



# İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Eğitimi Uygulaması: Kimya ve Matematik Öğretmen Adaylarının FeTeMM Farkındalıklarının İncelenmesi\*

## Collaboratively Learning to Teach STEM: Change in Participating Preservice Teachers' Awareness of STEM

Fatma ASLAN-TUTAK\*\*, Sevil AKAYGÜN\*\*\*, Seçil TEZSEZEN\*\*\*\*

• Geliş Tarihi: 30.06.2016 • Kabul Tarihi: 17.04.2017 • Yayın Tarihi: 19.04.2017

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

**Anahtar sözcükler:** FeTeMM Eğitimi, Öğretmen Eğitimi, Kimya Eğitimi, Matematik Eğitimi

**ABSTRACT:** The purpose of this article is to introduce Collaboratively Learning to Teach STEM (CLT-STEM) module which was prepared in the light of STEM education approach and to discuss the influence of it on preservice teachers' STEM conceptions. Participants were chemistry and mathematics preservice teachers (N=48) attending to teaching methods courses at a university in Istanbul. Participants answered STEM Awareness questionnaire including open-ended questions about definition, methods of STEM education, teacher education for it and their own needs about it, before and after completing CLT-STEM. Results of Wilcoxon Sign Rank Test to analyze participants' answers on definitions were significant. After attending CLT-STEM, participants' definition of STEM education was reflecting integrated nature of STEM areas. STEM education methods and STEM teacher education related questions were analyzed descriptively by frequency analysis. Participants' answers focused on activity-based and project-based, interdisciplinary methods in STEM education indeed these results are parallel to the nature of CLT-STEM. Similarly, for teacher education, participants discussed attending seminars, observing project examples and sharing experiences. This study provides an example of STEM education while informing about teacher education in this area.

**Keywords:** STEM education, Teacher education, Chemistry education, Mathematics education

## 1. GİRİŞ

21. yüzyılda toplumların bireylerden belediklerinin değişmesiyle, 21. yüzyıl bireyinin, eleştirel düşünen, yaratıcı, iletişim becerileri kuvvetli ve işbirlikli bireyler olması

\* Makalede bahsi geçen araştırma, Boğaziçi Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri tarafından desteklenen 9221 numaralı proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

\*\* Yrd. Doç. Dr., Boğaziçi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, İstanbul, fatma.tutak@boun.edu.tr

\*\*\* Yrd. Doç. Dr., Boğaziçi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, İstanbul, sevil.akaygun@boun.edu.tr

\*\*\*\* Boğaziçi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Yüksek Lisans Öğrencisi, secil.ozenc@boun.edu.tr

hedeflenmektedir (Partnership for 21st Century Learning, 2016). Bugünün dünyasında karşılaşılan problemlerin doğasının çok disiplinli oluşu, bu problemlerin çözümünde disiplinler arası yaklaşımların benimsenmesini gerekli kılmaktadır (Akaygun ve Aslan-Tutak, 2016; Roehrig, Moore, Wang ve Park, 2012). Bu bağlamda, eğitim ihtiyaçları ve yaklaşımları değişirken, öğretmen eğitiminde de değişiklikler öngörülmektedir. Bilimsel gelişimin öncülük ettiği 21. yüzyılda fen bilimleri ve matematik eğitiminin etkinleştirilmesi birçok ülkenin eğitim hedeflerinin önemli bir parçası olmaktadır. FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) alanlarının bütünleşik düşünülmesi ve okullarda öğretiminin etkinleştirilmesi için çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Bu araştırmada, kimya ve matematik öğretmen adayları ile uygulanmak üzere geliştirilen bir FeTeMM eğitimi yaklaşımı doğrultusunda geliştirilen modülünün içeriği ve bu modüle katılan öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi farkındalıklarındaki değişim ele alınmıştır.

### 1.1. Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (FeTeMM) Eğitimi

Endüstri devrimi ile ön plana çıkan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki eğitimde iyileştirme çabaları 1950'lerden itibaren çok yol kat etmiştir. Belirli uzmanlığa sahip insan gücü yetiştirme amacı nedeni ile bahsi geçen alanlar ayrı ayrı ele alınmış ve eğitimde branşlar ayrılmıştı. Ancak Bilgi ve Teknoloji Çağı'nın gereklilikleri ile bu alanların ayrışmasından ziyade *bütünleşik* olarak ele alınması ihtiyacı doğmuştur. Kökeni 1990'lı yıllara dayanan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitimi yaklaşımı 21. yüzyıl bireylerini yetiştirmek üzere atılan önemli bir adım olarak kabul edilebilir (Sanders, 2009). Amerika Birleşik Devletleri'nde *Tüm Amerikalılar için Teknoloji (Technology for All Americans)* (1994-2005), ve *Teknoloji Okuryazarlığında Mükemmelliğe İlerleme: Öğrenci Değerlendirmesi, Mesleki Gelişim ve Program Standartları (Advancing Excellence in Technological Literacy: Student Assessment, Professional Development, and Program Standards)* gibi FeTeMM eğitimi projeleri Amerikan Ulusal Bilim Kurumu (National Science Foundation of America [NSF]) tarafından desteklenmiştir (Dugger, 2010). Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi'ne (National Research Council of America) (2011) göre, FeTeMM eğitimi yaklaşımının, yüksek öğretimde kariyerlerine FeTeMM alanlarında devam edecek öğrenci sayısını arttırmak; FeTeMM iş gücüne katılımı genişletmek ve FeTeMM okuryazarlığına sahip bireyler yetiştirmek olmak üzere üç temel amacı vardır. Geleceğin mühendisleri, bilim insanları veya teknologlarının yetişeceği eğitim sistemlerinde, 21. yüzyıl becerilerinin kullanılarak icra edildiği FeTeMM eğitimi tüm dünyada hızla önem kazanmaktadır. FeTeMM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını *bütünleşik* bir şekilde ele alan disiplinler arası bir yaklaşımdır (Dugger, 2010). Hartzler (2000), bütünleşik eğitimin öğrenci başarısı üzerine etkisi üzerine yaptığı meta analizde bütünleşik eğitimin öğrenmeyi güçlendirici etkisini ortaya koymuştur. Hartzler (2000), incelediği 30 çalışmada, bütünleşik öğretim programları ile eğitim gören öğrencilerin performanslarının geleneksel sınıflarda eğitim gören öğrencilerin performanslarından üstün olduğunu ve bütünleşik öğretim programlarının fen ve matematik öğretiminde başarılı olduğu sonuçlarına ulaşmıştır. Ayrıca, öğrencilerin daha iyi problem çözen, yenilikçi, keşfeden, özgüvenli ve teknoloji okuryazarlığına sahip bireyler olmaları bütünleşik FeTeMM eğitiminin kazanımları arasında yer almaktadır (Morrison, 2006).

Disiplinler arası işbirliğini vurgulayan FeTeMM eğitiminde, öğrencilerin işbirliği içinde çalışmaları için olanak sunulması gerekmektedir. Disiplinler arası işbirliği, Jacobs (1989) tarafından 'birden fazla alanın bir problemi (veya projeyi) ele almak için bütünleşik bir şekilde birlikte çalışması' olarak tanımlanmıştır. Capraro, Capraro ve Morgan (2013) proje tabanlı FeTeMM etkinliklerinde öğrencilerin disiplinler arası problemler üzerinde çalışmalarının gerçek hayatta FeTeMM alanlarında çalışan uzmanların işbirliğine benzediğini belirtmektedir. Sonuç olarak, FeTeMM eğitiminin bütünleşik yapısı, etkinlikler bağlamında vurgulanan disiplinler

arası işbirliği ile öğrencilere modellenmektedir. Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler'a (2012) göre, FeTeMM eğitiminde hedef, bireyi gerçek hayattaki bir mühendis, bilim insanı veya teknoloji gibi yetiştirmek ve bireyin bu alanlara ilişkin uygulamaların bulunduğu öğrenme ortamlarında deneyim kazanmasına olanak sağlamaktır. Çünkü içinde bulunduğumuz çağ, artık formülleri ezberleme ve sayıları yerlerine koyma gibi becerilerden daha fazlasını yapabilen bireylere ihtiyaç duymaktadır (Read, 2013). Ayrıca, fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin birbirine benzer doğaları, öğrenme ortamlarının günlük hayattaki gibi bütünsel olarak tasarlanmasını gerektirmektedir (Rockland ve diğerleri, 2010). Bu nedenle, FeTeMM eğitimi yaklaşımı uygulanırken, düz anlatım gibi geleneksel öğrenme yöntemleri yerlerini günlük hayat örnekleri üzerinden problem çözmeye dayalı öğrenme ve proje tabanlı öğrenme yöntemlerine bırakmaktadır (Breiner ve diğerleri, 2012). Bu bakımdan öğretmenler, FeTeMM eğitimi yaklaşımının uygulayıcıları ve öğrenme ortamlarının tasarımcıları olarak anahtar role sahiptirler (Akaygun ve Aslan-Tutak, 2016).

## 1.2. FeTeMM Eğitimi Konusunda Öğretmen Eğitimi

FeTeMM eğitiminin amacına uygun bir şekilde gerçekleştirilebilmesi, öğretmenlerin bu konudaki bilgi, deneyim ve becerileriyle doğrudan ilişkilidir. Bu anlamda, FeTeMM eğitiminin uygulayıcısı olan öğretmen ve öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimini deneyimlemelerine olanak tanıyan pek çok program geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam edilmektedir (Akaygun ve Aslan-Tutak, 2016; Bracey ve Brooks, 2013; Pinnell ve diğerleri, 2013; Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011).

Wang ve diğerleri (2011), öğretmenlerin bütünlük FeTeMM kullanımına ilişkin inançlarını, algılarını ve uygulamalarını daha iyi anlamak adına bir durum çalışması gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışma için seçilmiş olan, FeTeMM disiplinlerinde görev yapmakta olan üç fen, matematik ve mühendislik öğretmeni, bir yıl süreyle bütünlük FeTeMM mesleki gelişim programına katılmışlardır. Araştırmacılar, seçilen okulun teknoloji alt yapısının yetersizliği nedeniyle FeTeMM alanları arasında teknolojinin bütünlük ele alınması en zor alan olduğunu, problem çözme sürecinin FeTeMM alanlarını bütünlükte anahtar role sahip olduğunu, farklı alanlarda bulunan FeTeMM öğretmenlerinin bütünlük FeTeMM'e ilişkin farklı algılarının olduğunu ve bu nedenle uygulamalarda farklılıklar olduğunu ve öğretmenlerin bütünlük FeTeMM hakkında daha çok içerik bilgisine sahip olmaları gerektiğinin farkında olduklarını ortaya koyan sonuçlara ulaşmışlardır.

Üç üniversitenin işbirliği ile gerçekleştirilen diğer bir çalışmada, FeTeMM alanları öğretmenlerinin işbirliği yaparak FeTeMM'in bütünlük yapısını deneyimlemeleri hedeflenmiştir. Bu çalışmada, lise fen ve matematik öğretmenleri bir hafta arayla bir üniversitede gerçekleştirilen 2-günlük FeTeMM eğitimi ve uygulamaları programına katılmışlardır. İlk gün yalnızca öğretmenler, FeTeMM eğitimi uygulamalarını grup çalışmalarlarıyla bir *öğrenen* olarak deneyimlemiş; ikinci gün 4-5 *öğrencileriyle birlikte* katılmış ve tüm okullardan gelen öğrencilerin yer aldığı karma öğrenci gruplarına FeTeMM eğitimi uygulamaları sırasında rehberlik etmişlerdir (Akaygün, Aslan-Tutak, Bayazıt, Demir ve Kesner, 2015). Programın sonunda katılımcı öğretmenler programı değerlendirmişler ve FeTeMM farkındalıklarının ve becerilerinin arttığına ilişkin görüş bildirmişlerdir.

Bu konuda yapılan başka bir çalışmada, Bracey ve Brooks (2013), öğretmen adaylarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına ilişkin kavramları öğretmedeki yeterlik ve becerilerini artırmak amacıyla işbirlikli bir program geliştirmişlerdir. Bu programda, öğretmen adayları FeTeMM alanları uzmanlarının rehberliğinde sorgulama temelli FeTeMM dersleri geliştirmiş ve uygulamışlardır. Araştırmacılar, çalışmanın sonunda öğretmen adaylarının öz-

yeterlikleri, fene karşı ilgi ve tutumlarında gelişme olduğunu belirtmişlerdir. Nadelson, Seifert, Moll ve Coat (2012), öğretmenlerin FeTeMM öğretimindeki yeterliklerini arttırmak, içerik bilgilerini geliştirmek ve öğretimde sorgulamaya dayalı öğretim yöntemlerinin kullanımını çoğaltmak amacıyla 4-günlük bir yaz programı tasarlamışlardır. Nadelson ve diğerleri (2012), 4-9. sınıf seviyelerinde çalışmakta olan toplam 230 öğretmenin katıldığı programın sonunda, katılımcı öğretmenlerin, FeTeMM öğretim yeterliliklerine ilişkin algıları, sorgulama temelli uygulamaları ve FeTeMM öğretimine ilişkin kendilerini rahat hissetmeleri arasında olumlu ilişkiler bulunduğunu belirtmişlerdir.

Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimine ilişkin bilgi ve becerilerinin geliştirilmesini amaçlayan diğer bir çalışma, Pinnell ve diğerleri (2013) tarafından gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin mühendislik ve tasarım bilgilerini arttırmaya yönelik geliştirilen 6-haftalık programa, 10 öğretmen ve 5 öğretmen adayı katılmıştır. Katılımcılar, öğretim programı geliştirme, sorgulama temelli öğrenme ve FeTeMM eğitiminin kavramsal çerçevesi ile ilgili atölye çalışmaları ve etkinliklerde yer almışlardır. Ardından, mühendislik fakültesinde okuyan bir mühendis adayı, mühendislik fakültesinden bir öğretim elemanı ve sektörde çalışan bir mühendis ile birlikte çalışmışlardır. Program çıktılarını değerlendiren araştırmacılar, katılımcı öğretmenlerin FeTeMM becerilerini geliştirdiklerini ve okullarında FeTeMM eğitiminin uygulanmasına liderlik ederek becerilerini geliştirmeye devam ettiklerini belirtmişlerdir.

Başka bir çalışmada, FeTeMM eğitimi ve mühendislik uygulamaları, öğretmen eğitimindeki fen bilgisi laboratuvar derslerine entegre edilmiş ve etkileri incelenmiştir (Yıldırım ve Altun, 2015). Araştırmaya, bir üniversitenin 3. sınıfında okuyan 83 fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Deneysel bir çalışma olan bu çalışmada dersler, deney grubunda FeTeMM eğitimi ve mühendislik uygulamalarına göre işlenirken, kontrol grubunda geleneksel yöntem ile devam etmiştir. Uygulamanın sonucunda FeTeMM eğitimi ve mühendislik uygulamalarının yer aldığı deney grubu lehine öğrenci başarılarında anlamlı bir fark bulunmuştur. Öğretmen adayları için tasarım temelli fen eğitimi uygulaması geliştiren Bozkurt Altan, Yamak ve Buluş Kırıkkaya (2016), öğretmen adaylarının bu uygulama hakkındaki görüşlerini incelemişlerdir. Öğretmen adaylarının tasarım temelli fen eğitiminin motive edici ve sorgulamaya dayalı öğretimi güçlendirici olduğunu belirttiklerini vurgulamışlardır. Çınar, Pırasa, Uzun ve Erenler (2016) de yine fen bilgisi öğretmen adayları ile yürüttükleri FeTeMM yaklaşımı odaklı çalışmalarında katılımcıların FeTeMM eğitime katılmadan önce doğa bilimlerini sadece matematik ile ilişkilendirdiklerini, eğitimden sonra ise doğa bilimleri öğretiminde matematiğin yanı sıra teknoloji ve mühendisliği de kullanmayı düşündüklerinin altını çizmişlerdir.

Son yıllarda yürütülen FeTeMM eğitiminin öğretmen eğitimine dâhil edilmesine yönelik uygulamalar artarken, pek çok FeTeMM eğitimi çalışmasında katılımcı öğretmen ya da öğretmen adaylarının aynı branştan (çoğunlukla fen bilgisi) olduğu görülmektedir (Bozkurt Altan, Yamak ve Buluş Kırıkkaya, 2016; Çınar, Pırasa, Uzun ve Erenler, 2016). Oysa Çorlu ve Robert (2014), farklı branşlardan öğretmen adaylarının bir arada eğitim aldığı bütünsel öğretmen eğitimi programlarından mezun olan öğretmen adaylarının FeTeMM'i daha bütünsel anladıklarını belirtmişlerdir. Diğer açıdan, Becker ve Park (2011) yürüttükleri meta analiz çalışmalarında, bütünsel FeTeMM eğitimi yaklaşımının öğrenme üzerinde olumlu etkisi olduğunu açıklamışlardır. Bu konuyu, STEM Eğitimi Türkiye Raporu'nda ele alan Akgündüz ve diğerleri (2015) öğretmen eğitimi öğretim programlarının disiplinler arası yaklaşımlar benimsenerek yeniden düzenlenmesinin ve etkili bir FeTeMM eğitimi için öğretmen adaylarının mühendislik, fen-edebiyat, teknoloji fakültelerinden de eğitim almalarının önünün açılmasının önemli olduğunu vurgulamışlardır. Bu bakımdan, bu çalışmada, kimya ve matematik öğretmen, mevcut lisans eğitimleri sırasında, FeTeMM eğitimi yaklaşımı doğrultusunda

geliştirilen uygulamalara katılarak birlikte çalışmalar yürütmüş olmaları bu çalışmayı diğerlerinden ayıran özgün değeridir.

2001'den bu yana FeTeMM eğitimi araştırmalarının sayısı giderek artmakta (Breiner ve diğerleri, 2012), FeTeMM eğitiminin uygulayıcıları olan öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi konusunda daha donanımlı bireyler olmaları için üniversitelerin eğitim fakültelerinde FeTeMM eğitimi ile ilgili yapılan çalışmaların artırılmasının gerekliliği önem kazanmaktadır (Akaygun ve Aslan-Tutak, 2016; Akgündüz ve diğerleri, 2015). Bu çalışmada, öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimine ilişkin bilgi ve becerileri arttırmak üzere geliştirilen bir programın geliştirilme sürecine dair bilgi vermek ve uygulama sonuçlarına ilişkin bulguları ortaya koymayı amaçlanmıştır.

### 1.3. Araştırmanın Problemi

Mevcut öğretmen eğitimi öğretim programlarında FeTeMM eğitimi yaklaşımına yönelik dersler bulunmamaktadır. Oysa, günümüzde 21. yüzyıl fen bilimleri ve matematik öğretmenlerinin FeTeMM eğitimi yaklaşımı konusunda eğitim almış, yetkin öğretmenler olmaları önem taşımaktadır. Bu durum, öğretmen eğitimi programlarının FeTeMM eğitimi yaklaşımının bağlamında güncellenmesini ve FeTeMM eğitiminin programlara entegre edilmesini gerektirmektedir. Çalışmanın, bu amaçla, ihtiyaca yönelik olarak atılan küçük bir adım olduğu söylenebilir.

Çalışmada, araştırmacılar tarafından kimya ve matematik öğretmen adayları için FeTeMM eğitimi yaklaşımı doğrultusunda 6 haftalık modül geliştirilmiş ve etkileri incelenmiştir. Bu makalede aşağıdaki araştırma soruları incelenmektedir:

1. Son sınıf kimya ve matematik öğretmen adaylarının İşbirlikli FeTeMM eğitimi uygulamasına katılmadan önce ve katıldıktan sonraki FeTeMM eğitimi tanımları nelerdir?
2. Son sınıf kimya ve matematik öğretmen adaylarının İşbirlikli FeTeMM eğitimi uygulamasına katılmadan önce ve katıldıktan sonraki FeTeMM eğitimi tanımlarında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Son sınıf kimya ve matematik öğretmen adaylarının İşbirlikli FeTeMM eğitimi uygulamasına katılmadan önce ve katıldıktan sonraki,
  - a. FeTeMM eğitimi yöntemleri hakkındaki görüşleri nelerdir?
  - b. FeTeMM eğitimi için öğretmen eğitimi hakkındaki görüşleri nelerdir?
  - c. Kendi gelişimleri için ihtiyaç duydukları destekler hakkındaki görüşleri nelerdir?

## 2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmacılar tarafından geliştirilen İşbirlikli FeTeMM Eğitimi Modülü'nün (İFEM) içeriği, çalışmanın deseni, örnekleme, veri toplama ve analiz süreçleri ele alınmıştır.

### 2.1. İşbirlikli Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (FeTeMM) Eğitimi Modülü (İFEM)

Capraro, Capraro ve Morgan (2013) FeTeMM etkinliklerinde öğrencilerin disiplinler arası problemler üzerinde çalışmalarının gerçek hayatta FeTeMM alanlarında çalışan uzmanların işbirliğine benzediğini belirtmiştir. FeTeMM Eğitimi yaklaşımındaki temel unsurlardan birisinin bu alanların bütünlük bir yapıda ele alınması ve disiplinler arası

çalışmanın modellenmesi olduğu söylenebilir. Diğer bir temel unsur ise FeTeMM eğitimi yaklaşımında gerçekçi günlük hayat durumlarını çalışmak, problem çözmektir. Bu yaklaşımın temel özellikleri göz önünde bulundurularak fen (kimya) ve matematik öğretmen adayları için İşbirlikli FeTeMM Eğitimi Modülü (İFEM) geliştirilmiştir. Araştırmacılar tarafından geliştirilen, iki aşamadan oluşan İşbirlikli FeTeMM Eğitimi Modülünün (İFEM) ilk bölümünde, katılımcılar en az bir kimya ve en az bir matematik öğretmen adayından oluşan 3-4 kişilik gruplar halinde 4 hafta boyunca sınıf içi ve dışı etkinliklere katılmışlardır. Kullanılan etkinlikler grup üyelerinin disiplinler arası çalışmalarını gerektirecek şekilde seçilmiş, böylece grup içinde üyelerin kendi alanlarının uzmanı gibi çalışmaları hedeflenmiştir. İFEM'deki *işbirliği* kelimesi, alanların işbirliği yaparak (disiplinler arası) çalışmalarını vurgulamaktadır. İFEM'in ikinci aşamasında, katılımcılar grup olarak bir FeTeMM projesi geliştirip, projelerini İFEM sergisinde sunmuş ve diğer grupların sunularını dinlemişlerdir. Sergide katılımcılar diledikleri grupların projelerini FeTeMM eğitimi açısından değerlendirerek sınıf arkadaşlarına geri bildirimde bulunmuşlardır. İFEM'in gelişimi sırasında ve uygulamalar esnasında FeTeMM eğitimi alanında uzman akademisyenlerin görüşlerine başvurulmuştur. Bu araştırmada kullanılan ölçeklerin uygunluğu ve tüm İFEM sürecinin değerlendirmesinin yanı sıra, Yenebilir Araba etkinliği uygulamasında bir FeTeMM Eğitimi uzmanı da araştırmacılara katılmıştır. Öğretmen adayları için hazırlanan İFEM'in dört haftalık içeriği şöyledir:

**Başlangıç:** *FeTeMM Farkındalığı Anketi*'nin verilmesi ve grupların oluşturulması.

**1. Hafta:** FeTeMM eğitime giriş yapılan ilk haftada, öğretmen adaylarından derse gelmeden önce, Dugger (2010) ve Laboy-Rush (2011)'un makalelerini okumaları istenir. Derste, grup halinde bu makaleler ışığında, FeTeMM eğitiminin ne olduğunu, nasıl yapılabileceğini, yöntemlerini ve faydalarını tartışmaları beklenir. Grup halinde, bir A2 kâğıdına FeTeMM konulu bir poster hazırlamaları istenir. Hazırlanan posterler sınıfta uygun yerlere yerleştirilerek tüm katılımcıların posterleri görmesi sağlanır. Daha sonra, FeTeMM eğitimi üzerine sınıf tartışması yürütülür. Bir sonraki hafta için FeTeMM eğitimi üzerine bir yansıtma yazmaları istenir. Dersin sonunda, bir sonraki hafta, grup halinde ders dışında yürütecekleri *Okyanusların Rengi* isimli etkinlik ile ilgili bilgi verilir.

***Okyanusların Rengi Etkinliği:*** Orijinali *Project Oceanography* (Project Oceanography, 1999) kapsamında geliştirilmiş olan bu etkinlik, içerdiği fotosentez, derişim ve ışık gibi temel biyoloji, kimya ve fizik kavramları üzerinden okyanus bilim öğretimine giriş yapılmasını hedeflemektedir. Okyanusların Rengi etkinliği, İFEM'de kullanılmak üzere araştırmacılar tarafından yeniden düzenlenmiş; matematiksel modelleme, mühendislik süreçleri ve teknoloji entegrasyonu eklenerek, FeTeMM etkinliği haline getirilmiştir. Bu etkinlikte, öğretmen adaylarından okyanusların rengine etki eden faktörleri gösteren bir model oluşturmaları istenir. Bu bağlamda öncelikle bu konuda kendilerine fikir verebilecek bazı kaynakların QR kodlarını içeren çalışma kâğıtları verilir. Kaynaklardan bazıları aşağıda verilmiştir:

*Okyanusların Rengi* konusunda yararlanılabilecek kaynaklar:

1. Suyun Optik Özellikleri  
<http://www.serc.si.edu/labs/phytoplankton/primer/hydrops.aspx>
2. NASA'nın Okyanusların Rengi ile ilgili Sitesi  
<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>
3. Okyanusların Rengi Animasyonu  
<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS/HTML/SeaWiFS.BiosphereAnimation.html>
4. Okyanusların Rengi Araştırmaları  
[http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/DOCS/Presentations/werdell\\_nio\\_color\\_overview.pdf](http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/DOCS/Presentations/werdell_nio_color_overview.pdf)
5. Sanal Kimya Laboratuvarı (Spektrofotometre nasıl çalışır?)  
<http://lsteam.org/iet/spectrophotometer/index.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=pxC6F7bK8CU>

Öğretmen adaylarından, bir hafta boyunca kendi belirledikleri zamanlarda grup olarak buluşarak bu etkinliği tamamlamaları istenir. Bu etkinliğin ders dışı etkinlik olarak verilmesinin amacı, öğretmen adaylarının, grup içi dinamiklerini güçlendirmek üzere birlikte çalışmalarının teşvik edilmesidir. Böylece, öğretmen adaylarının kendilerine uygun zamanları ve yöntemleri belirleyerek, amaçlarına ulaşmak üzere grup çalışması yapma deneyimi kazanabilecekleri düşünülmüştür.

**2. Hafta:** Derse gelmeden önce gruptan *Okyanusların Rengi* isimli etkinlik ile ilgili modellerini teslim etmeleri ve ders esnasında modellerini sınıfa sunmaları istenir. Sınıf tartışması ile *Okyanusların Rengi* etkinliğinin içerisine fen, teknoloji, matematik ve mühendisliğin nasıl entegre edildiği, modellemenin önemi, farklılıkları ve sınırlılıkları; ayrıca bu etkinlik ile FeTeMM eğitiminin nasıl verilebileceği irdelenir. Daha sonra, FeTeMM eğitimi özelinde, grup çalışmalarının amacı ve farklı branşlardan öğretmenlerin bir arada çalışmasının önemi, avantajları ve dezavantajları üzerine sınıf tartışması yapılır. Son olarak, öğretmen adaylarından *Okyanusların Rengi* etkinliği bağlamında FeTeMM Eğitimi üzerine yansıtma yazmaları istenir.

**3. Hafta:** *Yenebilir Arabalar* (Perez, Gibson, Opsal ve Lynch, 2011), etkinliği ders sırasında grup çalışması yapılarak gerçekleştirilmiştir. Yenebilir Arabalar etkinliği, Amerika Birleşik Devletleri'nde, Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation) tarafından desteklenmiş, Ulusal Mühendislik Haftası boyunca Illinois Valley Community College'da farklı yaş grubundaki öğrencilere uygulanmakta olan bir etkinliktir. Bu etkinliğin İFEM'e dahil edilmesinin amacı öğretmen adaylarının verilen sınırlı kaynakları kullanarak, temel fen ve matematik bilgileri ışığında, mühendislik ve teknolojinin entegre edildiği bir süreci deneyimlemeleridir. Öncelikle, öğretmen adaylarına etkinlik için sınıfa getirilen yiyecekleri (bisküvi, meyve, kraker vb.) kullanarak, sadece yenebilir malzemelerden oluşan, 1 metrelik düz bir zeminde yokuş aşağı bırakıldığında kendiliğinden ilerleyebilen bir araba tasarlayarak oluşturmalarının beklendiği söylenir. Öğretmen adaylarından, önce malzemelerin neler olduğunu incelemeleri, kâğıt üzerinde arabalarını tasarlamaları ve arabalarını oluşturmaları beklenir. Şekil 1'de bu etkinlik sırasında oluşturulmuş arabalara örnekler görülmektedir.

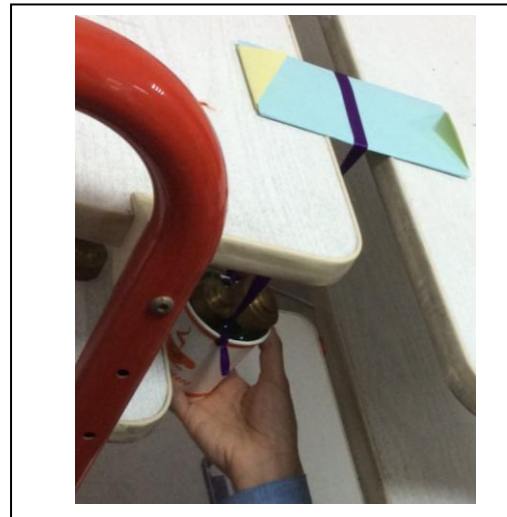


**Şekil 1.** Yenebilir Arabalar etkinliğinde tasarlanmış araba modelleri



Etkinlik sırasında öğretmen adayları cevapladıkları sorular ile bu etkinliğin içerisine fen, teknoloji, matematik ve mühendisliğin nasıl entegre edildiğini, karşılaştıkları zorlukları ve bu zorluklar karşısında nasıl çözümler ürettiklerini; ayrıca bu etkinlik ile FeTeMM eğitiminin nasıl verilebileceğini tartıştılar. Etkinlik sonunda sınıf tartışması ile etkinliğin FeTeMM eğitimi açısından incelemesi yapılır. Son olarak, öğretmen adaylarından Yenebilir Arabalar etkinliği bağlamında FeTeMM Eğitimi üzerine yansıtma yazmaları istenir.

**4. Hafta:** Sınıf içi etkinlik olarak uygulanan *Nanoteknoloji ve Origami* (Science Buddies Staff, 2015) etkinliği, maddelerin yapısının kağıt katlama yönteminden yararlanarak modellenmesi esasına dayanmaktadır. Araştırmacılar tarafından FeTeMM etkinliği haline dönüştürülen etkinliğin amacı, kimyanın temel kavramlarından biri olan allotrop kavramını, nanoteknoloji uygulamaları ve geometri bilgileri ile birleştirerek mühendislik ve teknolojinin nasıl entegre edildiğinin bu FeTeMM etkinliği bağlamında görünebilir hale getirilmesidir. Bu etkinlik için öğretmen adaylarına 10 adet 25 x 25 cm ebadında renkli origami kâğıtları, kâğıt bardak, 60 cm uzunluğunda kurdele ve çeşitli kütleler sunulur. Öğretmen adaylarından nanoteknoloji uygulamalarını düşünerek deforme olmadan en fazla ağırlık taşıyabilen bir köprü tasarımları ve origami kâğıtlarını kullanarak köprüyü oluşturmaları istenir. Daha sonra öğretmen adaylarından ilk köprülerini denemeleri ve denedikten sonra gerekli değişiklikleri yaparak ikinci tasarımlarını oluşturmaları ve köprülerini yeniden inşa etmeleri söylenir. Etkinlik sırasında öğretmen adaylarına konu üzerinde düşünecekleri bir çalışma kâğıdı verilir. Etkinlik boyunca öğretmen adaylarından bu etkinliğe fen, teknoloji, matematik ve mühendisliğin nasıl entegre edildiğini, karşılaştıkları zorlukları ve bu zorluklar karşısında nasıl çözümler ürettiklerini; yine bu etkinlik ile FeTeMM eğitiminin nasıl verilebileceğini irdelemeleri beklenir. Etkinlik sonunda sınıf tartışması yapılır ve öğretmen adaylarından bu etkinlik bağlamında FeTeMM Eğitimi üzerine yansıtma yazmaları istenir. Şekil 2'de Nanoteknoloji ve Origami etkinliğinde oluşturulmuş köprü modellerine örnekler görülmektedir. Ayrıca, İFEM'in son haftasında, öğretmen adaylarına iki hafta içerisinde grup olarak bir FeTeMM etkinliği tasarımları ve çalışma kâğıtları ile birlikte bu etkinliği geliştirmeleri söylenir. İki haftanın sonunda öğretmen adaylarının etkinliklerini birbirlerine sunacakları, değerlendirme ve tartışma yapacakları *FeTeMM Etkinlikleri Sergisi* olacağı duyurulur.



**Şekil 2.** Nanoteknoloji ve Origami etkinliğinde oluşturulmuş köprü modelleri

**Kapanış:** İFEM'in bu son bölümünde, öğretmen adaylarından grup olarak geliştirdikleri etkinlikleri *FeTeMM Etkinlikleri Sergisi*'nde sunmaları ve birbirlerinin etkinliklerini



değerlendirmeleri istenir. Sergi sonunda, sınıf tartışması yapılarak, geliştirilen etkinlikler bağlamında FeTeMM Eğitimi irdelenir ve öğretmen adaylarından FeTeMM Eğitimi ve etkinlik geliştirme süreçleri üzerine yansıtma yazmaları istenir. Son olarak, öğretmen adaylarına yeniden *FeTeMM Farkındalığı Anketi* verilir ve İFEM boyunca oluşan FeTeMM ile ilgili bilgilerin görselleştirilmesi amacıyla grup olarak FeTeMM konulu poster hazırlamaları istenir. İFEM sürecini gösteren Belirtke Tablosu Tablo 1’de görülmektedir. Sonuç olarak, İFEM, sadece FeTeMM etkinliklerinden oluşmayıp öğretmen adaylarının okudukları makaleler, grup ve sınıf- içi tartışmalar, bütünleşik yapıdaki FeTeMM etkinlikleri, işbirlikli çalışma ile oluşturulan sergi ve onların değerlendirmelerini kapsamaktadır. Ayrıca, her etkinliğin sonunda yapılan tartışmalar ile FeTeMM’in bütünleşik yapısı detaylıca irdelenerek FeTeMM eğitimi yaklaşımının doğasının pekiştirilmesi hedeflenmiştir.

**Tablo 1: İFEM sürecini gösteren belirtke tablosu**

Zaman	Uygulama	Amaç
<b>Başlangıç</b>	<i>FeTeMM Farkındalığı Anketi</i> ’nin verilmesi	FeTeMM ön bilgilerinin saptanmasıdır.
	Grupların oluşturulması	Ön hazırlığın yapılmasıdır.
	Dugger (2010) ve Laboy-Rush (2011) makalelerinin okunması	Alan yazından birkaç örnek vererek ve sınıf tartışması yaparak FeTeMM Eğitime giriş yapılmasıdır.
	FeTeMM konulu poster hazırlanması	İFEM’in başında FeTeMM ile ilgili ilk bilgilerin görselleştirilmesidir.
<b>1. Hafta</b>	<i>Okyanusların Rengi Etkinliği</i> ’nin duyurulması	Etkinliğin amacı okyanusların rengine etki eden faktörler ile ilgili bir model oluşturulmasıdır. Etkinliğin sınıf dışında öğretmen adaylarından kendi belirledikleri zamanlarda grup olarak buluşarak tamamlattırılmasının amacı, grup çalışması yapma deneyimi kazanmalarıdır.
<b>2. Hafta</b>	<i>Okyanusların Rengi Etkinliği Modellerinin Teslimi, Grup Sunuları ve Tartışma</i>	Etkinliğin sınıfta sunulması ve sınıfta tartışma yapılmasının amacı etkinliğin içerisine fen, teknoloji, matematik ve mühendisliğin nasıl entegre edildiği, modellemenin önemi, farklılıkları, sınırlılıkları ve bu etkinlik ile FeTeMM eğitiminin nasıl verilebileceğinin irdelenmesidir.
<b>3. Hafta</b>	<i>Yenebilir Arabalar Etkinliği</i>	Bu etkinliğin amacı öğrencilerin verilen sınırlı kaynakları kullanarak, temel fen ve matematik bilgileri ışığında, mühendislik ve teknolojinin entegre edildiği bir süreci yaşamalarıdır.
<b>4. Hafta</b>	<i>Nanoteknoloji ve Origami Etkinliği</i>	Bu etkinliğin amacı kimyanın temel kavramlarından biri olan allotrop kavramını nanoteknoloji uygulamaları ve geometri bilgileri ile birleştirerek mühendislik ve teknolojinin entegrasyonun görünebilir hale getirilmesidir.
	<i>FeTeMM Etkinlikleri Sergisi</i> ’nin duyurulması	FeTeMM Etkinlikleri Sergisi hakkında bilgi verilmesidir.
<b>Kapanış</b>	<i>FeTeMM Etkinlikleri Sergisi</i>	FeTeMM Etkinlikleri Sergisi’nin amacı Öğretmen adaylarının grup olarak bir FeTeMM etkinliği tasarlamaları ve değerlendirme yaparak bu süreci deneyimlemeleridir.
	<i>FeTeMM Farkındalığı Anketi</i> ’nin verilmesi	FeTeMM son bilgilerinin saptanmasıdır.
	FeTeMM konulu poster hazırlanması	İFEM boyunca oluşan FeTeMM ile ilgili bilgilerin görselleştirilmesidir.

## 2.2. Araştırma Deseni

Araştırmada, nicel yarı-deneysel araştırma yöntemlerinden, Tek Grup *Öntest-Sontest Deseni* (Gay, Mills, ve Airasian, 2014) kullanılmıştır. Katılımcıların FeTeMM farkındalıklarını bireysel farklılıklarını gözetererek inceleyebilmek amacıyla nicel olarak analiz edilmek üzere 8

açık-uçlu sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Katılımcıların bu ankete verdikleri cevaplar vasıtasıyla FeTeMM Eğitimi yaklaşımı doğrultusunda geliştirilmiş bir örnek uygulama olan İFEM'in öğretmen adayları üzerine etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir.

### 2.3. Örneklem

Araştırma, İstanbul'da yer alan orta büyüklükteki bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi'nin, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü'nde son sınıfta okumakta olan, kimya (N=22) ve matematik öğretmen adayları (N=26) ile yürütülmüştür. Bu üniversitede, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü'nde 5 yıl öğretim veren Fizik Öğretmenliği, Kimya Öğretmenliği ve Matematik Öğretmenliği Lisansla Birleştirilmiş Tezsiz Yüksek Lisans Programları yer almaktadır. Bu programlarda okuyan öğrenciler, ilk üç yıl boyunca kendi alan derslerini (kimya, matematik), Fen-Edebiyat Fakültesi'nden, eğitim derslerini de (örneğin, eğitim psikolojisi) Eğitim Fakültesi, Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık Bölümü'nden almaktadırlar. Dördüncü ve beşinci yıllarda alan eğitimi derslerini, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü'nden almaktadırlar. İlk dört yıl, öğretmen adayları derslerini diğer programlardaki (İngilizce Öğretmenliği, Kimya, Fizik Öğretmenliği vb.) öğrenciler ile birlikte alırken, son sınıfta, kendi alanlarına özgü olan, alan eğitimi derslerini (örneğin, Özel Öğretim Yöntemleri) sadece kendi programlarındaki öğrenciler ile birlikte almaktadırlar.

Araştırmanın örnekleme, *amaçlı örneklem* (Baki ve Gökçek, 2012) yöntemi ile belirlenmiştir. Amaçlı olarak seçilen örneklem, bu üniversitedeki ortaöğretim bölümü öğrencilerinin bir arada çalışmaya yatkın olmaları nedeni ile seçilmiştir. Çorlu ve Robert'in (2014) çalışmasında farklı branşlardan öğretmen adaylarının bir arada eğitim aldıkları zaman FeTeMM'i daha bütünsel anladıklarını ortaya çıkmıştır. Hazırlanan İFEM'in uygulanabilmesi için de amaçlı örneklem oluşturularak katılımcıların en azından daha önce başka alandaki öğretmen adayları ile ders almış, etkileşimde bulunmuş olması düşünülmüştür. İFEM'in öğretmen adayları üzerindeki etkisinin araştırılması amacıyla, 2015-2016 akademik yılının Güz döneminde son sınıfta bulunan ve araştırmacılar tarafından verilen kimya ve matematik özel öğretim yöntemleri derslerine kayıtlı olan kimya (N=22) ve matematik öğretmen adayları (N=26) ile yürütülmüştür. Tüm öğretmen adaylarının % 75'i kadın, % 25'i erkek; branş bazında kimya öğretmen adaylarının % 77'si, matematik öğretmen adaylarının % 73'ü kadındır.

### 2.4. Süreç

Araştırmacılar tarafından geliştirilen ve iki aşamadan oluşan İFEM uygulaması, kimya ve matematik özel öğretim yöntemleri derslerinde haftada 2 saat olacak şekilde uygulanmıştır. İFEM uygulamasının öncesinde öğretmen adayları sekiz adet açık-uçlu sorudan oluşan *FeTeMM Farkındalığı Anketi*'ni doldurmuştur. Ardından, öğretmen adaylarının kendi seçimleri ile belirledikleri 16 grup oluşturulmuş ve öğretmen adaylarına çalışma boyunca aynı gruplarda çalışacakları söylenmiştir. Uygulama süreci Bölüm 2.1.'de detaylıca açıklanan İFEM'in tamamlanmasının ardından öğretmen adayları *FeTeMM Farkındalığı Anketi*'ni yeniden cevaplamışlardır. Bu makalede İFEM sürecinin başında ve sonunda katılımcıların FeTeMM eğitimi tanımı ve bu konudaki öğretmen eğitimine yönelik cevaplarına yoğunlaşmıştır. Çalışma öncesinde etik kurulundan alınan izin ile çalışmanın etik açıdan uygun olduğu raporlanmıştır. Ayrıca tüm katılımcılar araştırmaya gönüllü olarak katılmışlardır.

## 2.5. Veri Toplama Araçları

Nicel araştırmalarda katılımcıların bir durum hakkındaki davranışlarını tarafsızca ölçmek amacıyla açık-uçlu sorular içeren anketler de kullanılmaktadır (Williams, 2011). Bu amaçla, çalışmada, araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olan açık-uçlu sorulardan oluşan *FeTeMM Farkındalığı Anketi* kullanılmıştır. Hazırlanan anket, FeTeMM alanında çalışmalar yapan bir uzman ve kimya eğitimi alanında çalışan bir uzman tarafından incelenmiştir. Uzmanların görüşleri soruların araştırmanın amacına uygun olduğu yönünde olup sadece bazı sorularda ifade değişikliklerine gidilerek kapsam geçerliği (Tekin, 1977) sağlanmıştır. Ankette, katılımcıların teorik çerçevedeki kavramsallaştırmalarını ve pratik uygulamalara yönelik algılarını değerlendirmek amacıyla sekiz soru sorulmuştur. Bu makalede paylaşılan sonuçlarda, ankette yer alan FeTeMM eğitimi tanımına ve FeTeMM alanında öğretmen eğitimine yönelik olarak sorulan sorular incelenmiştir. Anketteki diğer dört soru liselerde yapılmakta olan uygulamalara yönelik olup bu makale kapsamında ele alınmamıştır. Bu çalışmanın, yarı-deneysel bir araştırma olması nedeni ile katılımcılara ön test ve son testte aynı sorular yöneltilerek uygulanan İFEM eğitiminin etkisi incelenmiştir. Yarı-deneysel çalışmanın doğası gereği, katılımcılara İFEM'e katılmadan önce sahip olmuş olabilecekleri bilgi ve görüşler de sorulmuştur. Katılımcıların FeTeMM eğitimi konusunda sınırlı bilgi ve deneyime sahip olabilecekleri düşünülmüş olsa da yarı-deneysel çalışmanın doğasını korumak adına bu sorular ön-testte de katılımcılara yöneltilmiştir. Sonuç olarak, bu makalede katılımcıların aşağıdaki dört soruya verdikleri cevaplar incelenmiştir. Sorular ve sorulma amaçları aşağıdaki Tablo 2'de özetlenmiştir.

**Tablo 2: FeTeMM Farkındalığı Anketi'nde sorulan dört soru ve sorulma amaçları**

Soru	Sorulma Amacı
i. FeTeMM Eğitimi nedir?	FeTeMM eğitimini nasıl tanımladıklarının incelenmesi
ii. FeTeMM Eğitimi için sizce en etkili yöntem(ler) nelerdir? Açıklayınız.	FeTeMM eğitimi ile hangi öğretim yöntemlerini ilişkilendirdiklerinin incelenmesi
iii. FeTeMM alanlarındaki öğretmenlerin etkililiğini artırmak için neler gerekli olurdu? Öğretmenlerin disiplinler arası etkinlikleri uygulamaya hazır olmaları için ne gibi kaynaklar yardımcı olurdu?	FeTeMM farkındalıklarının derinlemesine incelenmesi
iv. FeTeMM öğretimi konusundaki becerinizi geliştirmek için ne çeşit destek almak isterdiniz?	FeTeMM konusunda almış oldukları eğitimi nasıl devam ettirmek istedikleri ve kendilerini ne yönde geliştirmeye ihtiyaç duyduklarının incelenmesi

## 2.6. Veri Analiz Yöntemleri

Öncelikle, betimsel analiz yapılması amacıyla, katılımcıların FeTeMM Farkındalığı Anketindeki açık uçlu sorulara vermiş oldukları cevaplar içerik analizi teknikleri kullanılarak veri indirilmesi ile analiz edilmiştir. Araştırmadaki amaç, nicel analiz öncesinde verinin indirilmesi ve katılımcıların cevaplarının ön ve son testte nicel olarak karşılaştırılmasıdır. Katılımcı cevapları, açık kodlama yapılarak kodlanmış, ardından veri indirme amacı ile bu kodlardan nicel analizde kullanılacak kodlar oluşturulmuştur. Daha sonra, işlenmemiş ham veriye geri dönülerek, her katılımcının cevabına bir veya daha fazla kod atanmıştır. Birden fazla ifade içeren cevaplar birden fazla kod kullanılarak analiz edilmiştir. Bu bağlamda İFEM öncesi ve sonrasındaki cevaplar karşılaştırılmıştır. Dört soru için kullanılan tüm kodlar 'Bulgular' bölümünde yer alan Tablo 3'de verilmiştir. Katılımcıların, FeTeMM eğitimi konusundaki öğretmen eğitimi (iii. soru) ve kendi eğitimleri için gerekli gördükleri destek (iv. soru) için verdikleri cevapların da karşılaştırılabilmesi için aynı kodlar kullanılmıştır. Veriler her iki araştırmacı tarafından da kodlanmış ve kodlamada uyumsuzluk olması durumunda

üzerinde konuşularak tüm kodlarda fikir birliğine ulaşılmıştır. Bu şekilde kodlayıcılar arası güvenilirlik (Orwin ve Vevea, 2009) sağlanmıştır.

FeTeMM eğitimi tanımı için verilen cevaplarda kullanılan kodlar FeTeMM eğitiminin bütünlük doğasını yansıtmaları bakımından sıralı bir yapıdadır. “İlgi Çekme Amaçlı Öğretim” kodu kullanılan katılımcı cevaplarında, FeTeMM’in sadece öğrencilerin dikkatini çekmek veya öğrenmeyi ilginç kılmak için kullanılması ele alınırken, “Kapsamlı Öğretim” kodunda alanların ayrı bir şekilde ama daha kapsamlı öğretilmesi ele alınmıştır. Bu iki kodda öğretmen adayları FeTeMM’in doğasındaki bütünlük yapıdan bahsetmemişlerdir. Sonraki iki kodda da, “Alanların Bir Arada Öğretilmesi” ile farklı alanların bütünlük yapıya ulaşmadan ayrı ama ilişkili öğretilmesi açıklanmaktadır. FeTeMM’in bütünlük yapısını ele alan ve bu şekilde öğretilmesini belirten katılımcı cevapları “Alanların Bütünlük Öğretilmesi” olarak kodlanmıştır. Kodlar arasında FeTeMM eğitiminin bütünlük doğası açısından sıralı bir yapı bulunmaktadır. Başka bir deyişle, FeTeMM eğitimi yaklaşımının bütünlük yapısını anlamlandırmaları sıralandığında, “İlgi Çekme Amaçlı Öğretim” kodu en alt sırada yer alırken, “Kapsamlı Öğretim” kodu onun bir üstünde, “Alanların Bir Arada Öğretilmesi” kodu bir üstte, “Alanların Bütünlük Öğretilmesi” kodu ise en üst sırada yer almaktadır. Bu nedenle, ön ve son testlerdeki değişim sıralı verinin analizi için kullanılan, parametrik olmayan testlerden Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi ile çıkarımsal olarak analiz edilmiştir. Bu aşamada Wilcoxon İşaretili Sıralar Testinin, kullanılmasının nedeni, sıralı veri (ordinal) olarak ölçülen ön test ve son test ile elde edilen eşleştirilmiş gözlemleri karşılaştırmaktır (Rosner, ve diğerleri., 2006). Katılımcıların diğer üç soruya vermiş oldukları cevaplar ise frekans hesapları ile betimsel olarak analiz edilmiştir.

### 3. BULGULAR

Öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi tanımı, yöntemi, öğretmen eğitimi ve kendileri için ihtiyaç duydukları destek üzerine yöneltilen sorulara verdikleri cevapların analiz sonucunda Tablo 3’deki kodlar oluşturulmuştur.

**Tablo 3: Veri analizinde kullanılan kodlar**

FeTeMM Eğitimi Tanımı	FeTeMM Eğitimi Yöntemi	FeTeMM Öğretmen Eğitimi FeTeMM Eğitimi Desteği
İlgi Çekme Amaçlı Öğretim	İşbirliği	Zaman
Kapsamlı Öğretim	Grup Çalışması	Fiziksel Kaynaklar
Alanların Bir Arada Öğretilmesi	Alanlar arası Bağlantı Kurma	Müfredat Değişikliği
Tema dışı	Araştırma	Kaynak Materyal
	Teknoloji Kullanımı	Deneyim Paylaşımı
	Proje Yapma	Örnek Proje Gözlemi
	Modelleme	Bilinçlendirme
	Deney	Araştırmaya / Çalışmaya Katılım
	Uygulama	Seminer/Konferans/Eğitim
	Etkinlik Yapma / Örnek Verme	Birlikte Çalışma
	Mühendislik Süreci / Ürün	Bilgilenmek

#### 3.1. FeTeMM Eğitimi Tanımı

Öğretmen adaylarının (N=48) FeTeMM eğitimi için vermiş oldukları tanımlar Tablo 3’de sunulan dört kod kullanılarak frekans hesaplamaları ile betimsel, Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi ile çıkarımsal olarak analiz edilmiştir. Tablo 4’de kodların ön ve son testlerdeki frekans değerleri; Şekil 3’te ise grafiği verilmiştir. FeTeMM Eğitimi Tanımı ile ilgili oluşturulan kodlar için katılımcı cevaplarına örnekler şöyledir:

“Tahminim, öğrencilerin ilgisini çeken eğitim” (ön test, İlgi Çekme Amaçlı Öğretim),  
 “Matematiğin, fen, teknoloji ve mühendislikte nasıl kullanıldığını anlatan ve etkili kullanımı için uygulanan program” (ön test, Kapsamlı Öğretim),  
 “Bir konunun öğretilmesinde bu dört alanın ilişkili kullanılması” (son test, Alanların Bir Arada Öğretilmesi),  
 “Fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği entegre ederek daha etkili anlatım ve yöntemler kullanmak” (son test, Alanların Bütünleşik Öğretilmesi).

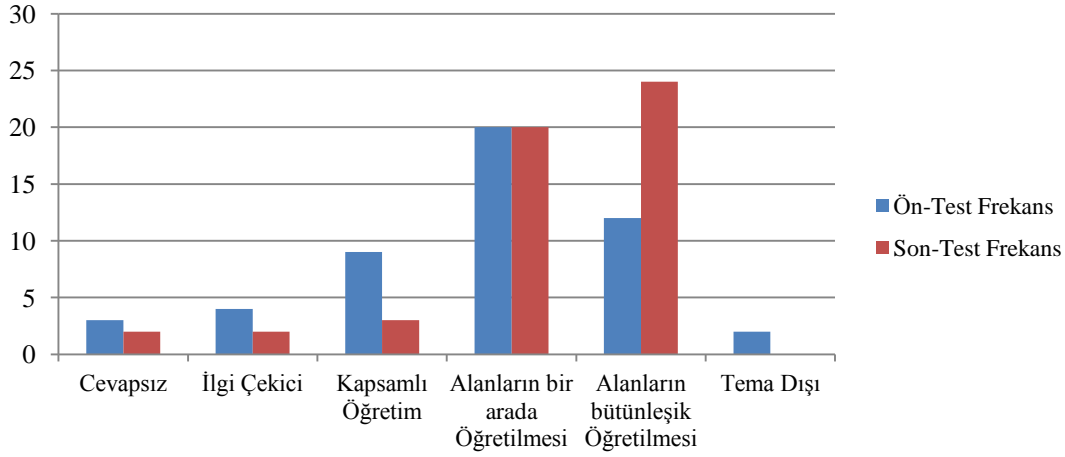
**Tablo 4: FeTeMM eğitimi tanımı kodlarının frekansları**

Kodlar	Ön-Test Frekans	Son-Test Frekans	Ön-Test Yüzde (%)	Son-Test Yüzde (%)
Cevapsız	3	2	6	4
İlgi Çekme Amaçlı Öğretim	4	2	8	4
Kapsamlı Öğretim	9	3	19	6
Alanların Bir Arada Öğretilmesi	20	20	42	42
Alanların Bütünleşik Öğretilmesi	12	24	25	50
Tema Dışı	2	0	4	0

Bu analizde, frekans değerlerine bakıldığı zaman FeTeMM eğitiminin ‘İlgi Çekme Amaçlı Öğretim’ kodunun frekansının düşüş ve ‘Alanların Bütünleşik Öğretilmesi’ kodundaki artış dikkat çekmektedir. İFEM öncesinde katılımcıların %25’i FeTeMM Eğitiminin bütünleşik yapısını tanımda kullanırken, İFEM sonrasında bu oran %50’ye çıkmıştır. Burada öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimini ‘ilgi çekme amaçlı’ kullanılan bir öğretim olarak görmekten uzaklaşarak ‘alanların bütünleşik öğretilmesine odaklanmaları FeTeMM eğitimi konusundaki algılarının ilerlediğinin bir göstergesi olarak düşünülebilir. İstatistiksel olarak da katılımcıların ön ve son testlerdeki FeTeMM Eğitimi tanımlarında Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizi sonucuna göre anlamlı bir ilerleme bulunmuştur ( $z = -2.748$ ,  $p = 0.006$ ,  $r = 0.400$ ). Tablo 5’te Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analiz sonuçları verilmiştir.

**Tablo 5: FeTeMM eğitimi tanımı Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları**

Son Test-Ön Test	N	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	Z	p
Negatif sıra	8	16.88	135.00	-2.748 <sup>a</sup>	.006
Pozitif sıra	25	17.04	426.00		
Eşit	14				



Şekil 3. FeTeMM eğitimi tanımı kodlarının grafiği

### 3.2. FeTeMM Eğitimi Yöntemi

Öğretmen adaylarının ön ve son testlerde FeTeMM eğitimi yöntemine yönelik olan ii. soruya vermiş oldukları cevaplar 11 kod kullanılarak analiz edilmiştir. FeTeMM Eğitimi Yöntemi ile ilgili oluşturulan kodlar için katılımcı cevaplarına örnekler şöyledir:

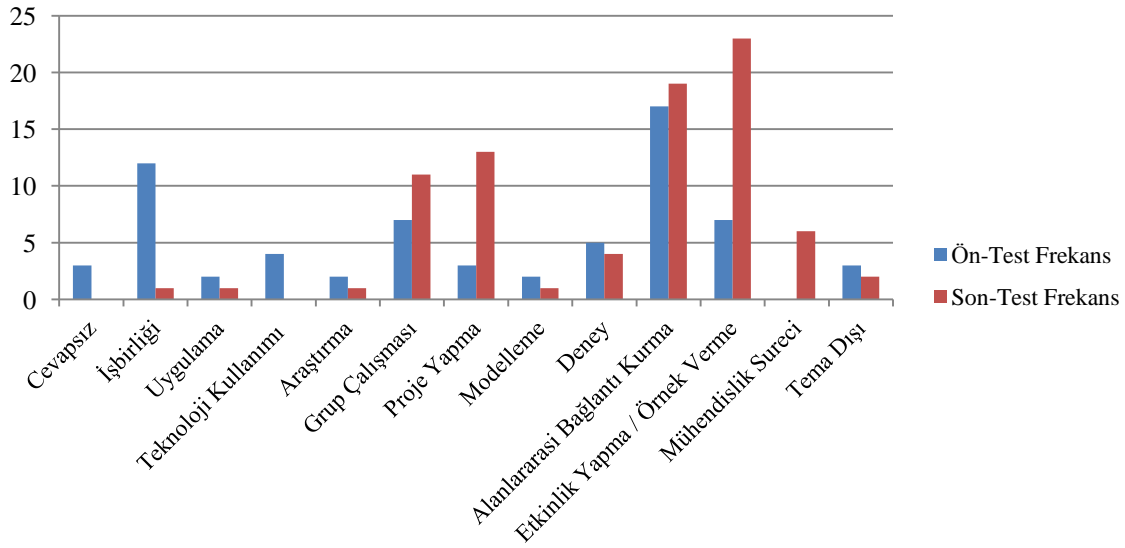
- “Fen bilimlerinde daha çok uygulama, kimyada daha çok deney” (ön test, Uygulama),
- “Sürekli işbirliği ve teknoloji entegrasyonu” (ön test, İşbirliği ve Teknoloji Kullanımı),
- “Projelerin her yaş grubuna hitap etmesi ve öğrencilerin gruplar halinde çalışması” (son test, Grup Çalışması ve Proje Yapma),
- “Öğrencilerin aktif tasarımları ve inşa etmeleri, mühendislik, son-ürün ağırlıklı olmalı” (son test, Mühendislik Süreci),
- “Dört alanda da yeterli düzeyde bilgi ve yeti kullanılmasını sağlayacak etkinlikler yaptırmak” (son test, Alanlar Arası Bağlantı Kurma ve Etkinlik Yapma).

Bu 11 kodun frekans değerleri Tablo 6’da ve grafiği Şekil 4’te verilmiştir. Katılımcıların vermiş oldukları cevaplar ön testte “İşbirliği” ve “Alanlar arası Bağlantı Kurma” kodlarında yoğunlaşırken, son testte “Grup Çalışması”, “Proje Yapma”, “Alanlar arası Bağlantı Kurma” ve “Etkinlik Yapma/Örnek Verme” kodlarında yoğunlaşmıştır. Basit seviyedeki ifadeyle işbirliğini anlatan “İşbirliği” kodu, ön testte 12 katılımcı tarafından verilirken, son testte sadece bir katılımcı tarafından verilmiştir.

Bir diğer dikkat çekici sonuç ise, “Mühendislik Süreci” kodunun ön testte hiç bulunmazken son testte 6 katılımcının FeTeMM alanlarının arasındaki bağlantının yanı sıra FeTeMM eğitimi etkinliklerinde mühendislik sürecini (tasarım, ürün çıkarma) vurgulamasıdır. Benzer şekilde, “Etkinlik Yapma/Örnek Verme” kodu ön testte sadece %15 iken son testte %48’ye yükselmiştir. Bu değerler Tablo 6’da topluca verilmiştir. Katılımcıların neredeyse yarısı FeTeMM eğitimi için etkinlik yapmanın etkili bir yöntem olduğunu belirtmiştir. Keza, “Proje Yapma” kodu da yine katılımcıların %27’si tarafından kullanılmıştır.

**Tablo 6. FeTeMM eğitimi yöntemi kodlarının frekansları**

Kodlar	Ön-Test Frekans	Son-Test Frekans	Ön-Test Yüzde (%)	Son-Test Yüzde (%)
Cevapsız	3	0	6	0
İşbirliği	12	1	25	2
Grup Çalışması	2	1	4	2
Alanlar arası Bağlantı Kurma	4	0	8	0
Araştırma	2	1	4	2
Teknoloji Kullanımı	7	11	14	23
Proje Yapma	3	13	6	27
Modelleme	2	1	4	2
Deney	5	4	10	8
Uygulama	17	19	35	40
Etkinlik Yapma / Örnek Verme	7	23	15	48
Mühendislik Süreci	0	6	0	12
Tema Dışı	3	2	6	4

**Şekil 4. FeTeMM eğitimi yöntemi kodlarının grafiği**

### 3.3. FeTeMM Öğretmen Eğitimi

Katılımcılara yöneltilen soruların üçüncüsü FeTeMM eğitimi için öğretmen eğitiminde neler yapılması gerektiğidir. Katılımcıların ön ve son testlerde vermiş oldukları cevaplar 11 kod doğrultusunda analiz edilmiştir. Bu kodların frekans değerleri Tablo 7’de ve grafiği Şekil 5’te verilmiştir. FeTeMM öğretmen eğitimi (iii. soru) cevapları ve katılımcıların kendi gelişimleri (iv. soru) ile ilgili olan soruya verilen cevaplar için de aynı kodlar kullanılmış olup kodlar için örnek katılımcı cevapları şöyledir:

“Yazılı kaynaklar, önceden yapılmış örnek projeler yardımcı olabilir” (ön test, Kaynak Materyal ve Örnek Proje Gözlemi),

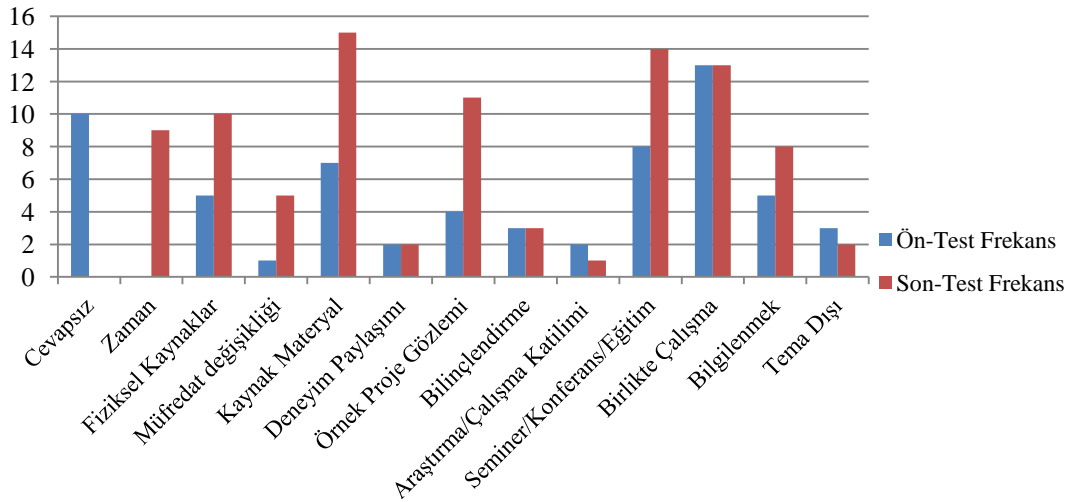


“STEM eğitimindeki üst düzey hocalarla anlaşarak konferanslar düzenlenebilir” (ön test, Seminer/Konferans/Eğitim),  
 “Öğretmenlerin, FeTeMM eğitimi konusunda daha fazla bilinçlendirilmesi, bir takım eğitimlere tabi tutulmaları” (son test, Bilinçlendirme ve Seminer/Konferans/Eğitim),  
 “Öğretmenlerin etkinliğini arttırmak için zaman gerekli olurdu” (son test, Zaman).

**Tablo 7: FeTeMM öğretmen eğitimi kodlarının frekansları**

Kodlar	Ön-Test Frekans	Son-Test Frekans	Ön-Test Yüzde (%)	Son-Test Yüzde (%)
Cevapsız	10	0	21	0
Zaman	0	9	0	19
Fiziksel Kaynaklar	5	10	10	21
Müfredat Değişikliği	1	5	2	10
Kaynak Materyal	7	15	15	31
Deneyim Paylaşımı	2	2	4	4
Örnek Proje Gözlemi	4	11	8	23
Bilinçlendirme	3	3	6	6
Araştırma/Çalışma Katılımı	2	1	4	2
Seminer/Konferans/Eğitim	8	14	17	29
Birlikte Çalışma	13	13	27	27
Bilgilenmek	5	8	10	17
Tema Dışı	3	2	6	4

Katılımcıların yaklaşık %20’si bu soruya ön testte cevap vermezken, son testte ise tümü cevaplamıştır. Ön testte katılımcıların cevapları dağılmış durumda olup “Birlikte Çalışma” kodu ön plana çıkmaktadır. İFEM’den sonra katılımcıların FeTeMM öğretmen eğitimi için çeşitli önerileri ortaya çıkmaktadır. En çok kullanılan kodlar “Kaynak Materyal” (%31), “Seminer/Konferans/Eğitim” (%29) ve “Birlikte Çalışma” (%27) olmuştur. Katılımcıların öğretmenler için elektronik ve basılı kaynak sağlanması ile seminer ve eğitimlere katılma kodları ön teste kıyasla son testte artış göstermiştir.



**Şekil 5. FeTeMM öğretmen eğitimi kodlarının grafiği**

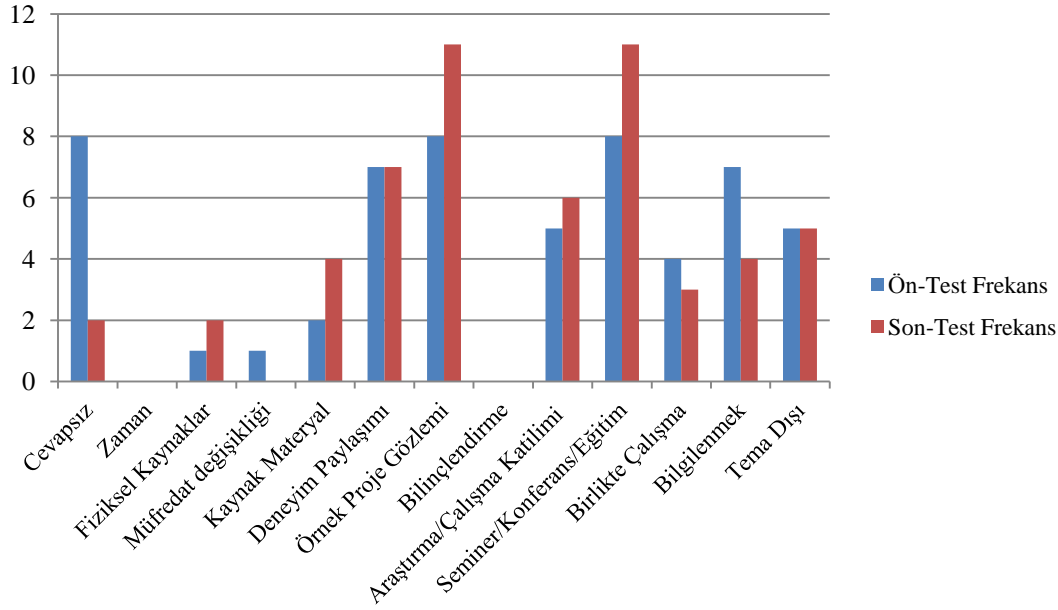
### 3.4. FeTeMM Eğitiminde Katılımcıların İFEM Sonrası İhtiyaç Duydukları Destek

Katılımcılara öğretmen eğitiminin yanı sıra, kendilerinin gelişimi için İFEM'den sonra nasıl bir destek istedikleri de sorulmuştur. Katılımcıların ön ve son testlerde vermiş oldukları cevaplar öğretmen eğitiminde de kullanılan 11 kod doğrultusunda analiz edilmiştir. Bu kodların frekans değerleri Tablo 8'de ve grafiği de Şekil 6'da verilmiştir.

Bu soruda katılımcıların %17'si ön testte cevap vermemiştir. Son testte ise sadece 2 katılımcı (%4) cevap vermemiştir. İFEM öncesinde 8 kişinin (%17) cevapları, örnek projeleri gözlemlemek, izlemek ve FeTeMM için eğitimlere, seminerlere katılmak olmuştur. Kendi alanında veya diğer alanlarda daha bilgili olmak, FeTeMM uygulamış öğretmenlerle deneyimlerinin paylaşımı veya çevrimiçi platformda başka öğretmenlerle deneyim paylaşımı kodları 7 katılımcının (%15) cevaplarında görülmektedir. Başka bir deyişle, katılımcıların %62'si bu 4 kodu (proje gözlemlemek, eğitimlere katılmak, alanda bilgilenmek, deneyim paylaşımı) cevaplarında ifade etmiştir. Son testteki cevaplarda da “Örnek Proje Gözlemi” ve “Seminer/Konferans/Eğitim” kodları 11 kez (%23) kullanılarak en çok kullanılan kodlar olmuştur. Katılımcılar İFEM sonrasında örnek proje görmek ve benzer eğitimlere katılmak isteseler de “Bilgilenmek” kodunda azalma olmuştur. Ancak, diğer öğretmenlerle veya deneyimli öğretmenlerle deneyim paylaşımı yine 7 katılımcı (%15) tarafından ön plana çıkartılmıştır. Burada dikkat çekici olan başka bir sonuç, önceki soruda kullanılmış olan, FeTeMM için fazladan zaman, müfredat değişikliği ve bilinçlenme kodlarının bu sorunun cevapları arasında yer almamasıdır.

**Tablo 8: FeTeMM eğitimi için destek kodlarının grafiği**

Kodlar	Ön-Test Frekans	Son-Test Frekans	Ön-Test Yüzde (%)	Son-Test Yüzde (%)
Cevapsız	8	2	17	4
Zaman	0	0	0	0
Fiziksel Kaynaklar	1	2	2	4
Müfredat Değişikliği	1	0	2	0
Kaynak Materyal	2	4	4	8
Deneyim Paylaşımı	7	7	15	14
Örnek Proje Gözlemi	8	11	17	23
Bilinçlendirme	0	0	0	0
Araştırma/Çalışma Katılımı	5	6	10	13
Seminer/Konferans/Eğitim	8	11	17	23
Birlikte Çalışma	4	3	8	6
Bilgilenmek	7	4	14	8
Tema Dışı	5	5	10	10



**Şekil 6. İFEM sonrası FeTeMM eğitimi için destek kodlarının grafiği**

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Sunulan çalışmada, araştırmacılar tarafından geliştirilen İşbirlikli Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (FeTeMM) Eğitimi Modülü (İFEM) ile son sınıf kimya ve matematik öğretmen adayları FeTeMM eğitimi ve uygulama yöntemleri üzerine eğitim almışlardır. İFEM, teorik bilgilerden ziyade FeTeMM'in uygulanışı ve örnek projeler içermektedir. Katılımcı öğretmen adayları grup içerisinde birlikte çalışarak üç FeTeMM etkinliğine katılmış, bu etkinliklerde her bir FeTeMM alanının nasıl ele alındığını deneyimlemiştir. Ardından, katılımcılar grup olarak kendi projelerini geliştirip sunmuşlardır. Bu çalışmada İFEM'e katılan öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi üzerine olan algıları açık uçlu sorulardan oluşan ön ve son test uygulaması ile incelenmiştir.

Katılımcı öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi tanımı için ön ve son testte verdikleri cevaplar göz önüne alındığında anlamlı bir fark bulunmuştur. Öğretmen adayları, çalışmanın başında FeTeMM eğitiminin 'ilgi çekme amacıyla kullanılan öğretim' olduğunu düşünürken, İFEM'in sonunda bu cevabı verenlerin sayısı azalmış ve FeTeMM eğitimi 'alanların bütünleşik öğretimi' olarak düşünenlerin sayısı artmıştır. Burada özellikle katılımcıların alanların bütünleşik olarak öğretimi yönünde algılarının değiştiği görülmektedir. İFEM için geliştirilen etkinliklerde alanların bütünleşik yapıda ele alınmasına dikkat edilmiş ve katılımcılar ile yapılan etkinlik sonrası tartışmalarda da önem verilmiştir. Bütüner ve Uzun (2011) fen öğretmenlerinin fen ve matematik konuları arasında yeterince bağlantı bulunmadığını belirttiklerini, Kıray, Gök, Çalışkan ve Kaptan (2008) ise matematik öğretmenlerinin matematik öğretiminde diğer alanlar ile ilişkilendirme ihtiyacının farkında olmadıklarını ortaya koymuşlardır. Fen ve matematik öğretiminin entegrasyonu üzerine yapılan çalışmaları inceleyen Kurt ve Pehlivan (2013) özellikle öğretmen adayları ile yapılan çalışmalarda katılımcıların alan ve pedagojik alan bilgilerinin yapacakları entegrasyon için engel teşkil ettiğini dile getirmişlerdir. Oysa, İFEM katılımcıları, FeTeMM çalışmaları sonucunda alanlar arası ilişkiyi bütünleşik olarak görebilmişlerdir. Bu bağlamda, katılımcıların FeTeMM tanımı için verdikleri cevaplar İFEM'deki etkinliklerin bütünleşik doğası ile açıklanabilir. Bütünleşik öğretimin

FeTeMM eğitimindeki olumlu etkileri (Becker ve Park, 2011; Çorlu ve Robert, 2014) bu çalışmada da göze çarpmaktadır. Çınar, Pırasa, Uzun ve Erenler'in (2016) fen bilgisi öğretmen adayları ile yaptıkları FeTeMM odaklı çalışmada, katılımcıların, FeTeMM eğitimine katılmadan önce, doğa bilimlerini sadece matematik ile ilişkilendirmeyi düşündüklerini; eğitimden sonra ise doğa bilimleri öğretiminde matematiğin yanı sıra teknoloji ve mühendisliği de kullanmayı düşündüklerini belirtmişlerdir. Ancak, FeTeMM'de diğer alanların bir alan ile ilişkilendirilmesinden ziyade alanların bir arada ve bütünlük çalışılması gerekmektedir. İFEM'e katılan öğretmen adaylarının cevaplarında da diğer alanların kendi alan öğretimlerinde kullanımı değil de alanların bütünlük kullanılmasını öne çıkardıkları görülmüştür. İFEM'de yer alan etkinliklerin bütünlük doğasının yanı sıra öğretmen adaylarının farklı alanlardan katılımcılar ile bir arada çalışmalarının da bütünlük yapıyı vurgulamalarını açıklayan bir unsur olduğu söylenebilir.

Öğretmen adayları İFEM'e katılmadan önce FeTeMM eğitiminde kullanılan yöntemlerin doğasında yer alan işbirliğine çok genel olarak değinirken, İFEM sonrasında son testlerde işbirliğinden bahsetmeyip, 'proje yapma', 'etkinlik yapma' gibi FeTeMM eğitim yöntemlerine vurgu yapmışlardır. Bu durum, öğretmen adaylarının İFEM sürecinde yaptıkları çalışmaların etkisiyle, genel bir 'işbirliği' ifadesi kullanmayıp, işbirliğinin uygulandığı yöntemleri dile getirmiş olmaları ile açıklanabilir. Benzer şekilde, İFEM'in etkinlikler üzerine kurulması ve tartışmaların etkinlik uygulamaları ile yürütülmesi, katılımcıların son testteki FeTeMM eğitimi yöntemi sorusuna verdikleri cevaplarda etkinlik kullanmanın artmasını açıklayabilir. Keza, İFEM etkinliklerinde mühendislik sürecinin, tasarım yapılmasının, vurgulanması ile ön testte hiç mühendislik cevabı gelmezken son testte 6 katılımcının mühendislik sürecine vurgu yapmasını açıklayabilir. Bozkurt Altan, Yamak ve Buluş Kırıkkaya (2016) öğretmen adayları ile tasarım temelli fen eğitimi uygulaması geliştirmiş ve durum çalışması ile öğretmen adaylarının bu uygulama hakkındaki görüşlerini incelemişlerdir. Katılımcı öğretmen adaylarının tasarım temelli fen eğitiminin motive edici olduğunu ve sorgulamaya dayalı öğretimi güçlendirdiğini ön plana çıkarmış olduklarını belirtmişlerdir.

Öğretmenlerin FeTeMM eğitimi etkinliklerini arttırmak için nelerin gerekli olduğu sorusuna İFEM'e katılmadan önce verdikleri cevaplarında 'birlikte çalışma' ve 'çeşitli kaynaklardan bilgi edinme' ön plana çıkmaktadır. İFEM sonrasında bu iki seçeneğin sayısı artmış olsa da 'örnek proje gözlemi' ve 'seminerlere katılma' isteğinde de artış gözlenmektedir. Bir diğer deyişle, İFEM'deki teorik ve proje uygulamalı deneyimleri doğrultusunda katılımcılar, FeTeMM öğretmen eğitimi için örnek projelere ve seminerlere katılmanın önemini vurgulamışlardır. Öte yandan, ön testte öğretmenlerin gerekli zamanı bulmaları hiçbir katılımcı tarafından belirtilmezken 9 katılımcı son testte öğretmenlere FeTeMM eğitimi yapabilmeleri için gerekli zaman yaratılması gerektiğini belirtmiştir. Diğer fiziksel koşulların (maddi, materyal vb.) iyileştirilmesi yönündeki cevaplar son testte artmıştır. İFEM sonrasında öğretmen adaylarının FeTeMM için zaman ve diğer fiziksel olanaklara vurgu yapması FeTeMM eğitimlerinin tasarlanmasına önem verdiklerinin bir göstergesi olarak görülebilir.

Benzer şekilde, katılımcıların kendileri için FeTeMM konusunda nasıl bir destek almak istedikleri sorularına her iki teste verdikleri cevaplarda 'örnek proje gözlemlemek' ve 'seminerlere katılmak' ön plana çıkmaktadır. İFEM'deki FeTeMM öğretmen eğitimi kapsamında uyguladıkları örnek etkinlikler ve sergide farklı projeleri gözlemleyerek değerlendirmeleri, bu deneyimlerinin devam etmesini istemelerinin bir göstergesi olarak yorumlanabilir. Çünkü, katılımcılar bu iki yöntemi kendi gelişimleri için kullanmayı tercih edeceklerini belirtmişlerdir. Bu nedenle, FeTeMM eğitimi ile ilk kez lisans düzeyinde karşılaşan öğretmen adaylarının, hizmet-içi dönemlerinde kendilerini bu alanda geliştirmek istemeleri dikkat çekmektedir. Dolayısıyla, FeTeMM eğitiminin hizmet-içi döneminde verilmesi kadar

hizmet öncesi öğretmen eğitimi programlarına entegre edilmesi önerilebilir (Akaygun ve Aslan-Tutak, 2016; Bracey ve Brooks, 2013; Çorlu ve Robert, 2014; Nadelson ve diğerleri, 2012).

Katılımcıların İFEM deneyimleri, FeTeMM eğitimi algılarında belirli düzeyde değişiklik gözlemlenmesini sağlamıştır. Ancak çalışmanın bir üniversitede gerçekleşmesi ve özel öğretim yöntemleri dersleri kapsamında belirli bir sürede tamamlanması da çalışmanın etkilerinin tartışılmasında sınırlama oluşturmaktadır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen İFEM'in öğretmen adayları ve öğretmenlerle uygulanması modülün geliştirilmesini, etkilerinin incelenmesini ve FeTeMM eğitimi özel öğretim yöntemleri dersleri kapsamında sınırlı bir şekilde ele almak yerine tek başına bir ders olarak öğretmen adaylarının yetiştirilmesi önerilebilir.

## 5. KAYNAKLAR

- Akaygün, S., Aslan-Tutak, F., Bayazıt, N., Demir, K., ve Kesner, J. E. (2015). *Kısaca FeTeMM eğitimi: Öğretmenler ve öğrencileri için iki günlük çalıştay*. 2. International Conference on New Trends in Education, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.
- Akaygun, S., ve Aslan-Tutak, F. (2016). STEM images revealing stem conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 56-71. DOI:10.18404/ijemst.44833
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi?. İstanbul Aydın Üniversitesi, STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi. [Çevrim-içi: <http://www.aydin.edu.tr/belgeler/IAU-STEM-Egitimi-Turkiye-Raporu-2015.pdf>], Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2016.
- Baki, A. ve Gökçek, T. (2012). Karma yöntem araştırmalarına genel bir bakış. *Electronic Journal of Social Sciences*, 11(42), 1-21.
- Becker, K., ve Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(5/6), 23.
- Bracey, G. ve Brooks, M., (2013). *Teachers'n training: Building formal STEM teaching efficacy through informal science teaching experience*. ASQ Advancing the STEM Agenda Conference, Grand Valley State University, Michigan.
- Breiner, J., Harkness, S., Johnson, C. C. ve 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.
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H., ve Buluş Kırıkaya, E. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi, *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Bütüner, S.Ö. ve Uzun, S. (2011). Fen öğretiminde karşılaşılan matematik temelli sıkıntılar: Fen ve teknoloji öğretmenlerinin tecrübelerinden yansımalar. *Kuramsal Eğitimbilim*, 4(2), 262-272.
- Capraro, M. M. ve Jones, M. (2013). Interdisciplinary STEM Project-Based Learning. In R. M. Capraro, M. M. Capraro, J. R. Morgan (Ed.) *STEM Project-Based Learning An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach* (pp. 51-58), Rotterdam, Netherlands, Sense Publishing.
- Çorlu, M. S., ve Robert, M. C. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation FeTeMM eğitimi ve alan öğretmeni eğitimine yansımaları. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- Çınar, S. Pırasa, N., Uzun, N. ve Erenler, S. (2016). The effect of STEM education on pre-service science teachers' perception of interdisciplinary education. *Journal of Turkish Science Education*, 13(special issue), 118-142.
- Jacobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Association for Supervision and Curriculum Development, Alexandria, VA, USA: Edwards Brothers, Inc.

- Dugger, W. E. (2010). *Evolution of STEM in the United States*. 6<sup>th</sup> Biennial International Conference on Technology Education Research, Gold Coast, Queensland, Avustralya.
- Gay, L.R., Mills, G.E., ve Airasian, P.W. (2014). *Educational research: Competencies for analysis and applications*. Edinburgh Gate, England: Pearson.
- Hartzler, D. S. (2000). *A meta-analysis of studies conducted on integrated curriculum programs and their effects on student achievement*. Yayınlanmamış doktora tezi. Indiana University.
- Kıray, S.A., Gök, B., Çalışkan, İ. ve Kaptan, F. (2008). Perceptions of science and mathematics teachers about the relations between what courses for qualified science mathematics education in elementary schools. Özcan Demirel, Ali M. Sünbül (Ed.) içinde, *Further Education in The Balkan Countries*, Volume II. 889-896, PEGEM, Konya.
- Kurt, K. ve Pehlivan, M. (2013). Integrated programs for science and mathematics: review of related literature. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(2), 116-121.
- Laboy-Rush, D. (2011). Integrated STEM Education through Project-Based Learning. [Çevrim-içi: <http://www.rondout.k12.ny.us/common/pages/DisplayFile.aspx?itemId=16466975>, Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2016.
- Morrison, J. S. (2006). TIES STEM education monograph series: Attributes of STEM education. [Çevrim-içi: [https://www.partnersforpubliced.org/uploadedFiles/TeachingandLearning/Career\\_and\\_Technical\\_Education/Attributes%20of%20STEM%20Education%20with%20Cover%20%20.pdf](https://www.partnersforpubliced.org/uploadedFiles/TeachingandLearning/Career_and_Technical_Education/Attributes%20of%20STEM%20Education%20with%20Cover%20%20.pdf)], Erişim Tarihi: 5 Mayıs 2016.
- Nadelson, L. D., Seifert A., Moll, A. J. ve Coat, B. (2012). I-STEM Summer Institute: An integrated approach to teacher professional development in STEM. *Journal of STEM Education*, 13(2), 69-83.
- National Research Council (2011). *Successful K-12 STEM education*. Washington, DC: National Academies Press.
- Orwin, R. G., & Vevea, J. L. (2009). Evaluating Coding Decisions. In H. Cooper, L. V. Hedges & J. C. Valentine (Eds.), *The handbook of research synthesis and meta-analysis*. New York: Russell Sage Foundation.
- Partnership for 21st Century Learning. Framework for 21st century learning. [Çevrim-içi: <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>], Erişim Tarihi: 3 Mayıs 2016.
- Perez, D., Gibson, J., Opsal, S. C. ve Lynch, R. M. (2011). Organizing an edible car contest a how to handbook. [Çevrim-içi: <http://www2.ivcc.edu/mimic/nsf/Resources%20for%20Teachers/Manual-2011.pdf>], Erişim tarihi: 28 Haziran 2016.
- Pinnell, M., Rowley, J., Preiss, S., Franco, S., Blust, R. ve Beach, R. (2013). Bridging the gap between engineering design and PK-12 curriculum development through the use of the STEM education quality framework. *Journal of STEM Education*, 14(4), 28-35.
- Project Oceanography (1999). Ocean color lesson I: Energy and color. [Çevrim-içi: <http://www.marine.usf.edu/pjocean/packets/sp99/s99u1le1.pdf>], Erişim tarihi: 28 Haziran 2016.
- Read, T., (2013). STEM can lead the way: Rethinking teacher preparation and policy. [Çevrim-içi: <http://www.cslinet.org/wp-content/uploads/2013/07/STEMCanLeadTheWayReport.pdf>], Erişim Tarihi: 25 Nisan 2016.
- Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L., Hirsch, L. S. ve Kimmel, H. (2010). Advancing the "E" in K-12 STEM education. *The Journal of Technology Studies*, 36(1), 53-64.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H. ve Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44.
- Rosner, B., Glynn, R. J. ve Lee, M. L. (2006). The wilcoxon signed rank test for paired comparisons of clustered data. *Biometrics*, 62(1), 185-192.

- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Science Buddies Staff (2015). Exploring Nanotechnology: Fold, Roll, & Stack Your Way to Super-Strong Materials. [Çevrim-içi: [http://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project\\_ideas/MatSci\\_p042.shtml](http://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project_ideas/MatSci_p042.shtml)] , Erişim tarihi: 28 Haziran 2016.
- Tekin H. (1977). Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme. Ankara: Mars Matbaası.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H. ve Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-Collage Engineering Education Research*, 1(2), 1-13.
- Williams, C. (2011). Research methods. *Journal of Business & Economics Research*, 5(3), 65-71.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Jezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.

### Extended Abstract

Partnership for 21st Century Learning (2016) identified 21st century learner as collaborative, creative individuals with critical thinking and communication skills. Complex, interdisciplinary problems require individuals to be able to work in collaborative interdisciplinary groups (Roehrig, Moore, Wang and Park, 2012). Due to important role of scientific and technological development in 21st century, the initiative of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) started to take attention since 1990s (Sanders, 2009). STEM education can be defined as integration of science, technology, engineering and mathematics in interdisciplinary manner (Dugger, 2010). Teachers play an important role to provide necessary problem or project based learning environment for students. Since, today's teachers are assumed to learned STEM areas with traditional methods, there has been some programs which were developed to improve preservice teachers to experience STEM education (Akaygun and Aslan-Tutak, 2016; Bracey and Brooks, 2013; Yıldırım and Altun, 2015). The meta-analysis results of Becker and Park (2011) showed that integrated approach to teaching STEM areas may have positive effect on student achievement. The report on STEM Education in Turkey, (Akgündüz et al., 2015) addressed revision of teacher training programs to implement interdisciplinary work of STEM.

Researchers of the present study designed and implemented CLT-STEM (Collaboratively Learning to Teach STEM) module for secondary school chemistry and mathematics preservice teachers. CLT-STEM was implemented at a mid-size public university in Istanbul. Participants were 22 chemistry and 26 mathematics preservice teachers who were attending last year teaching methods courses. CLT-STEM module was designed to implement project based learning tasks which were requiring preservice teachers to work in groups to apply STEM areas as integrated. In the first week, participants were asked to read two articles (Dugger, 2010; Laboy-Rush, 2011) on STEM education. These readings were discussed in the class and participants asked to prepare a poster of STEM education conception of their group. They completed three STEM education tasks (Oceans Color, Edible Car, Nanotechnology and Origami) with their groups. Then, the groups were asked to develop a STEM education task to be presented at STEM education exhibit for CLT-STEM. They attended each other's presentation and gave feedback. At the end, participants were asked to work in their groups to prepare a poster to represent their conception of STEM education. During CLT-STEM, participants were always working in their small group to complete tasks.

Authors focused on analysis of the following two research questions: (i) differences between participating senior chemistry and mathematics preservice teachers' definition of STEM before and after attending CLT-STEM, (ii) participating preservice teachers views (before and after attending CLT-STEM) on STEM education methods, teacher training for STEM education and support that they need for themselves. Four open-ended questions (STEM



education definition, methods of STEM education, teacher training for STEM education, their needs for support for STEM education) were analyzed quantitatively by using codes. The codes for STEM education definition (interesting, comprehensive instruction, teaching areas together, and integration of areas) were ordinal in terms of addressing integrative nature of STEM. So, a non-parametric test for ordinal data, Wilcoxon Signed Rank Test was used to detect any difference between participants STEM education definitions before and after attending CLT-STEM. There is statistically significant difference ( $z = -2.748$ ,  $p = 0.006$ ), of participants definitions.

Second question was about methods of STEM education. Eleven codes emerged from pre and post test. The codes are as follows: Collaboration, Application, Use of Technology, Research/Investigation, Group Work, Conducting Projects, Modeling, Experiment, Connections among Areas, Doing Activities/Giving Examples, Engineering Process/ Product. While, participants' pre-test answers were focusing on "Collaboration" and "Connections among Areas", their post-test answers were mostly "Group Work", "Conducting Projects", "Connections among Areas", and "Doing Activities/Giving Examples". Furthermore, "Engineering Process / Product" code was not found in pre-test but about 13% of participants addressed it in their answers. The last two questions, teacher training for STEM education and participants' needs for further support on STEM education were coded with same eleven codes: "Time", "Physical Resources", "Curriculum Change", "Materials", "Sharing Experiences", "Observing Project Examples", "Increase Awareness", "Participating Research", "Seminar/Conference/Training", "Working Together", and "Get Knowledge". When participants were asked about teacher training for STEM education, 20% did not answer the question in pre-test. "Working together" code is most common one in pre-test. However, in post-test participants' answers focused on three codes, "Materials" (31%), "Seminar/Conference/Training" (29%) and "Working Together" (27%). Similarly, participants' answers about their own needs, analyzed with the same eleven codes. Before attending CLT-STEM, most of the participants (62%) answered as "Observing Project Examples", "Seminar/Conference/Training", "Get Knowledge", or "Sharing Experiences". In post test, each of the mostly occurred codes, "Observing Project Examples" and "Seminar/Conference/Training" were addressed by 11 participants. An interesting result was the difference between the codes for previous question (teacher training) and the question on their own needs. While participants addressed "Time" or "Curriculum Change" for what is needed for teacher training, none of the participants answered about these two for their own needs.

Considering characteristics of CLT-STEM; integration of areas, problem solving tasks for real world problems, can be seen in changes of participants' answers to open-ended questionnaire questions. Being parallel with the literature (Becker and Park, 2011), significant change in participants' answers for STEM education can be explained by CLT-STEM's nature of integration of areas. Similarly, about STEM education methods, increase in participants' answers of using activities/projects can be explained by using problem solving tasks/activities during CLT-STEM. These tasks were incorporating engineering process too. So, it can explain 13% of participants to stress engineering process only in post-test but not in pre-test. The preservice teachers who get to learn about STEM first time would like to continue during their in-service years. So, STEM education trainings through project example which integrate all four areas should be included in professional development of in-service teachers (Akaygun and Aslan-Tutak, 2016; Corlu and Robert., 2014; Nadelson et al., 2012). The limitations of the study can also inform for future studies. Because this study was conducted in a single university in Istanbul with preservice teachers, it should be replicated with participants of other universities or other subject area teachers.