

## Bir STEM Öğretmen Eğitimi Örneği: Yenebilir Arabalar Etkinliğinin Öğretmen Eğitimi Açısından İncelenmesi (An Example of STEM Teacher Professional Development: Exploration of Edible Cars Activity from Teacher Education Perspective)

Nermin TOSMUR - BAYAZIT <sup>1,\*</sup>, Sevil AKAYGÜN <sup>2</sup>, Kadir DEMİR <sup>3</sup>  
ve Fatma ASLAN - TUTAK <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fitchburg State University, Fitchburg, ABD

<sup>2</sup> Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul

<sup>3</sup> Georgia State University, Atlanta, ABD

(Cilt: 6, Sayı: 2, Aralık 2018, s. 213 - 232)

### Özet:

Bu çalışmanın amacı bir STEM (Science, Technology, Engineering ve Mathematics) Eğitimi Çalıştay'ında, ayrı oturumlarda öğretmen ve öğrencilerle uygulanan Yenebilir Arabalar etkinliğinin öğretmenlerin deneyimleri ve görüşleri bakımından incelenmesidir. Çalıştay, STEM alanlarında görev yapmakta olan 25 öğretmen ve onların okullarından 65 öğrencinin katılımıyla 2 günde gerçekleştirilmiştir. Çalıştayda gerçekleştirilen etkinliklerden birisi olan Yenebilir Arabalar etkinliği, mühendislik süreçlerinden tasarım ve uygulamayı odağına almaktadır. Öğretmenlerin bu etkinlik ile ilgili görüşleri, Öğretmen Etkinlik Kâğıdı ve Çalıştay Değerlendirme Formu incelenerek değerlendirilmiştir. Sonuçta, öğretmenlerin genel olarak etkinlik hakkında olumlu görüş bildirdikleri, etkinliğin merak uyandıran, ekonomik, eğlenceli, disiplinler arası, takım çalışması için uygun, mühendislik becerilerini pekiştirici olduğunu düşündükleri görülmüştür. Ayrıca, farklı branşlardan gelen öğretmenlerin etkinlikte küçük değişiklikler yaparak vurgulamak istedikleri kavramları öne çıkarabileceklerini düşünmüş olmaları göz önüne alınarak Yenebilir Arabalar etkinliğinin STEM alanı derslerinde ya da ders dışı etkinliklerinde kullanılması önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** STEM eğitimi, öğretmen eğitimi, yenebilir araba etkinliği

\* Sorumlu Yazar: E-mail: [nbayazit@fitchbrugstate.edu](mailto:nbayazit@fitchbrugstate.edu)

ISSN: 2148-2160, ©2018

Gönderilme Tarihi: 13.03.2018 – Kabul Tarihi: 05.11.2018

**Abstract:**

*The goal of this study was to explore the Edible Car activity that was done by in-service teachers and their students in different sessions of a workshop from the lenses of teachers' experiences and perspectives. The workshop was conducted with 25 in-service teachers and 65 students from their schools over two days. Edible Cars activity, one of the activities done during the workshop, centers around design and application steps of engineering. Teachers' perspectives about this activity were investigated using their responses to edible car activity sheet questions and to the questions in the workshop evaluation forms. As a result, we found that teachers mostly expressed positive views about the activity and considered it as cost effective, engaging, fun, interdisciplinary and appropriate for collaborative work and to develop engineering skills. Additionally, considering that teachers from different subject areas argued that with minor changes the activity is adaptable to any STEM field, it could be recommended that the Edible Cars activity to be used in STEM classes or during extracurricular activities.*

**Keywords:** *STEM education, teacher training, edible car activity*

---

**Giriş**

Son yıllarda, FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik), daha yaygın kullanımıyla STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitimi yaklaşımı tüm dünyada giderek önem kazanmaktadır. Yirmi birinci yüzyıl ile beraber pek çok meslek grubu için gerekli olan STEM becerilerine sahip, nitelikli iş gücü (bilim insanı, mühendis, teknoloji uzmanı, matematikçi vs.) yetiştirme ihtiyacının ortaya çıktığı görülmektedir (Lacey & Wright, 2009). STEM eğitiminin amaçlarından birinin öğrencilere STEM becerilerinin kazandırılarak 21. yüzyıla ve geleceğin mesleklerine hazır bireyler yetiştirmek olduğu söylenebilir. Türkiye'de de, çağın ihtiyaçlarını yakalamak, düşünen, üreten, sorgulayan bir nesil yetiştirmek ve Türkiye'nin 2023 hedeflerine ulaşması amacıyla ülke genelinde STEM eğitimi yaklaşımının benimsenmesi gündeme gelmiştir. Bu doğrultuda, Milli Eğitim Bakanlığı tarafından STEM Eğitimi Raporu yayınlanmıştır (MEB, 2016). Raporda, STEM eğitiminin önemine değinilmiş, yeni bir model önerisinde bulunmuş ve STEM eğitimi yaklaşımı için öğretmen eğitimi ele alınmıştır. Bu raporda, ayrıca, STEM Eğitimi Merkezlerinin kurulması, STEM Eğitimi araştırmalarının yapılması, öğretim programlarının ve okullardaki şartların STEM eğitime uygun şekilde düzenlenmesi üzerinde durulmuştur. STEM eğitimi kapsamında, 2018'de güncellenen fen bilimleri öğretim programına, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflarda *Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları* bölümünün eklenerek öğrencilerin yıl içerisinde tüm ünitelerde uygulamalar yapmalarının ve yıl sonunda da geliştirdikleri ürünleri sergilemelerinin beklendiği görülmektedir. Bunlara ek olarak raporda STEM eğitimi araştırmalarının ve öğretmen eğitimi uygulamalarının yapılması da vurgulanmıştır.

**STEM Eğitimi Yaklaşımı**

STEM eğitimi yaklaşımı, öğrencilerin, günlük hayat durum ve problemlerine, proje-tabanlı ve disiplinler arası bakış açısı ile çözüm üretirken kişisel bilgi ve becerilerini geliştirdikleri bir yaklaşımdır (Şahin, Ayar & Adıgüzel, 2014; Vasquez, Sneider & Comer, 2013). Disiplinler arası çalışma, alanların ayrı olarak bir arada bulunmasını değil bütünleşik bir yapıda, bir durum ya da proje etrafında örgütlenmesini gerektirir. Bu doğrultuda

öğrencilerin var olan bilgilerini bir alandan diğerine transfer ederken bütünleştirdikleri ve derinleştirdikleri; öğrendiklerini günlük hayatta kullanma, yaşam becerilerini arttırma, ürün tasarlama ve oluşturma, üst düzey ve eleştirel düşünme becerileri geliştirdikleri görülmektedir (Akgündüz ve diğ., 2015; Yıldırım, 2016; Yıldırım & Altun, 2015). Yıldırım (2016), STEM eğitimi yaklaşımı üzerine yapılmış 33 yayını incelediği analiz ve meta-sentez çalışmasında, STEM eğitimi yaklaşımı uygulamalarının akademik başarı, problem çözme, yaratıcı düşünme, bilimsel süreç becerileri, ilgi, motivasyon ve tutumu geliştirdiğini raporlamaktadır.

STEM eğitimi uygulamalarında ülkeler arasında, politik, sosyal ve ekonomik yapılarına bağlı olarak farklılıklar görülmektedir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve İngiltere’de, STEM eğitimi, disiplinleri bütünleştiren öğretim programları vasıtasıyla uygulanmaktadır. Diğer taraftan, örneğin Güney Afrika’da, alanların bir öğretim programı kapsamında olmadan daha karma bir yapıda gruplandırıldığı öğretim programları öne çıkmaktadır (Williams, 2011). Türkiye’de ise her ne kadar alanlar bütünlük yapıda öğretilmese de, STEM eğitimi yaklaşımı, güncellenen fen bilimleri öğretim programı ile 4. - 8. sınıflarda uygulamaya konulmuştur (MEB, 2018). Güncellenen bu programda tüm ünitelere “*Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları*” kısmı dâhil edilerek öğrencilerin öğrendikleri fen kavramları ile ilgili günlük hayat problemlerini tanımlamaları ve alternatif çözüm yolları belirleyerek bir ürün ortaya koymaları gündeme gelmiştir. Böylelikle, öğrencilerin STEM eğitimi uygulamaları ile işbirliği yapma, iletişim, yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme ve problem çözme gibi bazı 21. yüzyıl becerilerini (Partnership for 21st century skills, 2017) geliştirebilecekleri öngörülebilir.

Son yıllarda tüm dünyada STEM eğitimi yaygınlaşırken, Türkiye’de de çeşitli uygulamaların gerçekleştirildiği görülmektedir. Ortaokul ve lise öğrencilerine yönelik olan bu uygulamaların çoğu okul dışı öğrenme ortamlarında gerçekleştirilen ve öğrencilerin STEM bilgi, beceri ve tutumlarının geliştirilmesinin amaçlandığı çalışmalardır (Akaygün ve diğ., 2015; Baran, Canbazoglu-Bilici & Mesutoğlu, 2015; Yamak, Bulut & Dünder, 2014). Yamak, Bulut ve Dünder (2014), yaz döneminde uygulamalı bilim okulu kapsamında gönüllü olarak çalışmaya katılan 20 ortaokul 5. sınıf öğrencisine uyguladıkları STEM etkinliklerinin, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve fen bilimlerine karşı tutumlarını pozitif yönde geliştirdiğini tespit etmişlerdir. Gökbayrak ve Karışan (2017) da 20 kişiden oluşan bir grup 6. sınıf öğrencisine uyguladıkları STEM etkinlikleri sonrasında öğrencilerden hem bilişsel hem de duyuşsal alana vurgu yapan olumlu görüşler aldıklarını belirtmişlerdir. Çalışmada, öğrencilerin uygulanan STEM etkinliğini öğretici, zihin açıcı, eğlenceli ve motive edici buldukları ifade edilmiştir. Sınıf dışı ortamda yapılan çalışmalara örnek teşkil eden başka bir çalışma da, Doğan, Savran Gencer ve Bilen (2017) tarafından 12 kişiden oluşan bir grup ortaokul 7. sınıf öğrencisi ile toplam 10 saat sürede gerçekleştiren *Yenebilir ve Yenilenebilir Arabalar* etkinliğidir. Araştırma sonuçlarına göre öğrenciler, malzeme temini ve takım çalışmasında güçlük yaşadıklarını belirtmelerine rağmen, bilim ve mühendislik uygulamaları arasındaki benzerliğe ilişkin fikir edindiklerini ve mühendislik tasarım döngüsünü

uygulamaktan hoşlandıklarını ifade etmişlerdir. Mühendislik süreci yeni bir ürün tanımlama, çalışma prensiplerini öğrenme, yeni ürünler oluşturma ve başkaları için uygun hale getirme olarak tanımlanmaktadır (Brophy, Klein, Portsmore & Rogers, 2008). STEM eğitimi yaklaşımında, alanların bütünleşik ele alınması nedeniyle mühendislik becerilerinin uygulanan etkinliklerle öğrencilere kazandırılması hedeflenmektedir. Bu etkinliklerde STEM'in bütünleşik yapısının vurgulanması için mühendislik disiplini bağlam olarak ele alınmaktadır (Bozkurt Altan, 2017). Öğrencilerin mühendislik tasarım sürecinin basamaklarını tamamlayarak bu becerileri kazanacakları düşünülmektedir. Mühendislik tasarım süreci çeşitli çalışmalarda 5 ile 9 aşama arasında oluşan bir süreç olarak ele alınmaktadır. Bu çalışmalardan biri de National Aeronautics and Space Administration (NASA <https://www.nasa.gov/audience/foreducators/best/edp.html>) tarafından yürütülmüş ve 6 aşamadan oluşan mühendislik tasarım döngüsü sunulmuştur. Soru sorma, tasarımı hayal etme, tasarım için plan yapma, planlanan tasarımın oluşturulması, tasarım ürününün denenmesi ve son olarak da sonuçlar doğrultusunda güncellenerek geliştirilmesi şeklinde ifade edilen bu 6 aşama mühendislik tasarım basamaklarının temeli olarak düşünülebilir. Son basamakla birlikte tasarım süreci başa dönebilir ve soru sorma ile başlayıp aynı döngü üzerinden tekrarlanabilir.

Teknoloji merkezli olarak geliştirilen STEM eğitimi uygulamalarında da araştırmacıların bulguları dikkat çekicidir. Baran, Canbazoğlu Bilici ve Mesutoğlu (2015) beş gün boyunca 16 adet uygulamalı etkinliğe katılan 40 kişiden oluşan bir grup 6. sınıf öğrencisinden uygulamalar sonrasında, bilgisayar laboratuvarında, 160 dakikada, kendilerine verilen senaryoya uygun olarak ve mühendislik tasarım döngüsünü kullanarak, televizyon kanallarında gösterilebilecek bir STEM spotu (kısa filmi) tasarlama çalışmalarını istemişlerdir. Çalışmada, tasarlanan 20 adet spot incelendiğinde, öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutum ve bilgilerinin geliştiğinin gözlemlendiği belirtilmiştir. Hiç kuşkusuz ki, bütün STEM eğitimi uygulamalarında gerek planlama, gerek uygulama aşamalarında öğretmenlere büyük görev düşmekte, bu nedenle STEM öğretmen eğitimi önem kazanmaktadır.

### ***STEM Öğretmen Eğitimi***

İçinde bulunduğumuz çağın koşulları göz önünde bulundurulduğunda, uluslararası düzeyde rekabet edebilecek nitelikli iş gücünü yetiştirecek olan öğretmenlerin eğitimi dikkat çekmektedir. MEB (2016) STEM raporunda da STEM eğitimi alanında öğretmen eğitiminin bu alanlardaki gelişim için önemli bir rolü olduğu vurgulanmıştır. Türkiye'de yapılmış olan nicel, STEM farkındalık çalışmalarında öğretmenlerin STEM'in bütünleşik yapısı hakkındaki farkındalıkları ve bazı değişkenler ile ilişkisi incelenmiştir. Bakırcı ve Karışan (2018) Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nde öğrenim görmekte olan 558 ilköğretim fen ve matematik öğretmen adayına Buyruk ve Korkmaz'ın (2016) geliştirdiği farkındalık testini uygulamıştır. Bu çalışmada ilköğretim fen bilimleri ve sınıf öğretmeni adaylarının farkındalıklarının ilköğretim matematik öğretmen adaylarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan katılımcıların cinsiyetinin veya buldukları sınıf seviyesinin (üniversitedeki öğrenim seviyesi) farkındalıklarının üzerinde etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada, Çevik,

Danıştay ve Yağcı (2017), Karaman merkezde görev yapan toplam 118 fen bilimleri, matematik ve bilişim öğretmenine STEM farkındalık ölçeği uygulamışlardır. Katılımcı öğretmenlerin %52.5'i STEM ifadesini duyduğunu belirtirken geri kalanı bu ifadeyi daha önce hiç duymadıklarını belirtmiştir. Bu çalışmada da katılımcıların cinsiyetleri ve farkındalıkları arasında bir ilişki görülmediği gibi farklı branşlardan çalışmaya katılan öğretmenlerin farkındalık düzeylerinde de anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Ancak öğretmenlerin farkındalık düzeylerinde, öğrenim durumlarıyla ilişkili anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur. Önlisans mezunu olan öğretmenlerin STEM'e karşı olumsuz görüşleri diğer öğretmenlere göre (lisans ve lisansüstü mezunu) anlamlı düzeyde farklılık göstermiştir. Ayrıca Eğitim Fakültesi mezunu olan öğretmenlerin anlamlı derecede STEM'e olumlu, Fen Edebiyat Fakültesi mezunu öğretmenlerin ise anlamlı derecede STEM'e olumsuz bakış açısına sahip olduğu bulunmuştur. Çevik ve diğ. (2017) bu sonucu öğretmenlerin Eğitim Fakültesinde aldıkları eğitim bağlamında değerlendirmişlerdir.

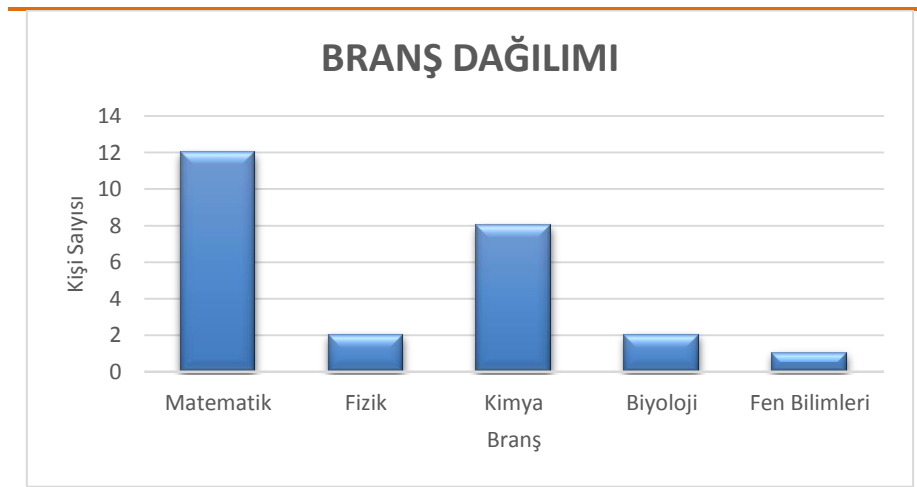
Öğretmenlerin sadece kendi branşlarının alan bilgilerine sahip olmalarının yeterli olmadığı günümüzde, STEM alanlarının bütünleştirilerek öğretilmesi modelini benimseyen bütünleşik öğretim programını uygulayabilecek öğretmen eğitimi modeli önerilmektedir (Çorlu, Capraro & Capraro, 2014). Bu modele göre STEM disiplinlerindeki öğretmenlerin birlikte çalışma yapmaları STEM'in bütünleşik yapısını anlayarak uygulamaları bakımından önem taşımaktadır. Bütünleşik öğretmen eğitimi modeli hem hizmet öncesi hem de hizmet-içi öğretmen eğitiminde kullanılmaktadır (Çorlu, 2017; Akaygun & Aslan Tutak, 2016). Akaygun ve Aslan Tutak (2016) tarafından işbirlikli FeTeMM Eğitim Modülü (İFEM) olarak isimlendirilen eğitim programında kimya ve lise matematik öğretmen adayları ile yarı deneysel bir çalışma yürütülmüştür. Özel öğretim yöntemleri derslerinde İFEM'i uygulayan araştırmacılar öğretmen adaylarının STEM anlayışlarında (Akaygün & Aslan Tutak, 2016) ve STEM farkındalıklarında (Aslan Tutak, Akaygün & Tezsezen, 2017) farklılıklar tespit etmişlerdir. İFEM incelendiği zaman kimya ve matematik öğretmen adaylarının bütünleşik STEM uygulamalarında işbirlikli bir yapıda çalıştıkları görülmektedir. Bu çalışmalarda araştırmacılar, alan uzmanı olan farklı branşlardan öğretmenlerin bütünleşik STEM eğitimi için bir arada çalışmasının faydalı olacağını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Tarkin-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar'ın (2017) kimya öğretmen adayları ile yaptıkları STEM eğitimi çalışmasında, katılımcılar böyle bir eğitimin özellikle disiplinler arası bakış açısı kazandırma konusunda kendilerine katkı sağladığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, öğretmen adaylarına en öğretici noktaları sorduklarında, tasarım yapmak için araştırma yapılmasının ve tasarımın oluşturulma basamaklarının öğretici olduğu cevaplarına ulaşmışlardır. Türkiye'de öğretmenler ile yapılan STEM alanındaki diğer bir çalışmada da Aşık, Doğança Küçük, Helvacı ve Çorlu (2017) uyguladıkları Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesini tanıtmakta ve STEM alanında *“öğretmen eğitimi konusunda sürdürülebilir yöntem, model ve projelerin geliştirilmesine olan ihtiyaç devam etmektedir”* (s. 212) ifadesi ile de Türkiye'deki STEM alanındaki bir ihtiyacı göz önüne sererken kuram ve uygulama bütünlüğünün önemine dikkat çekmişlerdir.

Türkiye’de STEM eğitimi ile ilgili farklı uygulamalar, eğitimler, seminerler ve çalıştaylar yürütülmektedir. STEM eğitimi yaklaşımında yürütülen etkinlikleri farklı branşlardan öğretmenlerin birlikte çalışarak uyguladıkları düşünüldüğünde, öğretmenlerin STEM etkinliği hakkındaki görüşleri önem kazanmaktadır. Bu noktadan hareketle, bu çalışmanın odağında yer alan problem, bir STEM eğitimi etkinliğinde birlikte çalışan fen ve matematik öğretmenlerinin bu etkinlik hakkındaki görüşlerinin ortaya çıkarılmasıdır.

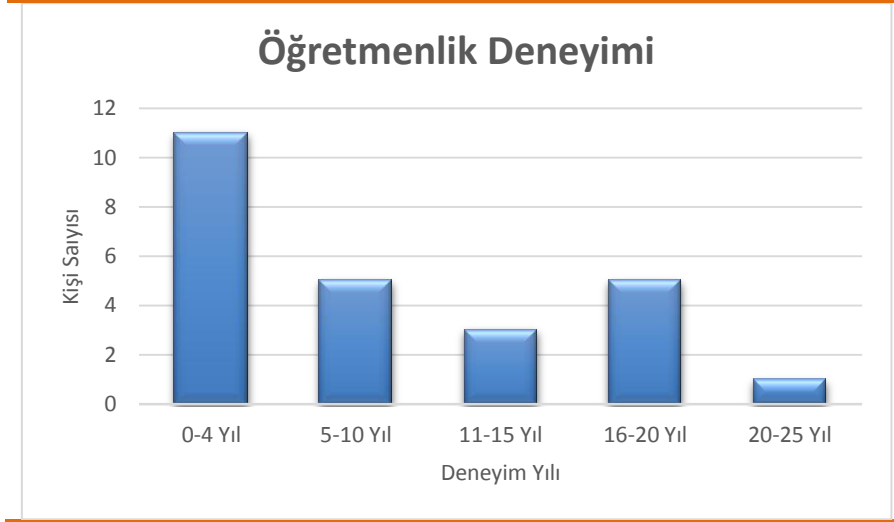
Yenebilir Arabalar etkinliğinin çalıştayda kullanılmak üzere seçilmesinin nedeni, merak uyandıran, her yaş grubuyla uygulanabilir, günlük yaşam malzemeleri içermesi ve ekonomik olmasıdır (Perez ve diğ., 2011). Bu nedenle, etkinliği öğretmenlerin anlamlı bulacakları ve kolaylıkla kendi öğrencileri ile paylaşabilecekleri düşünülmüştür. Dolayısıyla, Yenebilir Arabalar etkinliği, STEM’e giriş etkinliği sayılabilecek olması bakımından önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı bir STEM öğretmen eğitimi çalıştayında ayrı oturumlarda öğretmen ve öğrencilerle uygulanan Yenebilir Arabalar etkinliğinin öğretmenlerin deneyimleri ve görüşleri bakımından incelenmesidir.

### **STEM Eğitimi Çalıştayı**

Bu makalede, Georgia Eyalet Üniversitesi ve Boğaziçi Üniversitesi’nin ortaklaşa düzenlediği iki günlük STEM eğitimi çalıştayının bir bölümünde kullanılan *Yenebilir Arabalar* etkinliği ve katılımcı öğretmenlerin deneyimleri paylaşılmıştır. Çalıştay, hizmet-içi öğretmenlerle, iki hafta üst üste, cumartesi günleri tüm gün sürecek şekilde düzenlenmiştir. Katılımcı 25 öğretmen ilk hafta STEM eğitimi hakkında genel olarak bilgi sahibi olmuş, ardından birlikte çalışarak STEM yaklaşımı doğrultusunda Yenebilir Arabalar etkinliğini uygulamışlardır. Bu uygulama sırasında, öğretmenler farklı alan uzmanlıklarından kaynaklanan deneyimleri ışığında, alanlarını ve mühendislik alanından özellikle tasarım ve problem çözme becerilerini bütünleştirerek bir ürün geliştirmişlerdir. Çalıştayın ikinci gününde, aynı etkinliği öğrenciler uygularken de onlara rehberlik ederek, bu kez STEM öğretmeni olmayı deneyimlemişlerdir. Çalıştaya katılan öğretmenlerin alan dağılımları ve yıl bazında öğretmenlik deneyimleri aşağıdaki grafiklerde gösterilmektedir (Bkz., Şekil 1 ve 2).



**Şekil 1.** STEM eğitimi çalıştayına katılan öğretmenlerin branş dağılımları



**Şekil 2.** STEM eğitimi çalıştayına katılan öğretmenlerin deneyim dağılımları

Yukarıdaki şekilden de anlaşılacağı üzere katılımcı öğretmenlerin %64'lük gibi büyük bir kısmı öğretmenliklerinin ilk 10 yılındadır. Katılımcıların çoğunluğunu genç nesil öğretmenlerin oluşturmasına rağmen içlerinden sadece beş tanesi daha önce STEM ile ilgili deneyimlerinin olduğunu belirtmiştir.

İlk hafta, öğretmenler ile tanışmanın ardından STEM eğitimi yaklaşımı nedir?, STEM öğretim programı nasıl olmalıdır?, STEM eğitimi yaklaşımının temel özellikleri ve STEM eğitimi ile hedeflenen öğrenci becerileri nelerdir? konularına ilişkin yaklaşık 30 dakikalık kısa bir giriş yapılmıştır. Ardından çalıştayın uygulama aşamasına geçilerek öğretmenler kendileri için hazırlanan STEM eğitimi etkinliklerine katılmışlardır. Uygulama aşaması iki bölümden oluşmakta olup her bir uygulama yaklaşık 1.5 saat sürmüştür. Uygulamayı takiben öğretmenlerle etkinliğin bütünleşik yapısı ve neden bir STEM etkinliği olduğu tartışılmış ve etkinliğin öğrenciler ile uygulanması durumunda yapılması gerekli görülen değişiklikler sorulmuştur. Etkinlikler boyunca öğretmenler 4-5 kişilik gruplar halinde çalışmışlardır. Gruplar cinsiyet, branş ve okul açısından karma olarak oluşturulmuştur. Her branştan en az bir öğretmen alınarak oluşturulan gruplarla disiplinler arası tartışmaların daha anlamlı kılınması hedeflenmiştir. Birinci günün sonunda, öğretmenlerden bir hafta sonra gerçekleştirilecek olan çalıştayın ikinci bölümüne okullarından kendilerinin belirledikleri 5 öğrenci ile katılmaları istenmiştir. Öğrenci seçimindeki tek kriter lise düzeyinde olmaları olarak belirlenmiştir. Çalıştayın ikinci haftasına 19 öğretmenin (6 öğretmen çeşitli kişisel nedenlerden ötürü çalıştayın ikinci bölümüne katılamamıştır) yanı sıra 65 lise öğrencisi katılmıştır. Hem öğretmenlerin, hem de öğrencilerin deneyimlerini zenginleştirmek ve daha anlamlı kılmak adına bilinçli olarak karma gruplar oluşturulmuştur. Bunun için öğretmenlerden farklı bir okuldan katılan başka bir öğretmenle birlikte kendi öğrencileri olmayan 4-5 kişilik öğrenci grupları ile birlikte çalışmaları istenmiştir. Öğretmenler, öğrencilere etkinliğin uygulanması sırasında hem rehberlik etmişler, hem de onları gözlemlene fırsatı bulmuşlardır. Bu esnada, yazarlar ve görevli asistanlar gerek etkinliği yapmakta olan öğrencilere gerekse onlara rehberlik eden öğretmenlere destek olmuşlardır.



Aşağıdaki resimlerde etkinlikte kullanılan malzemeler (Resim 1), ortaya çıkan ürünler (Resim 2) ve süreçteki grup çalışmaları (Resim 3 ve 4) görülmektedir.



**Resim 1.** Kullanılan malzemeler



**Resim 2.** Ortaya çıkan ürünler



**Resim 3.** Öğretmen grup çalışması



**Resim 4.** Öğrenci grup çalışması

### ***Yenebilir Arabalar Etkinliği***

Yenebilir Arabalar etkinliği, ABD'denin Illinois eyaletinde bulunan Valley Teknik Meslek Yüksekokulu (IVCC) tarafından 2006 yılından bu yana mühendislik farkındalığını ve bu alana olan ilgiyi arttırmak amacıyla düzenlenen bir yarışmada kullanılan *Edible Cars* isimli etkinlikten uyarlanmıştır (Perez ve diğ., 2011). Etkinliğin ilk çıkış noktası tam olarak bilinmemekle birlikte bu etkinliğin daha önceki yıllarda Fresno Eyalet Üniversitesi ve Teksas Kadın Üniversitesi'nde de yarışma amaçlı kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu etkinliğin makalede sözü edilen çalıştayda kullanılmak üzere seçilmesinin nedeni, merak uyandıran, her yaş grubuyla uygulanabilir ve ekonomik olmasıdır (Perez ve diğ., 2011). Etkinlik, çalıştay kapsamında STEM eğitimi yaklaşımına yönelik örnek bir uygulama sunulması amacı ile uyarlanarak fen ve matematik öğretmenleri ile lise öğrencilerine uygulanmıştır. Etkinliğin uyarlanması aşamasında IVCC'nin örnek etkinlik şablonundan faydalanılmış olmakla beraber etkinlikteki tasarım ve çalıştayın geliştirilmesinde benimsenen STEM eğitimi yaklaşımı doğrultusunda disiplinler arası çalışmayı vurgulamak adına sorular arttırılmış ve detaylandırılmıştır. Bu bağlamda ilk olarak araba tasarımında aranan 4 özellik sıralanmıştır. Bu özellikler: (1) tamamen yenebilir parçalardan oluşması; (2) görüntüsünün araba şeklinde



olması; (3) en az 2 aks ve 3 tekerleğinin bulunması ve (4) bırakıldığında 1 metrelik rampadan aşağıya kendiliğinden ve tek parça olarak inebilmesidir. Etkinlik ile birlikte bir yönerge ve sorulardan oluşan bir çalışma kâğıdı verilmiştir. Ek 1’de verilen çalışma kâğıdında sorulan sorular, tasarım ve oluşturma başlıkları altında iki ana bölümde toplanmıştır. Burada, mühendislik sürecindeki tasarım ve üretim basamaklarına dikkat çekilerek farkındalığın artırılması amaçlanmıştır. Tasarım bölümündeki sorular mühendislik tasarım süreci basamaklarından (Çavaş ve diğ., 2013), “sor”, “hayal et” ve “planla”; oluşturma bölümündeki sorular ise “yarat” ve “geliştir” basamaklarındaki deneyimlerini anlamaya yönelik olarak oluşturulmuştur.

### **Yöntem**

Yenebilir Araba etkinliğinin öğretmenlerin deneyimleri ve görüşleri bakımından incelenmesi sürecinde nitel bir araştırma yöntemi olan doküman analizi kullanılmıştır. Bowen (2009) bu araştırma yöntemini, araştırmacıların çalışma ile ilgili dokümanları sistematik bir şekilde yorumlayarak anlamlandırması olarak tanımlamaktadır. Bowen (2009)’a göre bu yöntem mülakat nüshalarının analizinde olduğu gibi dokümanın içeriğinin tematik olarak kodlanmasını içermektedir. Bu yöntemin en büyük avantajı kayıtların değişken olmamasından ötürü araştırmacı etkisinden asgari düzeyde etkilenmesi olarak vurgulanmaktadır. Merriam (1998) üç temel doküman türünün - umumi dokümanlar, kişisel dokümanlar ve fiziksel kanıtlar - yanı sıra araştırmacılar tarafından geliştirilen dokümanların da nitel araştırmalarda kullanıldığını belirtmiştir. Araştırmacılar tarafından geliştirilen dokümanlara örnek olarak sunulan anket ve çalışma kâğıtları bu çalışmadaki veri kaynaklarını oluşturmaktadır.

### **Veri Toplama Araçları ve Veri Analizi**

Bu çalışmada iki tür veri toplama aracı kullanılmıştır: a) Öğretmen etkinlik kâğıdı ve b) Çalıştay değerlendirme formu (birinci ve ikinci gün için). Tüm veri toplama araçları sırasıyla Ek 1 ve Ek 2’de verilmiştir. Etkinlik kâğıdı tasarım ve oluşturma olmak üzere iki bölümden oluşmakta olup, katılımcıların etkinlik süreci ile ilgili deneyim ve fikirlerini açığa çıkarmak amacıyla açık uçlu sorular içermektedir. Benzer şekilde, çalıştay değerlendirme formları da öğretmenlerin çalıştayla ilgili düşüncelerini ve önerilerini paylaşabilmelerini sağlamak amacıyla tasarlanmış açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. İlk form 11, ikinci form ise 20 soru içermektedir. İkinci form çalıştayın sonunda uygulandığı için, ilk formdaki sorulara ek olarak öğretmenlerin öğrencilerle olan deneyimlerini ve çalıştaydan sonraki planlarını anlamak üzere hazırlanmış ek sorular da içermektedir.

Öğretmenlerin etkinlik kâğıdındaki ve çalıştay değerlendirme formlarındaki sorulara verdikleri cevaplar açık kodlama yöntemiyle kodlanmış ve her soru için tematik kategoriler oluşturulmuştur. Belirlenen kategoriler ışığında katılımcıların verdikleri cevaplara geri dönülerek kategorilerin frekansları yüzdelik olarak hesaplanmıştır. En yüksek frekansa sahip ilk dört kategori bu defada diğer sorularda ortaya çıkan benzer kategorilerle birleştirilerek daha kapsayıcı üst kategoriler oluşturulup bulgularda sunulmuştur. Tüm katılımcıların cevapları bir kez de başka bir araştırmacı tarafından kodlanarak, kodlayıcılar arası uyum

yüzdesi birebir karşılaştırma yöntemiyle belirlenmiştir. Araştırmacılar yaklaşık %90 oranında fikir birliğinde olup, görüş ayrılıkları karşılıklı tartışma yöntemiyle açıklığa kavuşturulduktan sonra hemfikir olunan sonuçlar paylaşılmıştır. Tablo 1’de iki soru için oluşturulan kategoriler veri analizine örnek olarak sunulmuştur.

**Tablo 1.** Veri analizi örnek kategoriler

Değerlendirme Formu II Soru 10: İki günlük STEM çalıştayında öğrendiklerinizi nasıl kullanmayı düşünüyorsunuz?			
Analiz Kategorileri			
Sınıf ortamına taşımak	STEM üstüne daha çok eğilmek	Öğretim programına eklemek	Zümreme götürmek

Değerlendirme Formu I Soru 2: Bu atölye çalıştayda öğrendiğiniz en etkileyici bilgi(ler) neydi?			
Analiz Kategorileri			
Disiplinler arası geçişin nasıl yapılacağı	Her alanın her problemde kullanılamayacağı	Birlikte çalışma	Disiplinlerin birbirine katkısı

### **Bulgular**

Bu bölümde, öğretmenlerin Yenebilir Arabalar etkinliğinin uygulanma süreci ve etkinlik hakkındaki görüşleri, etkinlik kağıdı ve değerlendirme formu analiz sonuçlarına göre aktarılmıştır. Bulgular (1) uygulanabilirlik, (2) STEM’e uygunluk ve (3) çalıştay sonrası planlama şeklinde üç alt başlıkta sunulmuştur.

### ***Uygulanabilirlik***

Önceki kısımda da bahsedildiği gibi çalıştayda bu etkinliğin kullanılmasının en önemli nedenlerinden biri merak uyandıran ve ekonomik olarak nitelendirilmesiydi. Yazarların etkinliğin uygulanması sırasındaki gözlemleri de bu varsayımı doğrular nitelikte olmuştur. Hem öğretmenler hem öğrenciler etkinliğe tümüyle dikkatlerini verip ayrılan sürede etkinliği tamamlamışlardır.

Araştırma sürecindeki gözlemler öğretmenlerin anket sorularına verdikleri cevaplarla da desteklenmektedir. Örneğin, her iki ankette de sorulan “*Çalıştayda en eğlenceli bulduğunuz kısım(lar) neydi?*” ve “*Çalıştayda mutlaka kalsın dediğiniz kısım(lar) neydi?*” sorularına öğretmenlerin büyük çoğunluğu “tamamı”, “uygulama bölümleri” ya da özel olarak “yenebilir arabalar etkinliği” şeklinde cevap vermiştir (Bkz., Tablo 2).

**Tablo 2.** Öğretmenlerin anket sorularından ikisine verdikleri cevapların yüzdeleri

Anket Soruları	İlk Gün Anket Sonuçları	İkinci Gün Anket Sonuçları
Çalıştayda en eğlenceli bulduğunuz kısım(lar) neydi?	%84 - Yenebilir arabalar etkinliği %4 - Tamamı	%25 - Yenebilir arabalar etkinliği %21 - Tamamı %53 - Uygulama bölümleri
Çalıştayda mutlaka kalsın dediğiniz kısım(lar) neydi?	%40 - Yenebilir arabalar etkinliği %48 - Tamamı	%11 - Yenebilir arabalar etkinliği %32 - Tamamı %37 - Uygulama bölümleri

### **STEM'e Uygunluk**

Makalenin başında da belirtildiği gibi bu etkinliğin seçilmesindeki en önemli etkenlerden bazıları disiplinlerarası çalışmaya uygun ve STEM yaklaşımının aktif katılımı uygulanmasına olanak vermesiydi. Bu bağlamda öğretmenlerin etkinlik kâğıdındaki ve anketlerdeki cevapları incelendiğinde elde edilen sonuçlar bu tezleri destekler niteliktedir. Örneğin, etkinlik kâğıdının sonunda yöneltilen *“bu etkinlikte STEM’in nasıl ele alındığını tartışınız”* sorusuna verilen grup cevaplarında, 7 gruptan 5 tanesi mühendislik ve tasarımı, 5 grup fiziği (özellikle hız kavramını), 5 grup matematiği, 2 grup kimyayı, 2 grup biyolojiyi ve 1 grup da alanlar arası iş birliğini vurgulamıştır. Cevaplarda sadece tek alandan söz edilmemesi ve bazı alanların (mühendislik, fizik ve matematik) büyük çoğunluk tarafından vurgulanması etkinliğin disiplinler arası yapısının katılımcı öğretmenler tarafından algılandığı savını pekiştirmektedir. Bu bulgu anket cevaplarıyla da örtüşmektedir. Örneğin, anketlerde yöneltilen *“çalıştayın en bilgilendirici yönü sizce neydi”* sorusuna, öğretmenlerin çoğunluğu, disiplinler arası eğitimin uygulamada nasıl görüldüğünü deneyimlendikleri yönünde cevap vermişlerdir (İlk gün test sonucu: %52; son gün test sonucu: %68). Ancak katılımcılar vermiş oldukları cevaplarda detaya girmemişlerdir. Örneğin, kimyanın hangi konusu vurgulanabilir ve bunu başarmak için aktivitede nasıl değişiklikler yapılmalıdır gibi konular ile ilgili yorumlarda bulunmamışlardır. Aynı şekilde fizikte vurgu yapılmak istenen konu nedir ve nasıl başarılacaktır gibi kısımlara yorum yapılmamıştır. Son olarak öğretmenlerin çoğunluğu (4 grup) aktivite rehberindeki *“tasarım ve oluşturma aşamalarındaki zorlukların üstesinden nasıl geldiniz?”* sorusuna süreçteki zorlukları takım çalışmasıyla aştıklarını belirtmişlerdir. Bu bulgu anket sonuçlarıyla da uyum göstermektedir. Örneğin, ilk günü takiben uygulanan ankette bulunan *“çalıştayın en bilgilendirici yönü sizce neydi”* sorusuna, öğretmenlerin %20’si farklı okul ve alandan öğretmenlerle takım çalışması yapmak olarak cevap vermişlerdir. Yukarıda da aktarıldığı gibi Yenebilir Arabalar etkinliği öğretmenler tarafından *“disiplinler arası yaklaşıma örnek teşkil edecek yapıda”* olarak nitelendirilmiştir. Disiplinler arası yaklaşımda en çok vurgulanan kısım ise mühendislik/tasarım süreci olmuştur (7 gruptan 5 tanesi). Bu bulgu ışığında aktivite kâğıdında diğer sorulara verilen cevaplar incelendiğinde şaşırtıcı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu bulgular aşağıda sırayla paylaşılmıştır.

Daha önceki çalışmalarda da olduğu gibi öğretmenlerin büyük çoğunluğunun etkinlikte mühendislik bilgi ve becerilerinin kullanıldığını vurgulamasına rağmen, *mühendislik tasarım süreci basamaklarını* (Çavaş ve diğ., 2013), özellikle planlama ve yaratma (etkinlik kağıdında sırasıyla tasarım ve oluşturma olarak nitelendirilmiştir) süreçleri arasındaki farkları bilmedikleri görülmüştür. Örneğin, katılımcılardan sadece 2 grup *“tasarımınız”* sorusuna bir prototip şeması ile cevap vermiştir. Diğer gruplar ya kullanmayı planladıkları malzemeleri listelemiş (yani ilk soruya verdikleri cevabı tekrarlamış) ya da bu soruyu boş bırakmışlardır. Benzer şekilde, *“arabanızı daha iyi hale getirmek için tasarımınızda ne gibi değişiklikler yapabilirsiniz? Nedenini açıklayınız”* sorusuna verilen cevapların çoğunluğu arabayı oluşturma ile ilgilidir. Örneğin, bir grup *“tekerlekleri daha düzgün dönecek şekilde sabitleyebiliriz”* şeklinde cevap vermiştir. Bir başka grup ise *“tekerleklerin daha iyi dönmesi için, tekerlek olarak kullandığımız malzemelerden birinin değişmesi gerekiyor”* şeklinde cevap vermiştir. Bunlara ek olarak, 7 grup arasından 3 grubun *“tasarım sırasında karşılaşılan zorlukların üstesinden nasıl geldiniz?”* sorusuna *“deneme yanılma yoluyla”* şeklinde cevap vermesi düşündürücüdür. Bu cevap, katılımcıların tasarım aşamasında bilimsel ve sistematik değil, içgüdüsel davrandıkları tezini güçlendirir niteliktedir. Bu bağlamda, öğretmenler hızlı bir şekilde ilk karar verdikleri tasarımı deneyip, sonuçlarına göre yeni deneyimlerde bulunmayı tercih etmişlerdir. Bu yaklaşım, hem zaman hem de kaynak kullanımı açısından sorun çıkarmış ve bu deneyimler anket sonuçlarına da yansımıştır. Katılımcıların %47’si son gün yapılan ankette yer alan *“çalıştayda keşke olsaydı denilen şeyler ve nasıl zenginleştirilebileceği konusundaki önerileriniz nelerdir?”* sorusuna verdikleri cevaplarda net bir şekilde ek süre ihtiyacını dile getirmişlerdir.

### ***Çalıştay Sonrası Planlama***

Son olarak, öğretmenlere bu çalışmaya katılımlarını takiben neler planladıkları sorulduğunda alınan cevapların hem umut verici hem de düşündürücü olduğu söylenebilir. İlk gün sonundaki ankette yöneltilen *“bu çalışmadan sonra STEM ile ilgili bir sonraki adımınız ne olacak”* sorusuna alınan üç ana cevap şu şekildedir: (1) öğretim programına nasıl entegre edeceğimi düşünmek ve planlamak (%36); (2) okuluma uygulamak (%28) ve (3) çeşitli etkinlikler araştırmak ve geliştirmek (%24). Öte yandan *“STEM ile ilgili öğrenmek istediğiniz başka bir şey var mı?”* sorusuna öğretmenlerin %40’ı *“öğretim programına uygun başka etkinlikler görmek”* şeklinde yanıt vermiştir. Benzer şekilde %8’lik kısım ise böyle çalıştayların arttırılması şeklinde cevap vermiştir. İkinci günün sonunda uygulanan anketteki cevaplar da benzerlik göstermekle beraber daha yüksek sıklıkta ortaya çıkmıştır. Örneğin, *“bu çalışmayı takiben sonraki adımınız ne olacak?”* sorusuna, *“bu tip etkinlikleri sınıf ortamına taşıyacağım”* diyenler %58’lik bir kısım oluşturmuştur. Benzer şekilde %42’lik bir kısım *“kendi okulunda benzer çalışma yapmak”*, %32’lik kısım ise *“müfredata eklemek”* ya da *“daha çok bilgi edinmek”* şeklinde cevap vermiştir. Öte yandan, ikinci gün yapılan anketteki *“Fen, Matematik, Teknoloji ve Mühendislik öğrenimlerini bütünleştirmek için diğer alanlardaki öğretmenlerle iş birliği yapar mısınız? Örneğin, “farklı alanlardan içeriklerin uygulanmasını gerektiren STEM etkinliklerini planlamak için diğer öğretmenlerle çalışmak ister misiniz?”* sorusuna verilen cevaplar önceki sorulara verilen cevaplarla tam olarak örtüşmemiştir.

Katılımcıların %58'i bu soruya, ya sadece “*evet*” deyip açıklama yapmamış, ya boş bırakmış, ya da “*ne gerekiyorsa yaparım*” gibi somut olmayan, yüzeysel cevaplar vermişlerdir. Bu sonuç STEM eğitimi yaklaşımının temel taşı olan ortak çalışma kavramının katılımcılar tarafından yeterince anlaşılıp anlaşılmadığı sorusunu gündeme getirmektedir.

### **Tartışma, Sonuç ve Öneriler**

Dünyada ve Türkiye’de STEM eğitim ve öğretimi giderek önem kazanmakta, dolayısıyla da STEM eğitim ve öğretimini daha iyi anlama ve uygulama doğrultusunda adımlar atılmaktadır. Bunlardan biri eğitim ve öğretim programları alanında yapılan değişiklikler olup alan öğretmenlerinin bu konuda hizmet-içi ve hizmet öncesi eğitimlere katılmalarının gerekliliği oluşmuştur. Bu amaç doğrultusunda düzenlenen çalıştay hem olumlu hem de düşündürücü sonuçlar vermiştir. Bulgular ışığında, Yenebilir Arabalar etkinliğinin STEM eğitimi yaklaşımını tanıtmada, STEM farkındalığının oluşturulmasında, disiplinler arası etkileşimi vurgulamada ve 21. yüzyıl becerileri kazandırmada umut verici bir etkinlik olduğu gözlemlenmiştir. Malzemelerin kolay ulaşılabilir ve ucuz olması, sınıf ortamında kolayca uygulanabilir olması ve farklı fen-matematik kavramlarının istenilen düzeyde vurgulanabilmesine imkân tanınması açısından etkili bir etkinlik olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer bir taraftan, bulgular öğretmenlerin mühendislik uygulamaları açısından, örneğin, mühendisliğin bilgi, beceri ve tasarım aşamalarında ve STEM eğitiminin disiplinler arası uygulamalarda nasıl görünmesi gerektiği konularında yetersiz kaldıklarını göstermiştir.

Çalışmaya katılan öğretmenlerin %81’i çalıştaydan önce hiçbir disiplinler arası STEM eğitimi deneyimine sahip olmadıklarını belirtmiştir. Bu oranın Türkiye’de önceden yapılmış olan STEM farkındalık çalışmaları verilerine göre (Çevik ve diğ., 2017) oldukça yüksek olduğu söylenebilir. Çalıştaydan sonra elde edilen verilere göre ise öğretmenlerin büyük bir çoğunluğu çalıştay etkinliklerinde mühendislik bilgi ve becerilerinin kullanıldığının farkındalığına vurgu yapmıştır. Bu oran her ne kadar çalışmaya katılan öğretmenlerin STEM eğitim ve öğretimi farkındalık gelişimi oranında ciddi bir artışa işaret etse de öğretmenlerin Yenebilir Arabalar etkinliğinin tasarım aşamasında bilimsel ve sistematik değil de içgüdüsel davrandıkları gerçeğinin göz ardı edilmesine neden teşkil etmez. Öğretmenlerin mühendislik tasarım süreci basamaklarını planlamada göz ardı etmeleri Çavaş ve diğ. (2013)’nin bulguları ile örtüşmektedir. Katılımcıların uygulama öncesi olan tasarım sürecinde problemler üzerinde fazla zaman harcamamış olmaları onların problem çözme sürecini teorik ve pratik olan bir süreç olarak görmesinden ziyade, problem çözme olayını pratik bir süreç olarak görmesinin de bir sonucu olabilir. Bu çıkarım, katılımcıların tasarım aşamasından uygulama aşamasına herhangi bir hipotez olmaksızın geçiş yapmaları ve uygulama aşamasında direkt olarak bir bilimsel yaklaşım sergilemekten öte uygulamalara deneme yanılma yaklaşımı veri ve gözlemleri ile de desteklenmektedir.

Problem çözme süreci, problem çözücünün hem hedef durumunu hem de mevcut durumunu tanımlamasını ve daha sonra mevcut durumdan hedef duruma geçme süreci çıkarımını yapmasını gerektiren karmaşık bir süreçtir (Jonassen, 2011). Maalesef, çalışma bulgularından da anlaşılacağı üzere, çoğu zaman, katılımcıların hem tasarımdan kaynaklanan

problemleri çözmek hem de tasarım yapmak (model ve prototip geliştirmek) için yeterince zaman harcamadıkları, çıkarım yapabilmek için ellerindeki malzemeyi enine boyuna değerlendirmedikleri ve yeterince pratik yapmadıkları gözlemlenmiştir. Katılımcıların bu aşamalarda problemler için geliştirdikleri yüzeysel ve gelişigüzel çözümler ya kendilerinden çok emin oldukları ya da problem çözme süreci, modelleri ve teknikleri hakkında yetersiz oldukları ile açıklanabilir. Ancak, veriler bunun daha çok katılımcıların STEM eğitim ve öğretiminde, özellikle STEM'deki mühendislik süreci uygulamalarında yetersizliğinden ya da deneyimsizliğinden kaynaklandığına işaret etmektedir. Çünkü katılımcılar hem tasarım aşamasında hem de uygulamadan sonraki tasarım üzerinde değişiklikleri veya düzeltmeleri haklı çıkaracak kayda değer veriler ve gerekçeler sunma konusunda yetersiz kalmışlardır. Bu sorun ancak öğretmenlerin mühendisliğin temelini oluşturan problem çözme sürecini kavramalarıyla aşılabılır. Çalıştay yapmayı planlayan öğretmen eğitimcilerinin ve araştırmacıların STEM ile ilgi çalışmalarda bunu göz önünde bulundurmaları önem arz etmektedir. Problem çözme süreci için gerekli olan alt yapının varlığının tespit edilmesi ve eksikliğinde çalışmaya ek olarak ilave edilmesinin çalıştayların hedeflenen amaçlarına pozitif yönde etki edeceği düşünülmektedir.

Problem çözme aynı zamanda model geliştirme tabanlı bir faaliyettir (Demir, Wade & Qureshi, 2017). Başka bir deyişle, problemleri çözmek için, problem çözümlerinin problemler için model geliştirmelerini gerektiren bir süreçtir. Çalışma sonuçları katılımcıların tasarım yapmak (model ve prototip geliştirmek) için yeterince zaman harcamadıklarını ya da tamamen bunu göz ardı ettiklerini göstermiştir. Problem çözümlü öğrenme ve öğretme ortamları, problem çözümlerinin problemlerle uğraşmasını, problem modelleri oluşturmasını, problemlerin karmaşıklığını öğrenmesini ve zihinsel olarak alternatif çözümler geliştirmesinin gerektiğini varsaymaktadır (Demir & Ellett, 2014; Jonassen, 2011). Mühendislik tasarım sürecinde problem tabanlı modelleri oluşturmak taslak ve plan geliştirmeyi büyük ölçüde kolaylaştırır. Katılımcıların, mühendislik tasarım sürecinin bir parçası olan problem çözme sürecinde, sınıf ortamlarında kullanıma uygun zihinsel, fiziksel, simülasyonlu ve matematiksel gibi bir dizi modelin kullanılmasına teşvik edilmesi problemlerin çözülmesinde önemli rol olacaktır.

Çalışmaya katılan öğretmenler Yenebilir Arabalar etkinliğinin tasarım ve oluşturma aşamalarındaki zorlukları takım içerisinde bulunan farklı alanlardan öğretmenlerle takım çalışması yaparak aştıklarını dile getirmişlerdi. Bu çalışmada da görüldüğü gibi, takım çalışması, takımda bulunan bireylerin farklı alan bilgisi, deneyim ve birikimlere sahip olmasından dolayı disiplinler arası uygulamayı hedef alan STEM eğitim ve öğretim programları için oldukça önemlidir (Honey, Pearson & Schweinghuber, 2014). Bu bağlamda, benzer çalıştay yapmayı planlayan öğretmen eğitimcilerinin ve araştırmacıların karma gruplar oluşturmasının STEM'in 21. yüzyıl becerilerini vurgulama açısından olumlu olduğu düşünülmektedir.

Çalıştay sonrası öğretmenlerin üçte birine yakın bir kısmı, STEM uygulamalarını kendi okullarındaki eğitim ve öğretim programlarına entegre etmek için, araştırma, geliştirme ve

uygulama yapmak isteklerini dile getirmiştir. Maalesef, hem güncel eğitim ve öğretim programlarının hem de okul içi eğitim ve öğretim ortamlarının STEM gibi disiplinler arası yaklaşımların takım olarak geliştirilip uygulanmasına müsait olmaması farklı alternatif yaklaşımlara odaklanmayı bir gereklilik haline getirmiştir. Bunun için STEM öğretmen ve öğretmen adaylarına hizmet-içi ve hizmet öncesi eğitimlerde mühendislik tasarım süreci ve basamakları üzerine eğitim verilirken disiplinlerarası STEM uygulamaları üzerinden modelleme yaparak öğretmenleri karşılaşılabile ihtimali yüksek olan problemleri kendi başlarına çözümlenecek şekilde kendine yeten bireyler olarak da hazırlamak gereklidir. Bu bağlamda, mühendislik eğitiminin birinci ilkesinde değinildiği gibi (Katehi, Pearson & Feder, 2009), STEM eğitimi uygulamalarında öğretmenlere mühendislik tasarımının önemi vurgulanmalıdır.

### **Teşekkür**

Bu çalışmaya katkılarından dolayı Boğaziçi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu, (Proje No: 9221) ve Georgia Eyalet Üniversitesi'ne teşekkür ederiz. Ayrıca çalıştayda rehberlik görevini üstlenen Seçil TEZSEZEN, Gözde YILDIRIM, Merve Nur YAVUZKAYA, Deniz Gülenay AKDENİZ, Saadet HAKTANIR BAŞARIR, Seçkin GÖKSOY, Hüseyin YILDIRIM, Simge ŞİMŞEK ve Esra ÖZCAN'a teşekkür ederiz.

### **Kaynaklar**

Akaygun, S. & Aslan Tutak, F. (2016). STEM images revealing stem conceptions of pre service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 56 - 71.

Akaygün, S., Aslan-Tutak, F., Bayazıt, N., Demir, K. & Kesner, J. E. (2015). *Kısaca FeTeMM eğitimi: Öğretmenler ve öğrencileri için iki günlük çalıştay*. 2<sup>nd</sup> International Conference on New Trends in Education, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M., Öner, T. & Özdemir, S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu: "Günümüz modası mı yoksa gereksinim mi?". İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi.

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 Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794 - 816.

Aşık, G., Doğança Küçük, Z. D., Helvacı, B. & Çorlu, M. S. (2017). Bütünleşik öğretmenlik projesi: Öğretmen eğitimine sürdürülebilir bir yaklaşım. *Turkish Journal of Education*, 6(4), 200 - 215.

Bakırcı, H. & Karışan, D. (2018). Investigating the preservice primary school, mathematics and science teachers' STEM awareness. *Journal of Education and Training Studies*, 6(1), 32 - 42.

Baran, E., Canbazoğlu-Bilici, S. & Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(2), 60 - 69.



Bowen, G.A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27 - 40.

Bozkurt - Altan, E. B. (2017). Tasarım temelli fen eğitimi ve probleme dayalı STEM uygulamaları. In S. Çepni (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi*, (pp. 165-201), Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.

Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M. & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369 - 387.

Buyruk, B. & Korkmaz, Ö. (2016). STEM awareness scale: Validity and reliability study. *Journal of Turkish Science Education*, 13(2), 61 - 76.

Çavaş, B., Bulut, C., Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2013). Fen eğitiminde mühendislik odaklı yaklaşım: ENGINEER projesi ve uygulamaları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1), 12 - 22.

Çevik, M., Danıştay, A. & Yağcı, A. (2017). Ortaokul öğretmenlerinin FeTeMM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) farkındalıklarının farklı değişkenlere göre değerlendirilmesi evaluation of STEM (Science – Technology – Engineering - Mathematics) awareness of secondary school teachers with various variables. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 584 - 599.

Çorlu, M. S. (2017). STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi [STEM: Integrated Teaching Framework]. In M. S. Çorlu & E. Çallı (Eds.), *STEM Kuram ve Uygulamaları* (pp. 1 - 10), Pusula Yayıncılık, İstanbul.

Çorlu, M. S., Capraro, R. M. & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74 - 85.

Demir, K. & Ellett, C. D. (2014). Cross-cultural research and perspectives on epistemology, learning environments, and culture. In R. Evans, J. Luft, C. Czerniak & C. Pea. (Eds.), *The role of science teachers' beliefs in classrooms: International research and implications for policy and educators* (pp. 179 - 190), Sense Publisher, The Netherlands.

Demir, K., Wade, K. & Qureshi, A. (2017). Reasoning from models: Using metacognitive modeling in the physics classroom. *The Science Teacher*, 84(6), 37 - 42.

Doğan, H., Savran Gencer, A. & Bilen, K. (2017). Science and engineering implementation: A case study on edible and renewable car activity. *Journal of Inquiry Based Activities*, 7(2), 62 - 85.

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

Honey, M., Pearson, G. & Schweinghuber, H. (2014). STEM integration in K-12 education: status, prospects and an agenda for research. 31.05.2017 tarihinde, <https://www.nap.edu/download/18612> adresinden erişilmiştir.

Jonassen, D. H. (2011). Learning to solve problems: A handbook for designing problem-solving learning environments. Routledge, New York.

Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M. (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Washington DC National Academy Press.

Lacey, T. A. & Wright, B. (2009). Employment outlook: 2008-18-occupational employment projections to 2018. *Monthly Labor Review*, 132, 82 - 123.

MEB (2016). STEM eğitimi raporu. Sesam Grup, Ankara 30.03.2017 tarihinde, [http://yegitek.meb.gov.tr/STEM\\_Egitimi\\_Raporu.pdf](http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf) adresinden erişilmiştir.

MEB. (2018). Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar), MEB Yayınları, Ankara.

Merriam S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*, Jossey – Bass, San Francisco.

Partnership for 21st Century Learning (2017). *P21 Framework Definitions*. Erişim tarihi: 03.01.2018. Erişim adresi: <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>.

Perez, D., Gibson, J, Opsal, S. C. & Lynch, R. M. (2011). *Organizing an edible car contest: A "how to" handbook*. Erişim Tarihi: 09.04.2017. Erişim Adresi: <https://www.teachingchannel.org/download/p/resources/document/resource/6131/edible-car-contest-handbook.pdf>.

Şahin, A., Ayar, M. C. & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 1 - 26.

Tarkın-Çelikkıran, A. & Aydın-Günbatar, S. (2017). Kimya öğretmen adaylarının FeTeMM uygulamaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1624 - 1656.

Vasquez, J. A., Sneider, C. I. & Comer, M. W. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*. NH: Heinemann.

Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 26 - 35.

Yamak, H., Bulut, N. & Dündar, S. (2014). 5. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 249 - 265.

Yıldırım, B. (2016). An analyses and meta-synthesis of research on STEM education. *Journal of Education and Practice*, 7(34), 23 - 33.

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

## Ek 1:

### Yenebilir Arabalar Etkinliği alışma Kâğı

Bu etkinlikte sizden, aşağıda verilen özelliklere sahip bir araba tasarlamanız ve bu arabayı oluşturmanız beklenmektedir. Arabanız;

- Tamamen yenebilir parçalardan oluşmalıdır,
- Görüntüsü araba şeklinde olmalıdır,
- En az 2 aks ve 3 tekerleği bulunmalıdır,
- Bırakıldığında 1 metrelik rampadan aşağıya kendiliğinden inebilmelidir.

#### I. Bölüm: Tasarım

Malzeme bölümünde sergilenen malzemeleri inceleyin, kullanmayı planladığınız malzemelerin listesini yapın ve bu malzemelerin kullanıldığı arabanızı tasarlayın.

1. Kullanmayı planladığınız malzemeler:
2. Yenilebilir araba tasarımınız:

#### II. Bölüm: Oluşturma

Tasarladığınız şekilde arabanızı yapın ve arabanız ile ilgili gerekli hesaplamaları yapın ve verilen soruları tartışın.

1. Arabanızın rampadan inerken ki hızı neydi? Nasıl hesapladınız?
2. Prototip arabanızı tasarlarken hangi zorluklarla karşılaştınız?
3. Bu zorlukların üstesinden nasıl geldiniz?
4. Prototip arabanızı oluştururken hangi zorluklarla karşılaştınız?
5. Bu aşamada zorlukların üstesinden nasıl geldiniz?
6. Arabanız ilk denemede rampadan başarıyla indi mi? Eğer inmediyse kaç defa denediniz? Ne gibi değişiklikler yaptınız?
7. Arabanızı daha iyi hale getirmek için tasarımında ne gibi değişiklikler yapabilirsiniz? Nedenlerini açıklayın.
8. Farklı malzeme kullanmanın arabanızın kullanım süresine etkileri nelerdir? Bu süreyi nasıl uzatabilirsiniz?
9. Arabanızın tekerleklerini seçerken ne gibi kriterler kullandınız? Nedenini açıklayınız.
10. Ekte verilen kalori tablosunu kullanarak arabanızın toplam kalorisini hesaplayınız.
11. Bu etkinlikte STEM'in nasıl ele alındığını tartışınız.

**Ek 2:**

**İlk Gün Değerlendirme Formu**  
**STEM Eğitimi Çalıştayı Değerlendirme Formu**

**İsim Soyad:** .....

**Branşınız:** .....

1. Çalıştayı en bilgilendirici yanı sizce neydi?
2. Çalıştayda öğrendiğiniz en etkileyici bilgi(ler) neydi?
3. Çalıştayı en eğlenceli bulduğunuz kısım(lar)ı neydi?
4. Çalıştayı en sıkıcı bulduğunuz kısım(lar)ı neydi?
5. Çalıştayı içeriğinden çıkarılmasını önereceğiniz kısım(lar) var mı?
6. Çalıştayda mutlaka kalsın dediğiniz kısım(lar) ne(ler)dir?
7. Çalıştayda keşke olsaydı dediğiniz kısım(lar) ne(ler)dir?
8. Çalıştayı zenginleştirilmesi için önerileriniz nelerdir?
9. Çalıştaydan sonra STEM ile ilgili bir sonraki adımınız ne olacak?
10. STEM ile ilgili öğrenmek istediğiniz başka bir şey var mı?
11. Paylaşmak istediğiniz başka bir konu var mı?

**İkinci Gün Değerlendirme Formu**  
**STEM Eğitimi Çalıştayı Değerlendirme Formu**

**İsim Soyad:** .....

**Branşınız:** .....

**Okulunuz:** .....

**STEM Çalıştayı Değerlendirmesi**

1. Öğrenciler ile birlikte çalışma deneyimlerinizi paylaşır mısınız?
2. *Yenebilir Araba ve Kendi Botunuzu Tasarlayın* etkinliklerindeki rollerinizi karşılaştırın.

**İki günlük STEM Çalıştayı Değerlendirmesi**

3. İki günlük STEM çalıştayının en bilgilendirici yanı sizce neydi?
  - a. Öğrenen olarak
  - b. Öğretmen olarak
4. İki günlük STEM çalıştayında en eğlenceli bulduğunuz kısım(lar) ne(ler)dir?
5. İki günlük STEM çalıştayında en sıkıcı bulduğunuz kısım(lar) ne(ler)dir?
6. İki günlük STEM çalıştayında içeriğinden çıkarılmasını önereceğiniz kısım(lar) var mı?
7. İki günlük STEM çalıştayında mutlaka kalsın dediğiniz kısım(lar) ne(ler)dir?
8. İki günlük STEM çalıştayında keşke olsaydı dediğiniz kısımlar var mı?
9. İki günlük STEM çalıştayının zenginleştirilmesi için önerileriniz nelerdir?
10. İki günlük STEM çalıştayında öğrendiklerinizi nasıl kullanmayı düşünüyorsunuz?

11. İki günlük STEM çalıştayından sonra STEM ile ilgili bir sonraki adımınız ne olacak?
12. İki günlük STEM çalıştay beklentilerinizi karşıladı mı?

### **STEM ile İlgili Görüşler**

13. STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) (İng. STEM) eğitimini tanımlayınız?
14. STEM eğitimi için sizce en etkili yöntem(ler) nelerdir? Açıklayınız.
15. STEM ile ilgili öğrenmek istediğiniz başka bir şey var mı?
16. Fen ve Matematik öğretim programlarının STEM uygulamaları için elverişli olduğunu düşünüyor musunuz? Nedenlerini yazın.  
 Evet  Hayır
17. Fen, Matematik, Teknoloji ve Mühendislik öğrenimlerini bütünleştirmek için diğer alanlardaki öğretmenlerle iş birliği yapar mısınız? Örneğin, farklı alanlardan içeriklerin uygulanmasını gerektiren STEM etkinliklerini planlamak için diğer öğretmenlerle çalışmak ister misiniz?  
 Evet  Hayır  
“Hayır” ise; engeller nelerdir?  
“Evet” ise; bunu başarmak için neler yaparsınız? .....
18. STEM eğitiminin uygulamasına yönelik duyduğunuz ihtiyaçlar nelerdir?
19. Lise öğrencilerinin STEM alanlarında yükseköğrenimi seçmelerini teşvik edici uygulamalarınız varsa belirtiniz. Yoksa ne gibi uygulamalar önerebilirsiniz?
20. Paylaşmak istediğiniz başka bir konu var mı?