



## Matematik Öğretmen Adaylarının FeTeMM Temelli Tasarladıkları Öğrenme Ortamlarının Değerlendirilmesi\*

### Evaluating STEM Based Learning Environments Created by Mathematics Pre-Service Teachers

İbrahim DELEN\*\*, Salih UZUN\*\*\*

• *Geliş Tarihi:* 19.07.2017 • *Kabul Tarihi:* 11.02.2018 • *Yayın Tarihi:* 14.02.2018

**ÖZ:** Fen bilimleri, matematik, teknoloji ve mühendislik eğitimin disiplinler arası bir yaklaşımla öğretilmesinin önemini savunan FeTeMM yaklaşımının tüm dünyada uygulamaları giderek artmaktadır. FeTeMM yaklaşımına olan ilgiye karşın öğretmenlerin FeTeMM destekli öğrenme ortamlarının değişik disiplinlerde nasıl tasarlayacağı net bir yanıt bulunmamaktadır. 2017 yılında yayımlanan ve 2018 yılında güncellenen öğretim programımızdaki fen bilimlerinin matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirilmesi hedefi düşünüldüğünde, FeTeMM yaklaşımının sadece fen bilimleri öğretmenleri için değil, diğer branş öğretmenleri tarafından da nasıl anlaşıldığı ve uygulandığının araştırılması bu yaklaşımın daha etkili uygulanabilmesi için önemlidir. Bu amaç doğrultusunda bir Devlet üniversitesinde Matematik Öğretmenliği bölümünün son sınıfında öğrenimlerine devam eden 50 öğretmen adayının bir dönem boyunca FeTeMM yaklaşımını Fen-Teknoloji ve Toplum dersi kapsamında nasıl uyguladıkları analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarına FeTeMM eğitimleri verilmiş bu konuda yazılan makaleler ve örnekler incelenmiş, üniversite bünyesindeki mühendislik laboratuvarlarına ziyaretler düzenlenmiş ve öğretmen adaylarından ders planları oluşturup FeTeMM yaklaşımına dayalı öğrenme ortamları tasarlamaları istenilmiştir. Ayrıca çalışmanın sonunda bazı katılımcılar ile FeTeMM yaklaşımını uygulamada yaşadıklarını anlamak adına mülakatlar yapılmıştır. Çalışma sonunda katılımcıların matematik ve fen bilimlerini entegre edebildikleri ancak bunu tasarımlara yansıtma ve bu süreçte teknolojiyi ekleme noktasında zorlandıkları görülmüştür. Öğretmen adaylarının daha önceki yıllarda aldıkları fen bilimleri temelli dersler düşünüldüğünde matematik ve fen bilimleri bağlantısını kurmakta neden zorlanmadıkları ve genelde iki dönemde aldıkları Fizik dersinin öğretmen adaylarına destek olduğu anlaşılabilir. Bununla birlikte, öğretmen adaylarının FeTeMM yaklaşımının tasarım boyutunu destekleyecek bir öğrenme ortamı oluşturmada yaşadıkları sıkıntıların daha detaylı incelenmesi önemlidir.

**Anahtar sözcükler:** FeTeMM, Öğretmen Eğitimi, Tasarım, Entegrasyon

**ABSTRACT:** Combining Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) under the same interdisciplinary umbrella is gaining momentum. Although the idea is becoming more popular, we do not have an answer for how teachers can support STEM when creating learning environments in different disciplines. Once we look at the latest curriculum prepared by Turkish Ministry of Education, we can see that the new curriculum aims to connect science with mathematics, technology and engineering. Thus it is crucial to understand not only science teachers but also mathematics and technology teachers understand and implement STEM. Connected with this problem, we worked with 50 elementary math pre-service teachers (MPSTs) studying in a public university in Turkey. All of these teachers were in their 4<sup>th</sup> year (senior year) and all of them enrolled in a the Science-Technology and Society (STS) course. During the STS course MPSTs read STEM articles, engaged in STEM discussions, and also visited several engineering laboratories in the university. Later all MPSTs were asked to create a STEM-based learning environments and lesson plans. After completing the study, some of the participants were interviewed to describe their experience of STEM integration. MPSTs participating in this study were able to integrate math and science in their learning environments. On the other hand, they had challenges when integrating technology and the design process. Once we look at their previous coursework, we can conclude that two Physics classes they took supported them to make links between science and math. It is important to explore why pre-service teachers had challenges when creating learning environments supporting the design aspect of STEM education.

**Keywords:** STEM, Teacher Education, Design, Integration

\* Bu çalışma 12. ESERA (European Science Education Research Association) konferansında sunulan sözlü bildirinin geliştirilmiş halidir.

\*\* Yrd. Doç. Dr., Uşak Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Eğitim Programları ve Öğretim ABD, Uşak- TÜRKİYE. e-posta: [ibrahim.delen@usak.edu.tr](mailto:ibrahim.delen@usak.edu.tr) (ORCID: 0000-0003-2816-777X)

\*\*\* Yrd. Doç. Dr., Uşak Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Uşak- TÜRKİYE. e-posta: [salih.uzun@usak.edu.tr](mailto:salih.uzun@usak.edu.tr) (ORCID: 0000-0003-0903-3741)

## 1. GİRİŞ

Yurt dışında 1980’li (NSTA, 1987) ve 1990’lı (NRC, 1996) yıllarda yayınlanan raporlar incelendiğinde, fen bilimleri eğitimindeki eğilimlerin sorgulamaya dayalı bilimsel okuryazarlık çerçevesinde şekillendiği görülmektedir. Bu eğilim daha sonra birçok araştırmada, öğrencilerin veri toplamasına ve bu verileri analiz ederek açıklamalar yapmasına temele alan bilimsel argüman geliştirme çerçevesinde ön plana çıkmıştır (Gotwals ve Songer, 2010; Krajcik, Blumenfeld, Marx, Bass ve Fredericks, 1998; McNeill ve Krajcik, 2007; Sandoval ve Millwood, 2005). Öğrencilerin bilim insanı gibi düşünmelerine ve alan bilgisine önem veren bu süreç ülkemizdeki fen bilimleri dersi öğretim programına bilimsel süreç becerilerinin yerleştirilmesiyle karşılık bulmuştur (MEB, 2005; MEB, 2013).

Yurt dışında yayımlanan son raporlar incelendiğinde ise teknoloji ile entegre olan fen eğitimine ve temel bilimlere öğrencilerin ilgisinin kaybolduğu vurgulanmıştır (NRC, 2012; Osborne ve Dillon, 2008). Örneğin Osborne ve Dillon (2008) ortaya çıkan bu durumun ilk okul yıllarında başladığını ve artık fen eğitiminde bilim insanı olmayı öğretmenin ötesine geçen yeni bir pedagojiye ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir. Buna ek olarak Vedder-Weiss ve Fortus da (2012) fen eğitiminin artık sadece alan bilgisi ile sınırlanmayacağını ve öğrencileri fen dersine daha çok motive edecek yeniliklerin gerekliliğine işaret etmiştir. Maalesef ülkemizde de öğrencilerin matematik ve fen bilimleri alanlarına olan ilgisi azalmaktadır (Akgündüz, 2016). Bu noktada özellikle Amerika Birleşik Devletleri (ABD) 1990’larda lisans eğitiminde bu probleme çözüm olabilmek için disiplinler arası bir yaklaşımın temellerini atmıştır. Sanders (2009) bu süreci şöyle özetlemektedir: National Science Foundation (NSF) fen bilimleri, teknoloji, matematik ve mühendisliği bir araya getiren bir yaklaşımı (SMET- Science, Mathematics, Engineering, Technology) uygulamaya koymuş ve 2000’li yıllarda bu yaklaşım STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) olarak anılmaya başlanmıştır. Bu yaklaşımın temelinde ise konunun öğretiminin yanı sıra öğretilen içeriğin uygulamaya dönük yönünün mühendislik bakış açısıyla ortaya konulması yer almaktadır. Daha sonraları bu yaklaşım sadece lisans eğitimi kapsamında yer almayı ilk ve orta öğretim kademelerinde de kendine yer bulmuştur. ABD’de son hazırlanan öğretim programında da bunun öğrencilerin matematik ve fen bilimlerine olan ilgilerini artıracak düşüncesi benimsenmiş ve uygulanmaya başlanmıştır (NRC, 2012). Bu yeni programın amacı öğrencilerin doğuştan içinde olan keşfetme arzusunu ilk okul yıllarından lise yıllarına kadar sürdürebilme. Bu süreçte ABD’de hazırlanan öğretim programı (NRC, 2012) öğrencilerin sadece bir bilim insanı olarak düşünmesine değil mühendis olarak kendisini görerek üretmesine de odaklanarak fen eğitimini sekiz ana eylem etrafında toplamıştır. Bu eylemler şu şekilde sıralanabilir; (1) soru sorma (bir bilim insanı adayı olarak) ve problemi tanımlama (bir mühendis bakış açısıyla), (2) bir model geliştirme ve kullanma, (3) deney planlama ve yapma, (4) verileri analiz etme ve yorumlama, (4) matematiksel ve işlemsel düşünebilme, (5) argüman (bir bilim insanı adayı olarak) ve çözüm (bir mühendis bakış açısıyla) geliştirme, (6) verileri kullanıp argüman geliştirebilme, (7) bilgiyi elde etme, ve (8) değerlendirme ve paylaşma (NRC, 2012). Bu noktada, ülkemizde yürürlükte olan Fen Bilimleri dersi öğretim programında “Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre” öğrenme alanı (Sosyo-Bilimsel Konular, Bilimin Doğası, Bilim ve Teknoloji İlişkisi, Bilimin Toplumsal Katkısı, Sürdürülebilir Kalkınma, Fen ve Kariyer Bilinci) kapsamında belirlenen hedeflerin (MEB, 2013, s. 6), ABD’de hazırlanan öğretim programındaki benzer yönleri olsa da (NRC, 2012), bu hedeflerin daha çok bir bilim insanı gibi düşünmeyi teşvik edici olduğu ve olaya bir mühendis açısıyla bakmayı daha geri planda bıraktığı söylenebilir. Bu durum programın beceri ve duyuşsal alanlarında daha net görülmektedir. Programda kazanılması hedeflenen bilimsel süreç becerileri “gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, deney yapma gibi bilim insanlarının çalışmalarında kullandıkları becerileri kapsamaktadır” (MEB, 2013, s. 5). Buna ek olarak yaşam becerileri “bilimsel bilgiye ulaşılması ve bilimsel bilginin kullanılmasına

ilişkin analitik düşünme, karar verme, yaratıcılık, girişimcilik, iletişim ve takım çalışması gibi temel yaşam becerilerini kapsamaktadır” (MEB, 2013, s. 5). Programın duyuşsal hedefleri de bilimsel düşünmeye odaklanmıştır: “...fen bilimleri araştırmalarına ve bu araştırmaların, teknoloji-toplum-çevre ve günlük yaşam ilişkisine olan katkısına değer verme, bilimsel bilgiyi geliştirmenin hem kendisi hem de toplumun diğer bireyleri için önemli olduğunu fark etme” (MEB, 2013, s. 6).

2017 yılında yayımlanan (MEB, 2017) ve 2018 yılında güncellenen (MEB, 2018a) öğretim programımızda bilimsel düşünme odaklı bir yaklaşıma ağırlık verildiği söylenebilir. Ancak yeni programımızda Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları ile mühendislik boyutunun öğretim programına dahil edilmesinin hedeflendiği görülmektedir (MEB, 2018a). Bu noktada bir önceki öğretim programında ön plana çıkan bilimsel süreç ve yaşam becerilerine mühendislik ve girişimcilik becerilerinin eklendiği görülmektedir. Bu durum öğretim programında şu şekilde tanımlanmıştır: “Öğrencilerden ünitelerde ele alınan konulara ilişkin günlük hayattan bir ihtiyaç veya problemi tanımlamaları beklenmektedir. Problemin günlük hayatta kullanılan veya karşılaşılan araç, nesne veya sistemleri geliştirmeye yönelik olması istenir. Ayrıca problemler malzeme, zaman ve maliyet kriterleri kapsamında ele alınmalıdır” (MEB, 2018a, s.10). Diğer yandan ise İlköğretim Matematik öğretim programı da fen bilimine Matematiksel Yetkinlik ve Bilim/Teknolojide Temel Yetkinlikler olarak yer vermekte ve bunu şu şekilde tanımlamaktadır: “Bilimde yetkinlik, soruları tanımlamak ve kanıta dayalı sonuçlar üretmek amacıyla doğal dünyanın açıklanmasına yönelik bilgi varlığına ve metodolojiden yararlanma beceri ve arzusuna atıfta bulunmaktadır. Teknolojide yetkinlik, algılanan insan istek ve ihtiyaçlarını karşılama bağlamında bilgi ve metodolojinin uygulanması olarak görülmektedir” (MEB, 2018b, s.6).

Avrupa (Osborne ve Dillon, 2008) ve ABD’de (NRC, 2012) yayınlanan raporlar temel bilimler eğitime yeni bir yaklaşım ile odaklanılmasının gerektiğini savunmaktadır. Bu noktada Land (2013) FeTeMM kariyerlerinde iş olanakları olmasına rağmen lisans düzeyinde bu alanlarda yeterli sayıda öğrenci olmadığını belirtmektedir. Öğrencilerin FeTeMM temelli kariyerlere yönlendirilmesini ortaya çıkaran bu eğilim, alan yazında bu alanlarda çalışan öğretmenler için de FeTeMM öğretmeni olarak yeni bir tanımın çıkmasını sağlamıştır. Örneğin Fore, Feldhaus, Sorge ve Agarwal’ın (2015) çalışmalarında 13 FeTeMM öğretmene (fen bilimleri, teknoloji, matematik ve mühendislik) nanoteknoloji uygulamaları üzerine hizmet içi eğitimler verilmiş ve bu öğretmenler alanlarından bağımsız olarak FeTeMM öğretmeni olarak tanımlanmıştır. Benzer şekilde Barak’da (2014), 2006 ve 2012 yıllarında toplam 103 öğretmen adayının teknoloji kullanma düzeylerini incelediği araştırmasında, 2012 yılında FeTeMM öğretmeni olarak tanımladığı grubun teknolojiyi öğrencilerin yenilikçi düşüncelerini sağlayacak bir araç olarak gördüklerini, buna karşın diğer gruptaki öğretmen adaylarının teknolojiyi öğrenme sürecinde etkisiz ve dikkat dağıtan bir boyutta ele aldıklarına değinmiştir.

FeTeMM yaklaşımı öğrencilerin FeTeMM disiplinlerine yönelik ilgilerini artırmayı hedeflemektedir (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014), ancak Sanders’in (2009) belirttiği üzere FeTeMM eğitimi Fen Bilimlerinin F’sini, Matematiğin M’sini, Teknolojinin T’sini ve Mühendisliğin M’sini bir araya getirmekten çok daha fazlasını gerektirmektedir. Çünkü buradaki her bir disiplin çok uzun yıllar boyunca kendi başlarına egemenlik alanlarını kurmuşlardır. Bu noktada artık öğretmen adayları ve öğretmenler FeTeMM öğretmeni olarak tanımlanıyor olsa da Wilson’ın (2011) belirttiği gibi maalesef bu sürecin nasıl uygulanacağı konusu tam aydınlatılamamıştır. Buna ek olarak artık FeTeMM’in nasıl öğretim programının bir parçası olacağını test edilmesi gerekmektedir (NRC, 2014). Alanyazın incelendiğinde de FeTeMM yaklaşımını, farklı disiplinler açısından irdeleyen araştırmacıların endişelerini ve önerilerini belirttikleri görülmektedir. Bu noktada Sanders (2009) bir teknoloji eğitimcisinin fen bilimleri ve matematik bağlantılarını yapmakta zorlanacağını, Çorlu ve diğerleri (2014) ise bu süreçte önce matematik ve fen bilimlerinin bir araya getirilmesinin, daha sonra bunlara teknoloji

ve mühendislik (tasarım süreci) eklenmesi ile FeTeMM temelli öğrenmenin sağlanabileceğini vurgulamaktadırlar. Bu noktada önemli olan FeTeMM eğitiminde tek disiplin odaklı düşünmenin entegrasyonu sağlamayacağıdır (Çorlu vd., 2014).

Yukarıda belirtilen gerekçeler dikkate alındığında, FeTeMM yaklaşımını bir disipline özgü bir yaklaşım olarak düşünmenin ötesinde özellikle fen bilimleri ve matematik alanları açısından öğretim programlarına nasıl dahil edileceği ve bahsi geçen alanlardaki öğretmenlerin bu yaklaşımı nasıl hayata geçireceklerinin araştırılması önem kazanmaktadır. Bu çalışma, FeTeMM eğitiminin bir disiplini olan matematik çerçevesinde geleceğin matematik öğretmenleri olacak öğretmen adaylarının bu yaklaşımı ne ölçüde uygulayabileceklerini sergilemeyi ve süreci yansıtmayı amaçlamıştır. Ayrıca öğretmen eğitiminde FeTeMM entegrasyonuna odaklanan bu çalışmada Sanders'in (2009) vurguladığı gibi FeTeMM'i oluşturan dört disiplinin ortak paydada buluşmasının zorlukları incelenmiştir.

Bu çalışma ayrıca daha önce matematik ve fen bilimleri öğretmenlerinin sorgulama temelli öğrenme hakkındaki düşüncelerini ve uygulamalarını inceleyen Marshall, Horton, Brent, Igo ve Switzer'in (2009) çalışmasını, matematik öğretmen adaylarının yaptıklarını inceleyerek bir başka boyuta taşımıştır. Marshall ve diğerleri (2009) sorgulama temelli öğrenmenin hem matematik hem de fen bilimleri öğretmenleri tarafından nasıl öğrenildiğini incelediğinde, fen bilimleri öğretmenlerinin matematik öğretmenlerinden daha çok sorgulama temelli öğrenmeyi kullandığını ortaya koysa da, öğretmenlerin sınıf düzeyi (ilkokul, orta okul, lise) arttıkça, sorgulama temelli öğrenmenin uygulanma oranının düştüğünü bulmuştur. Bir diğer bulgu ise, öğretmenlerin daha önceki meslek tercihlerinin bu sürece etkisidir. Daha önce FeTeMM ile ilgili bir alanda çalışan ve daha sonra öğretmenliğe başlayan katılımcıların, yüksek alan bilgisine sahip olduğu ancak sorgulama temelli öğrenmeye diğer öğretmenlere kıyasla daha az zaman ayırdıkları bulunmuştur (Marshall vd., 2009). Marshall ve diğerleri (2009) hem matematik öğretmenlerinin hem de fen bilimleri öğretmenlerinin sorgulama temelli öğrenmeyi kullanarak FeTeMM eğitimine destek olabileceğini belirtmiştir. Alan yazındaki bu örneklerden yola çıkarak matematik öğretmeni adaylarının da diğer öğretmen adayları ile benzer pedagojik alt yapıda olması gerektiğini savunan bu çalışma; öncelikle öğretmen adaylarının disiplinler arası bağlantıları ne düzeyde kullandığını incelemiştir (Çorlu vd., 2014; Sanders, 2009). Marshall ve diğerleri (2009) sorgulama temelli öğrenmeyi merkeze koysa da, bu çalışmada tasarım süreci öğrenme ortamlarının merkezinde yer almıştır. Matematik öğretmeni adaylarının disiplinler arası düşünerek tasarım sürecini ne düzeyde desteklediğini incelemenin yanı sıra, bu çalışmada FeTeMM araştırmalarının eksik olan öğretmen eğitimi noktasında alan yazına katkı sağlamak için öğretmen adaylarının deneyimleri incelenmiştir (NRC, 2014; Wilson, 2011).

## 2. YÖNTEM

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni uygulanmıştır. Özellikle bu desenin belirli bir ortamda bir grup ya da bireylerin deneyimlerini yansıtmak açısından faydalı olduğu ifade edilmektedir (Lodico, Spaulding ve Voegtle, 2006). Bu çalışma kapsamında da durum çalışması, öğretmen adaylarının Fen-Teknoloji ve Toplum dersinde aldıkları FeTeMM eğitimin sonrasında bu yaklaşıma yönelik öğrenme ortamını ne ölçüde planlayabildiklerini ve bu süreçte yaşadıklarını yansıtmak amacıyla benimsenmiştir.

### 2.1. Çalışma Grubu

Bu çalışma bir devlet üniversitesinde Matematik Eğitimi Anabilim dalı kapsamında 4. sınıfta yer alan Fen-Teknoloji ve Toplum dersine kayıtlı 50 öğretmen adayıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubu amaçlı örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Durum çalışmalarında amaçlı örnekleme yönteminin kullanılmasının faydalı olduğu ifade edilmektedir (Mills, Durepos ve Wiebe, 2010, s.761). Bu kapsamda çalışma grubunun FeTeMM yaklaşımının doğası ve araştırmanın amacı gereği, fen bilimleri alanına ait dersleri ve bunun

yanı sıra öğrenme ortamını tasarlamaya yönelik bilgi ve beceri gerektiren dersleri alan matematik öğretmen adaylarından oluşmasının gerekli olduğu düşünülmüştür. Bu gerekçeler dikkate alınarak son sınıfta yer alan Fen-Teknoloji ve Toplum dersinin bu araştırma için uygun olduğuna karar verilmiştir.

## 2.2. Veri Toplama Tekniği ve Veri Analizi

Araştırma kapsamında veriler, öğretmen adaylarının FeTeMM yaklaşımı kapsamında tasarladıkları öğrenme ortamlarına yönelik hazırladıkları ders planları ve öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmeler çerçevesinde elde edilmiştir. Bu kapsamda 6 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşmeler, 10 öğretmen adayıyla gerçekleştirilmiştir.

Dokümanlar ve görüşmelerden elde edilen veriler betimsel analiz yapılarak çözümlenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının tasarladıkları öğrenme ortamlarına yönelik hazırladıkları ders planları FeTeMM yaklaşımının ana unsurları çerçevesinde belirlenen ölçütler dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Araştırmacılar tarafından hazırlanan bu değerlendirme ölçütleri Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1: FeTeMM temelli tasarlanan öğrenme ortamlarını değerlendirme ölçütleri**

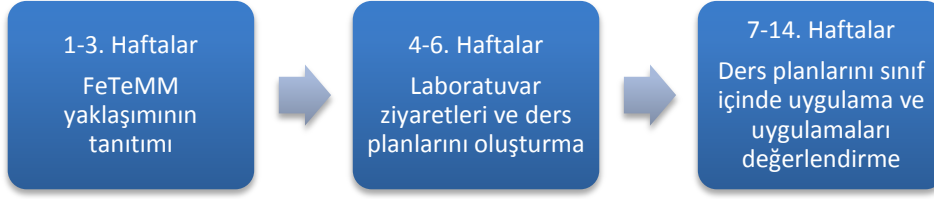
Kodlama	FeTeMM Entegrasyonu		
	Matematik-Fen Bilimleri Entegrasyonu	Teknoloji Entegrasyonu	Mühendislik (Tasarım)
0	Matematik ve fen bilimleri disiplinlerinin ilişkilendirilmesi başarısız	Teknoloji entegre edilmemiş	Tasarım ortaya çıkarmada başarısız
1	Entegrasyonda merkezdeki öğretilecek içeriğin hedefleriyle yetersiz bağlantı kurulmuş	Teknoloji fen bilimleri ve matematik entegrasyonunun temel fikri ile ilişkili değil	Yaratıcılığa sevk etmeyen önceden belirli kuralları içeren gösteri şeklindeki tasarım
2	Öğretilecek içeriğin hedefleriyle bağlantılı olarak iki disiplin başarılı bir şekilde ilişkilendirilmiş	Matematik ve fen bilimleri entegrasyonuna başarılı bir şekilde teknoloji entegre edilmiş	Matematik+Fen+Teknoloji alanlarıyla ilişkili yaratıcılığı sınırlandırmayan başarılı bir tasarım

Verilerin analizi aşamasında araştırmacılar ilk önce tüm verilerin yüzde 20’sini önceden belirlenen değerlendirme ölçütleri çerçevesinde ortak olarak analiz etmiştir. Bu sürecin sonunda verilerin kalan kısmı iki araştırmacı arasında paylaşılmış daha sonra yapılan toplantılar ile araştırmacılar tüm kodlamaları gözden geçirmiştir. Bu değerlendirme sonucunda, araştırmanın güvenilirliği  $[Güvenirlik = \frac{\text{görüş birliği}}{\text{görüş birliği} + \text{görüş ayrılığı}}]$  formülüyle (Miles ve Huberman, 1994) hesaplanarak, %92 oranında bir uzlaşmanın sağlandığı belirlenmiştir. Ayrıca bulgular, katılımcıların düşüncelerini yansıtan alıntılarla desteklenmiştir. Bu aşamada katılımcıları temsil eden K1, K2, K3 vb. kodlamalardan faydalanılmıştır.

Bulgular, FeTeMM temelli öğretim ortamı tasarlama ile genel bulgular verildikten sonra sürecin bileşenlerini dikkate alarak Matematik-Fen Bilimleri Entegrasyonu, Teknoloji Entegrasyonu ve Tasarım süreci kapsamında alt başlıklar halinde sunulmuştur.

## 2.3. Uygulama Süreci

Bu çalışma kapsamında bu derse kayıtlı öğretmen adaylarına, Fen-Teknoloji ve Toplum dersinde Şekil 1’de sunulan 14 haftalık program çerçevesinde uygulamalar yaptırılmıştır.



**Şekil 1. Fen-Teknoloji ve Toplum ders planı**

İlk üç hafta FeTeMM yaklaşımı hakkında bilgiler verilmiş ve yine bu süreçte öğretmen adaylarıyla FeTeMM yaklaşımını temele alan ulusal makale ve raporlar incelenerek değerlendirmeler yapılmıştır. Dersin dördüncü haftasında bu yaklaşımın uygulama alanlarının ve 3-boyutlu yazıcıların anlaşılması adına üniversite bünyesinde bulunan laboratuvarlara geziler düzenlenmiştir. Ders sonunda öğretmen adayları tarafından hazırlanan örnek bir kepçe modeli Şekil 2’de görüleceği gibi 3-boyutlu yazıcı ile tekrar üretilmiştir.



**Şekil 2. 3-boyutlu yazıcıda üretilen kepçe**

Beşinci haftadan itibaren öğretmen adayları tasarlayacakları öğretim ortamlarına yönelik ders planlarını oluşturmaya başlamıştır. Yedinci haftadan itibaren öğretmen adayları FeTeMM temelli tasarladıkları ders planlarını sınıf içinde uygulama koymuş ve deneme öğretimler gerçekleştirmişlerdir.

Deneme öğretimler sonunda öğretmen adayları ders kapsamında oluşturulan Facebook grubunda arkadaşları tarafından oluşturulan öğrenme ortamlarının FeTeMM yaklaşımına uygunluğunu tartışmışlardır. Facebook grubunda öğretmen adaylarının yaptıkları değerlendirmelere ve tartışmalara yönelik bir kesit Şekil 3’te gösterilmiştir.



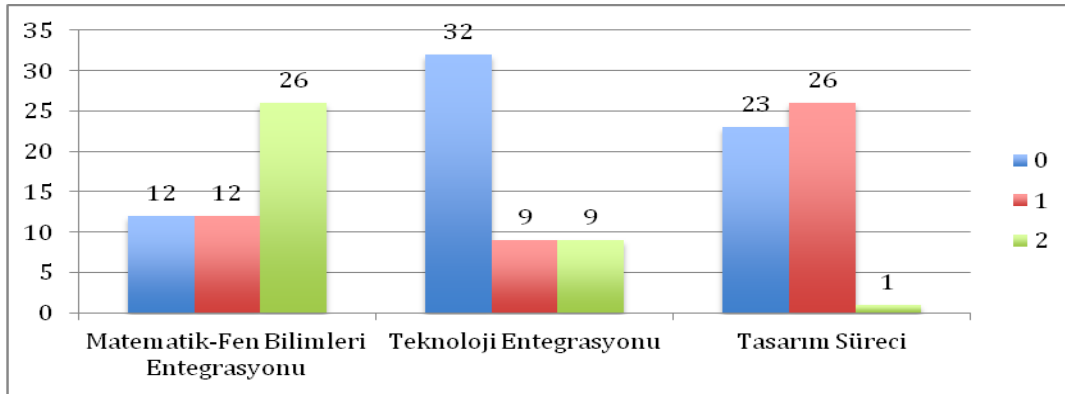
**Şekil 3. Katılımcıların Facebook grubunda yaptıkları değerlendirmelerden bir kesit**

### 3. BULGULAR

Bu bölümde öğretmen adaylarının FeTeMM temelli tasarladıkları öğrenme ortamlarının değerlendirilmesine ve bu süreçte yaşananlara yönelik düşüncelerine yer verilmiştir.

### 3.1. FeTeMM Temelli Öğrenme Ortamı Tasarlama

Şekil 4’te görülebileceği üzere katılımcıların yaklaşık olarak yarısı (f=26) matematik ve fen bilimleri entegrasyonunu başarılı bir şekilde sağlarken, teknolojinin entegre edilmesi sürecinde ise sadece %18’inin (f=9) başarılı olabildikleri görülmektedir. Entegrasyonun tasarım boyutunda ise Matematik+Fen Bilimleri+Teknoloji alanlarıyla ilişkili yaratıcılığı sınırlandırmayan başarılı bir tasarım olanağı oluşturan sadece bir öğretmen adayının olduğu görülmüştür.



Şekil 4. Katılımcıların FeTeMM temelli tasarladıkları öğrenme ortamlarının değerlendirilmesi

Aşağıda alt başlıklar kapsamında her bir sürece ait bulgular, öğretmen adaylarının görüşlerini yansıtan alıntılarla desteklenerek sunulmuştur.

#### 3.1.1. Matematik-Fen Bilimleri entegrasyonu (Matematik + Fen Bilimleri)

Ders planlama aşamasında 12 öğretmen adayının bir disipline odaklandıkları (matematik ya da fen bilimleri) ve bu kapsamda matematik ve fen bilimleri disiplinlerini ilişkilendirmekte başarısız oldukları görülmüştür. Bunun yanı sıra 12 öğretmen adayının da iki disiplini dikkate aldıkları ancak öğretilecek içeriğin hedefleriyle bağlantıları yetersiz düzeyde kurdukları belirlenmiştir. 26 öğretmen adayı ise öğretilecek içeriğin hedeflerini dikkate alarak bu entegrasyonu başarılı bir şekilde sağlamıştır. Bu entegrasyon aşamasında başarılı olan öğretmen adaylarına ait ifadelerden bazı alıntılar aşağıda verilmiştir.

“Öncelikle sürece bu konu ile ilgili makaleleri okumakla başladım. Çalışmalarında örnek olarak kullanabileceğim uygulamalarını araştırdım. Matematik ve Fen Bilimleri kazanımlarını inceledim.” (K2)

“Çevremize dikkatlice bakınca birçok şeyin birbiriyle bağlantılı olduğu aslında görülebiliyor. Günlük hayattaki olaylar üzerinden düşünüp ilişkileri inceleyince zaten birbiriyle bütünleşmiş olduğu fark ediliyor. Bence konuların içindeki neden ve acaba böyle olsa ne olur gibi soruların cevabını vermek aradaki entegreyi sağlıyor.” (K4)

“Matematik konusunu seçerken ilk önce fen bilimleri dersine entegre edilebilir olup olmadığını denetledim bunun içinde fen bilimleri kitapları ve fen bilimleri öğretmenliği okuyan arkadaşlarımdan yardım aldım daha sonra örnek ders anlatımlarına baktım.” (K8)

“Bu kısım da biraz zorlandım. Çünkü fen bilimleri konuları aşına olduğum şeyler değildi. Facebook tan FeTeMM kapalı gruplara üye oldum bilgi sahibi olabilmek için. Ama yapılan çalışmalar biraz üst düzey çalışmalardı. Sonrasında gruplardan birinde lise de matematik öğretmenim olan hocamın da üye olduğunu gördüm. Kendisinin de bu konu üzerinde çalışmalar yaptığını biliyordum zaten. İrtibata geçerek ondan yardım aldım.” (K9)

*“Özellikle fizik kazanımları üzerinde yoğunlaştım matematiği içerdiği için kendimce uygun gördüğümü buldum...” (K10)*

Bu entegrasyon aşamasında başarısız olan veya öğretilecek içeriğin hedefleriyle yeterli düzeyde bağlantı kurmayı başaramayan öğretmen adaylarının genel anlamda fen bilimleri içerikleri ve kazanımları hakkında az bilgi sahibi olmaları nedeniyle zorluklar çektiklerini ifade ettikleri görülmüştür. Bu öğretmen adaylarına ait ifadelerden bazı örnek alıntılar aşağıda verilmiştir.

*“Alışkın olmadığımız ders içeriği olması bizi yordu. Konumuzu tam olarak kapsadı mı diye üzerine çalıştık. Fen Bilimleri üzerinde çeşitli araştırma yapmak zorunda kaldık.” (K3)*

*“Olaylara birçok boyuttan ele almak bütünleştirmek kolay olmuyor.” (K5)*

*“Her matematik konusunda fen bilimleri aramak biraz sıkıntılı oldu. Bir matematik konusu belirleme ve bu konuyu diğer bilimlerle harmanlayıp bir ürün elde etmek sınırlı şeylerle kalıyor.” (K6)*

*“Daha önce de bahsettiğim üzere matematiğe fen konusu kaynaştırmak matematiğin yapısı ve doğası gereği zor oldu.” (K7)*

Matematik-Fen Bilimleri entegrasyonunu başarılı şekilde gerçekleştiren öğretmen adayları da bu iki disiplini başarılı bir şekilde bütünleştiremeyen öğretmen adaylarına benzer olarak, genellikle bu süreçte fen bilimleri içerikleri hakkında az bilgi sahibi olmaları nedeniyle zorluklar yaşadıklarını ve bu öğrenme ortamını tasarlamının ekstra zaman gerektirdiğine vurgu yaptıkları görülmüştür.

*“Her ne kadar araştırıp öğrensem de Fen Bilimleri kazanımlarının içeriğini yeterince bilmemem, bunları Matematik kazanımlarına entegre ederken kavram yanlışlarına sebep olmamak için ekstra zaman harcamama neden oldu.” (K2)*

*“Matematik kazanımlarını öğrenciyi aktif kullanarak kazandırmanın eğitimini almış ve bunun önemini anlamışken bu sefer farklı bir bakış açısıyla bakmayı anlamak başlangıçta zor oldu.” (K4)*

### **3.1.2. Teknoloji entegrasyonu (Matematik + Fen Bilimleri + Teknoloji)**

Teknoloji entegrasyonu bağlamında öğretmen adaylarının genellikle, sanal laboratuvarları, eğitimsel oyunları, arama motorlarını, videoları, web sitelerini, sunum araçlarını, mühendislik hesaplama uygulamalarını (ışık yoğunluğu hesap makinesi vb.) ve matematik yazılımlarını (örn. GeoGebra) kullandıkları ve/veya kullanmaya teşvik edici bir öğrenme ortamı tasarladıkları görülmüştür.

Bu entegrasyon aşamasında katılımcıların sadece %18'i (f=9) başarılı olmuştur ve bu öğretmen adaylarına ait ifadelerden bazı örnek alıntılar aşağıda verilmiştir.

*“Entegrasyon sürecinde de uygun bilgisayar yazılımlarını, internet üzerinden kullanabilecekleri eğitici oyun sitelerini araştırdım ve sınıf ortamında öğrenciye bu yazılımları kullanması için fırsat tanıdım. Ayrıca araştırma sürecinde arama motorlarını kullanabilmeleri ve kendileri için gerekli bilgiye ulaşma yollarını öğrenmeleri de teknolojinin bu süreçteki bir parçasıydı.” (K2)*

*“...internetten bulduğum sitenin hesaplamalarını kullandım.(aydınlanma ve açılış arasındaki ilişki için bu programla açılış değiştiği nasıl değişiyor sorusunun cevabını farklı açılışları deneyerek bulduk) ders anlatımı kapsamında geogebra programını ve slayt kullanarak gerçekleştirdim.” (K4)*

Bununla birlikte öğretmen adaylarının bu süreçte neden zorlandıklarına baktığımızda ise öğretmen adaylarının öğrenme ortamını tasarlarken teknoloji ile ilgili örnekler vermeyi veya teknolojik araçlara yönelik resimler göstermeyi, bu aşamadaki teknolojinin entegre edilmesi ile



aynı anlama geldiğini düşündüklerini görülmüştür. Bu durumla ilgili öğretmen adaylarının “...iki ders kazanımlarını da içine alan ve bu iki dersin kazanımlarını teknolojiye ele alan teknolojik örnekleri gösterdim.”(K8) şeklindeki benzer ifadelerle bu düşüncelerini yineledikleri/benimsedikleri görülmektedir. Buna ek olarak görüşmelere katılan bir öğretmen adayı “FeTeMM’i ilk duyduğumuzda zaten konuları birbirine entegre etmek bizim için zor gelmişti çünkü teknolojiyi sadece tepegöz ve sunumlarda görmüştük.” (K1) şeklindeki ifadesiyle, bu süreçte teknoloji entegrasyonuna yönelik yaşadığı zorluğu farklı bir bakış açısıyla belirtmiştir.

### 3.1.3. Tasarım süreci (Matematik + Fen Bilimleri + Teknoloji + Tasarım)

Sadece bir öğretmen adayının oran-orantı konusunun öğretimi sırasında elektrik konularıyla bağlantıları kurarak yaratıcı tasarımlara olanak tanıyan bir öğrenme ortamı tasarlayabildiği görülmüştür. Bununla birlikte katılımcıların yaklaşık olarak yarısı (f=26) yaratıcılığa sevk etmeyen önceden belirli kuralları içeren gösteri şeklindeki tasarımlara (cookbook-style: yaratıcılığı teşvik etmeden bir süreci basamakları ile takip etme) olanak tanıyacak şekilde öğrenme ortamını düzenlemişlerdir. Diğer taraftan katılımcıların yarısına yakını da (f=23) öğrenme ortamını bir tasarım ortaya çıkarabilecek şekilde organize edemedikleri görülmüştür.

Entegrasyonun bu aşamasında başarısız olan öğretmen adaylarının süreç ile ilgili ifadelerinden örnek alıntılar aşağıda verilmiştir.

“...ürün kısmında çok zorlandık düşündüğümüz şeyleri somut bir hale getirmek bunları tasarlatmak bizi zorladı.” (K1)

“Kazanımdaki sorgulatma kısmı ile sonuç kısmındaki ürünün birbirinden uzaklaşmamasına dikkat ederken biraz zorlandık. Çünkü bazı konularda sorgulatma ürüne göre yetersiz kalıyordu bazılarında ise ürün sorgulatmadan bağımsız kalıyordu.” (K6)

“Her konu yapısı gereği tasarım ve mühendislik konusunda birbirine kaynaştırıp bir ürün oluşturmak en zor bölümdür.” (K7)

“Tasarım yapmak konusunda iki konuyu harmanlayıp nasıl bir tasarım yapacağımız konusunda zorluklar yaşadık çünkü iki konuyu da bir tasarıma katmak zor olduğu için zorluklar yaşadık.” (K8)

Bazı öğretmen adaylarının (f=3) “Öğrencilerin kolayca yapabileceği kolayca bulunabilecek malzemeler kullanmaya ve tasarım kısmına aşırı derecede zorlanmadan ulaşabilecekleri şekilde bir tasarım yaptırmaya çalıştık.” (K10) gibi ifadelerle entegrasyonun tasarım boyutunda öğrencilerin kolay yapabileceği ve kolay ulaşabileceği malzemeler kullanılması hususuna işaret ettikleri görülmektedir. Bununla birlikte bazı öğretmen adaylarının (f=3) “Bence burada yaratıcılık önemli bizim için o an önemsiz olan birçok eşya, artık madde kullanılarak en ucuz herkesin ulaşabileceği şekilde tasarlanabilir.” (K4) şeklindeki ifadelerle tasarım boyutundaki öğrencilerin farklı ürünler ortaya koymasını kabul edilebilecek yaratıcılığı, kolay ulaşılabilir malzemeler kullanma ile eşdeğer olarak algıladıkları da görülmüştür.

Bazı öğretmen adayları da (f=4) bu süreçle ilgili “Hayalini kurmak kadar kolay olmuyor, bir şeyi gerçek hayata uyarlamak. Yeterli imkan ve zaman ayıramadığımızdan olsa gerek tasarım boyutunu dahil ederken istediğimiz sonuca ulaşamadık.” (K9) gibi ifadelerle FeTeMM temelli öğrenme ortamlarının tasarlanması öncesinde yeterli zaman ayrılmasının önemine işaret ettikleri görülmektedir. Bu öğretmen adaylarının FeTeMM temelli öğrenme ortamı tasarlama sürecinde, özellikle de tasarım boyutunun entegrasyonunda başarısız sonuçlar elde etmelerini, belirli bir zaman harcamalarına rağmen bunun yeterli olmadığı düşüncesiyle açıkladıkları görülmüştür.

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Öğrencilerin temel bilimlere olan ilgisini ve başarısını arttırmak artık dünya çapında bir sorun haline gelmiştir (NRC, 2012; Osborne ve Dillon, 2008; Vedder-Weiss ve Fortus, 2012). Buna ek olarak Land'ın (2013) ve Akgündüz'ün (2016) çalışmalarında belirttikleri gibi FeTeMM kariyerlerine olan ilgi düşmektedir. Bu noktada FeTeMM yaklaşımıyla birlikte yenilikçi ve 21. yüzyılın ihtiyaçlarına cevap verebilen bir nesil yetiştirme hedeflenmektedir (PCAST, 2010). Bu hedefi gerçekleştirmek amacıyla güncellenen fen bilimleri (MEB, 2018a) ve matematik öğretim programlarının (MEB, 2018b) daha iyi uygulanabilmesi için, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bu yaklaşımın nasıl uygulanabileceğinin anlaşılması ve branşlar arasında oluşabilecek farklılıkların ortaya konulması gerekmektedir. FeTeMM öğretmeni kavramı alanyazında yayılmaya başlasa da (Barak, 2014; Fore vd., 2015), bu yaklaşımın nasıl uygulandığının anlaşılması gerekmektedir (NRC, 2014; Wilson, 2011). FeTeMM ilk olarak daha çok informal ortamlarda uygulanmaya başlandığı için (National Science Board, 2007), bu sürecin öğretmen eğitiminde nasıl kullanılacağını araştıran çok çalışma bulunmamaktadır. Çünkü ayrı bir alan olarak düşünüldüğünde informal eğitimde de öğretmen eğitimi destekleme noktasında eksiklikler bulunmaktadır (Delen ve Krajcik, 2017; Morag ve Tal, 2012).

Ülkemizdeki öğretmen eğitimi noktasında FeTeMM yaklaşımına dayalı alanında yapılan ilk çalışmalardan birinde Altan, Yamak ve Kırıkkaya'nın (2016) 6 öğretmen adayı ile Fen Bilgisi Öğretim Laboratuvarı dersinde yürüttükleri çalışmada öğretmen adaylarının problem durumunu belirleme, problem en uygun çözümü bulma ve ürün tasarlamada zorlandıkları bulunmuştur. Altan ve diğerleri (2016) belirli problem durumları üzerinden öğretmen adaylarını süreç içerisinde gözlemiştir. Bunu bir basamak daha ileri götürebilmek adına bu çalışmada katılımcı olarak yer alan öğretmen adaylarından FeTeMM destekli öğrenme ortamlarını kendilerinin tasarlamaları ve sınıf ortamında bunu uygulamaları istenmiştir. Marshall ve diğerlerinin (2009) bulguları da, genelde fen bilimlerinin temelinde görülen sorgulama temelli öğrenmenin, matematik öğretmenleri tarafından daha az uygulandığı ortaya koymaktadır. Burada önemli olan, hem fen bilimleri hem de matematik öğretmenlerinin aynı pedagojik uygulamaları yapması gerektiğinin kabul edilmesidir. Çorlu ve diğerlerinin de (2014) belirttiği üzere öğretmen adaylarını tek disiplin odaklı düşünmek FeTeMM entegrasyonunu sağlamayacaktır. Bu noktada matematik öğretmeni adayların yaşadıkları sorunların (1) Doğru tasarımın yapılması, (2) Fen bilimleri alan bilgisindeki eksiklikler, (3) Entegrasyonu çok boyutlu düşünmeme, (4) Ortaokul düzeyindeki öğrenciler için uygun aktiviteler bulma ve (5) Matematiğin aslında fen bilimleri ile bağlantısının zor olacağını düşünme olduğu görülebilir. Bunlara ek olarak bu süreçte bazı öğretmen adaylarının FeTeMM temelli bir öğrenme ortamını tasarlamada zaman faktörünün başarılı sonuçlar elde etmelerinin önünde bir engel olduğunu düşündükleri görülmektedir. Matematik öğretmen adayları tarafından zaman faktörünün nasıl tanımlandığına bakıldığında ise, FeTeMM yaklaşımına dayalı bir öğrenme ortamında disiplinler arası bağlantıları kurabilmek için daha fazla zaman ayırmanın gerekliliğine işaret ettikleri görülmüştür. Matematik öğretmen adayları için zaman faktörü, özellikle fen bilimleri içeriğini yeterli düzeyde bilmeme ve tasarım sürecini teşvik edici bir öğrenme ortamı düzenleme açısından önemli olmuştur. Bu kapsamda öğretmenlerin FeTeMM'i öğrenme ve FeTeMM temelli öğrenme ortamları tasarlama sürecinde zaman faktörü dikkate alınması gereken bir etken olarak düşünülebilir. Alan yazında diğer uygulamalara da baktığımızda da Tal, Dori, Keiny ve Zoller'in (2001) belirttiği üzere bu yeni yaklaşımı başarı ile uygulamak zaman alacak bir süreçtir.

Öğretmen adaylarının tasarım merkezli düşünme sürecinde yaşadıkları zorlukları bir kenara koyacak olursak, unutulmaması gereken çok uzun zamandır birbirinden uzak olan bu disiplinlerin bir araya gelmesinin kolay olmadığıdır (Sanders, 2009). Çünkü FeTeMM fen bilimleri, matematik, teknoloji ve mühendisliğin ayrı disiplinler olduğunu kabul etse de bunların birbiriyle bağına odaklanmaktadır (Krajcik ve Delen, 2017). Bu noktada FeTeMM çok yenilikçi

bir öğrenme yaklaşımı sunuyor olsa da (Krajcik ve Delen, 2017), Sanders'in (2009) altını çizdiği noktalara dikkatli bakmak gerekmektedir. Bir teknoloji öğretmeni derslerine fen ve matematiği entegre ettiğini söylese bile, bu öğretmenin fen bilimleri ya da matematik konusunda yetkinliği tartışmaya açıktır. Ayrıca, teknolojiyi tasarım sürecinde kullanan öğrencilerin de bu süreçte fen bilimleri ya da matematik bilgisini nasıl kullandıklarını göstermeleri gerekmektedir (Sanders, 2009). Sanders (2009) bu iki durumdan yola çıkarak "amaçlı tasarım ve sorgulama" süreciyle merkeze problem çözmeyi koyarak, öğrencilerin problem çözerken oluşturdukları tasarımlarda fen bilimleri ve matematik bilgilerini göstermelerinin önemini vurgulamıştır (s. 21). Bu çalışma kapsamında da öğretmen adaylarından fen bilimleri, matematik, teknolojiyi entegre ederken, tasarımın boyutunu da öğrenme sürecine entegre ederek öğrenme ortamları tasarımları istenmiştir. Bu çalışmaya katılan öğretmen adayları ile bu entegrasyonun nasıl olması gerektiği üzerine her hafta sunulan örnekler üzerinden tartışma yapılsa da maalesef Sanders'in (2009) değindiği gibi bu süreç matematik ve fen bilimleri entegrasyonuna teknoloji ekleme düzeyinde kalmıştır ve öğrencilerin asıl zorlandığı noktanın fen bilimleri ve matematiği entegre etmek değil bu noktaya tasarımı eklemek olduğu görülebilir. Bu çalışmada yalnızca bir öğretmen adayı tasarım sürecini bir etkinlik olmaktan çıkarıp öğrencilerdeki farklılıkları destekleyecek hale getirmiştir. Altan ve diğerlerinin (2016) çalışmalarında not ettiği gibi bir problem durumu belirleme ve buna uygun ürünü tasarlama öğretmen adaylarının zorlandığı bir süreç olmuştur. Ayar'ın (2015) çalışmasında vurgulandığı üzere, belirli basamaklara takip eden etkinlikler, projeler ve laboratuvar uygulamaları öğrencilerin hayal gücü ve yaratıcılıklarının önünde bir engel teşkil etmektedir. Bu çalışma kapsamında da öğretmen adaylarının yaklaşık olarak yarısının yaratıcılığa sevk etmeyen önceden belirli kuralları içeren gösteri şeklindeki tasarımlara teşvik edici bir öğrenme ortamı düzenlemeleri, gerçek anlamda bu yaklaşımdaki mühendislik boyutunun yanlış anlaşılmasının bir sonucu olarak düşünülebilir.

FeTeMM entegrasyonunu bir bütün olarak ele aldığımızda daha başarılı sonuçların ortaya çıkacağı görülebilir. Bu çalışmada öğrenimlerinin ikinci yılında iki dönem fizik dersi alan öğrenciler arasında konuları entegre etmede değil bu süreci teknoloji ve tasarım boyutuyla ele almada zorlanmışlardır. Öğretmen adaylarının "Bence burada yaratıcılık önemli bizim için o an önemsiz olan birçok eşya, artık madde kullanılarak en ucuz herkesin ulaşabileceği şekilde tasarlanabilir" gibi ifadelerle bugüne kadar ucuz malzemelerin etkili kullanımı olarak tanımladıkları yaratıcılığı, FeTeMM kapsamında anlamaları ve başarılı bir şekilde öğrenme ortamlarına yansıtılmalarının zaman alacağı görülmektedir. Burada yaratıcılık olarak dikkate alınan her öğrencinin öğretmenin yaptıklarını birebir kopyalayarak aynı ürünü çıkarması değildir. FeTeMM yaklaşımının doğası gereği her öğrencinin bir problem durumunda kendi çözümlerini ortaya koyması yaratıcılık olarak ele alınmaktadır. Benzer şekilde Krajcik ve Delen'de (2017) aynı ürünü ortaya koymaktan ziyade öğrenciler arasındaki farklılıkları dikkate alan bir tasarım döngüsü ile değişik çözümlerin ortaya çıkmasını destekleyen bir felsefeyi benimsemenin FeTeMM entegrasyonun tasarım boyutuna katkı sağlayacağına işaret etmişlerdir.

Özetle FeTeMM yaklaşımına geçiş noktasında varılan fikir birliğinin (NRC, 2012; Osborne ve Dillon, 2008) FeTeMM'in öğrenme ortamlarına nasıl entegre edileceği noktasında bulunmadığı söylenebilir. Bu noktada FeTeMM yaklaşımının doğası gereği farklı disiplinleri dikkate alan örneklem gruplarında da benzer çalışmaların yürütülmesi faydalı olabilir. Marshall ve diğerlerinin (2009) çalışmasında görüleceği üzere bir yaklaşımı anlama noktasında öğretmenler arasında kendi disiplinlerine bağlı (matematik, fen bilimleri vb.) farklılıklar ortaya çıkabilir. FeTeMM eğitiminin daha iyi uygulanması değişik disiplinlerden öğretmenlerin (matematik, fen bilimleri, teknoloji) bu yaklaşımı nasıl uyguladığının kıyaslanması ve öğretmenlere alanlarına göre daha uygun eğitimler verilmesi ile mümkün olacaktır. Bu çalışmada öğretmen adaylarının tasarım odaklı düşünme sürecinin sadece bir ders düzeyinde desteklenmiş olması da sürecin başarısını etkilemiş olabilir. Bu süreçte öğretmen adaylarına yol

gösterici olması için öğretmen adaylarının sunumları ardından birbirlerine sosyal medya üzerinden yorumlar yapmaları desteklenmiş ve öğrencilerin yaptıklarını diğer arkadaşlarının gözünden de görmeleri sağlanmıştır (Delen, 2017). Öğretmen adayları tasarladıkları öğrenme ortamları hakkında arkadaşlarından ve dersi veren öğretim üyesinden dönüt almış olsalar da, tasarım merkezli düşünmekte zorlanmışlardır. Bu nedenle öğretmen eğitimi kapsamında, diğer derslerde de öğretmen adaylarına FeTeMM yaklaşımını tecrübe edebilecekleri fırsatların verilmesinin, bu yaklaşımın doğasının öğretmen adayları tarafından daha iyi anlaşılmasına ve etkili bir biçimde kullanılmasına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- Akgündüz, D. (2016). A Research about the Placement of the Top Thousand Students in STEM Fields in Turkey between 2000 and 2014. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(5), 1365-1377.
- 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.
- Ayar, M. C. (2015). First-Hand Experience with Engineering Design and Career Interest in Engineering: An Informal STEM Education Case Study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(6), 1655-1675.
- Barak, M. (2014). Closing the gap between attitudes and perceptions about ICT-enhanced learning among pre-service STEM teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 23(1), 1-14.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M. & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.
- Delen, İ. (2017). Teaching Argumentation by Using Facebook Groups. *International Journal of Instruction*, 10(1), 151-168.
- Delen, İ. & Krajcik, J. (2017). Using mobile devices to connect teachers and museum educators. *Research in Science Education*, 47(3), 473-496.
- Fore, G. A., Feldhaus, C. R., Sorge, B. H., Agarwal, M., & Varahramyan, K. (2015). Learning at the nano-level: Accounting for complexity in the internalization of secondary STEM teacher professional development. *Teaching and Teacher Education*, 51, 101-112.
- Gotwals, A. W. & Songer, N. B. (2010). Reasoning up and down a food chain: Using an assessment framework to investigate students' middle knowledge. *Science Education*, 94(2), 259-281.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P.C., Marx, R.W., Bass, K.M. & Fredericks, J. (1998). Inquiry in project based science classrooms: Initial attempts by middle school students. *Journal of the Learning Sciences*, 7, 317-337.
- Krajcik, J. & Delen, İ. (2017). How to support students in developing usable and lasting knowledge of STEM. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(1), 21-28.
- Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547-552.
- Lodico, M. G., Spaulding, D. T. ve Voegtle, K. H. (2006). *Methods in educational research: From theory to practice*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Marshall, J. C., Horton, R., Igo, B. L. & Switzer, D. M. (2009). K-12 science and mathematics teachers' beliefs about and use of inquiry in the classroom. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 575-596.
- McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2007). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. In M. Lovett & P. Shah (Eds.), *Thinking with Data: Proceedings of the 33rd Carnegie Symposium on Cognition* (pp. 233-265). New York, NY: Taylor & Francis.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis* (2nd ed.). Thousand Oaks: Sage.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013). *İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2017). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018a). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018b). *Matematik Dersi Öğretim Programı*. Ankara.

- Mills, A. J., Durepos, G. & Wiebe, E. [Eds.] (2010). *Encyclopedia of case study research*, Vol. 1, Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.
- Morag, O. & Tal, T. (2012). Assessing learning in the outdoors with the field trip in natural environments (FiNE) framework. *International Journal of Science Education*, 34(5), 745–777.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. New York: National Academies Press.
- National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington: The National Academies Press.
- National Science Board (2007). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education issues and legislative options*. *Progress in Education*, 14, 161-189.
- National Science Teachers Association (1987). *Criteria for Excellence*. An NSTA Science Compact.
- Osborne, J. & Dillon, J (2008). *Science education in Europe: Critical reflections. A report to the Nuffield Foundation*. London: King's College.
- PCAST (President's Council of Advisors on Science and Technology). (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in STEM (science, technology, engineering and math) for America's future*.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Sandoval, W. A. & Millwood, K. A. 2005. The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.
- Tal, R.T., Dori, Y.J., Keiny, S. & Zoller, U. (2001). Assessing conceptual change of teachers involved in STES education and curriculum development—the STEMS project approach. *International Journal of Science Education*, 23(3), 247–262.
- Vedder-Weiss, D. & Fortus, D. (2012). Adolescents' declining motivation to learn science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1057-1095.
- Wilson, S. M. (2011, April). Effective STEM teacher preparation, induction, and professional development. In *National Research Council's Workshop on Successful STEM Education in K–12 Schools, Washington, DC*.

### Extended Abstract

To support students' interest in Science, Mathematics, Technology and Engineering international policy documents advise combining them under the same umbrella that is named as STEM education (Osborne and Dillon, 2008; NRC, 2012). Although the idea is becoming more popular, we do not have many examples describing how pre-service teachers can design STEM supported learning environments. Once we look at the latest curriculum prepared by Turkish Ministry of Education, we can see that the new curriculum aims to connect science with mathematics, technology and engineering. Thus it is crucial to understand not only science teachers but also mathematics (Çorlu et al., 2014) and technology teachers (Sanders, 2009) understand and implement STEM.

In this direction, the main purpose of this study was to explore how elementary school math pre-service teachers (MPSTs) can create a STEM-based learning environment. The sample of this study consists of 50 MPSTs who were enrolled in *Science-Technology and Society* (STS) course in a public university. All of these teachers were seniors since we tried to work with teachers with adequate science and pedagogy training. In the previous years, these teachers took numerous pedagogy courses in addition to science related (e.g. chemistry, physics) classes.

STS course was designed to understand and implement STEM. In the first three weeks of the STS course, MPSTs were introduced to STEM idea. In this process, they have read articles and engaged in STEM discussions. In the following three weeks, they started visiting STEM laboratories in the university, and they also started discussing how to create STEM lesson plans. In the rest of the course, all students presented their lesson plans and received peer feedback by using Facebook groups.

As discussed by Sanders (2009) STEM focuses on creating an environment that is created with an emphasis on design. Sanders (2009) specifically calls this process “purposeful design and inquiry” (p.21). To support this goal we asked MPSTs to create a learning environment that provides a learning environment for integrating math and science. When focusing this goal MPSTs were required to integrate technology and design. We added the criteria/rubric for analyzing STEM-based learning environments below:

- Math-Science Integration Coding:
  - 0 means student was unable to integrate math and science topics.
  - 1 means student provided limited connections to integrate math and science topics.
  - 2 means student successfully integrated math and science topics.
- Technology Integration Coding:
  - 0 means student was unable to integrate technology into the learning environment.
  - 1 means technology is added but it is not linked to the main ideas related to math and science topics.
  - 2 means technology is added and it is linked to the main ideas related to math and science topics.
- Engineering (Design) Integration Coding:
  - 0 means student was unable to create a design product.
  - 1 means design is added but design only focuses on cookbook style. Design does not support students’ creativity. Design is added for students to follow the teacher when solving the problem. Design connects math, science and technology.
  - 2 means design is added and design supports students’ creativity. Students are allowed to create their own solutions when solving the problem. Design connects math, science and technology.

When we look at students’ performance during math and science integration, a big majority of the MPSTs focused on providing links. More than half of the participants (26 MPSTs) successfully integrated math and science. When looking at the technology integration, a big majority (32 MPSTs) struggled to integrate technology connected with the main ideas of math and science. Unfortunately, when creating the design products, only 1 MPST created a learning environment that supported a learning environment in which students were allowed to create their own solutions. If we describe this process in Sanders’ (2009) terms, students were able to create purposeful designs. But these design products missed the inquiry.

In summary, we can conclude that the literature has agreed on the need for STEM (NRC, 2012; Osborne and Dillon, 2008), but at the same time there is no agreement on how STEM can be integrated into the learning environments in different disciplines. Our limited study depicting MPSTs experiences during STS course can serve as a baseline for future studies. One big challenge for MPSTs was understanding how design can be added to learning environments. During the interviews, MPSTs mentioned the time constraints that limited them to understand how this new approach can be added to the learning environments. As underlined by Marshall and colleagues (2009), when applying a new idea there will be differences across teachers. If we want STEM integration to be successful, we need more examples presenting how STEM can be implemented by science, math and technology teachers. During STS course, we tried to support this experience by using Facebook groups as a tool for peer feedback (Delen, 2017). After each presentation, all students and the instructor commented about how the learning environment can be improved for a better STEM integration. However, supporting STEM idea in only one course with continuous peer feedback was not enough. For future studies, we do suggest tracking pre-service teachers in different courses to find out why they had challenges when creating learning environments supporting the design aspect of STEM education.