



Uşak Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi

Dergi Web sayfası: <http://dergipark.gov.tr/usakead>

KİMYA ÖĞRETMENLERİNİN FETEMM'E YÖNELİK ZİHİNSEL MODELLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN HİZMET-İÇİ ÖĞRETMEN EĞİTİMİ BOYUNCA İNCELENMESİ¹

THE EXAMINATION OF CHANGES IN CHEMISTRY TEACHERS' MENTAL MODELS REGARDING STEM EDUCATION THROUGH A PROFESSIONAL DEVELOPMENT PROGRAM

Elif Selcan ÖZTAY*, Sevgi AYDIN GÜNBATAR**

* Dr. Öğretim Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, selcan.kutucu@gmail.com.

** Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, sevgi.aydin45@hotmail.com.

Gönderilme Tarihi: 11.11.2019

Yayınlanma Tarihi: 27.12.2019

Özet: Nitel araştırma türlerinden durum çalışması olan bu araştırmanın amacı, TÜBİTAK tarafından desteklenen 4005 projesi kapsamında bir hafta süren Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) hizmet içi öğretmen eğitimi programı sırasında eğitime katılan öğretmenlerin FeTeMM eğitimine ve bileşenlerine yönelik zihinsel modellerindeki değişimin incelenmesidir. Çalışmada 12 erkek ve 12 kadın olmak üzere toplam 24 kimya öğretmenin eğitim öncesi ve sonrası FeTeMM eğitimine ve bileşenlerine dair zihinsel modelleri Ring, Dare, Crotty ve Roehrig (2017) tarafından geliştirilen ve araştırmacılar tarafında Türkçe 'ye çevrilen FeTeMM'e ilişkin Zihinsel Model Protokolü uygulanarak incelenmiştir. Protokolde öğretmenlerden hem bir şekil çizimleri hem de bu şekli açıklamaları istenmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler hem tümevarım hem de tümdengelim yöntemi birlikte kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz süreci tamamlandıktan sonra öğretmenlerin eğitim öncesi ve sonrası FeTeMM bileşenlerine dair çizdikleri zihinsel modellerinde bir değişim olup olmadığını anlamak için sürekli karşılaştırmalı analiz metodu kullanılmıştır. Eğitim öncesi Bütünleşik FeTeMM eğitimi hakkındaki çizimler ve açıklamalar daha çok FeTeMM disiplinleri arasındaki ilişkiyi göstermiştir. Ancak çok az katılımcı, mühendislik tasarım sürecine ve günlük hayat problemlerine değinmiştir. Ayrıca ilk çizimler genel olarak değerlendirildiğinde daha az detay içerdikleri ve katılımcıların tam olarak düşündüklerini çizerek ifade etmekte zorlandıkları görülmüştür. Projede verilen eğitimlerden sonra yapılan uygulamada ise katılımcıların Bütünleşik FeTeMM öğretimine yönelik modellerinde ciddi değişimler olduğu görülmektedir. Örneğin, proje öncesi çizimlerde FeTeMM modellerinde grup çalışması, iletişim ve FeTeMM+ kavramları

¹ Bu araştırma TÜBİTAK 4005 projesi olarak desteklenmiş olan #118B169 projenin bir ürünüdür.

bulunmazken, proje sonrası çizimlerde bu kavramlar yer almıştır. Buradan hareketle, öğretmenlerin zihinlerindeki modellerin sınıflarındaki FeTeMM uygulamalarındaki önemli rolü düşünüldüğünde, öğretmenlerin FeTeMM' e yönelik algılarının incelenmesi ve mevcut algıların alan yazın tarafından vurgulanan özelliklere sahip algılar ile değiştirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: FeTeMM, FeTeMM zihinsel modelleri, öğretmen eğitimi, hizmet-içi eğitim.

Abstract: The purpose of this study, which is a case study that is one of the types of qualitative research, is to investigate chemistry teachers' Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) mental models and changes in those models through a-week long professional development program supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey. 12 women and 12 men chemistry teachers' pre- and post-mental models were examined by the use of 'STEM Reflection Protocol' developed by Ring, Dare, Crotty, and Roehrig (2017) and translated into Turkish by the researchers. In the protocol teachers were asked to draw their STEM models and then explain the model. The data collected were analyzed both through deductive and inductive analysis. Later, to determine if any development existed in participants' models, constant comparative analysis was carried out through comparing and contrasting pre and post models of each participant. The pre- models and explanations generally mentioned the relations among STEM disciplines. However, very few participants included engineering design process and daily-life problems in pre-models and explanations. Furthermore, pre-data included less details than post-ones. The participants had difficulty in drawing their models. After the STEM training provided through a week, the results showed great development in participants' STEM models. For instance, although pre- data did not include teamwork, communication, and STEM+, models drawn at the end of the development program integrated those concepts. In the light of the results, given the importance of teachers' STEM models in their STEM implementation in class, teachers' STEM models should be examined and existing models should be changed with the ones including STEM characteristics those suggested by the STEM literature.

Keywords: STEM, STEM mental models, teacher education, professional development.

Giriş

Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) bütünlük yaklaşımı son yıllarda eğitim araştırmalarında sıklıkla çalışılan bir alandır (Kennedy ve Odell, 2014). Çıkışı itibarıyla Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) küresel ekonomik yarışta zirvede olma çabasının bir ürünü olan bu yaklaşım, ABD'nin ulusal raporlarında ortaya konulduğu üzere (National Reserach Council (NRC), 2010, 2011), öğrencilerin FeTeMM alanlarına yönelik meslek tercihin azalması ile Beyaz Saray tarafından desteklenen bir yaklaşım olmuştur (Wheeler, Whitworth, ve Gonczi, 2014). ABD'deki çıkışının aksine şuan tüm dünyayı etkilemiş olan yaklaşım farklı ülkelerdeki araştırmacılar tarafında da yoğun bir şekilde çalışılmaktadır (Shernoff, Sinha, Bressler, ve Ginsburg, 2017).

Alan yazında ortak bir tanımı olmayan FeTeMM yaklaşımı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Örneğin, FeTeMM “fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını bir derste bu alanlar arasındaki bağlantılar ve gerçek yaşam problemleri sayesinde birbirine bağlamaya çalışan bir gayret” (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012, s. 30) olarak tanımlanmıştır. Bir başka tanımda ise iki ya da daha fazla FeTeMM alanının (örneğin, fen ve mühendislik ya da fen, mühendislik ve teknoloji ya da fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) öğretimini öğrencilerin gerçek bağlamlarda bu alanları birbirleri ile ilişkilendirmelerini ve bu alanlardaki becerileri kullanmalarını sağlayan bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır (Kelley ve Knowles, 2016). Johnson (2013) ise FeTeMM’i pedagojik açıdan şöyle tanımlamıştır: “FeTeMM fen ve matematik disiplinlerinin öğretimini, bilimsel araştırma, teknolojik ve mühendislik tasarımı, matematiksel analiz ve 21.yy disiplinler arası temalar ve beceriler ile birleştiren bir öğretim yaklaşımıdır” (s. 367). Burada bahsedilmesi gereken önemli bir nokta ise, FeTeMM kısaltmasından kaynaklı ortaya çıkmış olabileceği düşünülen bir yanlış anlamadır. Sanılanın aksine dört FeTeMM disiplinin de FeTeMM eğitimlerinde yer alması zorunluluğu yoktur. Bu nokta ile ilgili olarak Sanders (2009); “FeTeMM alanlarından iki ya da daha fazlasının, ya da bir FeTeMM alanı ve bir ve/veya bir kaç diğer okul derslerinin öğretimini ve öğrenilmesini inceleyen yaklaşımları kapsamaktadır” (s. 21) şeklinde vurgu yapmıştır. Farklı FeTeMM tanımlamalarına rağmen, alan yazında bazı noktalarda fikir birliği sağlanmıştır. Moore vd., (2014) FeTeMM’in fikir birliğine varılmış özelliklerini şu şekilde tanımlamıştır: 1) dikkat çekici ve motive edici bir bağlam, 2) mühendislik tasarımı, 3) yeniden tasarım sürecinden öğrenme şansı 4) matematik ve/veya fen içeriğini içermesi, 5) öğrenci merkezli öğretim yaklaşımları ve 6) grup çalışması ve iletişim. Burada önemli olan öğretmenler için teorik ve pratikte FeTeMM’in ne ifade ettiğidir.

Çağımızın teknoloji ve yenilik çağı olması ile birlikte, bilgiye erişim kolaylaşmıştır ancak bu bilgi ile ne yapılacağına belirlenmesi başarıya ulaştıran esas nokta olmuştur. Ayrıca, çağımızda yaratıcı düşünme, inovasyon, birlikte çalışabilme, girişimcilik ve problem çözme gibi becerilerin öğrencilerde geliştirilmesi hedeflenmektedir. Çalışan kişilerde aranılan becerilerin bunlar olması itibarıyla eğitim sistemlerinde de değişiklik kaçınılmaz olmaktadır (Çepni ve Ormancı, 2017; Kennedy ve Odell, 2014). Bu tür becerilere sahip bireylerin yetiştirilmesi için de FeTeMM yaklaşımı uygun ve yararlı bir bağlam sunmaktadır (Next Generation Science Standards, [NGSS], 2013).

FeTeMM yaklaşımı üzerine yapılan çalışmalarda, hedeflenen becerilere sahip, problem çözebilen bilgiyi kullanabilen ve yenilikçi düşünebilen bireyler yetiştirmek için öncelikle öğretmenlere FeTeMM nedir, okul içi ve okul dışı ortamlarda nasıl uygulanır ve uygulama sırası ve sonrasında nasıl değerlendirme yapılır noktalarında eğitimler vermek gerektiği vurgulanmaktadır (Kim, Oliver ve Kim, 2019; Roehrig, Moore, Wang ve Park, 2012). Öğretmen eğitimleri bu köklü eğitim paradigması değişimin en önemli taşlarından birisi olmak durumundadır (Wilson, 2011). Verilen FeTeMM eğitimin kalitesinin artırılması hedefleniyor ise, FeTeMM nedir, FeTeMM’i oluşturan disiplinler arasındaki ilişki nasıl kurulur ve FeTeMM alan bilgisi noktasında öğretmenlerin bilgileri geliştirilmelidir (Ring, Dare, Crotty, ve Roehrig, 2017). Ancak, bu alandaki öğretmen eğitimlerine yapılan vurgu maalesef yeterli düzeyde değildir (Rinke, Gladstone-Brown, Kinlaw ve Cappiello, 2016). En başta, FeTeMM nedir noktasında öğretmenlerin zihinlerindeki FeTeMM modelleri incelenmeli ve öğretmenlere verilecek uzun soluklu FeTeMM eğitimleri ile bu FeTeMM modelleri alan yazındaki çalışmalar ile ortaya konmuş tanımlar paralelinde olması gereken seviyeye ulaştırılmalıdır. Yapılan sınırlı sayıda araştırmalarda öğretmenlerin FeTeMM modellerinin yüzeysel ve yetersiz olduğu ortaya konmuştur (Ring vd., 2017). Alan yazındaki çalışmalara bakıldığında, öğretmenlerin

bir yöntem ya da yaklaşıma dair sahip olduğu bilgi ve anlayış, öğretmenlerin sınıf içindeki uygulamalarını şekillendirir (Magnusson, Krajcik ve Borko, 1999). Dolayısıyla, ilk aşamada öğretmenlerin FeTeMM modelleri ortaya konup, sonrasında ihtiyaçlarına yönelik hizmet-içi öğretmen eğitimi programları ile profesyonel gelişimlerine katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

Öğretmenlerin FeTeMM Modelleri

Öğretmenlerin sahip olduğu FeTeMM kavramlarını ve modellerini araştıran çalışmalar, FeTeMM eğitimi tanımlamanın tek bir yolu olmadığını, öğretmenlerin çok çeşitli modellere sahip olduklarını ortaya koymuştur (Brown, Brown, Reardon ve Merrill, 2011; Bybee, 2013; Ring vd., 2017). Örneğin, Bybee (2013) birçok kaynaktan ve tartışmadan faydalanarak FeTeMM kavramını daha anlaşılır kılmak için FeTeMM'i oluşturan disiplinlerin arasındaki ilişkiyi ortaya koyan dokuz model sunmuştur. Bu modellerin içinde "FeTeMM farklı disiplinlerden oluşur" dan "FeTeMM; fen ve matematikten oluşur, mühendislik ve teknoloji bu disiplinler arasında ilişki kurar" modeline kadar farklı modeller bulunmaktadır. Bybee (2013) bu modellerin bir arada ele alınması gerektiğini ve bir modelin diğerin daha doğru ya da üstün olmadığını ifade etmiştir.

Alinyasında öğretmenlerin sahip olduğu FeTeMM modellerini araştırmak için yapılan çalışmalara bakıldığında öğretmenlerin FeTeMM modelleri (Dare, Ring-Whalen ve Roehrig, 2019; El-Deghaidy, Mansour, Alzaghibi ve Alhammad, 2017; Ring vd., 2017; Park, Byun, Sim, Han ve Baek, 2016) ve FeTeMM öğretimine yönelik düşüncelerini (El-Deghaidy vd., 2017; Park vd., 2016) açığa çıkaracak çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, El-Deghaidy vd., (2017) daha önce FeTeMM eğitimi almamış olan 21 fen öğretmeninden odak grup görüşmeleri ve mülakatlar yardımıyla veri toplamıştır. Çalışmada fen öğretmenlerinin FeTeMM'i nasıl algıladıkları ve FeTeMM yaklaşımının uygulanmasına yönelik görüşleri araştırılmıştır. Çalışma kapsamında yürütülen odak grup görüşmeleri sonucunda yedi ana tema ortaya çıkmıştır: 1. FeTeMM disiplinler arasıdır, 2. FeTeMM günlük hayat ile ilişkilidir, 3. 21.yy becerileri ve fen alanındaki kariyerler, 4. Pedagojik alan bilgisi ve FeTeMM, 5. Okul bağlamında FeTeMM, 6. FeTeMM'in uygulanmasını kolaylaştıran faktörler ve 7. FeTeMM'in uygulanmasını engelleyen faktörler şeklinde sıralanabilir. Çalışmanın bulguları, öğretmenlerin FeTeMM disiplinlerinden fen ve matematiği daha çok birlikte kullandığını, ancak öğretmenlerin teknoloji ve mühendisliği fen ile nasıl ilişkilendirecekleri konusunda yeterince bilgiye sahip olmadıklarını ortaya koymuştur.

FeTeMM yaklaşımının uygulanmasına yönelik öğretmenlerin düşüncelerini araştıran bir diğer çalışmada Park vd., (2016) Güney Kore'de çalışan 729 öğretmen ile yapılan çalışmanın sonucunda öğretmenlerin çoğunluğunun FeTeMM uygulamalarını gerekli bulduklarını ve FeTeMM'in öğrencilerin yaratıcılıklarını destekleyerek öğrenmelerinde olumlu etki sağladığını düşündüklerini belirtmişlerdir. Çalışmaya katılan öğretmenler FeTeMM'in olumlu yönlerinin yanında, FeTeMM uygulaması için ders planı hazırlamakta zorlandıklarını ve FeTeMM'i sınıflarda uygulamanın öğretmenlerin iş yükünü artırdığını belirtmişlerdir.

Öğretmenlerin FeTeMM kavramlarını ve modellerini araştırmak, uygun hizmetçi eğitimleri planlama ve öğretmenlerin FeTeMM'i sınıflarında uygulamalarına yardımcı olma noktasında büyük öneme sahiptir. Örneğin, Ring vd., (2017) çalışmasında, düzenledikleri üç haftalık yaz kampına katılan fen öğretmenlerinden, FeTeMM eğitime yönelik kavramsal modellerini çizmelerini istemişlerdir. Çalışma sonucunda öğretmenlerin FeTeMM kavramlarının farklılık

gösterdiğini ve profesyonel gelişim programı boyunca bu modellerde değişim olduğunu tespit etmişlerdir. Ring vd., (2017) fen öğretmenlerinin çizimlerinden yola çıkarak, sekiz farklı FeTeMM eğitimi modeli (örneğin; fen ve mühendisi bağlam olarak kullanmak, FeTeMM farklı disiplinlerden oluşur) ortaya konmuştur. Ring vd.,'nin (2017) çalışmasının devamı niteliğinde Dare vd., (2019) tarafından yürütülen çalışma ise üç haftalık yaz kampına katılan 37 fen öğretmeni ile yürütülmüştür. Ring vd., (2017) tarafından ortaya konan sekiz FeTeMM modeli ve onlara örnek olacak görselleri kullanarak öğretmenlerden FeTeMM modellerini kendi FeTeMM modellerine uygunluğuna göre sıralamaları ve bu sıralamayı tercih etmelerinin sebebini açıklamaları istenmiştir. Çalışmanın sonucunda fen öğretmenlerinin FeTeMM model tercihlerinde yine farklılıklar görülmüştür. Örneğin, “FeTeMM sadece Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik sözcüklerinin baş harflerinden oluşan bir akronimdir” ve “FeTeMM birbirinden bağımsız farklı disiplinlerden oluşur” modellerini tercih etmemişlerdir. Benzer şekilde, Kloser, Wilsey, Twohy, Immonen ve Navotas (2018) çalışmasında 19 farklı okulda görev yapan farklı mesleki deneyimlere sahip, fen, matematik gibi farklı disiplinlerden toplam 64 ortaokul öğretmenin sahip oldukları FeTeMM kavramlarını çizim ve mülakatlar yolu ile araştırmışlardır. Çalışmanın bulguları öğretmenlerin alan yazında var olan FeTeMM'in temel özelliklerinden bahsettiklerini ancak çizimlerinde FeTeMM'i söylemleri kadar net açıklayamadıklarını ortaya koymuştur. Ayrıca, öğretmenlerin fen ve matematiği daha önemli bulup, teknoloji ve mühendisliğe daha az değindikleri rapor edilmiştir.

FeTeMM'in Uygulanması ve Öğretmenlerin Karşılaştığı Zorluklar

FeTeMM özellikle son on yılda yoğun bir şekilde çalışılmaktadır. Bu yaklaşımın okullarda ya da okul dışı ortamlarda uygulanabilmesi için öncelikli olarak öğretmen adayı ve öğretmenlerin FeTeMM'i teorik olarak bilmeleri, deneyimlemeleri ve daha sonra da uygulamaya geçmeleri gerekmektedir. Alan yazında öğretmen eğitimi çalışmalarında öğretmenlerin özellikle FeTeMM yaklaşımını kullanabilmek için gerekli alan bilgisi noktasında sorun yaşadığı ortaya konulmaktadır (Cunningham ve Carlsen, 2014; El-Deghaidy, vd., 2017; Ring vd., 2017). FeTeMM disiplinlerinden öğretmenlerin en büyük alan bilgisi problemi yaşadığı disiplin olarak mühendislik belirlenmiştir (Vossen, Henze, De Vries, ve Van Driel, 2019). Diğer disiplinler ile ilgili olarak öğretmen eğitim programı boyunca lisans düzeyinde birçok ders alınması ve bu alanlardaki deneyimler öğretmenlerin bu alanlardaki alan bilgisine katkı sunmaktadır. Ancak, daha önce mühendislik eğitimi alınmadığı için birçok öğretmen mühendislik nedir, FeTeMM uygulamalarında nasıl kullanılır ve mühendisler nasıl çalışır ve noktalarında zorlanmakta ve kendilerini yetersiz hissetmektedirler (Lau ve Multani, 2018; Vossen vd., 2019).

Öğretmen eğitimi araştırmalarında ortaya çıkan diğer sonuçlar ise öğretmenlerin FeTeMM'i uygulamakta yaşadığı zorluklardır. Bu zorlukların en önemli kaynaklarından biri olarak FeTeMM'in uygulanmasına yönelik bir rehber kitabın olmayışını göstermektedir (El-Deghaidy vd., 2017; Roehrig vd., 2012; Srikoorn, Faikhamta ve Hanuscin, 2018). FeTeMM'in uygulanması ile ilgili alan yazında ortaya konan zorluklar; (i) yoğun ve sürekli olarak biçimlendirici değerlendirmenin kullanılmasında yaşanan zorluklar (Teo ve Ke, 2014), (ii) mühendisliğin diğer FeTeMM alanlarına entegre edilememesi (Roehrig vd., 2012; Shernoff vd., 2017), (iii) FeTeMM'in esnek bir öğretim ve ölçme-değerlendirme gerektirmesine adapte olamama (örneğin, birden fazla doğru tasarımın olması) (Teo ve Ke, 2014), (iv) okulların ders saatlerinin belirli olması ve FeTeMM disiplinlerine ait derslerin ayrı ayrı işlenmesi (Shernoff vd., 2017) olarak rapor edilmiştir.

Çalışmanın Önemi

FeTeMM eğitiminin ne olduğu, nelerden oluştuğu hakkında bir fikir ve anlayış birliğine varmak, FeTeMM eğitiminin etkili bir şekilde öğretilmesi için önemlidir (Grossman ve McDonalds, 2008; Kloser vd., 2018). Ancak öğretmenler FeTeMM eğitiminin ne olduğu hakkında ve öğretimleri sırasında sınıflarında nasıl kullanacakları hakkında yeterli bir anlayışa sahip değildirler (Dare vd., 2019). FeTeMM eğitimi hakkında yeterli seviyede kavrayışa sahip olmayan öğretmenlerin sınıflarında FeTeMM etkinliklerini uygulamaları oldukça zordur (Stohlmann vd., 2012). Ayrıca, öğretmenlerin FeTeMM'i nasıl algıladıklarını anlamak, onlara ihtiyaçlarına uygun destek sağlamak açısından da kritik öneme sahiptir (Dare vd., 2019). Alan yazında FeTeMM eğitimi araştıran çalışmaların bir çoğu FeTeMM eğitiminin sınıflarda uygulanmasının öneminden bahsederken, öğretmenlerin FeTeMM eğitimi hakkındaki modellerini araştıran çalışmaların sayısı oldukça azdır (Ring vd., 2017). Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde daha çok öğretmen adaylarının FeTeMM eğitime yönelik modellerinin araştırıldığı görülmektedir (Akaygün ve Aslan-Tutak, 2016; Aydın-Günbatır, Tarkin-Çelikkıran, Kutucu ve Ekiz-Kıran, 2018; Çınar, Pirasa ve Palic-Sadoglu, 2016; Radloff ve Guzey, 2017). Ancak, FeTeMM uygulamasından öncelikle sorumlu olan görev başındaki öğretmenlerin FeTeMM modellerinin araştırılması okullarda FeTeMM öğretimi ve öğrenimi için önemlidir (Kloser vd., 2018). Ayrıca çalışmaların veri toplama araçlarına bakıldığında görsel veri toplama araçlarına çok fazla yer verilmediği görülmektedir. Bu çalışmada öğretmenlerin sahip oldukları FeTeMM modellerindeki değişimi araştırmak için hem zihinlerinde var olan modelleri çizmeleri hem de bu modelleri kendi cümleleri ile açıklamaları istenmiştir. Buradan hareketle, bu çalışmanın amacı Türkiye'nin farklı illerinde görev yapmakta olan 24 kimya öğretmenin zihinlerindeki FeTeMM modellerini ve bu modellerin TÜBİTAK 4005 projesi kapsamında verilen bir haftalık hizmet içi eğitim sonunda nasıl değiştiğini araştırmaktır.

Yöntem

Bu çalışma nitel araştırma türlerinden durum çalışmasıdır. Durum çalışmaları bazen bir etkinlik bazen bir kişi bazen de bir programın derinlemesine incelenmesine olanak sağlamaktadır (Creswell, 2003). Çalışmanın amacı bir hafta süren FeTeMM hizmet içi öğretmen eğitimi programı sırasında eğitime katılan 24 kimya öğretmenin FeTeMM eğitime ve bileşenlerine dair zihinsel modellerdeki değişimin incelenmesidir.

Katılımcılar

Katılımcılar 118B169 numaralı TÜBİTAK 4005 projesine başvuran kimya öğretmenleri arasından cinsiyet, görev yapılan il, hizmet yılı ve proje deneyimi gibi ölçütler göz önüne alınarak seçilmiştir. Ayrıca katılımcıların seçim sürecinde daha önce herhangi bir TÜBİTAK 4005 projesine katılım durumlarına da bakılarak, ilk defa projeye katılacak olan öğretmenlere öncelik verilmiştir. Çalışmaya 12 erkek 12 kadın olmak üzere toplamda 24 kimya öğretmeni gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı devlet okullarında çalışmakta olan ve ülkemizin 16 farklı ilinde görev yapmakta olan kimya öğretmenleridir. Katılımcıların yaşları 25-42 aralığında değişmektedir. Çalışma grubu iki yıldan 15 yıla kadar değişen çalışma deneyimine sahip katılımcılardan oluşmaktadır. Katılımcılardan 13 kişi yüksek lisans mezunu iken, 12 kişi lisans mezunudur. Katılımcıların görev yaptıkları okullar ise şu

şekilde dağılım göstermiştir; Anadolu İmam Hatip Lisesi (n=3), Anadolu Lisesi (n= 9), Fen Lisesi (n=5), Bilim ve Sanat Merkezi (BILSEM) (n=3) ve Mesleki ve Teknik Lise (n= 4). Eğitime katılan öğretmenlerin gerçek isimleri yerine katılımcılar Ö1- Ö24 şeklinde kodlanmıştır.

Hizmet-içi Eğitim Programı Detayları

Hizmet-içi öğretmen eğitim programına katılan öğretmenler üç teorik ve yedi uygulamalı olmak üzere toplam 10 FeTeMM etkinliğine katılmışlardır. Teorik etkinliklerde FeTeMM nedir, FeTeMM yaklaşımının çıkış noktası nedir, FeTeMM yaklaşımında ölçme ve değerlendirme nasıl yapılmalıdır ve tasarım temelli FeTeMM eğitimi nedir üzerine sunu yardımı ile yapılan, soru-cevap yöntemi ile öğretmenlerin de katılımı sağlanan daha çok teorik bilgi verme hedeflenmiştir. Teorik kısmın sonrasında ise programın 2. gününden itibaren öğretmenlerin laboratuvar ortamında etkinlikleri birebir deneyimledikleri uygulamalı kısma geçilmiştir. Uygulamalı kısımda, Kimya disiplini temelinde (FeTeMM yaklaşımındaki Fen'in kimya alanına odaklanılmıştır) gerçekleştirilen etkinliklerde katılımcılardan pil, yangın söndürücü, polimer, su arıtıcısı, doğal indikatör ve roket tasarımı gerçekleştirilmeleri istenmiştir. Etkinliklerde tasarımların yapılması mühendislik alanını, teknolojik araç ve gereçlerin (örneğin, pH metre, kamera ile yavaşlatılmış çekimler, bilimsel ölçüm yapan araçlar- probeware, multimetre, vb.) veri toplama, analiz etme ve karar verme aşamalarında kullanımı teknolojiyi, yapılan ön hesaplamalar, matematiksel denklemlerin kullanımı (örneğin, Nerst eşitliğinde farklı değişkenleri kullanarak en yüksek voltajı üreten pil tasarımı, pH hesaplarında logaritmanın kullanımı vb.) etkinliklere matematiği entegre etmiştir.

Hizmet içi eğitim öğretmenlerin grup olarak birlikte çalıştıkları ve aktif bir şekilde tasarım yaptıkları bir laboratuvar ortamında bir hafta boyunca devam etmiştir. Etkinliklerin her biri üç ile dört saat arasında sürmüştür. Etkinlikler ülkemizin farklı üniversitelerinde çalışan öğretmen eğitimcileri rehberliğinde, öğretmenlerin aktif katılımı sağlanarak birebir deneyimleme ile her bir etkinliğin bir mühendislik tasarım çalışma kâğıdı eşliğinde ve dörder kişilik gruplar oluşturularak gerçekleştirilmiştir. Etkinlikler sırasında öğretmenlere araştırma yapabilmeleri için internette faydalanabilecekleri söylenmiştir. Öğretmenlerden yaptıkları araştırmaları grup arkadaşları ile tartışarak onlara yöneltilen günlük hayat problemlerine yönelik bir ürün ya da çözüm yolu tasarımları istenmiştir. Etkinlik sonunda öğretmenlerden ortaya çıkardıkları ürünü poster, sunum ve/veya logolar kullanarak sunmaları istenmiştir.

Veri Toplama Aracı ve Veri Toplama Süreci

Katılımcıların sahip oldukları FeTeMM modellerini tespit etmek ve hizmet içi eğitim sonrasında zihinlerindeki modellerde bir değişim olup olmadığını belirlemek amacıyla Ring vd., (2017) tarafından geliştirilen ve araştırmacılar tarafında Türkçe 'ye çevrilen FeTeMM' e ilişkin Zihinsel Model Protokolü kullanılmıştır. Bu protokole öncelikle öğretmenlerden FeTeMM yaklaşımı denildiğinde zihinlerinde oluşan modeli çizmeleri daha sonra da bu çizimden neyi kastettiklerini detaylı olarak açıklamaları istenmektedir. Bu nokta ile ilgili olarak, Cohen, Manion ve Morrison (2011) yapılan çalışmalarda kullanılan veri toplama araçlarının sadece açık uçlu sorulardan başka bir deyişle kelimelerden oluşmalı gibi bir önyargı olmasına rağmen veri toplarken görsel çizimlere ve onların açıklamalarına da yer verilmesinin çalışmaların geçerlilik ve güvenilirliğine katkı sağlayacağını vurgulamıştır.

Veriler FeTeMM'e ilişkin Zihinsel Model Protokolünün hizmet içi öğretmen eğitimi programı başlamadan önce ve program sonrası olarak uygulanması ile toplanmıştır. Başka bir deyişle, FeTeMM hizmet içi eğitim programının katılımcıların FeTeMM'e ilişkin zihinsel modellerine etkisinin nitel olarak incelenmesi hedeflenmiştir. Protokol Ek1' te sunulmuştur.

Veri Analizi

Çalışmadan elde edilen veriler hem tümevarım (alan yazında olmayan kodların ve temaların kullanımı) hem de tümdengelim (alan yazında olan kodların ve temaların kullanımı) yöntemleri birlikte kullanılarak analiz edilmiştir (Corbin ve Strauss, 2015; Yıldırım ve Şimşek, 2016). Katılımcıların çizimleri ve çizimleri ile ilgili açıklamaları analiz edilirken, katılımcıların FeTeMM modelleri çizimlerine göre analiz edilip kodlanmıştır, açıklamalar ise çizimleri destekleyici veri olarak analiz edilmiştir. Analiz ederken öncelikle Ring vd., (2017) ve Bybee (2013) tarafından oluşturulan FeTeMM modellerine yönelik kodlara göre (tümdengelim yöntemi) analiz yapılmıştır. Analiz sırasında ortaya çıkan disiplinler arası hiyerarşi ve yaratıcılık gibi yeni kodlar ise listeye dâhil edilmiştir (tümevarım yöntemi) (Tablo 1). Veriler öncelikle iki araştırmacı tarafından bağımsız olarak kodlanmış, sonrasında yapılan kodlamalar karşılaştırılmıştır. Kodlar arasındaki farklılıklar, araştırmacılar ortak bir fikre sahip olana kadar tartışılmış ve fikir birliğine varılmıştır. Kodlayıcılar arasındaki tutarlılık 0.85 olarak hesaplanmıştır (Miles ve Huberman, 1994).

Analiz süreci tamamlandıktan sonra öğretmenlerin eğitim öncesi ve sonrası FeTeMM modellerinde bir değişim olup olmadığını anlamak için sürekli karşılaştırmalı analiz metodu (constant comparative analysis method) kullanılmıştır (Corbin ve Strauss, 2015).

Tablo 1. FeTeMM' e yönelik modellerin analizine ait kategoriler ve açıklamalar.

Kategoriler	Açıklama
Disiplinler arası ilişki	FeTeMM'i oluşturan disiplinlerden en az ikisi tanesinin ilişkilendirilmesi ve/veya FeTeMM'i oluşturan disiplinlerden biri ile başka bir alanı ilişkilendirmesi
Disiplinler arası hiyerarşi	FeTeMM'i oluşturan disiplinler arasında bir hiyerarşi veya üstünlük olması
Mühendislik tasarım süreci	Fen ve matematik kavramlarını teknoloji yardımı ile öğrenirken mühendislik tasarım sürecini kullanmak
Fen ve Mühendislik süreci bağlamı	Bütünleşik FeTeMM eğitiminde Fen ve Mühendislik tasarım sürecine eşit şekilde önem verip matematik ve teknolojiyen ihtiyaç olursa yararlanmak
Günlük hayat problem bağlamı	Karşılaşılan bir probleme çözüm üretebilmek için bütünleşik FeTeMM uygulamasının kullanılması
FeTeMM farklı disiplinlerden oluşur	FeTeMM farklı disiplinlerden oluşur; bu disiplinler birbirini destekleyebilir ancak birbirleri ile bütünleşmiş değildir
Akronim	FeTeMM'i sadece Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik baş harflerinden oluşan bir akronim olarak tanımlamak
Mühendislik bağlamı	FeTeMM öğretiminde mühendisliğe vurgu yapıp, Matematik, Fen ve Teknoloji disiplinlerini gerekli olursa kullanmak

FeTeMM artı (FeTeMM+)	Modellerinde farklı disiplinlere (sanat, pazarlama vs.) yer vermek
Grup çalışması	FeTeMM öğretiminde grup çalışmasına yer vermek
Yaratıcılık	Bütünleşik FeTeMM uygulamalarında yaratıcılığın etkisine değinmek
İletişim	Bütünleşik FeTeMM uygulamaları sırasında süreci başkaları ile paylaşmak
Geçersiz cevap	Bütünleşik FeTeMM uygulaması ile alakası olmayan cevaplar

Bulgular ve Yorum

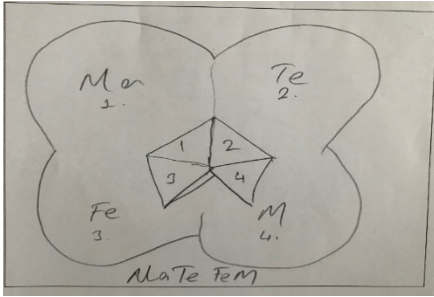
Verilerin analizi sonucunda Tablo 1’de yer alan bütünleşik FeTeMM modelleri ortaya çıkmıştır. Tablo 2 projeden önce ve sonra öğretmenlerin sahip olduğu FeTeMM modellerindeki değişimi göstermektedir.

Tablo 2. Bütünleşik FeTeMM’e dair modelleri.

FeTeMM’e Dair Zihinsel Model Kodları	Ön-Testteki Kişi Sayısı	Son-Testteki Kişi Sayısı
Disiplinleri arası ilişki	10	18
Disiplinler arası hiyerarşi	3	0
Mühendislik tasarım süreci bağlamında öğretim	1	7
Fen ve mühendislik süreci bağlamında öğretim	1	1
Günlük hayat problemleri bağlamında öğretim	1	8
Farklı disiplinlerden oluşması	5	1
Akronim	1	0
Mühendislik bağlamında öğretim	0	5
FeTeMM ⁺	1	5
Grup çalışması	0	2
İletişim	1	1
Yaratıcılık	1	0
Geçersiz cevap	6	1

Proje eğitimleri başlamadan önce ortaya koydukları çizimler katılımcıların farklı zihinsel modellere sahip olduğunu ortaya koymuş ve modeller 10 farklı kod ile kodlanmıştır. Tablo 2’de görüldüğü gibi kimya öğretmenleri bütünleşik FeTeMM eğitimi hakkındaki çizimlerinde en çok (n= 10) FeTeMM disiplinleri arasındaki ilişki ve FeTeMM farklı disiplinlerden oluşur

(n=5) modelleri yer alırken, mühendislik tasarım süreci (n=1), Günlük hayat problemleri (n=1) ve akronim olarak FeTeMM (n=1) modelleri katılımcıların çizimlerinde çok az yer almıştır. Aslında Tablo 2’de gördüğümüz modeller katılımcılarımızın bütünlük FeTeMM öğretimi hakkında çeşitli zihinsel modellere sahip olarak hizmet içi öğretmen eğitim programına geldiklerini göstermektedir. Katılımcıların ilk çizimleri genel olarak değerlendirildiğinde çizimlerinin daha az detay içerdiği ve tam olarak düşündüklerini çizerek ifade etmekte zorlandıkları görülmüştür. Katılımcıların ilk çizimlerinde FeTeMM disiplinleri arasında bir hiyerarşi olduğu modeline sahip olduklarını gösteren çizimler mevcut iken (n=3; [Ö1], Ö2, Ö3) proje eğitimi sonrasındaki çizimlerde bu modele sahip hiç katılımcı yoktur. Örneğin Ö3’un ön testte bütünlük FeTeMM eğitimi ile ilgili çizim ve açıklamaları aşağıdaki gibidir:



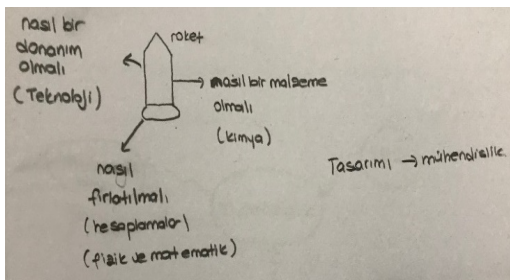
“Matematik öğretimi ile başlayan süreç teknoloji kullanımı ve uygulamasıyla pekiştirilerek devam etmeli. Daha sonra öncelikle fen eğitimi verilmeli ardından mühendislik eğitimi ile eğitimin felsefesi ile nihai kazanım arasındaki ilişki tasarlanabilir düzeye gelebilmelidir.”

Şekil 1. Ö3’ün verilen eğitim öncesindeki çizimi ve açıklaması.

Projenin bitiminde uygulanan protokole çizimlerin analizi sonucunda katılımcıların FeTeMM öğretimine yönelik zihinsel modellerinde ciddi değişimler olduğu görülmektedir (Tablo 2). Bütünlük FeTeMM öğretimine yönelik olarak katılımcılarda en çok değişim görülen modeller; “FeTeMM disiplinleri arasında ilişki vardır”, “Mühendislik tasarım süreci bağlamında öğretim”, “Günlük hayat problemleri bağlamında öğretim”, “Mühendislik bağlamında öğretim” ve “FeTeMM +” olmuştur.

‘FeTeMM disiplinleri arasında ilişki vardır’ modeline sahip katılımcıların sayısı yaklaşık iki katına çıkmıştır (n=18). Buna karşılık, FeTeMM’in birbirinden bağımsız farklı disiplinlerden oluştuğunu düşünen öğretmenlerin sayısı (n=1) azalmıştır (Tablo 2). Ayrıca katılımcıların son testte çizdiği modellerinde daha detaylı çizimler yaptıkları görülmüştür.

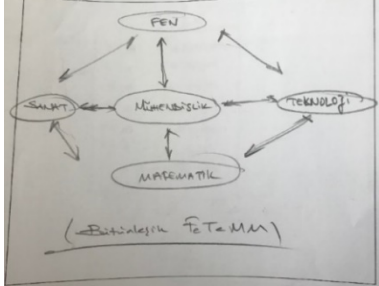
Benzer şekilde proje öncesi çizimlerde mühendislik tasarım süreci bağlamında öğretim modeline sahip tek katılımcı (Ö4) bulunmaktadır.



“Bir konunun örneğin roket tasarımı yapılırken kullanılan malzeme, nasıl fırlatılacağı, nasıl bir donanıma sahip olacağını bir bütün olarak branşlar bazında ele alınarak ürünün ortaya çıkması.”

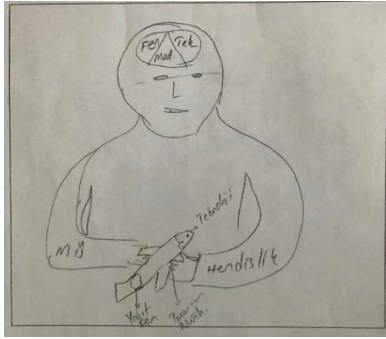
Şekil 2. Ö4’ün verilen eğitim öncesindeki çizimi ve açıklaması.

Proje sonrası uygulanan protokollerdeki çizimlerde ise mühendislik tasarım süreci bağlamında öğretim modeline yedi katılımcının (Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9) sahip oldukları görülmüştür (Şekil 3a, 3b, 3c).



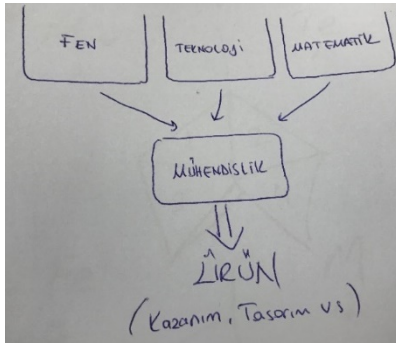
“Merkezde mühendislik ve tasarımın olduğu, teknolojik alt yapıyla desteklenen, fen ve matematik alanlarının bilimsel ve teknik verileriyle belirlenen, estetik anlayışla ürün oluşturan, temelde problem çözümüne dönük modern eğitim yaklaşımı ve uygulamalarıdır.”

Şekil 3a. Ö6'nın verilen eğitim sonrasındaki çizimi ve açıklaması.



“Bilimsel olarak beyinde biriken fen matematik ve teknoloji bilgisi mühendislik bilgisi ile tasarıma dönüştürülür.”

Şekil 3b. Ö3'ün verilen eğitim sonrasındaki çizimi ve açıklaması.

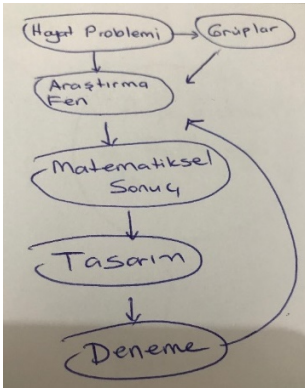


“FeTeMM bütünlük eğitim demek ve en az iki bileşen bir araya geldiğinde FeTeMM uygulanabilir. Ancak benim burada öğrendiğim şudur ki bu iki bileşenden biri mühendislik olmalıdır. Dolayısıyla fen bilimleri, teknolojik yenilikler ve matematik bilgilerinin günlük hayattaki bir sorunu çözmek adına mühendislik ile harmanlanarak bir tasarıma dönüşmesinin FeTeMM anlayışı olduğunu belirtmek isterim.”

Şekil 3c. Ö8'in verilen eğitim sonrasındaki çizimi ve açıklaması.

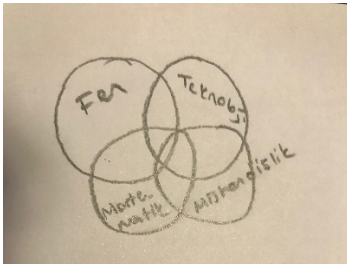
Şekil 3. Proje sonrasında mühendislik tasarım süreci modeline sahip katılımcılarımızdan Ö6(3a), Ö3(3b) ve Ö8'in(3c) çizim ve açıklamaları.

Proje sonunda katılımcıların FeTeMM modellerine dair görülen önemli değişimlerden biri de katılımcıların FeTeMM'e dair modellerinde günlük hayat problemleri bağlamında öğretime yer vermeleri olmuştur. İlk çizimlerde yalnızca bir katılımcı (Ö6) FeTeMM modelinde günlük hayat problemine yer verirken, proje bitimindeki son çizimlerde 8 katılımcı (Ö2, Ö6, Ö8, Ö11, Ö12, Ö19, Ö21, Ö23) FeTeMM eğitimi ile günlük hayat problemini modelinde bağdaştırmıştır. Sekil 4'de öğretmenlerimizin son çizimleri ve açıklamalarından örnekler bulunmaktadır.



“Günlük hayatta karşılaşılan bir problemi çözmek için grup çalışması temelinde araştırma yapılır. Araştırma sonuçları fen matematik temelinde olmasına dikkat edilir. Araştırma sonuçları ile problem çözme amacıyla tasarım yapılır. Tasarımın problemi çözüp çözmediği denir. Tasarımın gelişimi için çalışmalar tekrarlanır.”

Şekil 4a. Ö2'nin verilen eğitim sonrasındaki çizimi ve açıklaması.

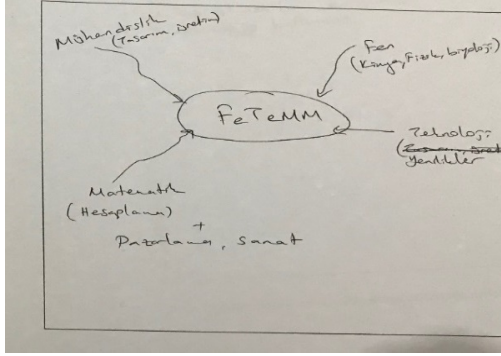


“FeTeMM, fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarının bütünlük olarak ele alınıp, hayatta karşılaşılan ya da karşılaşılabilecek sorunlara çözüm bulma yaklaşımıdır”.

Şekil 4b. Ö19'un verilen eğitim sonrasındaki çizimi ve açıklaması.

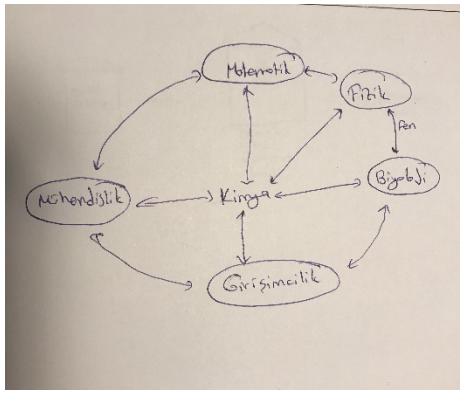
Şekil 4. Verilen eğitim sonrası günlük hayat problemi bağlamında öğretim modeline sahip katılımcılarımızdan Ö2(a) ve Ö19 'un (b) çizim ve açıklamaları.

Katılımcıların FeTeMM modellerine dair görülen değişimlerden biri de proje eğitimleri öncesinde katılımcıların sahip olduğu FeTeMM modellerinde grup çalışması ve FeTeMM+ kavramları neredeyse bulunmaz iken, proje eğitimleri sonrasında 2 öğretmenin (Ö2, Ö5) FeTeMM modellerinde grup çalışmasına yer vermesi, 5 öğretmenin de (Ö5, Ö6, Ö7, Ö11, Ö16) modellerinde FeTeMM+ yani pazarlama, sanat, estetik gibi kavramlara yer vermiş olmuştur. Örneğin katılımcılarımızdan Ö11 ve Ö16'nin verilen eğitimler sonrası son FeTeMM modeli çizimleri aşağıdaki gibidir:



“FeTeMM birçok alanın bir arada sunulduğu bir öğretim tasarımıdır. Ayrıca günlük hayat problemlerine karşı hayal gücü ve ön bilgileri de katarak yeni fikirler ile çözüm bulma aşamasıdır.”

Şekil 5a. Ö11’in verilen eğitimin sonrasındaki çizimi ve açıklaması.

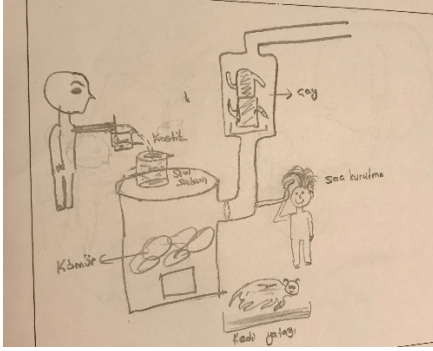


“Kimya bölümü matematik mühendislik ve diğer fen alanlarıyla ilişkilidir. Tasarlanan ürünün pazarlanması için girişimcilik de önemlidir. Bunların hepsi birbiriyle bütünlük halinde çalışırlar.”

Şekil 5b. Ö16’nin verilen eğitimin sonrasındaki çizimi ve açıklaması.

Şekil 5. Verilen eğitim sonrasında FeTeMM+ modeline sahip katılımcılarımızdan Ö11(5a) ve Ö16’nın (5b) çizim ve açıklamaları.

Çalışmaya katılan öğretmenlerin hizmet öncesi öğretmen eğitimi öncesi ve sonrası çizim ve açıklamalarına bakıldığında iletişim ve yaratıcılık modellerine sahip katılımcı sayısının değişmediği ya da azaldığı görülmektedir. Yine ön ve son çizim ve açıklamaların karşılaştırılması sonucu eğitim öncesi geçersiz çizim ve açıklama yapan katılımcı sayısı 6 iken verilen eğitim sonrasında bu sayı 1’e (Ö14) düşmüştür. Ö14’ün çizim ve açıklaması aşağıdaki gibidir:



“Yanma olayı sonrası çıkan ısının farklı amaçlara göre kullanımı,

- *Deney düzeneğinin ısıtılması
- *Günlük kahvaltı için cay hazırlama
- *Kediler için ısıtma amaçlı
- *Saç kurutma için”

Şekil 6. Ö14’ün FeTeMM eğitimine dair verilen eğitim sonrasındaki çizim ve açıklamaları.

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

TÜBİTAK-4005 projesi kapsamında bir hafta süren ve 24 Kimya öğretmeninin katıldığı proje kapsamında katılımcıların FeTeMM yaklaşımı, bileşenleri ve özellikleri hakkında sahip oldukları zihinsel modellerin incelendiği bu çalışmanın sonucunda öğretmenlerin FeTeMM zihinsel modellerinin farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Alan yazında ortak bir FeTeMM tanımının olmaması (Kelley ve Knowles, 2016; Sanders, 2009; Stohlmann vd., 2012) ve öğretmenlerin / öğretmen adaylarının sahip oldukları FeTeMM modellerinin farklılaştığı yapılan araştırmalarda da ortaya konmuştur (Bybee, 2013; Brown vd., 2011; Ring vd., 2017). Çalışmaya katılan öğretmenlerin öğretmen eğitimi programından önce sahip oldukları FeTeMM modelleri: Disiplinler arası ilişki, disiplinler arası hiyerarşi, mühendislik tasarım süreci, fen ve mühendislik süreci, günlük hayat problemi, farklı disiplinlerden oluşan modeller, akronim, FeTeMM+, yaratıcılık ve iletişimdir. Öğretmenlerin ilk çizimlerine bakıldığında yüzeysel ve gelişigüzel çizimler yaptıkları görülmüştür. Ayrıca açıklamalarına bakıldığında sahip oldukları zihinsel modelleri çizerek ifade etmekte zorlandıkları görülmektedir. Bunun sebebi öğretmenlerin FeTeMM’i oluşturan disiplinler arasında nasıl bir ilişki olduğunu tam olarak bilmemeleri ya da zihinlerinde canlandıramamaları olabilir (Ring vd., 2017). Katılımcıların sahip oldukları zihinsel modellere bakıldığında FeTeMM’in ana bileşenlerini oluşturan “Günlük hayat problemi” ve “Mühendislik tasarım sürecinin” başlangıçta öğretmenlerin çizimlerinde yok denecek kadar az yer aldığı görülmektedir. Bunun sebebi öğretmenlerin FeTeMM’i oluşturan disiplinlere ait özellikle mühendislik alanında yeterince alan bilgisine sahip olmamaları ve mühendisliğin FeTeMM’i oluşturan diğer disiplinlerle nasıl ilişkilendireceklerini bilmemeleri olabilir (EL-Deghaidy vd., 2017; Ring vd., 2017; Sanders, 2009). Ayrıca, öğretmenlerin ön-testte yer alan zihinsel modellerde FeTeMM+ (yaratıcılık, pazarlama vs.) ve grup çalışmasına yer vermemeleri daha yüzeysel ve basit zihinsel modellere sahip olduklarını göstermektedir. Öğretmenlerin FeTeMM eğitimi ve uygulamaları ile ilgili somut örnekler görmemeleri ve hizmet içi öğretmen eğitimlerinin eksikliği öğretmenlerin FeTeMM kavramını zihinlerinde oturtmalarını zorlaştırmaktadır.

Proje kapsamında verilen hizmet içi öğretmen eğitimi programının sonucunda öğretmenlerin FeTeMM modellerine ilişkin daha kapsamlı ve detaylı çizimler yapmışlardır. Öğretmenlerin eğitim öncesinde sahip oldukları akronim, disiplinler arası hiyerarşi ve FeTeMM farklı

disiplinlerden oluşur (aralarında bağlantı yoktur) gibi modellerinin eğitimden sonra çizimlerde görülmemesi ya da çok az görülmesi öğretmenlerin zihinsel modellerinde gelişim olduğunun göstergesidir. Benzer şekilde Dare vd., (2019) çalışmasında öğretmenlerin kendilerine en yakın FeTeMM modellerini seçerken Akronim ve FeTeMM farklı disiplinlerden oluşur modellerini tercih etmediklerini belirtmişlerdir. Verilen eğitim sonrasında FeTeMM'in farklı disiplinlerden oluştuğunu düşünen bir öğretmenin kalmasının sebebi TÜBİTAK 4005 kapsamında verilen hizmet içi öğretmen eğitimi programının 1 haftalık süre ile kısıtlı olması ve hizmet içi öğretmen eğitimi kapsamında çoğunlukla kimya temelli etkinliklere yer verilmesi ile açıklanabilir. Benzer şekilde Akaygün ve Aslan-Tutak (2016) çalışmasında öğretmen adaylarının bazılarının verilen eğitim sonrasında sahip oldukları FeTeMM modellerinde değişim görülmemiş hatta bazılarında gerileme görülmüştür. Buna karşılık, FeTeMM disiplinleri arasında ilişki vardır, mühendislik tasarım süreci bağlamında öğretim, günlük hayat problemleri bağlamında öğretim, mühendislik bağlamında öğretim ve FeTeMM+ modellerinde artış gözlenmesi öğretmenlerin zihinsel modellerinde pozitif yönde bir gelişim olduğunu göstermektedir. Bu gelişim hizmet içi öğretmen eğitimi sırasında FeTeMM eğitimi ile alakalı yapılan etkinlikler ile ilişkilendirilebilir başka bir deyişle hizmet içi öğretmen eğitimi sırasında yürütülen etkileşimli FeTeMM etkinlikleri öğretmenlerin sahip oldukları FeTeMM modellerinin gelişmesinde etkilidir. Benzer şekilde Ring vd., (2017) çalışmalarının sonucunda öğretmenlere verilen öğretmen eğitimi programının öğretmenlerin FeTeMM modellerini etkilediğini, eğitimden sonra öğretmenlerin FeTeMM modellerinin daha detaylı ve gelişmiş olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, öğretmenlerin eğitim sonunda sahip oldukları FeTeMM modellerinin FeTeMM'in bütünleşik doğasına uygun şekilde değiştiğini ve geliştiğini söyleyebiliriz (Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezsezen, 2017).

Bu çalışmada verilen eğitim sonunda öğretmenlerin modellerinde FeTeMM disiplinlerinden mühendislik alanını öğretmenlerin öğretmen eğitimi programı sonucunda modellerinde daha fazla vurguladıkları görülmektedir. Öğretmenlerin verilen eğitim öncesindeki zihinsel modelleri mühendislik tasarım sürecini ve mühendislik bağlamında öğretimi içermezken, verilen eğitim sonrası zihinsel modellerinde mühendislik tasarım süreci (n= 7) ve mühendislik bağlamında öğretim (n=5) vardır fikirlerini içermektedir. Başka bir deyişle, verilen eğitim sonunda öğretmenlerin FeTeMM yaklaşımında mühendisliğin kullanımı ve rolü ile ilgili modelleri değişmiştir. Aslan-Tutak vd., (2017) benzer sonucu öğretmen adayları ile gerçekleştirmiş oldukları çalışmada rapor etmişlerdir. Aynı şekilde, öğretmenlerin FeTeMM modellerinde günlük hayat problemi bağlamında öğretimi hizmet içi öğretmen eğitiminin sonunda daha çok yer verdikleri görülmektedir (n=8). Bunun sebebi proje boyunca öğretmenlere günlük bir hayat probleminden yola çıkarak yürütülen ve o probleme mühendislik tasarım sürecinden geçerek çözüm bulabilecekleri FeTeMM etkinliklerini içeren bir eğitim uygulanmış olması olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, FeTeMM+ (pazarlama, sanat ve girişimcilik) ve grup çalışmasının daha fazla yer alması, hizmet içi öğretmen eğitimi boyunca etkileşimli FeTeMM etkinlikleri ile öğretmenlerin 21.yy becerilerini FeTeMM eğitimi ile nasıl ilişkilendireceklerini deneyimlemeleri ile açıklanabilir. Ancak, Wagner (2008) tarafından tanımlanan 21.yy becerilerinden olan yaratıcılık ve iletişim alanlarında proje sonunda öğretmenlerde istenilen gelişim sağlanamamıştır.

Öğretmenlerin FeTeMM'i tam anlamıyla kavrayamamaları ve FeTeMM'i oluşturan disiplinlerde yeterince bilgi ve deneyime sahip olmamaları, FeTeMM'i sınıflarında etkili bir şekilde kullanmalarına engel olmaktadır (Sanders, 2009). Bu ve alan yazındaki diğer çalışmaların bulguları ışığında, bu durumun öğretmenlere verilecek FeTeMM'e yönelik etkili hizmet içi eğitim programları ile üstesinden gelineceği düşünülmektedir. Sonuç olarak, bu

çalışmada 4005 TÜBİTAK projesi kapsamında verilen hizmet içi öğretmen eğitimi programının içeriğindeki FeTeMM etkinlikleri ve etkileşimli olarak bu etkinliklerin grup çalışmaları ile yürütülmesi öğretmenlerin FeTeMM'e dair zihinsel modellerinin yüzeysel modellerden daha detaylı ve FeTeMM'in doğasını daha çok yansıtan modellere değişmesinde ve gelişmesinde katkı sağlamıştır. Ancak bu çalışma kapsamında gelişim gözlenmeyen iletişim ve yaratıcılık kavramları için ileride yapılacak hizmet içi öğretmen eğitimlerinde FeTeMM etkinlikleri sırasında daha açık ve net vurgu yapılması katkı sağlayabilir. Ayrıca, ileride yapılacak çalışmalarda hizmet içi öğretmen programlarının öğretmenlerin zihinsel modellerindeki etkisinin sınıflarındaki uygulamalara ne kadar yansıtıldığı (mühendislik tasarım süreci içerme, günlük hayat problemi içerme, FeTeMM+ içerme vb.) araştırılabilir. Diğer bir ifadeyle, öğretmen eğitimi sonrasında FeTeMM'e dair zihinsel modellerinde gelişim gözlenen öğretmenlerin FeTeMM eğitimini sınıflarında nasıl yürüttükleri araştırılabilir.

Son olarak, çalışmanın bir haftalık bir eğitim ile sınırlı olması, etkinliklerde kimyanın (fen) ana disiplin olması çalışmanın sınırlılıkları olarak düşünülmektedir. Bir haftalık bir eğitim öğretmenlerin zihinlerindeki FeTeMM modellerini değiştirmeleri için yeterli olmayabilmektedir.

Kaynakça

- Akaygün, S. & Aslan-Tutak, F. (2016). STEM images revealing stem conceptions of preservice chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 56-71.
- Aslan-Tutak, F., Akaygün, S., & Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: Kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816.
- Aydın-Günbatır, S.A., Tarkın-Çelikkıran, A., Kutucu, E. S. & Ekiz-Kıran, B. (2018). The influence of a design-based elective stem course on pre-service chemistry teachers' content knowledge, STEM conceptions, and engineering views. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(3), 954-972. doi: 10.1039/C8RP00128.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 20(6), 5–9.
- Bybee, R. W. (2013). *A case for STEM education*. Arlington, VA: National Science Teachers' Association Press.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. New York, NY: Routledge.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2015). *Basics of qualitative research (4th ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Cunningham, C. M., & Carlsen, W. S. (2014). Teaching engineering practices. *Journal of Science Teacher Education*, 25, 197–210.
- Çepni, S., & Ormancı, Ü. (2017). Geleceğin dünyası. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi* (pp. 1 - 32). Ankara: Pegem Akademi.
- Çinar, S., Pirasa, N. & Paliç-Şadoğlu, G. (2016). Views of Science and Mathematics Pre-service Teachers Regarding STEM. *Universal Journal of Educational Research*, 4, 1479-1487.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (2nd ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Dare, E. A., Ring-Whalen, E. A., & Roehrig, G. H. (2019). Creating a continuum of STEM models: Exploring how K-12 science teachers conceptualize STEM education. *International Journal of Science Education*, 41(12), 1701-1720.
- EL-Deghaidy, H., Mansour, N., Alzaghbi, M., & Alhammad, K. (2017). Context of STEM integration in schools: Views from in-service science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science, and Technology Education*, 13(6), 2459–2484.
- Grossman, P., & McDonald, M. (2008). Back to the future: Directions for research in teaching and teacher education. *American Educational Research Journal*, 45(1), 184–205.
- Johnson, C. C. (2013) Conceptualizing integrated STEM education. *School Science and Mathematics*, 113(8), 367-368.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11.
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Kim, E., Oliver, J. S., & Kim, Y. A. (2019). Engineering design and the development of knowledge for teaching among preservice science teachers. *School Science and Mathematics*, 119(1), 24-34.
- Lau, M., & Multani, S. (2018). *Engineering STEM Teacher Learning: Using a Museum-Based Field Experience to Foster STEM Teachers' Pedagogical Content Knowledge for*

- Engineering*. İçinde S. M. Uzzo, S. B. Graves, E. Shay, M. Harford, R. Thompson (Eds), Pedagogical content knowledge in STEM (pp. 195-213). Springer, Cham.
- Kloser, M., Wilsey, M., Twohy, K. E., Immonen, A. D., & Navotas, A. C. (2018). "We do STEM": Unsettled conceptions of STEM education in middle school STEM classrooms. *School Science and Mathematics*, 118(8), 335-347.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). *Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching*. İçinde J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education (pp. 95–132). Boston: Kluwer.
- Miles, M. B., & Huberman, M. (1994). *An expanded sourcebook: Qualitative data analysis (2nd ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Moore, T. J., Stohlman, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K–12 STEM education. İçinde S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Synthesizing research, policy and practices*. West Lafayette, IN: Purdue University Press.
- National Research Council (NRC), (2010). *Standards for K-12 engineering education?* Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council (NRC), (2011). *Successful K-12 STEM education: identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: National Academies Press.
- Next Generation Science Standards (NGSS) Lead States, (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington: The National Academies Press.
- Park, H., Byun, S. Y., Sim, J., Han, H., & Baek, Y. S. (2016). Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1739-1753.
- Radloff, J., & Guzey, S. (2017). Investigating changes in preservice teachers' conceptions of STEM education following video analysis and reflection. *School Science and Mathematics*, 117(3-4), 158-167.
- Ring, E. A., Dare, E. A., Crotty, E. A., & Roehrig, G. H. (2017). The Evolution of Teacher Conceptions of STEM Education throughout an Intensive Professional Development Experience. *Journal of Science Teacher Education*, 28(5), 444-467.
- Rinke, C. R., Gladstone-Brown, W., Kinlaw, C. R., & Cappiello, J. (2016). Characterizing STEM teacher education: Affordances and constraints of explicit STEM preparation for elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 116(6), 300-309.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112, 31-44.
- Sanders, M. E. (2009). STEM, STEMeducation, STEMmania. *The Technology Teacher*, 1, 20–26.
- Shernoff D. J., Sinha S., Bressler D. M., & Ginsburg L., (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4(13), 1–16, Doi. 10.1186/s40594-017-0068-1.
- Srikoom, W., Faikhamta, C., & Hanuscin, D. (2018). Dimensions of Effective STEM Integrated Teaching Practice. *K-12 STEM Education*, 4(2), 313-330.

- Stohlman, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34.
- Vossen, T. E., Henze, I., De Vries, M. J., & Van Driel, J. H. (2019). Finding the connection between research and design: the knowledge development of STEM teachers in a professional learning community. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-26.
- Teo, T. W. & Ke, K. J. (2014). Challenges in STEM teaching: implication for preservice and inservice teacher education program. *Theory into Practice*, 53(1), 18–24, DOI: 10.1080/00405841.2014.862116
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık. Ankara.
- Wagner, T. (2008). Even our “best” schools are failing to prepare students for 21st-century careers and citizenship. *Educational Leadership*, 66(2), 20-25.
- Wheeler, L. B., Whitworth, B., & Gonczi, A. (2014). Engineering design challenge. *The Science Teacher*, 81(9), 30-36.
- Wilson, S. M. (2011, April). Effective STEM teacher preparation, induction, and professional development. In *NRC Workshop on Highly Successful STEM Schools or Programs*. Available: http://www7.nationalacademies.org/bose/Successful_STEM_Schools_Homepage.html [May 2011].

Extended Abstract

Recently, Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education has become a worldwide topic of discussion and research area (Kennedy & Odell, 2014). Although STEM education emerged from the United States of America (USA), researchers all over the world have been studying on STEM education (Shernoff, Sinha, Bressler, & Ginsburg, 2017). There is no common definition of STEM education and researchers defined STEM in different ways (Kelly & Knowles, 2016; Sanders, 2009; Stohlman, Moore, & Roehrig, 2012). However, Moore et al., (2014) proposed the common aspects of STEM education as following: motivating and engaging context, engineering design challenge, learn from design-redesign process, including math and/or science disciplines, utilizing student centered instructional methods and emphasis on group working and communication.

Method

Qualitative research method was utilized in this study to investigate 24 chemistry teachers' mental models of STEM education and how their models changed throughout a week-long professional development (PD) program. Participants of this study were selected among the chemistry teachers applied to the PD program supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey. The participants of the PD program were selected based on several criteria such as gender, teaching experience, provinces, whether participated to similar project or not. After the participant selection, 24 in-service chemistry teachers (i.e., 12 females, 12 males) working in 16 different cities of Turkey participated in the PD program. The teachers have been working at different types of high schools and their teaching experience differentiate from 2 to 15 years.

During the PD program, teachers participated in 10 STEM activities including three theoretical activities (i.e., regarding STEM education and its purpose and characteristics) and seven design-based STEM activities. Theoretical side of the PD program focused on what STEM education is, what design based STEM education is and assessment of STEM education. The other side of the PD program included design-based STEM activities that participants designed a product or process to solve a real daily- life problem in the laboratory setting. During the activities teacher were supposed to design an indicator, a voltaic cell, a rocket, and a fire extinguisher that focused the science discipline of STEM education; design a product or process side of the activities focused on the engineering discipline of STEM education, doing calculations and utilizing mathematical equation (e.g. calculation of pH via logarithm, design a voltaic cell with highest voltage utilizing Nernst equation) focused on the mathematics discipline of STEM education and utilizing technology to collect data and analyze data (e.g. using probe ware, pH meter etc.) focused on technology discipline of STEM education. During the activities, participants worked in groups and made brainstorming.

To examine participants existing STEM model and the changes in the model throughout the program, teachers were requested to visually represent their STEM conception using the STEM reflection protocol that was developed by Ring et al. (2017) and translated into Turkish by the researchers (see the Appendix). This data collection tool asked teachers to draw a model of what STEM education looked like and explain their model. The STEM reflection protocol was administered twice, before and at the end of the PD program.

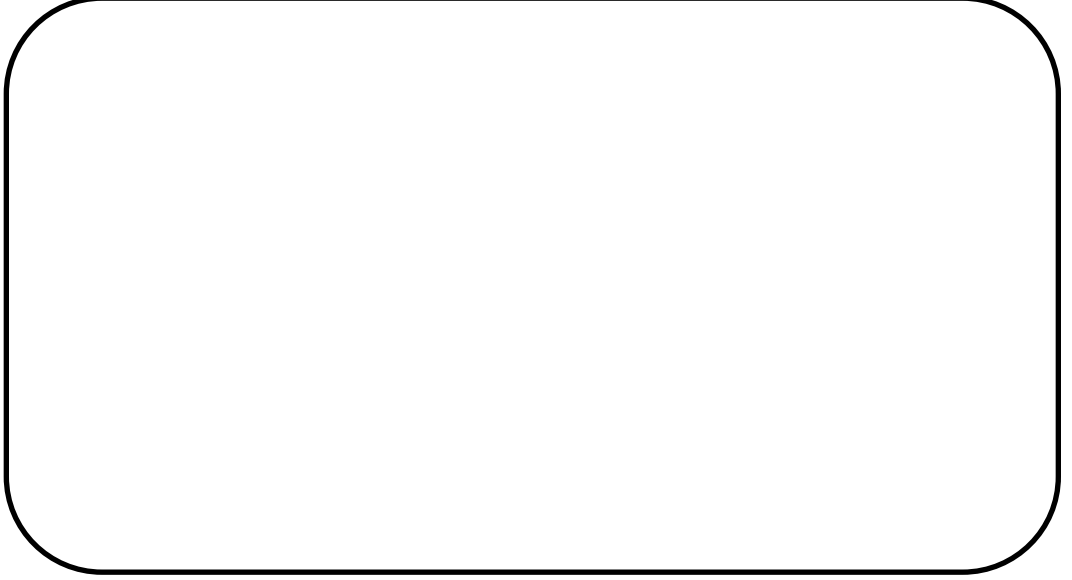
Data were analyzed both utilizing deductive and inductive analysis methods (Corbin & Strauss, 2015; Yıldırım & Şimsek, 2016). Within the analysis, teachers' written descriptions of the STEM models were used as a secondary data source to categorize the models. First, the data were analyzed based the codes proposed by Ring et al. (2017) and Bybee (2013) (i.e., deductive analysis and coding). Through the analysis, the new codes emerged were added (i.e., inductive analysis). Later, to determine if any development existed in participants' models, constant comparative analysis was carried out through comparing and contrasting pre and post models of each participant. (Corbin & Strauss, 2015).

Findings and Discussion

Results revealed that participants started to the PD with existing STEM models in their mind. At the beginning, teachers' models were categorized under 10 models. Within those, the participants mostly drew models showing the relations among STEM disciplines (n=10) and STEM integrated disciplines (n=5). In very few pre-STEM models included Engineering design process as context (n=1) and real-world problem solving as context (n=1). In addition to those, three participants drew models stating a hierarchy among STEM disciplines in pre-data. Moreover, pre-data included less details and less STEM characteristics when compared to post-data. Teachers stated that they had difficulty in drawing their models. Explanations helped them show what they have in their mind. After the PD, results showed great development in participants' STEM models. More participants mentioned STEM as Integrated disciplines, Engineering design process as context, Real-world problem solving as context, and STEM+ (i.e., art, marketing). Although only one participant's model was coded as 'Real-world problem solving as context' in pre-models, after the PD, eight teachers' models were coded as 'Real-world problem solving as context'. However, there is no change was detected regarding teamwork and communication. In the light of the study, teachers' STEM models should be determined. Moreover, necessary support should be provided through PD programs. In those PDs, teamwork, creativity, and communication aspects should be emphasized.

EK 1. FeTeMM' e ilişkin Zihinsel Model Protokolü

Bütünleşik FeTeMM eğitiminden ne anlıyorsunuz? Düşüncelerinizi ifade eden modelinizi aşağıdaki kutucuğa çiziniz.



Yukarıda çizimini yapmış olduğunuz modelinizi kelimelerle açıklayınız.