

Doi: 10.14686/buefad.v5i3.5000195411

## Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi ile İlgili Öğretmen Görüşleri

Yasemin HACIOĞLU, Arş. Gör, Giresun Üniversitesi, haciogluyasemin@gmail.com

Havva YAMAK, Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, havva@gazi.edu.tr

Nusret KAVAK, Doç. Dr., Gazi Üniversitesi, nkavak@gazi.edu.tr

**Öz:** Nitel-durum çalışması olarak yürütülen bu çalışmanın amacı araştırmacılar tarafından yürütülen "Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi (MTTFE) için uygulamalı örnek etkinlikler atölyesi"ne gönüllü olarak katılan öğretmenlerin MTTFE hakkındaki görüşlerini ortaya çıkarmaktır. Katılımcı görüş formu ile toplanan nitel veriler içerik analizi ile incelenmiştir. Ayrıca bulguları desteklemek amacıyla araştırmacı deneyimlerine de yer verilmiştir. Araştırma sonucunda öğretmenler MTTFE'ye yönelik olumsuz düşünceler belirtmiş olsalar da genellikle olumlu görüş sunmuşlardır. Öğretmenler belirttikleri olumsuzluklardan dolayı tereddüt yaşasalar da, sınıflarında fen öğretirken MTTFE etkinliklerini uygulamak istediklerini belirtmişlerdir. Öğretmenlerin tereddütlerini giderebilmek adına mühendislik tasarım temelli fen eğitimine yönelik hizmet öncesi ve hizmet içi eğitim yapılmalıdır. Ayrıca çalışay sonunda öğretmenlerin çoğu öneriler sunmuştur ve bu önerilerinin gerçekleşmesi durumunda ülkemizde MTTFE gerçekleştirilebileceğini belirtmişlerdir.

**Anahtar Kelimeler:** STEM eğitimi, mühendislik tasarım temelli fen eğitimi, mühendislik tasarım süreci, öğretmen görüşleri.

## Teachers' Opinions Regarding Engineering Design Based Science Education

**Abstract:** The aim of this study, conducted as qualitative-case study, is reveal opinion of teachers, who participated voluntarily to "Practical examples activities for Engineering Design-Based Science Education (EDBSE) workshop, about EDBSE. Qualitative data, collected via Participant's Opinion Form, was analyzed using content analysis. In addition, the findings are also included to support research experiences by researcher/s. In the result of the study, even if the teachers have negative opinions towards EDBSE, they usually have submitted a positive opinion. They indicated that they want to apply EDBS while teaching science in their classrooms, even if have doubt because of these negative opinions. In order to overcome the concerns of teachers, pre- and in-services teacher education on EDBSE should be done. Also most of the teachers indicated recommendations and that EDBSE can be applying in our country if it happens theserecommendations.

**Key Wrods:** STEM, Engineering design based science education, Engineering design process, teachers' opinion.

## 1. GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz bilgi ve teknoloji çağında dünyada bilim alanında önemli gelişmelerle değişim yaşanmaktadır. Bu gelişim ve değişimle birlikte gerçek yaşamda karşılaştığımız problemlerin belirli bir disiplinin bilgi ve becerileri ile çözülmesi mümkün olmamaktadır (Beane, 1991). Bu nedenle yetişen neslin öğrencilerine günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri bilgi ve beceri kazandırılmalıdır. Fakat bu becerilerin öğrencilere kazandırılması için kağıt kalem çağı için tasarlanmış eğitim yeterli olmayacaktır (Resnick, 2002, s. 36). Öğrencilerden 21 yy bilgi ve becerilerine sahip olmaları, ardından kazanmış oldukları bilgi ve becerilerini karşılaştıkları farklı durumlara transfer edebilmeleri beklenmektedir (Nargund-Joshi ve Liu, 2013). Öğrencilerin 21. yy'ın gerektirdiği niteliklere sahip olabilmesi için gerekli bilgi ve becerileri kazanabilecekleri disiplinlerin entegre edildiği eğitim ortamları tasarlanmalıdır (Beane, 1991). Bu beklentiler doğrultusunda son yıllarda eğitim alanındaki reform çalışmalarının merkezinde K-12 düzeyinde özellikle fen eğitiminde disiplinlerinin entegrasyonunu sağlayan öğretim programları yer almaktadır (NAE ve NRC, 2009). Ülkeler eğitim reformlarının odağına ise tüm eğitim düzeylerinde fen (science), teknoloji (technology), mühendislik (engineering) ve matematik (mathematics) disiplinlerinin entegrasyonuna dayanan STEM eğitimi yerleştirmişlerdir (Bybee, 2010; Çorlu, 2014) ve STEM eğitimi 21. yüzyılın öğrenme programlarının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir (NRC, 2014).

Türkiye'de de bu değişim ve gelişimlere ayak uydurabilmek için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Ulusal bilim ve teknoloji politikaları, 2003-2023 strateji belgesi (TÜBİTAK, 2004), STEM Eğitimi Türkiye Raporu (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015), Türkiye Sanayiciler ve İşadamları Derneği Vizyon-2050 Türkiye Raporu (TÜSİAD, 2014) raporunda STEM disiplinlerine yönelik bilgi ve becerilere sahip birey yetiştirilmesi gerektiğine vurgu yapılmaktadır. Eğitim alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde ise STEM eğitime oldukça önem verildiği, fakat uygulamanın daha çok akademik düzeyde ya da okul dışı öğrenme ortamları olan bilim merkezleri düzeyinde kaldığı dikkat çekmektedir. Uygulamaya geçebilmek için çalışmalar ve projeler devam etmektedir. Ayrıca 2013 yılında revize edilen Fen Bilimleri Öğretim Programında (MEB, 2013) öğrencilere kazandırılması gereken bilgi, beceri, duyuş ve Fen, Teknoloji, Toplum, Çevre (FTTÇ) kazanımlarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik entegrasyonunun sağlandığı eğitim ortamlarının tasarlanması gerekliliğine işaret edilmekte ve STEM eğitiminin de birlikte yürütülebileceği araştırma-sorgulama temelli eğitime vurgu yapılmaktadır. Ülkemiz eğitim programlarında STEM disiplinlerinden fen, teknoloji ve matematik kazanım ve uygulamalarına açıkça yer verilmesine rağmen, mühendislik disiplini kazanımlarına örtük bir şekilde vurgu yapılması dikkat çekicidir. İlgili literatür incelendiğinde de öğrencilerin öğrenmesi için mühendisliğin nasıl entegre edilebileceğine yönelik uygulamaların eksik kaldığı görülmektedir (English ve King, 2015). Bu doğrultuda fen eğitimine mühendislik disiplininin entegrasyonunu sağlayacak mühendislik tasarım temelli fen eğitimi (MTTFE) önerilmiştir (Barnett, Connolly, Jarvin, Marulcu ve Rogers, 2008).

MTTFE, öğrencilerin hedeflenen davranışları kazanmaları için bilimsel araştırma-sorgulama ile mühendislik tasarımının bir arada ele alındığı, gerçek yaşam bağlamını oluşturan mühendislik tasarım problemlerine mühendislik tasarım süreci çerçevesinde çözümler üretme becerisini kazandırmayı hedefleyen STEM disiplinlerinin entegrasyonunu içeren bir öğretim yaklaşımıdır (Wendell, 2008). MTTFE yaklaşımı mühendislik tasarım sürecinin işletilerek, gerçek yaşam bağlamında mühendislik tasarım problemine çözüm bulma sürecinde anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesine imkân tanımaktadır (Daugherty, 2012). Mühendislik tasarım sürecinin başlatan mühendislik tasarım problemi ile başlayan süreç problemin kriter ve

sınırlılıklarını da ele alarak probleme yönelik çözüm bulma uğraşdır (NRC, 2012). MTTFE etkinliklerinin ilk aşaması, öğrencilerin tasarım problemi olabilecek bir bağlam ile karşı karşıya bırakılmasıdır. Bu aşamada öğrencilerden problemi tanımlamaları beklenir. Problemin çözümüne götürececek kriterler ve problemin çözümünü sınırlayacak kısıtlılıklar belirlenir. Ayrıca probleme yönelik araştırmalar yapılarak probleme yönelik olası çözüm önerileri sunulur. Bu çözüm önerileri problemin kriter ve sınırlılıkları dikkate alınarak değerlendirilir ve probleme cevap verebilecek en uygun çözüm belirlenir. En uygun çözüme yönelik prototipin yapılması ve test edilmesi ile devam eden süreç boyunca iletişim gerçekleşir, süreç sonunda ise tasarım sürecinin problem bağlamında ortaya konulması ile sona erer. Süreç boyunca yapılan bu işlemler aşamalı olsa da aşamalar arasında geçişler olabilir. Bu şekilde yürütülen MTTFE uygulamaları ile öğrencilerin fen dersinde başarılarını arttırmakla birlikte, beceri kazanmalarında, olumlu tutum geliştirmelerinde, derse ve mühendislik disiplinine ilgi ve motivasyonlarının artmasında etkilidir (Roth, 2001; Tal, Krajcik ve Bluemenfeld, 2006; Ercan, 2014).

Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx ve Mamlok-Naaman (2004) lise öğrencileriyle mühendislik tasarım döngüsünü kullanarak işledikleri dersler sonucunda öğrencilerin başarı düzeylerinin geliştiği sonucuna ulaşmıştır. Bu sonuçla araştırma-sorgulamaya dayalı fen bilimleri öğretim programlarının tasarım temelli eğitimi içerecek şekilde yeniden düzenlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Benzer şekilde Doppelt, Mehalik, Schunn, Silk ve Krysinski (2008) ortaokul öğrencilerinin elektrik konusu ile ilgili anlamalarını geliştirmek için elektrikli alarm sistemi tasarım görevini; Ellefson, Brinker, Vernacchio ve Schunn (2008) ise lise düzeyinde genetik ve gen transferi konusunu öğretimi için kendi yaşamlarına katkı sağlayan bir bakteri oluşturma tasarım görevini gerçekleştirdikleri mühendislik tasarım temelli fen dersi işletmişlerdir. Her iki araştırmada da tasarım temelli fen eğitimi yoluyla öğrencilerin bilgi düzeyine olumlu etki gözlenmiştir. Moore, Stohlmann, Wang vd.(2014) de mühendisliğin fen eğitimine entegrasyonuna ilişkin örnek etkinlikler sunarak mühendisliğin fen dersleri için öğrencilerin ilgisini çekecek bir bağlam ya da mühendislik içerik bilgisini geliştiren bir araç olabileceğini vurgulamaktadır.

Bu çalışmalara paralel olarak tasarım temelli öğrenme ve MTTFE ile ilgili öğretmen eğitimine odaklanan çalışmalar da devam etmiştir. Yaşar, Baker, Robinson- Kurpius ve Roberts (2006) öğretmenlerin tasarım, mühendislik ve teknoloji kavramlarına yönelik algı ve anlayışlarını belirlemeyi amaçladığı çalışmada özellikle hizmet öncesi eğitimde öğretmenlere MTTFE'ye ilişkin eğitimler düzenlenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Cuijck, Keulen ve Jochems (2009) 19 öğretmen ile gerçekleştirdikleri araştırmalarında, öğretmenlerin çoğunlukla MTTFE'nin fen eğitiminde kullanılması gerektiğini, fakat kendilerini bu konuda yeterli görmediklerini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Capobianco (2011) ilkökul fen öğretmenlerinin MTTFE uygulamalarına yönelik olumlu görüşleri ile birlikte olumsuz görüşleri ve endişeleri olduğunu belirtmiştir. Hsu, Purzer ve Cardella (2011) ise ilkökul öğretmenlerinin mühendislik, teknoloji ve tasarımın önemli olduğuna inandıkları, ancak bu kavramlar hakkında bilgi sahibi olmadıkları ve öğretmenlerin bu kavramları öğretmek konusunda kendilerini yeterli hissetmediklerini ortaya koymuştur. Felix (2010) ve Capobianco (2013) ise uygulamaya geçerek hem öğretmenlere hem de öğrencilere eğitim düzenlemişlerdir. Çalışmaları sonucunda hem fen öğretmenlerinin mühendislik tasarım sürecini anlama ve sınıf uygulamalarında kullanma yeteneği ile ilgili mesleki gelişimine, hem de öğrencilerin anlamlı öğrenmesine katkı sağladığını; Apedoe, Reynolds, Ellefson ve Schunn (2008) ise lise kimya öğretmenleri ile "Isınma -Soğuma Sistemleri" ünitesinde mühendislik tasarım sürecini işleyecekleri etkinlikler yürütmüştür. Çalışma sonucunda öğretmenler MTTFE'nin kavram öğretiminde başarılı olduğunu ve mühendislik disiplinine yönelik farkındalığı arttırdığını belirtmişlerdir. Culver (2012) hizmet öncesi ilkökul öğretmenlerinin; Marulcu ve Sungur (2012) fen bilgisi öğretmen adaylarının

tasarım görevlerini gerçekleştirirken herhangi belirgin tasarım süreci kullanmadıklarını, mühendislik kavramını yapma, inşa etme ile eş anlamlı gördüklerini ve mühendislik tasarımlarını deneme-yanılma ile ilişkilendirdiklerini, mühendislikle ilgili belirli temel bilgilere sahip olduklarını ancak mühendislik sürecine fen ve teknoloji kavramlarının öğretiminde kullanabilecek kadar vakıf olmadıklarını yaptıkları çalışmalarında tespit etmişlerdir. Bozkurt (2014) ise fen bilgisi öğretmen adayları için Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları dersinin MTTFE ile işlenmesi için uygulama örnekleri sunmuş ve öğretmen adaylarının karar verme, bilimsel süreç becerileri ile MTTFE etkinlikleri hazırlayabilme yeterliliklerine olumlu katkı sağlamıştır. Hacıoğlu, Yamak ve Kavak (2016) ise fen bilgisi öğretmen adayları ile yürütülen MTTFE etkinliklerinin öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını arttırmada etkili olduğunu belirtmiştir.

Tüm çalışma sonuçları incelendiğinde fen öğretiminin amaçlarına ulaşması için MTTFE uygulamalarının kullanılması gerektiği, bunun için de öğretmen eğitiminin önemine vurgu yapıldığı görülmektedir. Nitekim STEM öğretmenin özellikleri ve alan öğretmenlerinin eğitimi ülkemiz için de kritik bir öneme sahiptir. Bu nedenle bu konuda deneyimli araştırmacıların deneysel çalışmalarına ihtiyaç duyulmakla birlikte (Çorlu, 2014), henüz ülkemiz eğitim sistemi için yeni olan STEM etkinliklerinin artırılması ve STEM öğretmenleri yetiştirilirken öncelikle onlara STEM eğitimi tanıtmak amacıyla farkındalık oluşturacak eğitimler verilmelidir (MEB-YEĞİTEK, 2016). Bu ihtiyaca cevap verebilmek için MTTFE'nin tanıtılması ve uygulanmasına yönelik öğretmenlere uygulamalı çalışmalar yapılmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi İçin Uygulamalı Örnek Etkinlikler Atölye çalışması kapsamında MTTFE'nin örnek etkinlikler ile öğretmenlere tanıtılması ve öğretmenlerin örnek etkinlik uygulamalara katılımıyla yürütülen bu çalışma ile onların uygulamaya yönelik fikirleri alınmıştır. Böylece MTTFE eğitimi uygulamaların iyileştirilmesi, gelecekte yapılacak çalışmalara örnek teşkil ederek çok disiplinli ders programlarının geliştirilmesi ve uygulamaların artırılması ve bu alanda öğretmen eğitime katkı sağlaması açısından önemlidir.

810

Bu çalışmanın amacı öğretmenlerin MTTFE mühendislik tasarım temelli fen eğitimine yönelik görüşlerini ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda "Öğretmenlerin MTTFE'ye ilişkin görüşleri nelerdir?" problemine cevap aranmıştır.

## 2. YÖNTEM

Nitel araştırma paradigmasına dayanan durum çalışması modelinde yürütülen bu araştırma, 7-8 Eylül 2015'te Hacettepe Üniversitesi'nde gerçekleştirilen 1. STEM Öğretmenler Konferansı (SAILS - Araştırmaya Dayalı Bilim Öğretiminde Değerlendirme Stratejileri)'nda düzenlenen "Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi İçin Uygulamalı Örnek Etkinlikler Atölyesi"ne gönüllü olarak katılan öğretmenlerin yansıttıkları bilgiler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Durum çalışması, araştırmacının belli bir zamanda belli bir durum ya da durumları nitel veri toplama araçları (gözlemler, görüşmeler, görsel - işitseller, dokümanlar, raporlar) aracılığıyla derinlemesine incelendiği, durumların ve duruma bağlı temaların tanımlandığı nitel bir araştırma yaklaşımıdır (Merriam, 2013). Durum çalışması deseninde bir durum değerlendirilebildiği gibi bir program ya da uygulama da değerlendirilebilir (Marshall ve Rossman, 2006). Bu çalışmada da atölye çalışmasında öğretmenlere sunulan ve örnek etkinliklerin (bknz. Ek) uygulandığı MTTFE'ye ilişkin değerlendirmelerine yer verilmiştir.

Araştırmanın çalışma grubunu çalışmaya katılan 65 öğretmenden gönüllü olarak görüş bildiren 58 öğretmen (31 kadın, 27 erkek; 47 fen bilgisi, 3 fizik, 4 kimya ve 4 matematik öğretmeni) oluşturmaktadır. Katılımcı öğretmenler (KÖ)'in STEM eğitimine yönelik bilgi durumları Tablo1'de sunulmuştur.

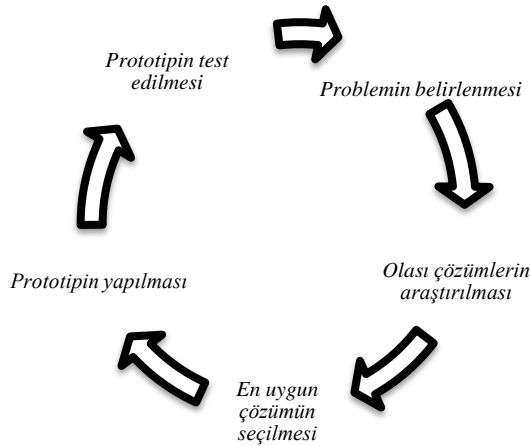
Tablo1.

KÖ'lerin STEM Eğitimi veya MTTFE'ye İlişkin Bilgi Kaynakları

STEM'e yönelik;	N	Bilgi Kaynağı
Bilgisi Yok	31	-
Bilgisi var	27	
	5	Akademik çalışma
	4	Proje
	8	Çalıştaya
	4	Konferans
	1	Okullarda uygulama
	5	Sosyal medya

Çalıştaya üç grup öğretmen ile 3 ayrı oturumda toplam 65 öğretmen ile gerçekleştirilmiştir. Her bir oturum 3 saat sürmüş olup, oturumlarda araştırmacılar tarafından öncelikle STEM eğitimi, mühendisliğin fen eğitimine entegrasyonun önemi, mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin kuramsal temelleri, alan yazında yer alan mühendislik tasarım süreçleri açıklanmıştır. Çalıştay fen bilimleri öğretmenlerine yönelik planlanmıştır. Bu nedenle ilk ve ortaokul düzeyinde MTTFE'nin yürütülebileceği kullanılabilir 5 aşamalı mühendislik tasarım süreci (Barnett, vd., 2008; Wendell, vd. 2010) şekil 1'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Ayrıca KÖ'ler arasında lise öğretmenleri de olduğu için lise düzeyinde geliştirilmiş problemin tanımlanması, probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi, olası çözüm önerilerinin geliştirilmesi, en iyi çözümün belirlenmesi, prototipin yapılması, çözümü test edilmesi ve değerlendirilmesi, çözümün sunulması, yeniden tasarlama ve test etme ve tasarımın tamamlanması olmak üzere dokuz aşamalı tasarım süreci (Hynes, Portsmouth, Dare, Milto, Rogers, Hammer ve Carberry, 2011) de tanıtılmıştır. Döngüyü çalışmalarında açıklayan Bozkurt-Altan, Yamak ve Buluş- Kırıkaya (2016) döngüyü öğretmen adaylarına uygulamış ve döngüdeki aşamaların sıralı olmadığını, üçüncü aşamaya gelindiğinde başa dönebileceğini vurgulamıştır.



Şekil1. Mühendislik tasarım süreci basamakları (Barnett, vd., 2008; Wendell, vd. 2010)

Bir ünite boyunca mühendislik tasarım sürecinin işletileceği MTTFE ders planı ayrıntılı olarak açıklanmış ve öğretmenlerin sorularına cevap verilerek tanıtılmıştır. Daha sonra birinci araştırmacı tarafından ikinci araştırmacı danışmanlığında yürütülen tez çalışması için hazırlanan ve 6. Sınıf Fen Bilimleri Öğretim Programı (MEB, 2013)'nda yer alan kazanımlara uygun olarak düzenlenmiş olan MTTFE örnek etkinliği katılımcı öğretmenler ile yürütülmüştür (Ektedir).

MTTFE etkinlik uygulaması mühendislik tasarım sürecinin tüm aşamaları işletilerek gerçekleştirilmiştir. Her bir oturum 3 saat sürmüştür.

Araştırmanın veri toplama araçlarını araştırmacılar tarafından geliştirilen ve çalıştay sonrasında KÖ'lere uygulanan "MTTFE'ye Yönelik Görüş Formu" oluşturmaktadır. Açık uçlu sorulardan oluşan formda KÖ'lerden MTTFE'ye yönelik olumlu ve olumsuz görüşlerini, sınıflarında fen öğretirken MTTFE'yi kullanmak isteyip istemediklerine yönelik görüşlerini ve MTTFE'nin ülkemizde uygulanabilirliğine ilişkin görüş ve önerilerini gerekçeleri ile belirtmeleri istenmiştir. Nitel olarak toplanan veriler içerik analizi için öncelikle kodlanmıştır. Daha sonra aynı başlık ya da konu ile ilgili kodlar için ortak bir kod (2) kategori (tema) belirlenmiştir. Oluşturulan kod ve kategorilerin uygunluğu için görüş birliği sağlanarak veri analizinin güvenilirliği sağlanmıştır (Miles ve Huberman, 1994). Yapılan araştırmada sonuçların geçerliğini sağlamak amacıyla ise veri analiz sürecini oluşturan kategorileştirme süreci detaylıca açıklanmaya çalışılmıştır.

Araştırmada MEB- YEĞİTEK STEM Eğitimi Raporu (2016)'da da vurgulandığı gibi öğretmenlere STEM eğitimi konusunda örnek etkinlik sunup, farkındalık oluşturmak amaçlandığından üç saatlik çalışmalar ve çalışmaya katılan ve görüş bildiren 58 öğretmen ile sınırlıdır.

### 3. BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde, KÖ görüşleri, sorulan sorular paralelinde dört tema altında toplanarak sunulmuştur. Bu temalar MTTFE'ye yönelik olumlu görüşler, MTTFE sürecine yönelik olumsuz görüşler, sürecin iyileştirilmesine yönelik öneriler, kendi sınıflarında MTTFE etkinliklerini uygulamaya yönelik görüşler ve MTTFE'nin ülkemizde uygulanabilirliğine ilişkin görüşlerdir. Ayrıca her kategori, alt kategoriler, kodlar, kaynaklar ve frekansları (f) gösteren tablolar halinde sunulmaktadır. Bu tablolarda yer alan frekans (f) değerleri ilgili kodun tekrarlanma sıklığını ifade etmektedir.

#### 3.1. KÖ'lerin MTTFE'ye yönelik olumlu görüşlerine ilişkin bulgular

KÖ'lerin MTTFE'ye yönelik olumlu görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2 incelenirse, KÖ'lerin tamamının (58 öğretmen) MTTFE'ye yönelik olumlu görüş ifade ettikleri ve bu görüşlerin beş kategoride toplandığı görülür. Bunlardan kodlarının tekrarlanma sıklığı en fazla olanı beceri kazandırma kategorisidir. Görüşleri bu kategori altında toplanan 43 KÖ, MTTFE'nin öğrencilere yaratıcı, eleştirel, analitik, bütüncül ve yansıtıcı düşünme, problem çözme, grupla çalışma, yaşam becerisi, iletişim becerisi gibi becerileri kazandıracağını ifade etmiştir.

Tablo 2'ye göre kodların tekrarlanma sıklığına göre ikinci önemli kategori, bilgi edinme-öğrenme kategorisidir. Görüşleri bu kategori altında toplanan KÖ'lerin yarısından fazlası, MTTFE sayesinde öğrencilerin yaparak yaşayarak öğreneceklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmenler öğrencilerin MTTFE'de günlük yaşam problemlerine odaklanacaklarını, derslerde öğrendikleri teorik bilgileri uygulayacaklarını, eğlenerek ve aktif katılım gerçekleştirerek öğreneceklerini belirtmişlerdir.

Tablo 2.  
KÖ'lerin MTTFE'ye Yönelik Olumlu Görüşlerine İlişkin Bulgular

Kategori (58KÖ)	Kod	f
Beceri kazanma (f=105, 43KÖ)	Yaratıcı düşünme becerisi	19
	Problem çözme becerisi	19
	Grupla çalışma becerisi	17
	Yaşam becerisi	11
	Eleştirel düşünme becerisi	9
	Analitik düşünme becerisi	8
	Bütüncül düşünme becerisi	5
	İletişim becerisi	5
	Soru sorma becerisi	4
	Bilimsel süreç becerisi	3
	Yansıtıcı düşünme becerisi	2
	Karar verme becerisi	1
	Girişimcilik becerisi	1
	Bilimsel okuryazarlık	1
Bilgi Edinme-Öğrenme (f=72, 43KÖ)	Yaparak öğrenme	22
	Günlük yaşam problemleri	13
	Teorik bilgi uygulanması	13
	Kalıcı öğrenme	9
	Eğlenerek öğrenme	7
	Aktif öğrenme	7
	Eksik bilgilerin giderilmesi	1
Duyuş Geliştirme (f=22, 24KÖ)	Farkındalık kazandırma	7
	Motivasyonu arttırma	5
	Özgüven kazandırma	4
	Sorumluluk kazandırma	3
	Sosyal gelişim	1
	Bilim farkındalığı	1
	Dersi sevdirmeye	1
Öğretmenlik deneyimi (f=16, 15KÖ)	Disiplinler arası öğretim	9
	Farklı öğretim yöntemi	6
	Öğrenciyi tanıma fırsatı	1
FTTÇ (f=4KÖ)	Kariyer bilinci	4

KÖ'lere göre MTTFE'nin diğer bir olumlu yönü duyuş geliştirmedir. KÖ'lerin 24'ü bu kategoriyle ilgili görüş bildirmiş ve MTTFE'nin öğrencilere farkındalık, özgüven ve sorumluluk kazandırmada ve motivasyonu arttırmada etkili olacağını ifade etmişlerdir.

KÖ'ler MTTFE'nin olumlu yönlerini sadece öğretmenler açısından değil kendi açılarından da değerlendirmişlerdir. Bu görüşler, öğretmenlik deneyimi kategorisi altında toplanmıştır. Görüşleri bu kategori altında toplanan 15 KÖ'den 9'u MTTFE sayesinde disiplinler arası öğretim ile ilgili deneyim kazandıklarını belirtmiştir. Ayrıca öğretmenlerden 6'sı MTTFE'nin farklı bir öğretim yöntemi olduğunu söylemişlerdir.

Tablo 2'ye göre kodlanma sıklığı en az olan kategori FTTÇ'dir. Bu kategori altına giren kariyer bilinci kodunu sadece 4 öğretmen kullanmıştır.

### 3.2. KÖ'lerin MTTFE'ye yönelik olumsuz görüşlerine ilişkin bulgular

KÖ'lerin MTTFE'ye yönelik olumsuz görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3.

*KÖ'lerin MTTFE'ye Yönelik Olumsuz Görüşlerine İlişkin Bulgular*

Kategori (44KÖ)	Kod	f
Mevcut durum(f=33, 32KÖ)	Öğretmen yeterliği	15
	Fiziki durum	8
	Öğretim programı	6
	Sınıf mevcudu	4
Kısıtlılık (F=33, 30KÖ)	Süre	17
	Maliyet	12
	Materyal temini	4
Uygulama zorluğu (f=1KÖ)	Sınıf yönetimi zorluğu	1

Tablo 3 incelenirse, KÖ'lerin 44'ünün MTTFE ile ilgili olumsuz görüş ifade ettikleri ve bu görüşlerin ise üç kategoride toplana bildiği görülür. Bunlardan 33 farklı öğretmen tarafından dile getirilen ve kodlarının tekrarlanma sıklığı en fazla olan mevcut durum kategorisidir. Görüşleri bu kategori altında toplanan öğretmenler, MTTFE'nin öğretmenlerin yeterliliğinin olmaması, fiziki durum, öğretim programı ve sınıfların kalabalık olması nedeniyle uygulanamayacağını ifade etmişlerdir.

Tablo 3'e göre kodların tekrarlanma sıklığına göre ikinci önemli kategori, kısıtlılık kategorisidir. Çalışmaya katılan 58 öğretmenden 30'unun görüşü bu kategori altında toplanmıştır. Öğretmenler MTTFE etkinliklerinin çok uzun süre alması, maliyetinin yüksek olması ve materyal temin etme zorluklarının bulunması nedeniyle sınıflarda çok fazla uygulanamayacağını ifade etmişlerdir.

Tablo 3'e göre kodlanma sıklığı en az olan kategori uygulama zorluğudur. Görüşü bu kategori altında toplanan tek bir öğretmen vardır ve bu öğretmen MTTFE uygulamaları sırasında sınıf yönetiminin zor olacağını ifade etmiştir.

### 3.3. KÖ'lerin MTTFE'yi sınıflarında fen öğretirken kullanmaya yönelik görüşlerine ilişkin bulgular

KÖ'lere MTTFE'yi sınıflarında fen öğretirken kullanıp kullanmayacakları sorulmuş ve öğretmenlerden elde edilen bulgular Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4 incelenirse 58 KÖ'den 50'sinin MTTFE'ni fen öğretiminde kullanmaya istekli olduğu; 7'sis bazı tereddütlerinin olduğu; birinin ise uygulamak istemediği görülür. Uygulamaya istekli öğretmenlerin görüşleri irdelenirse 41'inin MTTFE'nin öğrenci gelişimine katkı sağlayacağını düşündüğü görülür. Ayrıca bu kategori altında görüş belirten öğretmenler MTTFE'nin kendi gelişimlerine, topluma ve fen eğitimine katkı sağlayacağını ifade etmişlerdir.



Tablo 4.

*KÖ'lerin MTTFE'yi Sınıflarında Fen Öğretirken Kullanmaya Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular*

Kategori	Kod	f
Uygulamaya isteklilik (f=56, 50KÖ)	Öğrenci gelişimi	41
	Öğretmen gelişimine katkı	6
	Yeterlilik	3
	Nitelikli birey yetiştirme	3
	Sürdürülebilir gelişime katkı	2
	Fen eğitimine katkı	1
Uygulamada tereddüt (f=10, 7KÖ)	Eğitim sistemi	3
	Yetersizlik	2
	Konuya uygulanabilirlik	2
	Süre kısıtlılığı	1
	Öğrenci gelişimi	1
	Maddi imkânsızlıklar	1
Uygulamak istememe (f=2, 1KÖ)	Değerlendirme güçlüğü	1
	Mesleki yeterlilik	1

Uygulamada tereddüt kategorisindeki öğretmenlerin görüşleri incelenirse tereddütün eğitimin sisteminden, maddi ve fiziki yetersizliklerden, kavramları öğretmek için ayrılan sürenin kısıtlı olmasından, her konuya uygulanabilirliğinin olup olmamasından ve maddi imkânsızlıklardan kaynaklandığını görülmektedir.

Tablo 4'e göre kodlanma sıklığı en az olan kategori uygulamak istememedir. Görüşü bu kategori altında toplanan öğretmen, değerlendirme güçlüğü ve mesleki yeterliliğinin olmaması nedeniyle MTTFE'yi kullanmak istemediğini ifade etmiştir.

### 3.4. KÖ'lerin MTTFE'nin ülkemizde uygulanabilirliğine yönelik görüşlerine ilişkin

815

KÖ'lerin MTTFE'nin ülkemizde uygulanabilirliğine yönelik görüşlerine ilişkin bulgular Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5.

*KÖ'lerin MTTFE'nin Ülkemizde Uygulanabilirliğine Yönelik Görüşlerine İlişkin Bulgular*

Kategori	Kod	f
Geliştirilirse uygulanabilir/ öneri (f=63, 46KÖ)	Gerekli düzenleme yapılması	22
	Öğretmen eğitimi	16
	Destek sağlanması	13
	İşbirliği	4
	Değerlendirme yaklaşımı	4
	Eğitim politikası	2
	Ön uygulama	1
	Ders (fen) dışı uygulama	1
Uygulanabilir(f=9, 9KÖ)	Öğrenci gelişimine katkı	6
	Ulaşılabilir materyaller	3
Uygulanamaz(f=6, 3KÖ)	Fiziki Yetersizlik	2
	Eğitim sistemi sorunları	2
	Süre sıkıntısı	1
	Değerlendirme yaklaşımı	1

Tablo 5 incelenirse 46 KÖ'nün MTTFE'nin ülkemizde uygulanabilirliğinin öncelikle eğitim politikası, destek, uyarılama, öğretmen eğitimi, uygulama ve işbirliği alt kategorilerinde belirttikleri öneriler gerçekleştiğinde MTTFE'nin uygulanabileceğine yönelik görüş belirttikleri görülmektedir. Bununla birlikte öğrenci gelişimi ve kolay uygulanabilir materyaller içermesi

nedeniyle 9 KÖ uygulanabilir olduğunu belirtmiştir. Diğer taraftan 3 KÖ süre, fiziki yetersizlik, eğitim sistemi ve ölçme değerlendirme yaklaşımı sorunları nedeniyle ülkemizde MTTFE'nin kesinlikle uygulanamayacağını belirtmişlerdir.

### 3.5. KÖ'lerin MTTFE Uygulamalarına Yönelik Önerilerine İlişkin Bulgular

MTTFE'nin uygulanabilirliğini arttırmak, çalışmanın amacına yönelik değerlendirmeleri daha iyi ortaya koymak açısından Tablo 5'te yer alan, geliştirilirse uygulanabilir/öneri kategorisinde cevap veren KÖ'lerin belirttikleri öneriler tekrar içerik analizi yapılmış ve Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6.

*KÖ'lerin MTTFE Uygulamalarına Yönelik Önerilerine İlişkin Bulgular*

Kategori	Kod	f
Düzenleme(f=24, 17KÖ)	Mevcut durumun iyileştirilmesi	16
	Ders saati arttırılması	6
	Programın uyarlanması	2
Eğitim (f=16, 16KÖ)	Öğretmen eğitimi	16
Destek (f=13, 10KÖ)	Maddi destek	7
	Örnek materyal desteği	6
İşbirliği (f=5, 4KÖ)	Zümre işbirliği	2
	Sanayi işbirliği	2
	Üniversite işbirliği	1
Eğitim politikası (f=4,4KÖ)	Eğitim politikalarının ikna edilmesi	4
Uygulama (f=2, 1KÖ)	Pilot uygulama yapma	1
	Seçmeli derslerde uygulama	1

Tablo 6 incelenirse KÖ'lerin mevcut fiziki durumun iyileştirilmesi, ders saati arttırılması ve programın uyarlanması yapılması gerektiğine ilişkin iyileştirilme çalışmalarının yapılması; öğretmen eğitiminin sağlanması ve maddi desteğin veya materyal desteğinin sağlanması ile ilgili destek sağlanması gerektiğini önermişlerdir. Ayrıca 4 KÖ MTTFE uygulamalarının ülkemizde uygulanabilirliği için öncelikle öğretmenlerin farklı disiplinlerin entegrasyonunu sağlayabilmek için zümre işbirliği yapmayı, bununla birlikte 2 KÖ de sanayi ve üniversitelerle işbirliği yapılmasını önermişlerdir. Bununla birlikte KÖ'lerin eğitim politikalarının ikna edilmesi, değerlendirme yaklaşımının değiştirilmesi ve uygulamalar konusunda öneriler de sundukları görülmektedir.

### 4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Araştırma sonucunda, öğretmenlerin mühendislik tasarım temelli fen eğitimine yönelik genellikle olumlu görüşler belirttikleri, mevcut eğitim sisteminin odağında olumsuz görüşleriyle birlikte öğretmenler MTTFE'yi derslerinde fen öğretirken kullanmak istediklerini de belirtmişlerdir. Bununla birlikte ülkemizde MTTFE'nin uygulanmasına yönelik kaygıları olan öğretmenlerin gerekli düzenlemeler yapıldığında uygulanabileceğini belirtmişlerdir. Öğretmenlerin bu görüşleri alan yazın ışığında tartışılarak aşağıda sunulmuştur:

KÖ'lerin olumlu görüşlerinin çoğunun durumu sadece öğrenci açısından değerlendirdiği dikkat çekmektedir. Uygulamalara yönelik durum değerlendirilmesi ise olumsuz görüşlerde ortaya çıkmaktadır.

MTTFE ile ilgili olumlu görüşlerden sadece öğretmen kazanımı kategorisindeki 15 KÖ, MTTFE'yi kendi mesleki uygulamaları açısından değerlendirmiştir. Öğretmenler kendilerine farklı öğretim yaklaşımları kullandırması ve disiplinlerin entegrasyonunu sağladığından mesleki açıdan gelişmelerine neden olacağı gerekçesiyle MTTFE'ye yönelik olumlu görüş belirtmişlerdir.

Disiplinlerin entegrasyonunu kullanarak MTTFE veya STEM eğitimini gerçekleştirecek öğretmenlerin bu disiplin ile ilgili bilgi, beceri ve tutumları kazanmış olmaları gerekmektedir (Çorlu, 2012). Ancak MTTFE temelli STEM eğitimi ülkemiz açısından yeni bir olaydır. Bu nedenle MTTFE etkinlikleri çerçevesinde dersini gerçekleştirecek öğretmenlerin bu konuyla ilgili eğitilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte 3 KÖ görüşlerinde MTTFE uygulama sürecinin ilgi çekici olduğunu belirtmişlerdir. Bu görüş alan yazındaki bulgularla uyum içindedir. Çavaş, Bulut, Halbrook ve Rannikmae (2013)'nin öğrencilerle yaptığı çalışmada MTTFE uygulamalarının derse karşı ilgi ve istekleri artırmada etkili olduğunu belirtilmiştir. Diğer taraftan Capobianco (2011) MTTFE uygulamalarıyla ilgili öğretmenlerinin olumlu görüşlerle birlikte MTTFE uygulamalarının karmaşıklığına yönelik olumsuz görüşlere sahip olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada da öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu süreci ilgi çekici bulsalar da bir grup öğretmen adayı sürecin uygulanması veya etkinlik hazırlama konusunda kaygıları olduğunu, gelecekte uygulamada tereddüt yaşadıklarını ifade etmişlerdir.

MTTFE'ye yönelik olumlu görüş belirten öğretmenler, öğrencilerin kazanımları açısından değerlendirme yaptıklarında, bilgi, öğrenme, beceri ve duyuş konusunda odaklandıkları, bazı KÖ'lerin zekâ ve FTTÇ kazanımlarının alt boyutları olan kariyer bilincine ve bilim toplum ilişkisine etkisine değindikleri dikkat çekmektedir. Öğretmenlerin görüşleri alan yazın ile uyumludur. Alan yazında (Apedoe, vd., 2008; Ayar, 2015; Bozkurt- Altan vd., 2016; Ercan, 2014, NAE ve NRC, 2009, s. 49-50; NRC, 2012 ve Yılmaz, Ren, Custer ve Coleman, 2010) MTTFE'nin öğrencilerin kariyer bilincine katkı sağladığı ve bilimsel yaratıcılığı arttırdığı ifade edilmektedir. Ancak ülkemizde fen eğitimi veren öğretmenler mühendislik disiplinine derslerinde çok fazla değinmemektedir (Akgündüz vd., 2014).

KÖ'ler MTTFE'nin öğrencilerin duyuşsal gelişimine katkı sağlayacağına yönelik olumlu görüş belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalar da MTTFE'nin motivasyonu ve derse yönelik tutumu geliştirdiğine veya geliştireceğine yönelik öğretmen görüşlerini destekler niteliktedir (Bozkurt, 2014; Çavaş, vd., 2013; Ercan, 2014; Harkema, Jadrach ve Bruxvoort, 2009; Moore, vd., 2014; Marulcu, 2010; Schunn, 2009; Mehalik, Doppelt, Schunn., 2008). Bu çalışmada öğretmenler duyuş kazandırma boyutunda en çok günlük yaşam problemlerine farkındalık kazandırma konusunda görüş belirtmişlerdir. Bu sonuç öğretmenlerin MTTFE sürecinin başlangıcını oluşturan problemlerin önemini farkına varmalarından kaynaklandığını düşündürmektedir. Çalıştayda da KÖ'lerden en çok ilgi ve soru, üzerinde önemle durulan problemlere yönelik olmuştur. Uygulama yapacak öğretmenler örnek etkinliklerdeki problemleri iyice analiz etmişler ve özellikle kriter ve sınırlılıkları problem durumunda nasıl yer vereceklerine ilişkin sorular sormuşlardır. Bunun nedeni olarak öğretmenlerin mevcut eğitim sisteminde sadece günlük yaşam problemlerini örnek olarak kullanmaları, mühendislik ya da STEM problemlerine yönelik bilgilerinin yeterli düzeyde olmaması olarak söylenebilir. Bu sonuç STEM eğitimi ya da MTTFE gibi disiplinlerin entegrasyonu konusunda yetiştirilecek hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitiminde sürecin başlangıcını oluşturacak problem durumunun oluşturulması konusunun üzerinde önemle durulması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Kolodner, Crismond, Gray, Holbrook ve Puntambekar (1998) tasarım yoluyla öğrenme yaklaşımında, tasarım sorunlarıyla öğrencilerin karmaşık bilişsel, sosyal, uygulama ve iletişim becerilerini geliştirmeye fırsat sunduğunu belirtmişlerdir. KÖ'ler de en çok öğrencilere kazandırılması gereken beceriler boyutunda MTTFE'yi değerlendirmişler ve öğrencilerin beceri kazanmasına olanak sağlayacağına ilişkin görüşler belirtmişlerdir. Öğretmenler MTTFE'nin öğrencilere en çok yaratıcı düşünme, problem çözme, grupla çalışma ve araştırma sorgulama becerilerinin gelişmesine katkı sağlayacağını düşünmektedirler. Bozkurt (2014) bu sonucun mühendislik tasarım sürecinin doğasıyla ilişkili olduğunu belirtmiştir. Çünkü mühendislik tasarım sürecinde bireyler sadece bir ürün tasarlamakla kalmayıp aynı zamanda bir problemi

çözmeye çalışmaktadır (Fortus, vd., 2004). Tasarım problemlerini çözmek için de bireylerin birden fazla çözüm önerisi sunmaları gerekir (Silk ve Schunn, 2008). Ayrıca içerik problemlleştirildiği için bireylerin beklenmedik zorluk ve problemler ile başa çıkması konusunda yetkinlik kazandırmaktadır (Hagay ve Baram-Tsabari, 2015). Bireyler olası çözüm önerilerini sunarken yaratıcılıklarını kullanmak zorundadır (Mentzer, 2011). Nitekim MTTFE etkinlikleri bireylerin bilimsel yaratıcılıklarının gelişmesinde etkili olmuştur (Hacıoğlu vd., 2016). Bu çaba içerisinde ayrıca bireylerin araştırma sorgulama (bilimsel sorgulama) ve problem çözme becerileri gelişir. Aslan-Yolcu (2014) da disiplinler arası yaklaşımın öğrencilerin problem çözme becerisine olumlu etkisi olduğunu belirtmiştir. Ayrıca süreç grupla çalışmayı gerektirdiğinden tasarım problemlerini çözmeye çalışan öğrencilerin sosyal ve iletişim becerilerini geliştirmesini sağlayacaktır (Kolodner, vd. 1998). Öğretmenler ayrıca MTTFE'nin öğrencilerin analitik düşünme, eleştirel düşünme ve psiko-motor becerilerinin gelişimine katkı sağlayacağını düşünmektedirler. Bu becerilerle birlikte bilimsel süreç, karar verme, girişimcilik, yansıtıcı düşünme, bütüncül düşünme gibi beceriler ve genel olarak yaşam becerileri gelişimine katkı sağlayacağından bahsetmişlerdir. Söz konusu becerilerin geliştirilmesi, birçok farklı disiplinin bir arada kullanılması ile kazandırılacağı göz önünde bulundurulduğunda (Bybee, 2010; Çorlu ve Çorlu, 2012; Erdoğan, Çorlu ve Capraro, 2013) MTTFE'de mühendislik tasarım süreci bilimsel araştırma sorgulama sürecine entegre edildiğinden belirtilen becerilerin gelişmesi beklenmektedir. Sullivan (2008) disiplinler arası fen ve mühendislik eğitimlerinin bireylerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğunu ifade ederken; Bozkurt (2014) ve Ercan (2014) bireylerin etkili karar vermesinde etkili olduğunu; Bybee (2010) eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerine olumlu etkisi olacağını çalışmalarında belirtmişlerdir. Çorlu ve Aydın (2016) STEM etkinliklerin öğrencilerin psiko-motor becerilerini ve bireylerin karşı karşıya kalacakları sorunları çözebilecek yaşam (nurture) becerilerini geliştireceğini belirtmiştir. Ayrıca KÖ'lerin öğrencilerin gelişmesine katkı sağlayacağını düşünecekleri beceriler 21.yy becerileri olarak ifade edilmektedir (Rotherham ve Willingham, 2010). O halde bu sonuç; KÖ'lerin MTTFE'nin öğrencilerin 21. yy becerilerine katkı sağlayacağını düşünmektedir. Felix (2016) da mühendislik veya teknoloji tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu çalışmaları sonucunda belirtmiştir.

Öğretmeler tarafından beceri boyutundan sonra en fazla olumlu görüş öğrenme ve bilgi boyutunda olmuştur. Disiplinlerin entegrasyonunu gerektiren STEM eğitiminde öğrenciler bilgi edindikleri gibi, bilgiyi kullanma becerisi de kazanmaktadır (Çorlu, 2012).

Çalıştay başlangıcında STEM eğitimi ya da MTTFE ilişkin görüşleri sorulduğunda bir KÖ (5) *“Şimdi bize bir kaç malzeme vereceksiniz, sonra da oyuncak kurulum belgesi ya da kullanım kılavuzu gibi yönergeler verip, yönergelere uyarak parçaları birleştirmemizi söyleyeceksiniz. Sonra da bunları sınıfta uygulamamızı önereceksiniz.”* ifadelerini kullanmıştır. Fakat Atölye çalışması sonunda yapılan sözlü değerlendirmede *“Başlangıçta söylediğim konuda fikirlerim çok fazla değişti. Aslında süreç çok farklı yürütülüyormuş. Başlangıçta parçaları birleştirme olarak düşündüğümde öğrenciye sadece psiko-motor becerisi kazandıracağını düşünmüştüm, fakat iyi planlanmış, STEM probleminin özelliklerini içeren problemler verildiğinde, bu problemler de bilgiye ve beceriye ihtiyaç hissettirdiğinde kalıcı ve anlamlı öğrenme gerçekleşecektir ve süreç işletilirken öğrencilerin programda belirtilen yaşam becerileri gelişeceği gibi beklenen diğer kazanımlar da kazandırılabilir.”* ifadelerini kullanmıştır. Öğretmenlere MTTFE'yi tanıtmaya ve MTTFE'ye yönelik görüşlerini belirleme olan bu çalışmada aynı zamanda STEM konusundaki anlayışlarını da ortaya çıkarmaktadır. STEM, ele alınan disiplin alanlarında bilişsel süreç devam ederken, sosyal olarak da ortaya somut bir ürün çıkarılarak somutlaştırılması olarak tanımlansa da (Erdoğan, Çorlu ve Capraro, 2013) , amaç sadece ortaya bir ürün çıkarmak değildir. Bu örnek ifade de görüldüğü gibi KÖ, MTTFE ya da STEM eğitiminde sürecin önemine vurgu yapmaktadır. Nitekim MTTFE için mühendislik tasarım süreci önemlidir. Çalıştayda KÖ mühendislik tasarım sürecinin işletilmesinde problemin

öneminin ve problemin tanımlanması aşamasının devam eden süreçler için öneminin farkına varmıştır. Mühendislik tasarımının yürütülebilmesi için verilen problem durumunun kriter ve sınırlılıkları içermesi gerekmektedir ve öğrenciler tarafından çözüm için bunların tanımlanması gerekmektedir (Hynes, vd., 2011; Mentzer, 2011). Diğer taraftan kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi mühendislik tasarım süreci için problemin daha iyi anlaşılması açısından önemlidir (Fortus, vd., 2004; Mentzer, 2011). Sonuç olarak, MTTFE'nin amacına uygun ve mühendislik tasarım sürecine göre işletilebilmesi için STEM eğitiminin sadece materyal geliştirme ya da ürün ortaya çıkarmaktan ziyade disiplinlerin entegre edildiği, öğrenme ve öğretim sürecinin asıl amaç olduğu anlayışı ortaya çıkmıştır. Bu durum yanlış anlayışların önüne geçilmesi için öğretmenlere verilmesi gereken eğitimin gerekliliğini ve uygulama konusunda yüreklendirilmeleri gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Nitekim ülkemiz STEM Eğitimi Raporunda (MEB- YEĞİTEK, 2016, s. 74) da öğretmenlere STEM eğitimi alanında öncelikle farkındalık çalışmalarının yapılması gerekliliği önemle vurgulanmıştır.

Olumlu görüşler kadar olmasa da öğretmenlerin olumsuz görüşlerinin olması bu çalışmanın sonuçlarından biridir. Öğretmenlere verilen etkinlik örneği ve uygulaması yapılan etkinlikte çoğu geri dönüşüm malzemeleri ile yürütülmesine rağmen öğretmenler hala uygulama ve maliyet konusunda olumsuz görüş belirtmişlerdir. Araştırmacılar olarak mevcut durum konusunda öğretmenlerin düşüncelerine katılmakla beraber, olumsuzluk olarak belirttikleri durumlar ülkemiz açısından eğitim politikacıları, MEB, program yapımcılar ve eğitim araştırmacıları tarafından dikkate alınması gerekmektedir. Literatür incelendiğinde de bu uygulamaların yapılabilmesi için programın revize edilmesi gerektiği, esnek uygulamalara yer verilmesi gerektiğine vurgu yapılmaktadır (Ayar, 2015). Ülkemizde yapılan uygulamaların ya okul dışı olduğu ya da araştırmacılar tarafından yapılan araştırma uygulamaları olduğu göz önünde bulundurulduğunda öğretmenlerin hizmet içi programlar ya da projelerle desteklenmesi gerektiği, aslında mevcut fen bilgisi öğretim programının (MEB, 2013) mühendislik boyutunda kazanımlar içerdiği, 30 kişilik sınıflarda da uygulama yapılabileceği, uygulamalarda araştırmacılarından destek alınabileceği konusunda yüreklendirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Ayar (2015) bu durumun sınav sistemine dayalı öğretim uygulamalarından kaynaklandığını, fakat bireylere özgür ve üstesinden gelebilecekleri bir problemi çözebilecekleri öğrenme ortamı tasarlandığında bu sınırlılıkların ortadan kalkacağını belirtmiştir.

Sınıf yönetimi konusunda bir KÖ olumsuz görüş belirtmektedir. Fakat mühendislik tasarım sürecinin işletildiği fen sınıflarında ya da bu çalışmada örnek uygulaması yapılan etkinliğin uygulanacağı fen sınıflarında öğretmen gizli otoritedir. Aslında öğretmen sınıfta mentördür (Ayar, 2015). Bu durum öğrencilere hissettirildiğinde grup çalışması yapan öğrenciler arasında bilgi ve beceri açısından otorite sağlamayan etkinlikler seçildiğinde ve verilen problemin çözümünde her birinin sorumluluk alacağı problemler verildiğinde sınıf yönetimi konusunda belirtilen olumsuzluk yaşanmayacaktır. Bu nedenle öğretmenlere MTTFE'de gizli otorite olması gerektiği önemle vurgulanmalıdır (Benke, 2012) ve öğrenci mühendislik tasarım sürecini yürütürken öğrenirken kendi otoritesinin farkına varırken, öğretmenin otoritesini mentör olarak algılamalıdır (Ayar, 2015). Süreç bu şekilde yönetildiğinde ise bazı KÖ'lerin de ifade ettiği gibi öğrencinin sorumluluk hissi de gelişecektir. Ayrıca mühendislik disiplinin entegre edildiği sürecin iyi yönetilmesi ve öğrencilerin etkinliklere girişinin sağlanabilmesi için içeriğin problemleştirilmesi, öğrencilere yetki verilmesi, öğrencilerin başkalarına ve disiplin normlarından sorumlu tutulması ve ilgili kaynakların sağlanması gerekmektedir (Verma, Puvirajah ve Webb, 2015).

KÖ'ler öğrencinin öğrenmesine, kendi gelişimine, eğitime ve topluma katkısı ile birlikte kendini yeterli görmeleri nedeniyle fen sınıflarında MTTFE'yi kullanmaya isteklidirler. Fakat bazı KÖ'ler mevcut eğitim sistemi ve durumu, çeşitli kısıtlamalar ve konulara uygulanabilirliği

bakımından bazı tereddütler yaşasalar da MTTFE'yi sınıflarında kullanmak istemektedirler. KÖ'lerin MTTFE'yi fen öğretirken sınıflarında kullanma kararlarının MTTFE'ye yönelik olumlu ve olumsuz görüşlerinden kaynaklandığı çıkan kategorilerden anlaşılmaktadır. KÖ'ler MTTFE'ye yönelik olumlu görüşlerde de belirttikleri öğrencinin öğrenmesine, kendi gelişimine, katkısı nedeniyle birlikte kendini yeterli görmeleri nedeniyle fen sınıflarında MTTFE'yi kullanmaya istekli olduklarını belirttikleri dikkat çekmektedir. Yine uygulama yapmak isteyen KÖ'lerin nedenlerini nitelikli birey gelişimi, sürdürülebilir gelişime ve fen eğitimine katkısı aslında MTTFE'nin eğitime ve toplumun gelişimine katkısına değinmeleri olumlu görüşe yönelik bir başka sonucu da ortaya koymaktadır.

Uygulama yapmak isteyen katılımcı öğretmenlerden bazılarının, olumsuz kategoride yer almamasına rağmen "ölçme-değerlendirme" gücü kategorisinde görüş bildirmesi dikkat çekicidir. Bu durum ile ilgili olarak, öğretmenlere özellikle alternatif ölçme-değerlendirme ile ilgili destek verildiği takdirde sorunun çözüleceği düşünülmektedir. Hatta Capraro ve Çorlu (2013) bu alternatif ölçme değerlendirmeye ilaveten daha hızlı tıklı-ölç teknolojilerinin kullanılması gerekliliğine de vurgulamaktadır. Öğretmenlerin görüşleri ve literatür birleştirildiğinde, hem pedagojik hem de teknolojik beceri gerektiren bu ölçme değerlendirme etkinliklerinin gerçekleştirebilmeleri için öğretmenlerin TPAB bilgilerinin geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bunun için yapılan çalışmaların ve sınıf içi uygulamaların arttırılmasına ihtiyaç vardır.

Sınıflarında fen öğretirken MTTFE'yi kullanma kararları gibi ülkemizde uygulanabilirliğine yönelik görüşlerde de öğretmenlerin olumu ve olumsuz görüşleri etkili olmuştur. Bu görüşü belirtirken öğretmen adayları uygulamaları arttırabilmek için öneriler sunmuşlardır. Bu görüşler eğitim politikalarına, Milli Eğitim Bakanlığı'na, eğitim araştırmacılarına, toplumda farklı disiplin alanlarda çalışmaları olan kurum ve kuruluşlara, özellikle akademi ve sanayiye düşen sorumlulukları ortaya koymaktadır. STEM eğitiminin ve MTTFE'nin ülkemizde uygulanması ve her bölge ve fiziki şarttaki durumlara uyarlanması ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Ayrıca, öğretmenler tarafından sıklıkla vurgulanan MTTFE'ye yönelik hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitimlerinin arttırılması, öğretmen yeterliliklerinin kazandırılması, öz-yeterlik inançlarını geliştirmek ve onları uygulamaya yöreklendirmek açısından da önemli olduğunu gözler önüne sermektedir.

KÖ'lerin MTTFE uygulanabilirliğini arttırmada eğitim politikaları, öğretmen eğitimi, gerekli düzenleme ve uyarlamaların yapılması, pilot uygulama yapılması, üniversite- okul-sanayi işbirliğinin gerçekleştirilmesi gerekliliğine yönelik öneriler sunmuşlardır. En çok önerdikleri konular arasında ise mevcut durumun iyileştirilmesi ve öğretmen eğitiminin kalitesinin arttırılması yer almaktadır. STEM eğitiminin gerçekleştirilmesi için öncelikle öğretmenlerin entegre edilen disiplinin bilgi ve becerilerine, bununla birlikte de pedagojik alan bilgisine sahip olması ile birlikte bunu gerçekleştirebilecekleri inançlarının da olması gerekmektedir (Çorlu, 2012). Çünkü STEM eğitimi ayrı ayrı disiplin bilgisinin öğretilmesinden çok farklı disiplinlerin entegre edilerek öğretilmesini gerekmektedir (Jardine, 2006).

Öğretmenler MTTFE uygulanabilmesine yönelik olarak mevcut programın da bunun için değiştirilmesi gerekliliğine öneri olarak vurgu yapmışlardır. KÖ'lerin bu görüşlerini destekler nitelikte STEM eğitimi alanında çalışan akademisyenler de STEM eğitimi konusunda Türkiye ölçeğine uyarlanan mesleki gelişim materyallerinin hazırlanması, test edilmesi ve sonuçların mesleki ve akademik dergi ve konferanslar vasıtasıyla geniş çerçevede paylaşılmasını önermektedir (Çorlu, 2014). Bu çalışmanın sonuçları da bu önerilerin bir an önce gerçekleştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bir öğretmen ise uygulamaların ders dışı ya da okul dışı gerçekleştirildiği takdirde ülkemizde MTTFE'nin uygulanabileceğini düşünmektedir. Bu düşüncenin ülkemizde MTTFE uygulamalarına yönelik olarak önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca alan yazında (Apedoe vd., 2008; Cunningham, Knight, Carlsen ve Kelly, 2007; Yılmaz vd., 2010; Ayar, 2015) da disiplin entegrasyonundaki mühendislik disiplinine vurguyu kuvvetlendirmek ve öğrencilerin mühendislik tasarım problemi ile baş edebilmesi ve mühendisliğin doğasına giriş için ders dışı etkinliklerin de uygulanması önerilmektedir.

MTTFE'ne yönelik öğretmen farkındalığı oluşturmak için gerçekleştirilen bu çalışmaya benzer, fakat daha uzun soluklu bir şekilde fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirilen Bozkurt, Yamak ve Buluş-Kırıkkaya'nın çalışmasında da benzer sonuçlara rastlanmıştır. Tüm bu çalışma sonuçları doğrultusunda ülkemizde hizmet öncesi ve hizmet içi eğitim çalışmaları MTTFE'ye yönelik farkındalık çalışmalarının artırılması gerekmekte, ardından daha kapsamlı çalışmalar yapılmalıdır. Bununla birlikte öğretmenlerin MTTFE'ni sınıfta uygulayabilmelerine olanak sağlayacak öğrenme ortamları tasarlanmalıdır.

#### KAYNAKLAR

- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?]*[White Paper]. İstanbul, Turkey: Aydın Üniversitesi. <http://www.aydin.edu.tr/belgeler/IAU-STEM-Egitimi-Turkiye-Raporu-2015.pdf> (Erişim tarihi: 2016, 5 Haziran).
- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454-465.
- Aslan Yolcu, F. (2014). Ortaokul düzeyinde performans görevi uygulamaları sürecinde disiplinler arası yaklaşımın öğrencilerin problem çözme becerileri üzerindeki etkisi. *EJER Congress*, İstanbul, Türkiye.
- Ayar, M. C. (2015). First-hand Experience with engineering design and career interest in engineering: An informal STEM education case study. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 6, 1655-1675.
- Barnett, M. Connolly, K. G., Jarvin, L., Marulcu, I. Rogers, C., Wendell, K. B. & Wright, C. G. (2008). *Science through LEGO engineering design a people mover: simple machines*. [http://www.legoengineering.com/wp-content/uploads/2013/05/LEcom\\_Compiled\\_Packet\\_Machines\\_LowRes.pdf](http://www.legoengineering.com/wp-content/uploads/2013/05/LEcom_Compiled_Packet_Machines_LowRes.pdf) . (Erişim tarihi: 2015, 25 Ekim)
- Beane, J. (1991). The middle school: the natural home of the integrated curriculum. *Educational Leaders* , 49, 9-13.
- Benke, G. (2012). Robotics competitions and science classrooms. *Cultural Studies of Science Education*, 7, 417–423.
- Bozkurt- Altan, E., Yamak, H., & Buluş- Kırıkkaya, E. (2016). Hizmetöncesi öğretmen eğitiminde FETEMM eğitimi Uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.

- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Tezi: Ankara.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher, 70(1)*, 30-35.
- Capobianco, B. M. (2011). Exploring a science teacher's uncertainty with integrating engineering design: an action research study. *Journal of Science Teacher Education, 22*, 645-660.
- Capobianco, B. M. (2013). *Learning and teaching science through engineering design: insights and implications for professional development*. Association for Science Teacher Education, Charleston, SC.
- Capraro, R. M., & Çorlu, M. S. (2013). Changing views on assessment for STEM project-based learning. In R. M. Capraro, M. M. Capraro, & J. Morgan (Eds.). *STEM project-based learning: An integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) approach* (2nd Edition). (pp. 109-118). Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Cuijck, L. V., Keulen, H. V., & Jochems, W. (2009). *Are primary school teachers ready for inquiry and design based technology education?*. <http://www.iteaconnect.org/Conference/PATT/PATT22/Cuijck.pdf> (Erişim tarihi: 2013, 10 Ağustos).
- Culver, D. E. (2012). *A qualitative assessment of preservice elementary teachers' formative perceptions regarding engineering and K-12 engineering education*. <http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3895&context=etd> . Erişim tarihi: 2015, 19 Nisan)
- Cunningham, C. M., Knight, M. T., Carlsen, W. S., & Kelly, G. (2007). Integrating engineering in middle and high school classrooms. *International Journal of Engineering Education, 23(1)*, 3.
- Çavaş, B., Bulut, Ç., Holbrook, J., Rannikmae, M. (2013). Fen eğitimine mühendislik odaklı bir yaklaşım: ENGINEER projesi ve uygulamaları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 1(1)*, 12-22.
- Çorlu, M. A., & Çorlu, M. S. (2012). Professional development models through scientific inquiry in teacher education. *Educational Sciences: Theory & Practice, 11(1)*, 5-20.
- Çorlu, M. S. (2012). *A pathway to stem education: Investigating pre-service mathematics and science teachers at Turkish universities in terms of their understanding of mathematics used in science*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Texas A&M University:USA.
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education, 3 (1)*, 4-11.
- Çorlu, M.A. & Aydın, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 4(1)*, 20-29.
- Daugherty, J. (2012). Infusing engineering concepts: Teaching engineering design. *National Center for Engineering and Technology Education*. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED537384.pdf> (Erişim tarihi: 2016, 8 Temmuz).
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E. & Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education, 19(2)*, 22-39.



- Ellefson, M. R., Brinker, R. A., Vernacchio, V. J. & Schunn, C. D. (2008). Design-based learning for biology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 36(4), 292- 298.
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in Aerospace. *International Journal of STEM Education*. 2(14), 2-18.
- Ercan, S. (2014). *Fen Eğitiminde Mühendislik Uygulamalarının Kullanımı: Tasarım Temelli Fen Eğitimi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi: İstanbul.
- Erdoğan, N., Çorlu, M. S., & Capraro, R. M. (2013). Defining innovation literacy: Do robotics programs help students develop innovation literacy skills? *International Online Journal of Educational Sciences*, 5(1), 1-9.
- Felix, A. L. (2010). *Design-based science for STEM Student recruitment and teacher professional development*. Mid-Atlantic ASEE Conference, Villanova University.
- Felix, A. L. (2016). *Design Based Science and Higher Order Thinking*. (Doktora tezi). State University, Virginia.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J. S., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H. & Kavak, N. (2016). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. Educational Researches and Publications Association (ERPA) International Congress on Education 2016, 132-132.
- Hagay, G., & Baram–Tsabari, A. (2015). A strategy for incorporating students' interests into the high school science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*. Advance online publication. doi:10.1002/tea.21228
- Harkema, J., Jadrach, J. & Bruxvoort, C. (2009) Science and engineering: Two models of laboratory investigation. *The Science Teacher*, 76(9), 27-31.
- Hsu, M-C., Purzer S. & Cardella M.E., (2011). Elementary teachers' views about teaching design, engineering and technology. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*,1(2),31–39.
- Hynes, M., Portsmouth, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. <http://ncete.org/flash/pdfs/Infusing%20Engineering%20Hynes.pdf> . (Erişim tarihi: 2015, 15 Haziran).
- Jardine, D. W. (2006). On the integrity of things: Reflections on the integrated curriculum. In D. W. Jardine, S. Friesen & P. Clifford (Eds.), *Curriculum in abundance* (pp. 171-179). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Kolodner, J. L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J. & Puntambekar, S. (1998). *Learning by Design from Theory to Practice*. <http://www.cc.gatech.edu/projects/lbd/htmlpubs/lbdtheorytoprac.html>. (Erişim tarihi: 2014, 12 Mayıs)
- Marshall, C. & Rossman, G. B. (2006). *Designing qualitative research* (4th Edition). USA: Sage Publications.

- Marulcu, İ. & Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12, 13-23.
- MEB - YEĞİTEK [Milli Eğitim Bakanlığı - Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü]. (2016). *STEM Eğitimi Raporu*. Ankara.
- MEB (2013). *Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. MEB: Ankara.
- Mehalik, M., Doppelt, Y. & Schunn, C. D. (2008). Middle school science through design based learning versus scripted inquiry: better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, January, 71-86.
- Mentzer, N. (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 103-136.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber* (S. Turan, Çev.) Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *An Expanded Sourcebook Qualitative Data Analysis*, 2. Press, London: SAGE Publications.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. *Engineering in precollege settings: Research into practice*, 35-60.
- Nargund-Joshi, V., Liu, X., Chowdhary, B., Grant, B., & Smith, E. (2013, April). Understanding meanings of interdisciplinary science inquiry in an era of next generation science standards. *National Association for Research in Science Teaching, Rio Grande, Puerto Rico*.
- National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC]. (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Edt. Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- National Research Council [NRC]. (2014). *STEM learning is everywhere: summary of a convocation on building learning systems*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Resnick, M. (2002). Rethinking Learning in the Digital Age. In *The Global Information Technology Report: Readiness for the Networked World*, edited by G. Kirkman. Oxford University Press.
- Roth, W. (2001). Learning Science through technological design. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 768-790.
- Rotherham, A. J., & Willingham, D. T. (2010). "21st-Century" skills: Not new, but a worthy challenge. *American Educator*, 34(1), 17–20.
- Schunn, C. D. (2009). How kids learn engineering: the cognitive science. Bugliarello, G. (Edt.). *The Bridge Linking engineering and society*. (32-38). Washington, DC: National Academy of Engineering.

- Silk E. M. & Schunn C. D. (2008). The impact of an engineering design curriculum on science reasoning in an urban setting, *Journal of Science Education and Technology*, 41(10), 1081-1110.
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373–394.
- Tal, T., Krajcik, J. S. & Blumenfeld, P. C. (2006). An observational methodology for studying group design activity. *Research in Engineering Design*, 2(4), 722- 745.
- TÜBİTAK [Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu - The Scientific and Technological Research Council of Turkey ]. (2004). *Ulusal bilim ve teknoloji politikaları, 2003-2023 strateji belgesi*. [National Science and Technology Policy 2003-2023 Strategy Paper]. [www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content.../Vizyon2023 Strateji Belgesi.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content.../Vizyon2023_Strateji_Belgesi.pdf) (Erişim tarihi: 2014, 20 Aralık).
- TÜSİAD [Türkiye Sanayi ve İşadamları Derneği - Turkish Industrie & Business Association]. (2014). *STEM Alanında Eğitim Almış İşgücüne Yönelik Talep ve Beklentiler Araştırması* [Demands and expectations toward labour force educated on Science, technology, engineering and mathematics]. URL: [http://www.tusiad.org.tr/\\_rsc/shared/file/STEM-ipsos-rapor.pdf](http://www.tusiad.org.tr/_rsc/shared/file/STEM-ipsos-rapor.pdf) (Erişim tarihi: 2014, 15 Kasım).
- Verma, G., Puvirajah, A., & Webb, H. (2015). Enacting acts of authentication in a robotics competition: An interpretivist study. *Journal of Research in Science Teaching*. Advance online publication. doi:10.1002/tea.21195
- Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Unpublished Qualifying Paper, Tufts University.
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). *Incorporating engineering design into elementary school science curricula*. American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Louisville, KY.
- Yaşar, S., Baker, D., Robinson-Kurpius, S., & Roberts, C. (2006). Development of a survey to assess K-12 teachers' perceptions of engineers and familiarity with teaching design, engineering, and technology. *Journal of Engineering Education*, 205-216.
- Yılmaz, M., Ren, J., Custer, S., & Coleman, J. (2010). Hands– on summer camp to attract K–12 students to engineering elds. *IEEE Transactions on Education*, 53(1), 144–150.

**Ek. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimine ilişkin çalıştayda sunulan etkinlik örneği**

*Etkinliğin Adı:* Suyumuzu sıcak tutalım.

*Etkinliğin Amacı:* Isı yalıtımını sağlayarak içerisine konan belli bir sıvının sıcaklığını sabit tutacak ya da ısı kaybını minimuma indirecek bir kap tasarlamak.

*Ünite:* 6. Madde ve Isı

*Etkinliğin Konusu:* Isı iletkenliği- Isı yalıtımı

Konu ile ilgili kavramlar: Isı iletkenliği, ısı yalıtkanlığı, ısı yalıtımı, ısı yalıtım malzemeleri

*Etkinliğin Süresi ve Uygulama Saatleri:* 2 ders saati

*Etkinlik kazanımları:*

6.6.1.1. Maddeleri, ısı iletimi bakımından sınıflandırır.

6.6.1.2. Binalarda ısı yalıtımının önemini, aile ve ülke ekonomisi ve kaynakların etkili kullanımı bakımından tartışır.

6.6.1.3. Binalarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin seçilme ölçütlerini belirler.

6.6.1.4. Alternatif ısı yalıtım malzemeleri geliştirir.

*Etkinlik uygulanması için ön çalışmalar:* Öğrencilerin maddelerin ısı iletkenliğini ve yalıtkanlığına karar verebilmesi için hipotez test etme veya öğrencilerin özellikleri uygun ise açık uçlu deney etkinlikleri yapılmalıdır.

*Etkinliğin Yapılacağı Mekân/Alan:* Fen bilgisi laboratuvarında yapılması önerilmektedir.

*Etkinliğin Uygulanması:*

1. Öncelikle konu ile ilgili mühendislik rekabetine giriş için öğrencilerin dikkati çekmek ve öğrencilerin ısı yalıtımının önemi, günlük hayatta kullanımı ve önemi konusunda farkındalık yaratmak amaçlanır. Bunun için öğrencilere tasarım görevi sunulur. Öğrenciler tasarım görevinin yer aldığı problem durumunu okuduktan sonra ısı yalıtımı konusunda tartışma ortamı oluşturulur. Bu sırada öğrencilerin ön bilgileri ortaya çıkarılır ve tartışma soruları yöneltilecek mühendislik rekabetine giriş yapılır.

**TASARIM GÖREVİ:**

*Sizler genç-tasarımcı mühendisler olarak görev yapmaktasınız. Şirketiniz sizden müşterilerin ihtiyaçlarına cevap verecek bir tasarım ortaya koymanızı ve hayata geçirmenizi beklemektedir. Bunun için sıvı maddeleri uzun süre aynı sıcaklıkta tutabilecek bir bardak tasarlamanızı istemektedir. Bu görevi başarıyla gerçekleştirmek için bir kaç tasarım güçlüğünü dikkate almanız gerekecektir. Tasarımlarınız bu özelliklere dikkat edilerek seçilecektir:*

*-Kapasite: Bardağınız en az 100 mL sıvı almalıdır.*

*-Dayanıklılık: Tasarımınızda güvenlik açısından dayanıklılık da önemlidir. Bu nedenle bardağınız içerisindeki sıvıdan etkilenmeyecek- bozulmayacak materyallerden tasarlanmalıdır.*

*-Sıcaklık: İçerisindeki sıvıyı uzun süre aynı sıcaklıkta tutabilecek bir tasarım gerçekleştirmelisiniz. Bardağınız 100 mL suyun sıcaklığı 3 dakikada en fazla 3 °C sıcaklık düşüşü olmalıdır.*

*-Maliyet: Bardak tasarımınızda maliyet de önemlidir. Bardağınızın maliyeti maksimum 10 TL olmalıdır.*

2. Mühendislik tasarım süreci gerçekleştirilir:

a. *Problemin tanımlanması* aşamasında öğrencilerden problemin *istediği* tasarımı gerçekleştirilecek ürün ya da sistemin başarılı olabilmesi için sahip olması gereken nitelikleri (kriter) ve ürün ya da sistemin başarılı bir şekilde tasarlanmasının önündeki olası engelleri (sınırlılıklar) belirlemeleri istenir.

b. *Çözüm önerilerinin sunulması* aşamasında öğrencilerin verilen tasarım problemini çözebilmeleri, tasarım görevlerini gerçekleştirebilmeleri için ısı yalıtkanları ve iletkenleri ilgili içerik (alan) bilgisi olarak neleri bildikleri sorulur (Yapılan deneylerin sonucunda bilgiler vermeleri beklenir.). Bilgilerini ve neleri bilmeye ihtiyaç duyduklarını grup arkadaşlarıyla tartışmaları, ardından diğer gruplarla paylaşımları sağlanır. Daha sonra ise problemin kriter ve sınırlılıklarını dikkate alarak çözüm önerileri sunmaları istenir.

**Malzemeler:**

Su Isıtıcısı (1 Adet)  
Cam çay bardağı (12 adet)  
Plastik bardak (12 adet)  
Köpük bardak (12 Adet)  
Karton bardak (12 Adet)  
Silikon yapıştırıcı (15 adet)  
Silikon tabancası (6 adet)  
Keçe (30 adet)  
Strafor köpük (1 m<sup>2</sup>X6 adet)  
Eva (30 adet)  
Sünger (12 Adet)  
Mantar levha (6 adet)  
Baloncuklu ambalaj (6 m<sup>2</sup>)  
Alüminyum folyo (6 rulo)  
Renkli karton (12 Adet)  
Mukavva (12 adet)  
Uhu (12 Adet)  
Koli bandı (6 adet)  
Pamuk (12 paket)  
Termometre (5 Adet)  
\*Diğer yalıtım malzemeleri

c. *En iyi çözümün seçilmesi* aşamasında katılımcıların sundukları çözüm önerilerini en çok kriteri içerek ve sınırlılıklara cevap verecek şekilde seçmeleri istenir. Seçtikleri çözüm önerisini diğer çözüm önerilerinden ayırt eden ve problemin kriter ve sınırlılıkları bağlamında sunmaları istenir. Diğer grupların çözüm önerisini sunan gruba öneriler sunması istenir.

d. *Prototipin oluşturulması ve test edilmesi* aşamasında katılımcılara kullanabilecekleri yandaki malzemeler ve araç gereçler verilebilir.



Öğrencilerden verilen malzemelerle çözüm önerisine uygun malzemeleri seçerek tasarımlarının prototipini oluşturmaları istenir. Malzeme seçimi yaparken kriter ve sınırlılıkları dikkate almalarını, önerdikleri çözüm önerilerini tasarlamak konusunda özgür oldukları belirtilir. Prototiplerini tamamlayan öğrencilerin, prototiplerini

problemin kriter ve sınırlılıklar kapsamında test etmeleri sağlanır. Bunun için tasarım değerlendirme rubriği kullanılabilir (Tablo 7).

Tablo 7.

Öğrencilerin tasarımlarını değerlendirme rubriği

Kriter /Özellik	0 Puan	10 Puan	50 Puan
<b>Kapasite (Sıvı hacmi)</b>	50 mL'den az	50 -100 mL arasında	100 mL ve fazlası
<b>Sıcaklık Ölçüm Testi (Sıcaklık)</b>	5 dakika boyunca maksimum 3'C'den fazla sıcaklık düşüşü	5 dakika boyunca maksimum 3'C sıcaklık düşüşü	5 dakika boyunca maksimum 3'C'den az sıcaklık düşüşü
<b>Materyal maliyeti</b>	10 TL'den fazla	5-10 TL arasında	5 TL'den az
<b>Dayanıklılık</b>	Sıvıdan tamamen bozuluyor.	Sıvıdan şekli değişiyor fakat işlevini yerine getiriyor.	Sıvıdan hiç bir şekilde etkilenmiyor.

Mühendislik tasarım görevini karşılamayan tasarımların yeniden ele alınması istenir. Öğrencilerden ilk yaptıkları prototip ile değişikliklerden sonra yaptıkları tasarımları karşılaştırmaları istenir. Bunun için de değerlendirme rubriği kullanılabilir (Tablo 8).

Tablo 8.

Öğrencilerin prototipi test etme ve yeniden tasarlama aşamasından sonraki durumunu karşılaştırmak için kullanılması öneriler puanlama tablosu

Puanlar/Kriterler	Kapasite	Sıcaklık	Materyal maliyeti	Dayanıklılık	Toplam puan
<b>İlk tasarım</b>					
<b>Son tasarım</b>					

Bu aşamada öğrencilerin tüm süreçleri gözden geçirmeleri ve grupça ele alarak tartışmaları istenir. Yeniden bir tasarım yapmaları ve test etmeleri istenir.

e. *Tasarımlarının sunulması ve iletişim* aşamasında da öğrencilerin ürünlerini verilen mühendislik görevini gerçekleştirme süreçlerini ifade etmeleri ve iletişim becerilerini ortaya koymalarını sağlamak amacıyla tasarımlarını sunmaları istenir. Bu aşamada neden o malzemeleri seçtiklerini ısı yalıtımı bağlamında açıklamaları istenir. Özellikle problemin hangi kriterlerini ve sınırlılıklarını karşıladığını belirtmeleri vurgulanır. Diğer gruplardan sunum yapan grubun mühendislik tasarımına yönelik fikirlerini yine konu bağlamında ve problemin kriter ve sınırlılıklar bağlamında ifade etmeleri istenir.



3. Dersin son aşamasında sınıf tartışması yaparak öğrencilerin ısı yalıtımı konusunda özellikle çevre konusu bağlamında farklı sosyo bilimsel konular ile ilişkisi üzerinde fikirlerini belirtmeleri sağlanır. Böylece öğrendikleri bilgileri farklı durumlara uyarlamaları konusunda öğrencilere farkındalık oluşturmak ve çevreye karşı olumlu tutum oluşturulabilir.

## SUMMARY

When the international education research is examined, it is seen that STEM education seems to be indispensable for science education to achieve its goals on the basis of scientific and technological developments. Moreover, importance of integration of engineering- one of the STEM disciplines- into science education has emerged. One of the approaches that will make the integration of engineering into science education possible is Engineering Design Based Science Education (EDBSE). However, it is seen that in the literature is emphasized, great importance of teacher training for the successful implementation of EDBSE. In this regard, training of STEM teachers, particularly subject-area teachers, is of critical importance for our country. Therefore, while training STEM teachers, first activities should be conducted to raise the teachers' awareness in order to introduce these teachers to STEM education. In this study, involving a workshop in which EDBSE was introduced to the teachers through sample activities and the teachers participated in sample hands-on activities, aimed to explore the teachers' opinions about EDBSE. It is believed this study is important to be conducive to the enhancement of EDBSE education, give the lead to further studies and contribute to the development of interdisciplinary curriculums, applications and to the education of teachers in this field.

The purpose of the study is to reveal teachers' opinions about EDBSE. In accordance with this purpose, answer was sought to the problem: "What are the teachers' opinions about EDBSE?"

The case study group consist of 58 teachers participated in "Sample Applied Activities for EDBSE Workshop" organized in June 2015. To the participant teachers (PT) were instructed about STEM education, the importance of integration of engineering into science education, theoretical basis of EDBSE and the engineering design process reported in the literature. EDBSE activity was conducted together with PT. The data of the study were collected via "Participants' Opinion Form about EDBSE", that administered to the PT after the implementation. In the open-ended question form, PT were asked to express their positive and negative opinions regarding about EDBSE, whether they want to use EDBSE in their science classes, their suggestions for the applicability of EDBSE in our country. The qualitatively collected data were first coded and categorized for content analysis. Reliability and validity studies of the data analysis were conducted.

It is observed that all PT stated positive opinions about EDBSE. Most of them evaluated EDBSE only in relation to students and stated that EDBSE can contribute to students in terms of acquisitions of knowledge, learning, skills and affective domain, intelligence and STSE. Only 15PT evaluated EDBSE in terms of their professional practices as allowing the use of different instructional methods and integration of disciplines.

The 44PT expressed negative opinions about EDBSE in current situation, limitations and difficulties in implemetation. These states need to be taken into consideration by educational policy makers, program developers of the Ministry of National Education and educational researchers. One of the PT also expressed some negative opinions about classroom management.

The 50PT are willing to implement EDBSE in their science classrooms due to its contribution to their professional development, student learning, society and they feel sufficient to implementations. However, 7 PT do not want to use EDBSE in their classes due to the existing conditions and current stuation of the education system, different restrictions and worries about its suitability for teaching some subjects.

The 46PT expressed that EDBSE can be applied in our country if their suggestions in the sub-categories of educational policy, support, adjustment, teacher education, implementation and cooperation are fulfilled. On the other hand, 9 of the PT think that EDBSE is applicable as it includes easy-to-use materials and promotes student development. However, 3 PT argue that due to physical shortages and the problems of the education system and assesment and evaluation, it is absolutely not applicable in Turkey. The participants also made some suggestions, related to responsibilities to be assumed by the Ministry of National Education, educational researchers, institutions and organizations conducting works in different disciplines and academic and industrial circles, to improve the applicability of EDBSE. The PT suggested that to enhance the applicability of EDBSE, required regulations and

adjustments should be made in educational policies and teacher education, pilot implementations should be conducted, university-school-industry cooperation should be established.

It was concluded that the PT expressed positive opinions about the EDBSE in general and though they have some negative opinions about the current situation of the education system, they want to use EDBSE in their science classes in general. On the other hand, the teachers having some concerns about the applicability of EBDSE in our country stated that if some regulations and adjustments were made, it would be possible to apply EBDSE. In light of the findings of the study, some suggestions are made.