; Bozkurt Altan ve ark. 2018; Aydın Günbatar ve ark. 2018; Gökbayrak ve Karışan, 2017a). Dolayısıyla bu çalışmada tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin uygulanmasına yönelik bir süreç benimsenmiş ve uygulama sonrasında, problem çözme becerilerindeki gelişim incelenmiştir.

Problem çözme becerilerinin yanı sıra, geleceğin öğretmenlerinin tasarım temelli FeTeMM etkinliklerin uygulayıcısı olacakları için bu etkinliklerin FeTeMM öğretimi yönelimlerine etkisinin de incelenmesi önemli bir noktadır. Yani öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi almalarının yanı sıra farklı disiplinleri derslerinde entegre etmeye istekli olmaları gerekmektedir. Lin ve Williams (2016) de FeTeMM eğitiminin yanı sıra FeTeMM'i derslerinde uygulamaya istekli olmalarının önemini vurgulamıştır. Ancak yapılan çalışmaların genellikle öğretmen adaylarının öğretim yönelimlerinin incelendiği durum tespiti çalışmaları olduğu görülmektedir (Hacıömeroğlu, 2018; Kırılmazkaya, 2017; Lin ve Williams, 2016; Şen, 2018). Bununla birlikte bu çalışmada olduğu gibi uygulama süreci sonrasındaki gelişimin incelendiği çalışmaya rastlanılmamıştır. Buradan yola çıkılarak Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersi kapsamında geliştirilen tasarım temelli FeTeMM etkinliklerin üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve FeTeMM disiplinlerinin entegre edilerek öğretimi yönelimlerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır:

1. Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine etkisi var mıdır?
2. Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre FeTeMM öğretimi yönelimlerine etkisi var mıdır?

YÖNTEM

Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersinde uygulanan tasarım temelli FeTeMM etkinliğinin öğretmen adaylarının, problem çözme ve entegre FeTeMM öğretimi yönelimlerinin etkisinin incelendiği bu çalışmada, karma araştırma yöntemlerinden açıklayıcı sıralı desen (explanatory sequential design) kullanılmıştır (Creswell ve Plano Clark, 2011). Bu desende, öncelikle nicel veri daha sonra ise nitel veri toplanır. Toplanan nitel veriler, nicel sonuçların yorumlanmasında kullanılır (Creswell ve Plano Clark, 2011). Bu çalışmada, öncelikle tasarım temelli FeTeMM etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve entegre FeTeMM öğretimi yönelimlerine etkisi nicel veri toplanarak incelenmiştir. Daha sonra ise, elde edilen nicel bulguların yorumlanmasında, deney föylerinden elde edilen nitel veriler yorumlanmıştır.

Katılımcılar

Araştırmanın çalışma grubunu Ege Bölgesinde bulunan bir devlet üniversitesinde Fen Bilgisi öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 6. döneme (3. sınıfa) devam etmekte olan 24 öğretmen adayı (6 erkek, 18 kadın) oluşturmaktadır. Çalışmanın bu öğrencilerle gerçekleştirilmesinin nedeni, çalışmanın gerçekleştirildiği Fen öğretimi ve laboratuvar uygulamaları I dersinin 6. dönemde yer alması ve bu dersin tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin uygulanmasına olanak sağlayacak teorik ve uygulama saatlerinden oluşmasıdır. Öğretmen adaylarının hepsi uygulama öncesinde; alan derslerini (genel fizik-fizik laboratuvarı, genel kimya-kimya laboratuvarı, genel biyoloji -biyoloji laboratuvarı ve matematik), pedagoji dersleri (eğitim bilimlerine giriş, eğitim psikoloji, öğretim ilke ve yöntemleri) ve genel kültür derslerini (Atatürk İlke ve İnkılapları, Türkçe, Yabancı Dil ve Bilgisayar) almışlardır. Öğretmen adaylarının yaş aralığı 20-23 arasında değişmektedir (%62.5'i 20 yaşındadır). Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının %70.8'i Anadolu Lisesi (n=17), %12.5'i Anadolu Öğretmen Lisesi (n=3), %12.5 i Normal Lise (n=3) ve %4.2'si (n=1) Anadolu İmam Hatip Lisesi (n=1) mezunu olduğu belirlenmiştir. Gerekli kurumsal yazışmalar tamamlandıktan sonra öğretmen adaylarına bu çalışmanın konusu hakkında bilgi verilmiş ve katılımcılardan gönüllü onam formu alınmıştır.

Çalışmanın tasarımı

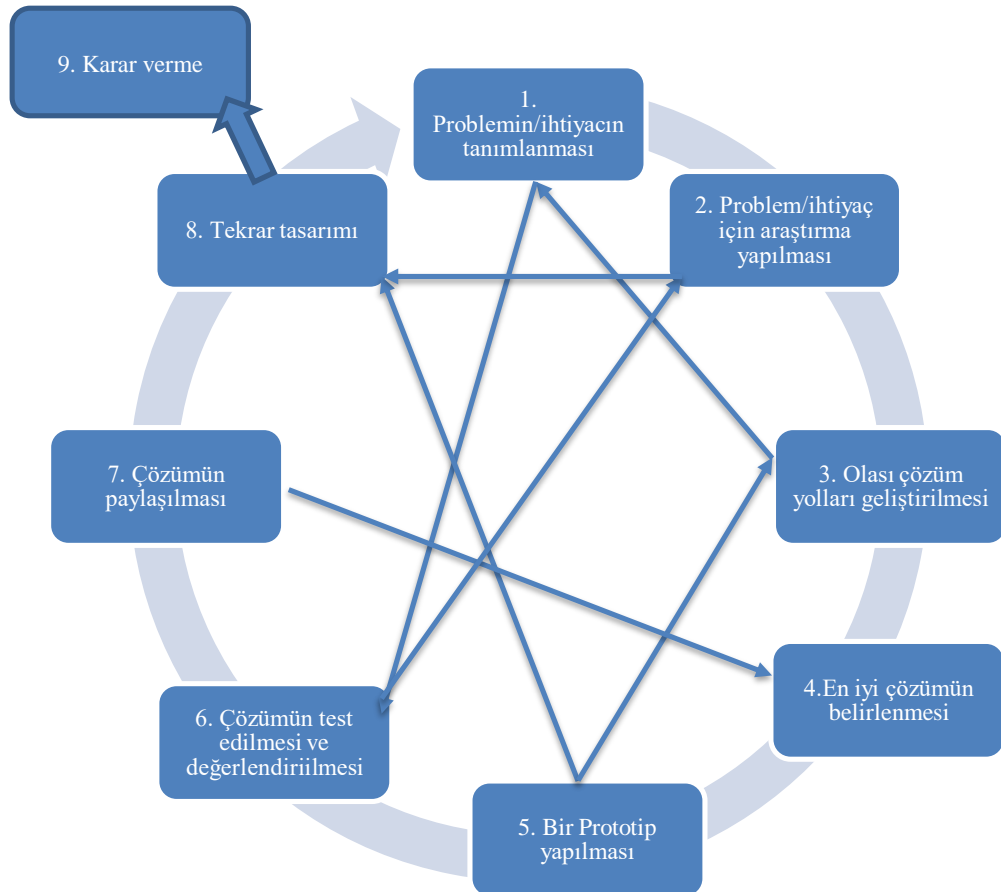
Çalışma, 2017-2018 güz yarıyılında araştırmacılar tarafından yürütülen Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışma 13 haftalık (ara sınav haftası uygulama dışında bırakılmıştır) bir süreci kapsamaktadır. Uygulamalar her hafta Fen Laboratuvarında 4 ders saati (4x50 dk.) olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Dersin işleniş süreci Tablo 1'de sunulmuştur:

Tablo 1.
Fen öğretimi laboratuvar uygulamaları I dersinin işleniş süreci

Haftalar	Dersin konusu
1	Dersin tanıtımı, ön-test uygulamaları
2-3-4	FeTeMM tanımı, FeTeMM'in tarihsel gelişimi, Türkiye'deki FeTeMM raporları (TÜSİAD ve MEB Raporu), Fen bilimleri programının incelenmesi ve tasarım temelli FeTeMM eğitimi süreci
5-6	Etkinlik 1: Marsa Yolculuk
7-8	Etkinlik 2: Kendi Filtremizi yapalım
9-10	Etkinlik 3: Tren yapıyoruz
11-12	Etkinlik 4: Kendi Projeksiyonumuzu tasarlayalım
13	Son test uygulamaları

Dersin ilk haftasında ders izlencesi hakkında genel bilgilendirme yapılarak testlerin ön uygulamaları tamamlanmıştır. Daha sonraki üç hafta FeTeMM'in tanımı, gelişimi, Türkiye'deki

FeTeMM raporları, güncellenen fen bilimleri programının incelenmesi ve tasarım temelli FeTeMM sürecinin tanıtımı yapılmıştır. Etkinlikler ise iki hafta sürecek şekilde tasarlanmıştır. Tasarım ve tekrar tasarım süreçleri gerektiğinden etkinliklerin iki hafta sürmesi uygun görülmüştür. Etkinliklerin yapılmasında sürecinde öğretmen adayları, iki ya da üç kişilik gruplar oluşturmuşlardır. Gruplar, iki hafta boyunca etkinlik üzerinde çalışmış ve tasarımlarını diğer gruplara sunmuş ve diğer grupların da görüşlerini almışlardır. Çalışmada kullanılan etkinlikler, mühendislik tasarım süreci (Hynes ve ark. 2011) temel alınarak geliştirilmiştir. Bu etkinlikler, ilgili alan yazında bulunan etkinliklerin problem durumlarından yola çıkılarak derse uygun şekilde geliştirilmiştir. Örneğin, 1. Etkinlik olan *Marsa Yolculuk* etkinliği Gökbayrak'dan (2017), Mission to Mars etkinliğinde Stem Learning Center, nd) yer alan problem durumlarından yararlanılmıştır. *Kendi Filtremizi Yapalım* etkinliği ise Berg, Thompson, Ingram ve Pierce (2014)'ün geliştirdiği Su Filtresi isimli etkinlikteki gerçek dünya probleminden uyarlanmıştır. Geliştirilen bu etkinlikler Hynes ve ark. (2011)'in önerdiği aşağıdaki basamakları içermektedir:



Şekil 1: Mühendislik Tasarım süreci (Hynes ve ark. 2011'den uyarlanmıştır)

Etkinlikler, gerçek dünya problemleri temel alınarak tasarlanmış olup açık uçlu bir problem durumları içermektedir. Öğretmen adayları her etkinlikte sırasıyla, problem durumunu tanımlaması, problem çözümü için ilgili araştırmaların yapılması, çözüm önerilerinin belirlenmesi, çözüm önerilerinin grup halinde tartışılarak en iyi çözümün belirlenmesi, çözüme yönelik prototip yapılması, çözümün test edilmesi, grupların çözümlerini diğer gruplarla paylaşması, tekrar tasarım aşamalarını takip etmişlerdir. Buna göre etkinlikler şu şekilde yapılandırılmıştır:

Tablo 2.

Etkinliklerin Tasarımı (2. Etkinlik olan Tren yapıyoruz isimli etkinlikteki sorulardan yararlanılmıştır)

Tasarım basamakları	Etkinlikteki sorular
1. Problem durumunun belirlenmesi	Hem çevre dostu hem hızlı bir tren nasıl tasarlıyorsunuz?
2. Problem durumu için araştırma yapılması	Günümüz teknolojisine sahip trenlerin çalışma prensibi nasıldır? Gelecekte kullanılması olası trenlerin çalışma prensiplerini açıklayınız. Manyetik trenlerin çalışma prensibi nasıldır?
3. Olası çözüm yolları geliştirilmesi	Siz bir mühendis olarak nasıl bir tren tasarladınız? Tasarladığınız treni çiziniz. Bu trende ne tür malzemeler kullanırdınız? Aklınıza kaç farklı tasarım örneği geldi? Bu tasarımların birbirinden farkı nedir? Öğrendiğiniz bilgileri kullanarak yapacağınız tren tasarımını grup arkadaşlarınızla tartışınız.
4. En iyi çözüm yolunun belirlenmesi	Grup üyelerinin hemfikir olduğu tasarım modelini çiziniz. Tasarladığınız trenin hangi malzemeler ile yapacağınızı şekil üzerinde gösteriniz. Kullanacağınız malzemelerin kriterleri (Maddi, dayanıklılık vb.) ne olmalıdır? Belirtiniz. Kullanacağınız malzemelerin sınırlılıkları nedir? Belirtiniz.
5. Prototip yapılması	Aklınıza ilk gelen tasarım örneğini mi uyguladınız yoksa deneme yanılma yolu ile keşif mi yaptınız? Öncesinde deneme-yanılmalarınız oldu mu?
6. Çözümün test edilmesi ve değerlendirilmesi	Tasarla, Test et ve Yeniden Tasarla! Bu basamakta tasarladığınız ürünün çalışıp çalışmadığını kontrol edelim. Treniniz çalıştı mı?
7. Çözümün paylaşılması	Tasarımınızın eksik olduğunu düşündüğünüz noktalar var mı? Açıklayınız.
8. Tekrar tasarım	Tekrar tren tasarladınız, neleri değiştirdiniz? Neden? Tekrar tasarladığınız trende hangi materyalleri kullanırdınız? Niçin?

Etkinliklerin her biri; geliştirilme sürecinde araştırmacıların yanı sıra fen bilgisi alan eğitim uzmanı üçüncü bir araştırmacı tarafından da incelenmiştir. Bu üçüncü uzman geri dönütler vererek etkinliklerin oluşturulmasını sağlamıştır. Daha sonra oluşturulan 4 taslak etkinlik, FeTeMM eğitimi alanında çalışmalarını bulunan ve etkinlik geliştiren diğer bir fen bilgisi eğitimi uzmanının incelemesine sunulmuştur. Verilen geri dönütler doğrultusunda etkinlikler son haline getirilmiştir. Aşağıda Tren yapıyoruz isimli etkinliğe getirilen uzman görüşü ve yapılan düzeltmelerden örnekler sunulmuştur:

Tablo 3.

Uzman Görüşü sonrası Tren Yapıyoruz Etkinliğine ilişkin yapılan düzeltmelerden örnekler

Sorunun ilk hali	Uzman Görüşü	Yapılan düzeltmeler
Öyle bir tren tasarlayalım ki metro kadar hızlı tramvay kadar çevre dostu olsun.	Burada ödev verilmiş gibi görünüyor. Problem durumu şeklinde ifade edilirse tasarım temelli FeTeMM etkinliğine daha uygun hale gelecektir.	Bugün kendinizi bir mühendis olarak hayal edin. Bu beklentileri karşılayacak hem hızlı hem de çevre dostu nasıl bir tren tasarlıyorsunuz?
Çevreye zarar vermeyen tren tasarımı çiziniz. Hangi malzemeleri kullanırdınız?	Tüm deneylerde aynı formatı kullanabilirsiniz. kullanışlı olan ve kullanışsız olan malzemeler hangileri olabilir şeklinde bir soru ve buna ilişkin açıklamalar yapabilecekleri bir tablo buraya konulabilir.	Her iki kısım ayrı bir bölüm haline getirilmiştir. Yani <i>Siz bir mühendis olarak nasıl bir tren tasarladınız? Tasarladığınız treni çiziniz.</i> şeklinde bir bölüm hazırlanmıştır. İkinci kısımda ise <i>Bu sistemde ne tür malzemeler kullanırdınız?</i> şeklinde bir soru yöneltilerek aşağıdaki kısım eklenmiştir: Malzemeler (1)..... (2)..... Bu malzemeyi ne amaçla kullandınız? (1)..... (2).....

Veri toplama araçları

Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve FeTeMM öğretimi yönelimlerine etkisini incelemek amacıyla *Yetişkinler İçin Problem Çözme Ölçeği* ve *Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelimi Ölçeği* kullanılmıştır. İlgili araştırmacılardan gerekli izinler alındıktan sonra ölçekler ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır.

Yetişkinler için Problem Çözme Ölçeği: Bu ölçek, Yaman ve Dede (2008) tarafından geliştirilmiş olup, geçerlik ve güvenilirlik çalışması 550 yetişkin birey ile gerçekleştirilmiştir. Ölçek, 18 madde içermektedir ve 5’li Likert tipi maddelerden oluşmaktadır (1: Hiçbir zaman, 2: Nadiren, 3: Bazen, 4: Sıklıkla ve 5: Her zaman). Tüm ölçeğin Cronbach alpha iç tutarlılık katsayısının 0.88 olduğu bulunmuştur. Ayrıca alt boyutların iç tutarlılık katsayılarının 0.82 ile 0.98 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu araştırma için ölçek güvenilirlik çalışması 92 öğretmen adayı ile yapılmıştır. Tüm ölçeğin Cronbach alpha iç tutarlılık katsayısının 0.88 olduğu bulunmuştur. Alt boyutların iç tutarlılık katsayılarının ise 0.70-0.88 arasında değiştiği bulunmuştur (bkz. Tablo 4).

Tablo 4.
Yetişkinler için Problem Çözme Ölçeği'nin alt boyutlarının orijinal ve bu çalışmadaki iç tutarlılık katsayıları

Ölçeğin alt boyutları	İlgili Maddeler	Toplam madde sayısı	Cronbach alpha değerleri	Cronbach alpha değerleri (bu çalışma)
Problemin çözümünün etkilerini düşünme	1, 2, 3, 4, 5	5	0.95	0.77
Modelleme yoluyla problem çözme	6, 7, 8	3	0.98	0.77
Alternatif çözümleri araştırma	9, 10, 11, 12	4	0.82	0.80
Belirlenen çözümü uygulamadaki kararlılık	13, 14, 15	3	0.82	0.72
Karşılaşılan problemi analiz etme	16, 17, 18	3	0.87	0.70
Toplam		18	0.88	0.88

Entegre FeTeMM Öğretimi Ölçeği: Bu ölçek, Lin ve Williams (2016) tarafından geliştirilmiş olup Türkçeye uyarlama çalışması Hacıömeroğlu ve Bulut (2016) tarafından gerçekleştirilmiştir. 253 sınıf öğretmen adayından toplanan verilere Açıklayıcı ve Doğrulayıcı faktör analizi yapılarak Türkçeye uyarlanan ölçeğin beş alt boyut içerdiği tespit edilmiştir. Ölçeğe ilişkin yapılan güvenilirlik çalışmaları sonucunda, tüm ölçeğin Cronbach alpha iç tutarlılık katsayısının 0.94 olduğu bulunmuştur. Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelimi ölçeği 31 maddeden oluşmaktadır ve 7'li Likert tipi bir ölçektir (1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Kısmen katılmıyorum, 4: Kararsızım, 5: Kısmen katılıyorum, 6: Katılıyorum ve 7: Kesinlikle katılıyorum). Ölçeğin doğrulayıcı faktör analizi sonuçları beş alt boyutlu yapıyı doğrular niteliktedir ($\chi^2 = 1640.12$, $df = 395$, $GFI = 0.88$, $AGFI = 0.81$, $CFI = 0.93$, $NNFI = 0.91$, $NFI = 0.90$, $RMR = 0.07$, $SRMR = 0.07$ ve $RMSEA = 0.09$). Bu araştırma için ölçek güvenilirlik çalışması 99 öğretmen adayı ile yapılmıştır. Tüm ölçeğin Cronbach alpha iç tutarlılık katsayısının 0.93 olduğu bulunmuştur.

Tablo 5.
Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelimi Ölçeği'nin alt boyutlarının orijinal ve bu çalışmadaki iç tutarlılık katsayıları

Ölçeğin alt boyutları	İlgili maddeler	Boyutun içeriği (Lin ve Williams, 2016)	Toplam madde sayısı	Cronbach alpha değerleri	Cronbach alpha değerleri (bu çalışma)
Bilgi	1, 2, 3, 4	FeTeMM disiplinlerini entegre edebilecek alan bilgisine sahip olmak	4	0.93	0.82
Değer	5, 6, 7, 8, 9, 10	FeTeMM'i derslerde uygulamaya verilen değer	6	0.86	0.85
Tutum	11, 12, 13, 14, 15, 16	FeTeMM'i derslerde uygulamaya yönelik kişisel ilgi	6	0.87	0.78
Sübjektif ölçüt	17, 18, 19, 20, 21	Sübjektif ölçüt olarak kabul edilen müdür, meslektaş veya ailelerin desteği	5	0.69	0.88
Davranış kontrolü ve davranış yönelimi	22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31	Kaynak, fırsat ve olanakları değerlendirerek FeTeMM'i derslerde uygulama eğilimi	10	0.86	0.91
Toplam			31	0.94	0.93

Deney föyleri: Öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin gelişimini incelemek amacıyla, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci göz önüne alınarak geliştirilen deney föyleri incelenmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler SPSS paket programı ile çözümlenmiştir. Öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Shapiro-Wilk analizi yapılmış ve basıklık (kurtosis) ve çarpıklık (skewness) değerleri incelenmiştir (Pallant, 2010). Ön test ve son test için ayrı ayrı yapılan incelemelerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > .05$). Basıklık değerlerinin ön-test için 0.55 son test için 0.52 iken çarpıklık değerlerinin ön test için 0.35 ve son test için 0.22 olduğu bulunmuştur. Bu değerlerin +2 ile -2 aralığında olması verilerin normal dağıldığını göstermektedir (Pallant, 2010). Normal dağılımın yanı sıra, parametrik testlerin diğer varsayımları olan bağımlı değişkenin sürekli olması (level of measurement), gözlemlerin yani toplanan verilerin bağımsız olması (independence of observation) ve varyansların homojenliği (homogeneity of variance) de incelenmiştir (Pallant, 2010; s.171-172). Çalışmada kullanılan ölçek maddelerinin sürekli (continuous) olduğu ve katılan her bir öğretmen adayının bağımsız olarak ölçeklere cevap verdiği gözlemlenirken, varyansların homojenliği Levene testi ile incelenmiş ve bu değer .05'ten büyük olması varyansların homojen olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Bundan dolayı bu verilerin parametrik test varsayımlarını karşıladığı kabul edilmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme ve FeTeMM öğretimi yönelimlerine ait puanlarının karşılaştırılmasında ise bağımlı gruplar t testi kullanılmıştır. Bulunan değerlerin yorumlanmasında etki büyüklüğünden (EB-Cohen's d) yararlanılmıştır. Etki büyüklüğü, bulguların ne kadar önemli olduğunun yorumlanmasında kullanılan ve 0 ile 1 arasında değişen bir değerdir (Cohen, 1988; Pallant, 2010). Bu değer yorumlanmasında, Cohen (1988)'in önerdiği kriter değerler dikkat alınmaktadır. Bu kriter değerler ise; $d = .2$ (küçük), $d = .5$ (orta) ve $d = .8$ (büyük) şeklindedir (Cohen, 1988; s.25-26). Etki büyüklüğünün hesaplanmasında, Cohen's $d = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / SS_{\text{harmanlanmış}}$ ya da

$$d = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{(SS_1^2 + SS_2^2)/2}}$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Etki büyüklüğü, p değerlerinin yorumlanmasında kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının deney föyleri, mühendislik tasarım temelinde yapılandırılmıştır. Bu deney föylerinin incelenmesinde problem çöme becerileri ölçeğinde yer alan alt boyutlar göz önünde bulundurularak karşılaşılan problemi analiz etme, problemin olası etkilerini (kullanacağı malzemelerin özellikleri ve sınırlılıklar vb.) göz önünde bulundurma, belirlenen çözümü uygulama ve alternatif çözüm önerileri sunma gibi özellikler incelenmiştir.

BULGULAR

Bu bölümde, tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin ve FeTeMM öğretimi yönelimlerine etkisine yönelik bulgular sunulacaktır:

Birinci probleme ilişkin bulgular

Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine etkisinin incelemek amacıyla bağımlı gruplar t-testi sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6.

Öğretmen adaylarının yetişkinler için problem çözme becerileri ölçeğinden aldıkları puanların bağımlı gruplar t testi sonuçları

	\bar{X}	SS	t	p	Cohen d etki büyüklüğü (EB)
Ön test	69.52	4.17	-2.22	0.03	0.40
Son Test	71.43	5.32			

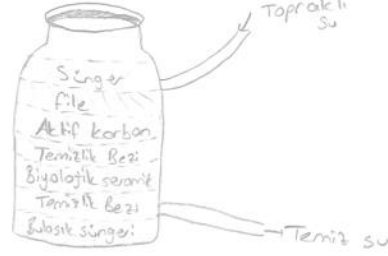
Öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine yönelik ön test ve son test toplam puan ortalamaları arasında, son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur ($t_{(22)} = -2.22, p < .05$). Araştırmanın bu bulgusu, uygulanan tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir. Ancak bu gelişimin etki büyüklüğünün (EB) ise Cohen'in sınıflandırmasına göre 'küçük' olduğu belirlenmiştir. Yetişkinler için Problem Çözme becerileri ölçeğinin alt boyutları bazında incelendiğinde, son-test lehine puan artışı olmakla birlikte uygulanan etkinliklerin ölçeğin alt boyutlarına olan etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ($p > .05$).

Ancak öğretmen adaylarının deney föyleri, problem çözme becerilerinin geliştiğini gösterir nitelikte bulgular sağlamaktadır. Örneğin; Kendi Filtremizi Yapalım isimli etkinlikte, Esen (takma isim) problem durumunun belirlenmesi aşamasında aşağıdaki araştırmayı yapmış ve önerdiği çözüm yolunda aktif karbon kullanmaya karar vermiştir:

...Suyun...sütilmesinde...farklı...yöntemler...kullanılıyor...
Etilerde...kullanılan...su...arıtma...cihazlarında...ise...su...ağacılıkta
bir...filtreden...geçirilerek...içinde...bulunan...yağancık...
maddelerden...arındırılıyor.Aktif...karbon...bu...amaçla...
uygun...olarak...kullanılan...maddelerden...biri...
Aktif...karbon...üç...arında...karbon...icaren...maddelerden
üretiyor.Düzensiz...bir...yapıya...sahiptir...
Aktif...karbon...suyun...içindeki...yağancık...maddelerini...yüzeyinde
bularak...sudan...ayırıyor.Bu...sistem...için...özelliğiyle
aktif...karbonun...tercih...edilmesinin...nedeni...aktif...karbonun
büyük...alanına...gerek...geniş...olmasıdır...
.....
.....

Şekil 2: Esen'in çözüm önerisine dair yaptığı araştırma

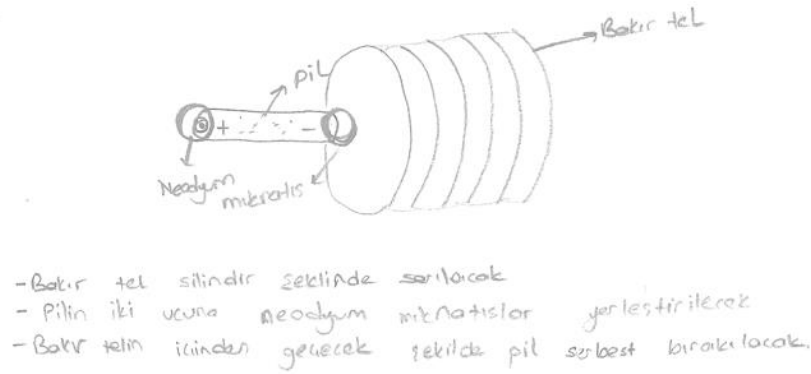
Daha sonrasında ise önerdiği çözüme ilişkin bir prototip çizere kullanacağı malzemeleri ve özelliklerini belirlemiştir (bkz. Şekil 3).



Şekil 3. Esen'in çözüm önerisine ilişkin çizimi (Kendi filtremizi yapalım)

Esen çözüm önerisine ilişkin çiziminde yer verdiği malzemelerin özelliklerini açıklamıştır. Örneğin; 'Aktif karbon, petshoplar'da kolay bulunabilen orta maliyetli bir malzemedir.' Diye özelliğini ifade ederken aynı malzemenin sınırlılığını da ifade etmiştir: 'Aktif karbon, kullanmadan önce yıkanmazsa su daha çabuk kirlenir ve 30 günde bir değiştirilmelidir'. Benzer şekilde, kullanacağı diğer malzemeler olan sünger, biyolojik seramik, temizlik bezi ve süngerin özelliklerini ve sınırlılıklarını da belirlemiştir. Dolayısıyla, Esen kullanılan malzemelerin özelliklerini göz önüne almış yani problem çözümünü kararlılıkla uygulamıştır. Çözümün test edilmesi ve paylaşılması aşamalarından sonra Esen alternatif çözüm yolları ile ilgili olarak 'tekrar su filtresi tasarlasaydım, bidonun içine iç filtre yerleştirirdim. Çünkü bu filtre, suyu devridaim eder. Böylece insan gücüne ihtiyaç da kalmazdı. Temizlik bezi yerine pamuk yerleştirerek daha iyi süzülme sağlayabiliriz. Bu tasarımda iç filtre başlığı kullanırdım çünkü bu şekilde daha hızlı devridaim edecektir.' şeklinde bir açıklama yaparak deney föyünü tamamlamıştır.

Benzer şekilde Sezin (takma isim), Tren yapıyoruz etkinliğinde; gerekli araştırmaları yaptıktan sonra aşağıdaki modeli çizmiş (bkz. Şekil 4) ve çizdiği çözüm önerisinde kullanacağı malzemelerin (bakır tel, pil ve neodyum mıknatıs) özelliklerini ve sınırlılıklarını açıklamıştır. Örneğin; bakır tel için 'dayanıklı maliyeti ucuz ve rahatlıkla şekil alabilmesine rağmen şekli kolaylıkla bozuluyor bundan dolayı şekil vermekte çok zorlandık.' Ya da neodyum mıknatıs için 'kolay bulunmuyor ve diğer mıknatıslara göre maliyetli. Ayrıca birbirine yapıştığında ayırması çok zor. Eğer dikkatli olmazsak elimizi sıkıştırabiliriz.' şeklinde bir açıklama yazmıştır. Buradan Esen'in kullanacağı malzemelerin özelliklerinin belirlediğini yani problem çözümünün olası etkilerinin farkında olduğu yorumu yapılabilir.



Şekil 4: Sezin'in çözüm önerisi (tren yapıyoruz isimli etkinlik)

Bunun yanı sıra, Sezin önerdikleri prototipin çalışması sırasında belli deneme ve yanlışlarının olduğunu; 'Bakır telin kalınlığını ve uzunluğunu değiştirdik. Pilin gücünü arttırdık. Bakır telin genişliğini değiştirdik ve mıknatıs sayısını arttırdık.' şeklinde ifade etmiştir. Burada Sezin'in geliştirdiği prototipi uygulamak için kararlı bir şekilde davrandığı (problemin çözümünü kararlılıkla uyguladığı) görülmektedir. Sezin'in son olarak problemin çözümüne ilişkin alternatif bir çözüm önerisi mevcuttur:

'Bakır telin genişliğini ve buna bağlı olarak pil ve mıknatıs boyutunu değiştirdim.

Çünkü bizim yaptığımız modelde trenin geçişinde sıkıntılar yaşanabilir.'

Benzer şekilde bu önerdiği alternatif çözümde kullanacağı malzemelerle ilgili olarak ise 'Yine aynı malzemeleri kullandım fakat bakır teli, üzerinde yalıtkan plastik olmayan tel ile değiştirdim. Yalıtkan plastik olan telin soyulması gerekiyor ve bu çok zor oluyor.' şeklinde bir açıklama yapmıştır. Burada Sezin'in alternatif çözüm yolları sunduğu görülmektedir.

İkinci alt probleme ilişkin bulgular

Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin öğretmen adaylarının FeteMM öğretimi yönelimlerine etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilen bağımlı gruplar t-testi sonuçları Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7.

Öğretmen Adaylarının Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelimleri Ölçeğinden aldıkları puanların bağımlı gruplar testi sonuçları

	\bar{X}	SS	t	p	Cohen d etki büyüklüğü (EB)
Ön test	172.44	21.08	-3.414	0.003	0.87
Son Test	187.94	13.61			

Öğretmen adaylarının entegre FeTeMM öğretimi yönelimlerine yönelik toplam ön test ve son test puan ortalamaları arasında, son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur ($t_{(22)} = -3.41, p < .05$). Bulunan farkın etki büyüklüğü (EB) incelendiğinde ise, bu değer Cohen'in sınıflandırmasına göre 'büyük' olduğu görülmektedir. Araştırmanın bu bulgusu, uygulanan tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin öğretmen adaylarının FeTeMM öğretimi yönelimlerinin gelişiminde etkili olduğunu göstermektedir. Daha sonra FeTeMM öğretimi yönelimi ölçeğinin alt boyutları için bağımlı gruplar t-testi yapılmıştır (bkz. Tablo 8).

Tablo 8.

Öğretmen adaylarının Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelimi Ölçeğinin alt boyutlarından aldıkları ön test ve son test puanlarına ilişkin bağımlı gruplar t testi sonuçları

Alt Boyutlar		\bar{X}	SS	t	p	Cohen d etki büyüklüğü (EB)
Bilgi Boyutu	Ön Test	23.94	2.15	- 0.093	0.927	
	Son Test	24.0	2.67			
Değer Boyutu	Ön Test	35.11	4.30	-2.406	0.028	
	Son Test	37.77	3.85			
Tutum Boyutu	Ön Test	34.66	4.43	-.875	0.394	
	Son Test	35.88	4.10			
Sübjektif Ölçüt Boyutu	Ön Test	23.16	5.89	-4.314	0.000	0.80
	Son Test	27.38	4.53			
Davranış Kontrolü ve Davranış Yönelimi Boyutu	Ön Test	55.55	10.28	-3.321	0.004	0.88
	Son Test	62.88	5.61			

Bağımlı gruplar t-testi sonuçları, tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin bilgi ve tutum alt boyutlarında ön-test ve son-test arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığını göstermiştir ($p > .05$). Bu boyutlarda, anlamlı bir fark tespit edilmediği için EB değeri hesaplanmamıştır. Diğer alt boyutlar olan değer, sübjektif ölçüt ve davranış kontrolü ve yönelimi boyutlarında ise ön test son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir ($p < .05$). EB değerleri incelendiğinde her iki boyut bazında da elde edilen değerlerin Cohen (1988)'in sınıflandırmasına göre büyük olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara dayanılarak, uygulanan tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre FeTeMM öğretime verdikleri değeri arttırdığı ve öğretmen adaylarının sübjektif ölçüt olan okul müdürü, meslektaş veya ailelerin (bu çalışmada akranlarının) desteğinin onların FeTeMM öğretimi yönelimlerini olumlu yönde etkilediği yorumu yapılabilir. Benzer şekilde tasarım temelli FeTeMM etkinlikleri, öğretmen adaylarının FeTeMM etkinliklerini uygulama süreçlerindeki fırsatları, sınırlılıklarını ve kolaylaştıran faktörleri tanıyarak bu etkinlikleri kullanma eğilimlerini olumlu yönde etkilediği yorumu yapılabilir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve FeTeMM öğretimi yönelimlerine etkisinin incelendiği bu çalışmada, bir dönem boyunca uygulanan etkinliklerin öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini geliştirdiği bulgusuna ulaşılmıştır. Bu durum, ilgili alan yazındaki bulgularla örtüşmektedir (Altaş, 2018; Bozkurt Altan ve ark. 2018; Duygu, 2018; Gökbayrak ve Karışan, 2017a). Örneğin, Duygu (2018), fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik FeTeMM etkinliklerinin bilgi, beceri ve duyuşsal öğrenme alanları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmacı, beceri öğrenme alanına yönelik alt boyutların gelişiminde en fazla problem çözme becerilerinin geliştiği sonucuna ulaşmıştır. Bilimsel süreç becerilerinin gelişimin incelendiği diğer bir çalışmada Karışan ve Gökbayrak (2017a) FeTeMM destekli laboratuvar etkinliklerinin etkisini incelemiş ve FeTeMM destekli laboratuvar etkinliklerinin uygulandığı deney grubundaki öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin gelişimine katkı sağladığı sonucuna ulaşmışlardır. Altaş (2018) ise sınıf öğretmeni adaylarıyla yaptığı çalışmada, FeTeMM etkinlikleri sonrasında öğretmen adaylarının problem çözme yeteneklerinin geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Yine diğer bir çalışmada, Bozkurt Altan ve ark. (2018) fen bilgisi laboratuvar uygulamaları dersinde gerçekleştirilen tasarım temelli etkinliklerin öğretmen adaylarının karar verme becerilerini geliştirdiğini rapor etmiştir. Karar verme sürecinin ise problem durumunu belirleme, alternatif çözüm yolları üretme, alternatif çözümleri değerlendirme, bir çözüme karar verme ve karar verilen çözümü uygulama gibi basamaklar içerdiği göz önüne alındığında bu çalışmanın karar verme becerilerinin yanı sıra karar verme sürecindeki bu basamakların da gelişimine katkıda bulunduğu sonucuna ulaşılabilir (Bozkurt Altan ve ark. 2018; Lunenburg, 2010). Bu basamaklar aynı zamanda problem çözme becerilerinin de kapsamında olduğundan problem çözme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı yorumu yapılabilir ki bu durum bu çalışmanın bulgularıyla paralellik göstermektedir. Tasarım temelli etkinliklerin olduğu gerçek dünya problemi temelinde yapılandırıldığı düşünüldüğünde (Hynes ve ark. 2011; Wheeler ve ark. 2014), bu çalışmada öğretmen adayları bizzat gerçek dünya problemlerinin çözümü üzerinde mühendislik tasarım sürecinin basamaklarına uygun şekilde gruplar halinde çalışma imkanı bulmuşlardır. bu durum da öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin bütüncül olarak gelişimine katkıda bulunmuştur.

Bu çalışmada kullanılan Yetişkinler için Problem Çözme becerileri ölçeğinin alt boyutlarındaki (problemin çözümünün etkilerini düşünme, modelleme yoluyla problem çözme, alternatif çözümler araştırma, belirlenen çözümü uygulamada kararlılık ve karşılaşılan problemi analiz etme) gelişimin anlamlı düzeyde olmaması, çalışmanın diğer bir bulgusudur. Ancak, öğretmen adaylarının her bir etkinlik sürecinde tamamladığı deney föyleri, bu bulgunun aksine, öğretmen adaylarının karşılaşılan problemi analiz etmek için çeşitli araştırmalar yaptıklarını, bu araştırmalarına dayanarak çözüm yolları önerdiklerini, önerdikleri bu çözüme ilişkin çizim yaptıklarını, kullanacakları

malzemelerin özelliklerini ve sınırlılıklarını belirlediklerini ortaya koymaktadır. Yine öğretmen adaylarının çözümü uygularken karşılaştıkları güçlüklerle ilgili olarak çeşitli şekillerde (burada sunulan Sezin örneğinin yaptığı gibi bakır telin kalınlığını ve uzunluğunu değiştirerek) çözüm önerilerini uygulamakta kararlı olduklarını ve çözüm önerilerine alternatifler getirdiklerini görülmüştür. Nicel olarak altboyutlar bazında herhangi bir artış tespit edilmemesine rağmen, incelenen deney föyleri problem çözme becerilerinin geliştiğine yönelik bulgular ortaya koymaktadır. Bu durum FeTeMM etkinliklerinin birçok becerinin gelişimine uygun yapısından ve kullanılan yetişkinler için problem çözme becerileri ölçeğinin yapısından ya da bu becerilerin nicel olarak ölçülmesinden kaynaklanabilir. Bununla birlikte nitel veriler, bize öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci basamaklarını içerecek şekilde problem çözme sürecine katıldıklarını göstermektedir. Çünkü bu etkinlikler, bilgi, yaratıcılık, liderlik, takım çalışması, iş etiği, öz değerlendirme becerileri eleştirel düşünme, problem çözme, bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı ve bilgisayar bilimleri okuryazarlığı, iletişim, işbirliği, üretkenlik ve sorumluluk (NRC, 2012; Partnership for 21st Century Report; 2012) gibi pek çok becerinin gelişimine uygun ortam sağlamaktadır. Bu bağlamda problem çözme becerilerinin gelişmesinin yanında diğer becerilerin de (örneğin öğretmen adayları gruplar halinde etkinlikleri yaptığı için takım çalışması, iletişim, yaratıcılık becerileri gibi) gelişmesi söz konusudur ve bu durum ölçeğin alt boyutlarına yansımamış olabilir.

Bu çalışmanın diğer bir alt problemi olan tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının entegre FeTeMM öğretimi yönelimlerine etkisine yönelik bulgular ise etkinliklerin öğretmen adaylarının hem genel olarak hem de bazı alt boyutlar bazında entegre FeTeMM yönelimlerini olumlu etkilediğini göstermektedir. Yani tasarım temelli uygulama süreci öğretmen adaylarının FeTeMM'in öğretimine yönelik eğilimlerini etkilemiş ve onları istekli hale getirmiştir. Bu durum ilgili, alan yazındaki çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Aygen, 2018). Örneğin, yenilenebilir enerji kaynakları konusuna yönelik FeTeMM etkinliklerinin etkisini inceleyen Aygen (2018), etkinliklerin uygulandığı grubun entegre FeteMM öğretimi yönelimlerinin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Entegre FeTeMM öğretimi ölçeğinin kullanıldığı diğer çalışmalar ise genellikle durum belirlemeye yönelik veya ilişkisel çalışmalardır (Dong, Xu, Song, Fu, Chai ve Huang, 2019; Hacıömeroğlu, 2018; Kırılmazkaya, 2017; Şen, 2018). Bu çalışmaların ortak bulgusu ise öğretmen adaylarının FeTeMM öğretimine yönelik eğilimlerinin olumlu olduğudur. Bu çalışmada ilgili ölçeğin ön-test ve son-test olarak uygulandığı düşünüldüğünde, öğretmen adaylarının FeTeMM öğretimi yönelimlerinin tasarım temelli FeTeMM etkinlikleri sonucunda olumlu yönde geliştiğini göstermektedir. Ölçeğin alt boyutları bazında ön-test ve son-test puanları karşılaştırmaları ise sadece belli boyutlarda son-test lehine anlamlı farklılıkların oluştuğunu göstermektedir. Öğretmen adaylarının bilgi ve tutum alt boyutlarındaki puanlarında son-test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmezken, değer, sübjektif ölçüt ve davranış kontrolü ve yönelimi boyutlarında ise son test lehine

anlamli bir farkın olduğu görülmüştür. Bu durum, üzerinde düşünülmesi gereken bir durumdur. Öğretmen adayları dönem boyunca FeTeMM etkinliklerinde farklı konularda araştırmalar yapmışlar ve tasarım temelli problem çözme sürecine aktif bir şekilde katılmışlardır. Bu durum bilgi ve tutum alt boyutlarındaki puanlarında az da olsa anlamlı olmayan bir artışa sebep olmuştur. Tutumun bir dönem gibi kısa bir süre içerisinde değişmemesi beklenebilir bir durumdur. Bununla birlikte ilgili alan yazında FeTeMM etkinlikleri uygulamalarının öğrencilerin tutumlarına olan olumlu etkileri rapor edilmiştir (Aydın, ve ark. 2017; Gökbayrak ve Karışan, 2017b; Yamak ve ark. 2014). Yine benzer şekilde FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin bilgi düzeylerinde artışa sebep olduğu da bulgular arasındadır (Brophy ve ark. 2008; Gökbayrak ve Karışan, 2017a; Gülen ve Yaman, 2018; Yıldırım ve Altun, 2015; Lachapelle ve Cunningham, 2014; Moore ve ark. 2015). Bu çalışmada ise bu iki alt boyutta anlamlı değişiklikler olmamıştır. Entegre FeTeMM öğretimi yönelimini ölçęini geliştiren Lin ve Williams (2016), FeTeMM öğretimi yöneliminin bilgi, tutum, değer, sübjektif ölçüt ve davranış kontrolü ile davranış yönelimini içeren bir bütün olduğu ifade etmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada ölçęin bütününden elde edilen uygulama sonrasındaki anlamlı farkın ölçęin tüm boyutlarında da görülmesi beklenmektedir. Ancak sadece değer, sübjektif ölçüt ve davranış kontrolü ile davranış yönelimini alt boyutlarındaki istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler görülmüştür. Yani uygulama sonrasında, çalışmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre FeTeMM öğretime verdikleri değer arttığı, sübjektif ölçüt olan akranlarının desteğinin (öğretmen adayları gruplar halinde etkinlikleri yapmışlardır) onların FeTeMM öğretimi yönelimlerini olumlu yönde etkilediği yorumu yapılabilir. Aynı zamanda öğretmen adaylarının, tasarım temelli FeTeMM etkinliklerini uygulama süreçlerindeki fırsatları, sınırlılıkları ve kolaylaştıran faktörleri tanıyarak bu etkinlikleri kullanma eğilimlerini olumlu yönde etkilediği olumlu yönde etkilendiği yorumu yapılabilir. Aygen (2018) fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmada sadece öğretmen adaylarının entegre FeTeMM öğretimi yönelimlerinin FeTeMM etkinliklerinin yapıldığı deney grubu lehine anlamlı şekilde arttığını rapor etmiş ancak alt boyutlardaki değişimi incelememiştir. Bu ölçęin kullanıldığı diğer çalışmalar ise durum tespit çalışmaları (Dong ve ark. 2010; Hacıömeroğlu, 2017; Kırılmazkaya, 2017; Şen, 2018) olduğundan alt boyutlardaki değişimlerin incelenmesi mümkün olmamıştır.

Sınırlılıklar ve Öneriler

Bu çalışmada, araştırmannın tek gruplu zayıf deneysel desen kullanılarak yapılmış olması çalışmanın sınırlılığı sayılabilir. Ancak bu durum, araştırmannın amacında bir kontrol grubu ile karşılaştırma yapılmak istenmemesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca kontrol grubuna uygulanacak etkinliklerin deney grubundan nasıl farklılaşması gerektiği konusu araştırmacıları bu çalışmayı deney kontrol gruplu yapmaktan alı koymuştur. FeTeMM temelli geliştirilmeyen laboratuvar etkinlikleri ile FeTeMM öğretimi yönelimlerini belirlemenin anlamlı olmayacağından dolayı ve deney grubu lehine bir yanlılık oluşmasının engellenmesi adına, çalışma tek gruplu olarak tasarlanmıştır. Ancak

araştırmacıların genelleme ya da FeTeMM temelli etkinliklerin, diğer laboratuvar etkinlikleri ile karşılaştırma amaçlarının olmadığı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu durumun etkilerinin giderilmesi için öğretmen adaylarının deney föyleri de incelenmiştir. Problem çözme becerilerinin gelişiminin incelenmesinde nitel verilerden yararlanılması ve bu verilerin sunulması, nicel bulguları desteklemektedir. Problem çözme becerilerinin gelişiminin incelenmesinde bu çalışmada elde edilen deney föyleri, sadece nitel olarak da incelenebilir.

Bu çalışma bir akademik yarı yıl boyunca devam etmiştir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının bu süre içerisindeki problem çözme becerilerinin gelişimi ve entegre FeTeMM öğretimi yönelimlerdeki değişim incelenmiştir. Özellikle tutum ve becerilerinin gelişiminin uzun zaman aldığı ve öğretmen adaylarının daha önce FeTeMM uygulamaları ile karşılaşmadığı göz önüne alındığında çalışmanın daha uzun sürece yayılmasının bu değişimlerin boylamsal olarak incelenmesini sağlayacağı ve daha farklı karşılaştırmalar yapılmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada veriler nicel olarak toplanmıştır. Öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin ve entegre FeTeMM öğretimi yönelimlerinin kullanılan ölçekteki maddelerle ölçülebileceği varsayılmıştır. Tasarım temelli FeTeMM uygulamalarının kullanıldığı çalışmalar nitel veri toplama araçları (görüşmeler, deney föyleri, öz değerlendirme raporları, odak grup görüşmeleri) da kullanılmaktadır. Bu şekilde veri toplama araçlarının çeşitlendirilmesi nicel verilerin desteklenmesi ve daha derinlemesine analizler yapılabilmesi açısından önem arz etmektedir. Dolayısıyla yapılacak çalışmalarda nitel ve nicel verilerin bir arada toplanacağı araştırma tasarımlarına yer verilebilir.

Çalışmanın sınırlılıklarına rağmen, çalışmada bir dönem boyunca öğretmen adaylarının problem çözme becerilerindeki ve entegre FeTeMM yönelimlerdeki gelişmelerin olduğu dikkate alındığında çalışmanın önemli olduğu düşünülmektedir. Çünkü alan yazının en çok belirttiği sıkıntılardan biri öğretmenlerin FeTeMM'i derslerine entegre etmeye istekli olmamaları ve buna yönelik özyeterliliklerinin düşük olmasıdır. (bkz. Marginson ve ark. 2013; Ross ve ark. 2013). Dolayısıyla öğretmen eğitimi alanında öğretmenlerin FeTeMM'i entegre etme isteklerini arttıracak ve kendilerini yeterli hissetmelerine yardımcı olacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecinin basamaklarını takip ederek gerçek dünya problemlerine çözüm aramışlardır. Bu durum da onların problem çözme becerilerini geliştirmiş ve FeTeMM'i derslerinde öğretmeye yönelik istekliliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Bu da öğretmen eğitiminde tasarım temelli FeTeMM etkinliklerine yer verilmesinin önemini vurgulamaktadır. Öğretmen adaylarının FeTeMM etkinlikleri yoluyla farklı disiplinlerin entegrasyonu konusunda ne kadar farkındalıkları artarsa, FeTeMM'i sınıflarında uygulamalarının da kolaylaşacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akaygun, S. & 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. doi:10.18404/ijemst.44833
- Altaş, S. (2018). STEM eğitimi yaklaşımının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreçlerine, mühendislik ve teknoloji algılarına etkisinin incelenmesi. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Muş Alparslan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muş.
- Anderson, J. O., Chiu, M.H., & Yore, L. D. (2010). First cycle of PISA (2000–2006). International perspectives on successes and challenges: Research and policy directions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 373–388. doi: 10.1007/s10763-010-9210-y
- Aslan Tutak, F., Akaygün, S. ve Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: Kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816.
- Aydin-Gunbatar, S., Tarkin-Celikkiran, A., Kutucu, E. S., & Ekiz-Kiran, B. (2018). The influence of a design-based elective stem course on pre-service chemistry teachers' content knowledge, STEM conceptions, and engineering views. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(3), 954-972.
- Aydın, G., Saka, M., ve Guzey, S. (2018). 4-5-6-7. ve 8. sınıf öğrencileri için mühendislik bilgi düzeyi ölçeği. *İlköğretim Online*, 17(2), 750-768.
- Aygen, M.B. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bütünlük öğretmenlik bilgilerinin desteklenmesine yönelik STEM uygulamaları. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Bakırcı, H. ve Kutlu, E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(2), 367-389.
- Barrett, B. S., Moran, A. L., & Woods, J. E. (2014). Meteorology meets engineering: An interdisciplinary STEM module for middle and early secondary school students. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 1- 6. doi: <http://dx.doi.org/10.1186/2196-7822-1-6>
- Bellanca, J.A., & Brandt, R.S. (2010). *21st century skills: Rethinking how students learn*. Vol. 20. Bloomington, IN: Solution Tree Press.
- Berge, N., Thompson, D.D., Ingram, C., & Pierce, C. (2014). Engineering design and EFFECTs: A water filtration example. *Science Scope*, 38, 16-27.

- Blackley, S., & Howell, J. (2015). A STEM Narrative: 15 Years in the Making. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(7), 102-112.
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H., Buluş Kırıkkaya, E., & Kavak, N. (2018). The Effect of Design Based Learning on Pre-service Science Teachers' Decision Making Skills. *Universal Journal of Educational Research*, 6(12), 2888-2906.
- 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., & 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.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97, 369–387.
- Charleston, L., & Leon, R. (2016). Constructing self-efficacy in STEM graduate education. *Journal for Multicultural Education*, 10(2), 152-166.
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). New York, NY: Lawrence Erlbaum Associates.
- Creswell, J. W., & Plano-Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd ed.). Los Angeles: Sage.
- Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 8(2), 281-306. doi: <http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2018.012>
- 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.
- Daşdemir, İ., Cengiz, E., ve Aksoy, G. (2018). Türkiye'de FeTeMM (STEM) eğitimi eğilim araştırması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 1161-1183. doi: <http://dx.doi.org/10.23891/efdyyu.2018.100>
- Dong, Y., Xu, C., Song, X., Fu, Q., Chai, C. S., & Huang, Y. (2019). Exploring the effects of contextual factors on in-service teachers' engagement in STEM teaching. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), 25-34.

Duygu, E. (2018). *Simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında FeTeMM eğitiminin bilimsel süreç becerileri ve FeTeMM farkındalıklarına etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kırıkkale Üniversitesi: Kırıkkale.

European Commission. (2018). *Key competencies for lifelong learning*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018SC0014&from=EN> adresinden alınmıştır.

Gökbayrak, S., ve Karışan, D. (2017a). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 25-40.

Gökbayrak, S., ve Karışan, D. (2017b). Stem Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 62-84.

Gülen, S., ve Yaman, S. (2018). Fen bilimleri dersinde argümantasyon süreci ve STEM disiplinlerinin kullanımı; Odak grup görüşmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 1184-1211.

Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 6(1), 11-29. doi: <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129>

Guzey, S. S., Ring-Whalen, E. A., Harwell, M., & Peralta, Y. (2019). Life STEM: A case study of life science learning through engineering design. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 23-42.

Hacıömeroğlu, G. (2018). Sınıf öğretmeni adaylarının Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) öğretimi yönelim düzeylerinin incelenmesi. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(1), 1-12.

Hacıömeroğlu, G. ve Bulut, A. S. (2016). Öğretmen adaylarının entegre FeTeMM öğretimi yönelim ölçeği Türkçe formunun geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(2), 627-653.

Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. & Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into high school STEM courses. https://www.researchgate.net/publication/267233181_Infusing_Engineering_Design_into_High_School_STEM_Courses adresinden alınmıştır.

Karışan, D., ve Bakırcı, H. (2018). Öğretmen adaylarının FeTeMM öğretim yönelimlerinin anabilim dalına ve sınıf düzeyine göre incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 152-175.

- Kırılmazkaya, G. (2017). Sınıf öğretmeni adaylarının FeTeMM öğretimine ilişkin görüşlerinin araştırılması (Şanlıurfa Örneği). *Harran Maarif Dergisi*, 2(2), 59-74.
- Kızılay, E. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının FeTeMM alanları ve eğitimi hakkındaki görüşleri. *International Journal of Social Science*, 47, 403-417. <https://doi.org/10.9761/JASSS3464>
- Lachapelle, C. P., & Cunningham, C. M. (2014). Engineering in elementary schools. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (pp. 61-88). West Lafayette, IN: Purdue University Press.
- Lin, K. Y., & Williams, P. J. (2016). Taiwanese preservice teachers' science, technology, engineering, and mathematics teaching intention. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(6), 1021-1036.
- Lunenburg, F. C. (2010). The decision making process. *National Forum of Educational Administration and Supervision Journal*, 27(4), 1-12.
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). STEM: Country Comparisons. International comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. *Australian Academy of Learned Academies (ACOLA)*. Melbourne, Australia.
- 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(1), 13-23.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2016). *STEM eğitimi raporu*. https://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf adresinden alınmıştır.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325> adresinden alınmıştır.
- Milner-Bolotin, M. (2018). Technology-Supported Inquiry in STEM Teacher Education: From Old Challenges to New Possibilities. In *K-12 STEM Education: Breakthroughs in Research and Practice* (pp. 893-915). IGI Global.
- Mission to Mars (nd). <https://www.stem.org.uk/elibrary/resource/30585> adresinden alınmıştır.
- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(1), 5-10. <http://personal.cege.umn.edu/~smith/docs/Moore-Smith-JSTEMEd-GuestEditorialF.pdf> adresinden alınmıştır.

- Moore, T. J., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Kersten, J. A. (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 296-318.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H.-H., Tank, K. M., Glancy, A. W. & Roehrig, G. H. (2014). *Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education*. In, S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Research into practice* (pp. 35-60). West Lafayette, IN: Purdue University Press.
- National Research Council (2012). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. Washington, DC: National Academies Press
- OECD (2005). *The definition and selection of key competencies: Executive summary*. Paris: OECD. <http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf> adresinden alınmıştır.
- Özbilen, A.G. (2018). STEM eğitimine yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalıkları. *Bilimsel Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 1-21.
- Pallant, J. (2010). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS*. (3rd ed.). Berkshire: McGraw-Hill International.
- Partnership for 21st Century Skills. (2012). *Framework for 21st century learning*. http://www.p21.org/documents/P21_Framework.pdf adresinden alınmıştır.
- Ross, J., Beazley, L., & Collin, S. (2011). Productive partnerships: Advancing STEM education in Western Australian schools. <http://www.tiac.wa.gov.au/files/tiac-current-publications/science-education-committee-first-research-report.aspx> adresinden alınmıştır.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, December/January, 20-26.
- Şen, C. (2018). Öğretmen adaylarının entegre FeTeMM öğretimi yönelimlerinin ve teknolojiye yönelik tutumlarının farklı değişkenler açısından incelenmesi. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği (TÜSİAD). (2014). 2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi. <https://www.tusiadstem.org/images/raporlar/2017/STEM-Raporu-V7.pdf> adresinden alınmıştır.
- Wheeler L., Whitworth B., & Gonczi A., (2014), Engineering design challenge, *Science Teacher*, 81(9), 30-36.
- Williams, J. (2011). STEM Education: Proceed with caution. *Design and Technology Education*, 16(1), 26-35.

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

Yaman, S. ve Dede, Y. (2008). Yetişkinler için problem çözme becerileri ölçeği. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama, 7(14)*, 251-269.

Yenilmez, K. ve Balbağ, M. Z. (2016). Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının STEM 'e yönelik tutumları. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 5(4)*, 301–307.

Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, 2(2)*, 28–40

EXTENDED ABSTRACT

Problem Statement: Many changes have been made in national education policies to meet the increasing demand to raise individuals who can deal with recent technological and scientific developments. 21st Century skills are competencies defined for future generations. Many national and international reports strongly emphasize these skills (i.e. European Commission, 2018; NRC, 2012; Ministry of National Education [MoNE], 2016; OECD, 2005). Hence, the revised science teaching curriculum in Turkey (MoNE, 2018) also emphasizes the need to educate students with science process skills, life skills (including analytical thinking, decision making, creativity, communication, collaboration and innovation) and engineering and design skills. Given the importance of engineering and design skills in the current science curriculum, we can conclude that the curriculum emphasizes STEM as a teaching and learning approach. STEM is not a new term, it has been used to refer to the integration of different disciplines since the 1990s (Sanders, 2009; Williams, 2011). However, with 21st century skills, integration of different disciplines has become more prominent and many curricula have adopted STEM as a teaching approach (Bellanca & Brandt, 2010; Breiner et al. 2012). Similarly, STEM has been used as a teaching approach in numerous recent studies in Turkey (i.e. Aydın Gunbatar et al. 2018; Bozkurt Altan et al. 2018; Karışan & Bakırcı, 2018). These studies found that adopting the STEM teaching approach increased students' interest, motivation, and knowledge in science, in addition to developing positive attitudes (i.e. Aydın et al. 2017; Bozkurt Altan et al. 2016). Teachers' willingness and readiness to integrate STEM into their classes have also become a significant research direction. Research findings showed that teachers had low self-efficacy to integrate STEM disciplines as well as inadequate skills to integrate STEM disciplines (Marginson et al. 2013; Ross et al. 2011). Thus, educational interventions for developing teachers' as well as future teachers' skills have become more prominent. Design-based STEM provided a valuable context for teachers to get actively involved in solving real-life problems (i.e. Hynes et al. 2011; Wheeler et al.

2014). By solving real-life problems, teachers' are expected to develop their problem-solving skills. Moreover, they may develop positive intentions to use the STEM approach in their classes.

Purpose of the study: TThis study aims to investigate the effectiveness of design-based STEM activities on pre-service science teachers' problem-solving skills and integrated STEM teaching intentions.

Method: The study was designed as explanatory sequential design, a type of mixed method approach (Creswell & Plano-Clark, 2011).. The quantitative data were collected by Problem Solving Skills and Integrated STEM Teaching Intention Questionnaire. The laboratory working sheets were used as qualitative data to explore the quantitative results. The Problem Solving Questionnaire was developed by Yaman and Dede (2008) and consisted of 18 items. The questionnaire consisted of 5 sub-dimensions. Integrated STEM Teaching Questionnaire was originally developed by Lin and Williams (2016). This questionnaire consisted of 31 items with 5 sub-dimensions and was translated and adapted into Turkish by Hacıömeroglu and Bulut (2016). The questionnaires were administered as a pretest and posttest before and after implementation of design-based STEM activities in Science Laboratory Applications I course. The course lasted 13 weeks with four design-based STEM activities. The questionnaires were administered during the first and last week of the course, and the theoretical foundations of STEM were presented in the following three weeks. Each activity was designed by the engineering design process proposed by Hynes et al. (2011) and lasted for two weeks.

Participants: 24 pre-service science teachers who are enrolled their third year in a mid-size public university in the Aegean part of Turkey participated in the study.

Findings and Discussion: The results revealed that design-based STEM activities improved pre-service science teachers' problem-solving skills. This finding is in line with the literature which reported that STEM activities developed pre-service teachers' problem-solving skills (Altaş, 2018; Bozkurt Altan ve ark. 2018; Duygu, 2018). The study did not reveal any significant difference regarding the sub-dimensions of the problem-solving questionnaire. This could be due to the nature of STEM activities. As STEM activities provide a context for the development of 21st-century skills, including problem-solving, creative and analytical thinking, collaboration, communication, innovation and teamwork as a whole, the questionnaire used in this study might not reveal the specific development of problem-solving steps. Pre-service teachers' laboratory sheets provided evidence of an improvement in problem solving skills. Another important finding revealed in this study was that the design based STEM activities improved pre-service teachers integrated STEM teaching intentions implying that pre-service teachers were more eager to use STEM based activities after the implementation. Supporting this finding, Aygen (2018) reported STEM based activities improved pre-service teachers' STEM teaching intentions. As STEM teaching intentions consisted of knowledge,

value, attitude, subjective norms, perceived behavioral control and behavioral control dimensions, we also expected significant differences regarding the subdimensions of the questionnaire. Although there were increases in the mean scores of knowledge and attitude sub-dimensions, these increases were not statistically significant. Only statistical significant differences were observed regarding value, subjective norms and perceived behavioral control dimensions of the questionnaire. This finding conflicts with the literature reporting increasing knowledge in STEM and attitudes towards STEM (i.e. Brophy et al., 2008; Gökbayrak & Karışan, 2017a; Gülen & Yaman, 2018).

Conclusion and Recommendation: This study reported how design-based STEM activities developed pre-service science teachers' problem-solving skills and STEM teaching intentions. The study adopted an explanatory sequential design. We did not use a true experimental design (control and experimental group, random assignment of participants) This might be considered as a limitation. However, the aim of this study was not to compare the effectiveness of STEM activities with a control group which traditional laboratory activities were adopted. Moreover, the researchers wanted to prevent researcher bias regarding the experimental group. We used quantitative measures to investigate the development of problem-solving skills and STEM teaching orientations. Given the nature of STEM activities, qualitative approaches including observations, reflections, focus group interviews with group members could be useful to get more in-depth views regarding STEM development. Even with the limitations, the present study provided some insight into how design-based STEM activities could be used in teacher education programs.

