

# Protez Kuyruklar ve Biyoplastik Konulu Mühendislik Etkinliklerinin Değerlendirilmesi: 6. Sınıf Mühendislik Eğitimi Örneği

Mehmet C. Ayar<sup>a</sup> ve Dilek Özalp<sup>b</sup>

## Öz

*Bu çalışmanın amacı, Her Yerde Mühendislik öğretim programında yer alan Protez Kuyruklar ve Biyoplastik üniteleri aracılığıyla öğrencilerin mühendislik tasarım sürecinden edindikleri deneyimleri ve mühendislik etkinliklerinin öğrencilerin mühendislik alanlarına ilişkin ilgilerine etkisini ortaya çıkarmaktır. Çalışmaya İstanbul ili Küçükçekmece ilçesindeki dezavantajlı kabul edilen bir imam hatip ortaokulundan 6. sınıf kız öğrencileri (n=30) katılmıştır. Çalışmada nicel (ölçekler ve etkinlik değerlendirme formları) ve nitel (gözlem formları ve görüşmeler) veri toplama araçlarından yararlanılmıştır. Bulgular, öğrencilerin (a) mühendislik tasarım süreçlerini deneyimlediğini; (b) mühendislik mesleği hakkında bilgi ve tecrübe edindiğini; (c) mühendislik alanına yönelik olumlu ilgi ve tutumlara sahip olduğunu; (d) mühendislik tasarım süreci ve etkinliklere yönelik görüşlerinin olumlu olduğunu göstermektedir. Dezavantajlı okulda mühendislik etkinliklerine erişebilir olmanın öğrencilere bir fırsat sağladığı düşünülmektedir.*

*Anahtar kelimeler:* Mühendislik eğitimi, Her Yerde Mühendislik öğretim programı, mühendislik tasarım süreci, STEM eğitimi

## Makale Hakkında

Gönderim tarihi: 16.07.2019

Düzeltilme tarihi: 30.04.2020

Kabul tarihi: 04.05.2020

Elektronik Yayın Tarihi: 17.12.2020

## Giriş

Günlük yaşantımızda mühendislik kavramı ile sıklıkla karşılaşırız. İnovasyon ve girişimcilik dediğimiz zaman hemen aklımıza mühendislik ve alanları gelir. Üniversite öğrencileri için mühendislik meslek alanı olarak düşünülür. Anne-babalar için mühendisliğin toplumda bir yere ve prestije sahip olması ile birlikte ekonomik açıdan mühendislik avantajlı meslek grupları arasına girmiştir (Ayar, 2015). Buna karşın, mühendislik kavramının kelime kökenine baktığımızda Arapçada “medeni” ve İngilizcede ise “medeniyet” anlamları ile ilişkilendirildiği görülür (Şen, 2015). Batı toplumları “medeni” olma veya “medeniyet” kurma hususunu gelişmişlikle örtüştürür (Özarpınar, 2016). Aslında, Batı ve İslam medeniyetlerine bakıldığında toplumların

<sup>a</sup>Istanbul Aydın Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, mehmetayar@aydin.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0842-9288>

<sup>b</sup>Istanbul Aydın Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, dilekozalp@aydin.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-7817-4866>

gelişmişlikleri bulunduğu döneme ait inşa edilen yol, köprü, tiyatro alanları, camiler, kemerler, kaleler vb. özgün yapı ve hizmetlerle ilişkilendirilir. Bu gelişmişlik mühendislik alanı ve mühendislerin çalışmaları ve mirasları ile değerlendirilir (Şen, 2015). Uluslararası alan yazında ise, mühendislik kavramı tanım olarak bir probleme çözüm üretmenin ve o çözümü uygulamanın yolu olarak görülür (Rubinstein, 1975). Bir başka tanımda ise, mühendislik bazı sınırlamalar çerçevesinde gerçeklik için öngörülerde bulunma ve modeller üretme süreci olarak değerlendirilir (Ayar, 2012; National Academy of Engineering ve National Research Council, 2009). Bu çerçeveden bakıldığında mühendislik disiplininin 21. yüzyıl çocukları için önem arz ettiği söylenebilir (Capobianco, DeLisi ve Radloff, 2018; NAE ve NRC, 2009).

Ülkemizde üniversite tercihlerinde mühendislik mesleğine yönelik ilgi ve istek her geçen yıl artmaktadır (Ayar, 2015; Çorlu vd., 2018). Fakat anaokulundan liseye kadarki öğretim programlarında mühendislik ve doğasına ilişkin öğeler tam olarak yer almamaktadır. Bir başka ifade ile mühendisliğin doğasına ilişkin öğelerin ne bağımsız ne de bağımlı olarak fen bilimleri dersi öğretim programlarında kendini hissettirdiği söylenememektedir (MEB, 2018). Buna karşın, uluslararası çalışmalar incelendiğinde mühendislik ve doğasının öğretim programlarında yer aldığı görülmektedir (NGSS Lead States, 2013). Hem sınıf içi hem de sınıf dışı etkinlikler ile mühendislik öğelerine yer verilebilmektedir (Sahin, Ayar ve Adiguzel, 2014; Lachapelle ve Cunningham, 2014). Buradaki beklenti aslında gelecek nesillerin karmaşık problem çözme becerilerini kazanması ve güçlü insan gücünün oluşturulmasıdır. Yani mühendislik öğelerini kazanmış bireylerin yetiştirilmesi güçlü bir medeniyet oluşturmak için araç olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra bilimsel liderlik ve ekonomik gelişme için mühendislik tasarım becerilerine sahip olmak da ön plana çıkmaktadır (NGSS Lead States, 2013).

Mühendislik tasarım süreçlerini öğrencilere deneyimleme fırsatı veren çeşitli mühendislik eğitim programları alan yazında yer almaktadır (NAE ve NRC, 2009). Bu programlar arasında, örneğin, Amerika Birleşik Devletlerinde *Detroit Area Pre-College Engineering Program* adlı program, öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) derslerindeki yeterliliklerini artırmak ve bu alanlara yönelik ilgilerini tetiklemek için heyecan verici, günlük yaşam ile alakalı ve zorlayıcı etkinlikler sunmaktadır. *Pre-Freshman Engineering Program* adlı program ise, toplumda yeterince temsil edilmeyen ortaokul ve lise öğrencilerinin STEM alanlarında meslek edinmelerini sağlamak için tasarlanmıştır. Bu program aracılığıyla öğrencilere mühendisliğe giriş, problem çözme seminerleri, mühendislik projeleri gibi dersler verilmektedir. *Project Lead the Way*, öğrencilerin problem çözme süreçlerini deneyimlemelerini sağlamaktadır. Programdaki etkinlikler sayesinde ise, bireylerin problem çözen, eleştirel düşünen yarımın yenilikçileri olmaları amaçlanmaktadır. *Techbridge*, kız öğrencilerinin okul dışı ve yaz okulu programları ile STEM alanlarına katılımlarını artırmayı amaçlamaktadır. Programdaki zorlayıcı etkinlikler ile kız öğrenciler yeşil oyuncak ev, robot ve motor yapım süreçlerine dâhil edilmektedir. *Engineering is Elementary*, mühendislik ve teknolojik okuryazarlığı desteklemeyi amaçlamaktadır. Bunun için öğrencileri mühendislik tasarım etkinlikleri ile meşgul ederek mühendislik tasarım süreçlerini deneyimlemelerini sağlamaktadır. *Infinity Project*, ortaokul ve lise öğrencilerine yönelik STEM öğretim programı sunmaktadır. Program mühendislik tasarım projeleri vasıtasıyla öğrencilerin STEM alanlarındaki ilgi ve akademik başarılarını artırmayı amaçlamaktadır. *Infinity Project* kapsamında öğrencilere Mars gezegenini keşfetmek için robot tasarlamaya, insan vücut sistemini

anlamak için giyilebilir teknolojileri keşfetmeye ve roket inşa etmeye yönelik projeler sunulmaktadır. *Engineering the Future*, teknolojik okuryazar bireyler yetiştirmek için öğrencileri mühendislik tasarım etkinliklerine dâhil etmektedir. Kısacası, bu değerli girişimlerin ilk ortak amacının, bireylerin yaparak yaşayarak heyecan verici ve aynı zamanda zorluk derecesi değişebilen etkinlikler aracılığıyla STEM alanlarına yönelik ilgi ve başarılarını artırmak olduğu söylenebilir. İkinci olarak, bireylerin mühendislik etkinliklerine katılımını sağlayarak mühendislik okur-yazarlıklarını desteklemeyi amaçladığı belirtilebilir.

Bu çalışmada, 6. sınıf ortaokul öğrencilerine mühendislik meslekleri ve mühendislik tasarım süreçleri hakkında deneyim kazandırmak için “Her Yerde Mühendislik (Engineering Everywhere)” adlı öğretim programı kullanılmıştır. Her Yerde Mühendislik öğretim programı, zorluk derecesi değişen gerçek hayat ile ilişkili uygulamalı etkinlikler aracılığıyla öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerini deneyimlemesini amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında programda yer alan iki ünite—Protez Kuyruklar (Go Fish: Engineering Prosthetic Tails) ve Biyoplastikler (Plants to Plastics: Engineering Bioplastics)—ele alınmış ve uygulanmıştır (Higgins vd., 2015).

### Çalışmanın Önemi

Mühendislik ülkemizde profesyonel alan olarak popüler olan ve bireylerin ilgisini çeken meslek alanları içerisinde yer almaktadır. Bunun altında teknik ve ekonomik sebeplerin olduğu düşünülmektedir (Caner ve Okten, 2010; Kuzgun, 2003). Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi’nin verileri mühendisliğin en çok tercih edilen bir alan olduğunu göstermektedir (Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi, 2013). Buna karşın, mühendislik alanlarını tercih eden bireylerin tercih etme oranları ile mezun olma oranları arasında negatif ilişki olduğu görülmektedir. Buna ilişkin üç sebep belirtilmektedir: (1) öğretim programlarında mühendisliğin doğasına ve mühendislik tasarım sürecine yeterince yer verilmemesi; (2) okullardaki rehberlik servislerinin doğası; (3) toplumdaki mühendislik algısı (Ayar, 2015). Birincisi, yeni geliştirilen öğretim programlarında (özellikle fen bilimleri dersi öğretim programı) mühendisliğe ilişkin kazanımlara yeterince yer verilmemektedir. Öğrenciler sınıf içindeki uygulamalarda mühendislik tasarım süreci ile yeterince karşılaşmamaktadır. Mühendislik alanında kariyer yapmak isteyenler için fen bilimleri ve matematik alanlarındaki okul başarılarına daha çok önem verilmektedir. Bu yüzden fen bilimleri ve matematik derslerindeki başarı mühendislik alanında kariyer yapmak için yeterli görülmektedir (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014; Elliot, 1996). İkincisi, okullarda öğrencilere üniversite öncesi sunulan rehberlik servislerinin kuram ve uygulamadan uzak olduğu düşünülmektedir (Akkok ve Watts, 2003). Üçüncüsü, mühendisliğin toplumda teknik ve ekonomik sebeplerden dolayı önemli bir yere sahip olması en çok tercih edilen alan olarak görülmesine sebep olmaktadır (Caner ve Okten, 2010; Kuzgun, 2003). Fakat mühendisliği kariyer alanı olarak tercih eden genç bireyler seçtikleri alanı üniversiteye başlamadan önce nadiren bilmekte, herhangi bir mühendislik etkinliğini deneyimlemeden tercih yapmaktadır. Ayrıca, mühendisliği bilinçli olarak değil çoğunlukla ailesinin yönlendirmesi vasıtasıyla seçmektedir. Bu bakımdan mühendislik alanlarından mezun olma oranının tercih etme oranından düşük olduğu görülmektedir. Bu da mezun olma ile tercih etme arasında negatif ilişki oluşturmaktadır. Bu üç sebebin bir bakıma bireylerin mühendisliğe ilişkin ilgilerini de etkilediği söylenebilir. Şöyle ki,

bilinçsiz yapılan tercih, ilginin zaman ile azalmasına sebep olabilmektedir. Bu yüzden, erken yaştan itibaren öğrencileri veya bireyleri mühendislik tasarım sürecine dâhil eden ve destekleyen programlar bilinçli tercih yapmaya ve ilginin zaman ile profesyonel uğraşı haline gelmesine sebep olabilmektedir (Ayar, 2015). Bu açıdan bakıldığında “Her Yerde Mühendislik” adlı öğretim programındaki ünitelerin ve etkinliklerin genç bireylerin üzerinde önemli bir etkisi olacağı düşünülebilir.

### **Türkiye’de STEM Eğitimi**

Türkiye’de STEM eğitim çalışmalarının son yıllarda hız kazandığı görülmektedir. İlk teşebbüs 2012 yılında Çorlu vd.’nin (2012) Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresindeki paylaşımları ile yapılmıştır. Panelde STEM eğitiminin farklı boyutlarına—inovasyon, bütünlük, disiplinlerarasılık, proje temelli öğrenme—yer verilmiştir. Daha sonra Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumunun (TUBİTAK) iştirakleri ile fen bilimleri ve matematik öğretim programları yenilenmiş ancak STEM eğitimine yeterince vurgu yapılmamıştır (MEB, 2013).

Alan yazındaki diğer çalışmaları gözden geçirdiğimizde STEM eğitimi çok farklı konular ile ilişkilendirilmektedir (Okul dışı STEM eğitimi: Özçelik ve Akgündüz, 2018; Üstün yeteneklilere yönelik STEM eğitimi: Kalkan ve Eroğlu, 2017; Mühendislik uygulamaları: Ayar, 2015; STEM eğitim modelleri: Gencer, Doğan, Bilen ve Can, 2019; Öğretmen görüşleri: Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2016; STEM eğitimi ölçekleri: Tortop ve Akyıldız, 2018; STEM eğitimi raporları: MEB, 2016; TUSİAD, 2014). Ayrıca alan yazında STEM eğitime yönelik dergilerde özel sayılara da yer verildiği görülmektedir (örn., TUSED, 2016; IJEMST, 2016, 2017).

STEM eğitime gösterilen bu büyük ilgi bir bakıma MEB’in 2017 ve 2018 öğretim programlarına mühendislik ve tasarım becerilerinin dâhil edilmesiyle karşılık bulmaktadır. 2017 öğretim programı bireylerin karşılaştıkları problemleri disiplinlerarası bakış açısıyla çözmelerine ve STEM alanlarını tercih etmelerine yardımcı olacak şekilde mühendislik ve tasarım becerileri vurgusu yapmaktadır (MEB, 2017). Fakat programdaki mühendislik ve tasarım odaklı sunulan STEM eğitime yeterince yer ve zaman ayrılmadığı hatta özellikle fen bilimleri öğretim programındaki kazanımlar ile yeterince ilişkilendirilmediği görülmektedir. Buna karşın, 2018 fen bilimleri öğretim programı daha kapsayıcı ve program boyunca mühendislik ve tasarım becerilerine daha fazla zaman ayırmaktadır. Programın uygulayıcılarına gerektiğinde mühendislik ve tasarım becerilerini kazanımlar ile bütünlük hale getirebilecekleri uyarısı yapılmaktadır. Fakat nasıl yapacakları hakkında bir yönlendirme yapılmamaktadır (MEB, 2018).

STEM eğitiminin popülerliği ve ekonomik yönü çeşitli kurum ve kuruluşların bünyelerinde STEM eğitim programları, STEM eğitim atölyeleri, STEM merkezleri vb. gibi faaliyetlerin yer almasına sebep olduğu görülmektedir. TUBİTAK bünyesindeki proje destek çağrılarında STEM eğitime yönelik çalışmalar desteklenmektedir. Bu programların, etkinliklerin ve desteklerin bireylerin ulusal ve uluslararası standartlara ulaşma anlamında etki analizlerinin yapılması gelecek nesillerin ve ülkemizin bilimsel liderlik ve ekonomik refahını güçlendirmesinde önemli rol alacağı düşünülebilir. Bu yüzden daha uzun soluklu, MEB’in öğretim programlarında yer alan kazanımlar ile örtüşen ve dünyadaki gelişmeler ile barışık etkinliklerin erken yaştan itibaren bireyler ile

buluşturulmasının önem arz ettiği ifade edilebilir. Bu çalışmada sunulan mühendislik uygulamaları ve sonuçlarının bu anlamda örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

### **Türkiye’de Mühendislik Eğitimi**

Türkiye’de örgün eğitimin ilkökul-orta-lise seviyesinde mühendislik eğitime yönelik çalışmalarının çoğunlukla STEM eğitimi çatısı altında toplandığı görülmektedir. Bazı çalışmalarda mühendislik ve tasarım süreçleri ile fen kavramlarının öğretimi ilişkilendirilmekte ve mühendislik bakış açısıyla diğer disiplinlerdeki kavramların öğretimi gerçekleştirilmektedir (Ercan ve Şahin, 2015; Gencer, 2015; Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2016; Kıymık-Topalsan, 2018; Koyunlu-Ünlü ve Şen, 2018; Mertol, Özçelik ve Uğur, 2010). Başka çalışmalarda fen öğretmenlerinin ve öğrencilerinin mühendislik uygulamaları hakkındaki görüşlerine yer verilmektedir (Çakmak, Bilen ve Taner, 2019; Sarı ve Yazıcı, 2019). Diğer çalışmalarda ise, bireylerin mühendislik ve tasarım algıları, tutumları ve ilgileri değerlendirilmektedir (Bozkurt, 2014; Marulcu ve Sungur, 2012; Mesutoğlu, 2017; Ünlü ve Dökme, 2016; Yıldırım ve Türk, 2018). Bununla birlikte mühendislik alanlarına yönelik kariyer çalışmaları da alan yazında yer almaktadır (Ayar, 2015; Kahveci, 2016). Buna karşın, çok az sayıda çalışmanın mühendislik ve mühendislik tasarım sürecine odaklandığı görülmektedir (Ateş, 2009; Kılıç, 2018; Koyunlu-Ünlü ve Şen, 2018).

Bu çalışmada, 6. sınıf öğrencilerine mühendislik tasarım süreçlerini deneyimleme fırsatı verilerek mühendislik etkinliklerinin öğrencilerin mühendislik ve mühendislik alanlarına ilişkin ilgilerine etkisinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Ayrıca, fırsat verilen etkinliklerin değerlendirilmesi yapılarak öğrencilerin mühendislik ve mühendislik tasarım süreçlerine yönelik görüşlerinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

### **Kavramsal Çerçeve**

#### **Mühendislik Uygulaması**

Mühendislik uygulaması mühendislik eğitimi alan yazınında çeşitli şekillerde tanımlanmaktadır (Bucciarelli, 1996; Cunningham ve Carlsen, 2014; NAE, 2004, 2008; NAE ve NRC, 2009; Sheppard, Colby, Macatangay ve Sullivan, 2006; Vinck, 2003; Trevelyan, 2009, 2010). Mühendislik uygulaması, genellikle problem çözme, tasarım ve inovatif konular ile ilişkilendirilmektedir (Bucciarelli, 1996; Christensen, Delahousse ve Meganck, 2009; Cunningham ve Carlsen, 2014; Ferguson, 1992; Jonessen, Strobel ve Lee, 2006; Trevelyan, 2010). Mühendislik uygulaması, temel olarak problemleri çözme işidir (Sheppard vd., 2006). Karmaşıklık ve belirsizlik problem çözmenin temel taşlarıdır. Mühendisler, problemleri çözmek için sistemin tümünü (kısıtlamalar, gereksinimler, ihtiyaçlar vb.) düşünmek zorundadır (Zhou, 2012). Karmaşıklık ve belirsizlik, yönetim, iyileştirme, optimizasyon, tahmin ve çözüme dayanan yaratıcı tasarımlar ele alınır (Carberry ve McKenna, 2014; Vinck, 2003). Tasarım süreç bileşenleri arasında problem tanımlama, bilgi toplama, fikir üretme, modelleme, yapılabirlik, değerlendirme, karar verme ve iletişim yer almaktadır (Atman vd., 2007; Mentzer, Becker ve Sutton, 2015). Ayrıca, mühendislik uygulaması, bir ürünün geliştirilmesiyle ve ticari bir değere sahip

olmasıyla yani inovasyon ile ilgilidir (Christensen vd., 2009). Mühendislik uygulaması, mühendislik uğraşısının bilişsel, sosyal, teknik, ekonomik ve politik yönleri olmadan da düşünülemez (Ayar, 2012; Bornasal, Brown, Perova-Mello ve Beddoes, 2018; Nersessian, 2009; Vinck, 2003; Trevelyan, 2009).

Trevelyan (2009) mühendisliği teknik koordinasyon çerçevesinde açıklamıştır. Teknik koordinasyonu, mühendislerin en uygun çözüme ulaşmaları için gereken bazı rol ve sorumluluklar olarak ifade etmektedir. Başka bir deyişle, mühendislik işi diğer insanların işini koordine etme anlamına gelmektedir. Mühendisler, diğer insanlar arasındaki müzakereleri ve paylaşılmış uzmanlıkları organize etmektedir. Mühendisler, bazı kısıtlamalar ve teknik bakış açıları ile ilgili işleri yönetmektedir, yapılan işlerin olası sonuçlarını öngörmektedir ve sonra sonuçları izleyerek bir şey gerekip gerekmediğine karar vermektedir. Bu nedenle, Trevelyan (2010) mühendislik uygulamasını, insanların performansını etkileyen problem çözme ve tasarımın ötesinde düşünme ve etkileşim gerektiren teknik uzmanlık ile ilişkilendirmektedir.

Mühendislik çalışmaları, teknoloji ve bilgi elde etme süreçlerini kullanarak problemlerin çözümüne ilişkin süreçleri içermektedir (Sheppard vd., 2006; Vinck, 2003). İlk olarak, mühendislik çalışmaları; fiziksel, ekonomik, yasal, politik, sosyal, etik, estetik ve zaman gibi kısıtlamaları içeren sınırlılıklar altında bir problem çözme sürecidir (NAE ve NRC, 2009; Schön, 1983). Başka bir deyişle, mühendisler bir problemi veya ihtiyacı saptar ve sonra problemi çözecek olası bir araç üretmek için kısıtlamaları ve gereklilikleri belirtir. Ancak, daha kesin olarak tanımlanmış gereksinimler ve kısıtlamalar ile sonuca varmak için problemi incelemek gerekebilir. Bu da, nihai bir çözüme ulaşmayı sağlayacak bir sürece yol açacaktır. Ayrıca, mühendislik çalışması özel bir bilgiyle sorunları çözmektir. Yani, bir problemin çözümleri bilgilendirici (ne olduğunu bilmek) ve usule dayalı bilgiye (nasıl ve neden olduğunu bilmek) bağlıdır (Barley ve Orr, 1997). Ancak bilim ve teknolojiden bağımsız değildir (NAE, 2004; Vincenti, 1990). Son olarak, en iyi çözüme ulaşmak için süreç ve bilginin bütünleşmesi gerekir. Mühendisler olası çözümler üretebilir; bununla birlikte, nihai sonuca varmak için çözümleri uygulayarak değerlendirmeleri gerekmektedir. Bu anlamlı sonuç için, diğer mühendislerle tartışma neticesinde aldıkları kararlar onların ileriye gitmelerini sağlamaktadır (Bucciarelli, 1996).

### **Mühendislik Tasarım Süreci**

Tasarım, mühendislik uygulamasının önemli bir unsurudur (Atman vd., 2015). Mühendislik tasarımı, problemleri tanımlama ve çözme yaklaşımı olarak kullanılır. Yaratıcılık, analiz ve modelleme mühendislik tasarım sürecinin doğasında vardır (NAE ve NRC, 2009). NAE ve NRC (2009) aynı zamanda mühendislik tasarım sürecini dört aşamalı—problemi tanımlama, tasarım çözümleri üretme, modeller oluşturma ve geliştirme ve bulguları paylaşma—yinelemeli/tekrarlayan bir süreç olarak görür. Problemin tanımlanması, bağlam, ihtiyaç, kısıtlamalar ve gereksinimlere bağlıdır. Çözüm üretmek için mühendisler beyin fırtınası ve araştırma yapar, fikirlerini paylaşır ve en uygun çözümü seçerler (Crismond ve Adams, 2012; Lewis, 2006). Modelleme, mühendislik tasarımının temelini oluşturur. Mühendisler, modeller oluşturur, modelleri test eder ve değerlendirir ve ardından modellerini sonuçlar ışığında geliştirir (Carberry ve McKenna, 2014). Bulguların paylaşılması, tasarım sürecinin son aşamasıdır; mühendisler elde ettikleri bulguları meslektaşları ile yazılı ve sözlü olarak paylaşırlar.

Yukarıda bahsedildiği gibi, mühendislik tasarım süreci, problem kapsamına, alternatif çözümler geliştirmeye ve proje gerçekleştirme aşamalarına dayanır (Ataman vd., 2007; Mentzer vd., 2015). Problem kapsama aşaması, problemin tanımlanması ve bilgi toplanması anlamına gelir. Alternatif çözümler geliştirme aşaması, fikir üretme, modelleme, fizibilite ve değerlendirme gibi bazı bileşenleri içerir. Proje gerçekleştirme aşaması, karar verme ve iletişim ile ilgilidir. Tasarım sürecinin bu aşamaları diğer tasarım çalışmalarındakilerle de uyumludur (Ataman vd., 2007; Chao vd., 2017; NAE ve NRC, 2009; NGSS Lead States, 2013).

### **Mühendislik Öğretim Programı**

Boston Bilimi Müzesi tarafından geliştirilen *Engineering is Elementary* (EiE) adlı öğretim programı açık erişimi olan bir programdır. EiE öğretim programı, okul dışı öğrenme için geliştirilmiş ve yaygın olarak kullanılan bir öğretim programıdır. İlk ve ortaokul öğrencilerinin genel olarak mühendislik ve mühendislik tasarım sürecine ilişkin bilgi, beceri ve deneyim kazanmaları için hazırlanmıştır. Bir başka ifadeyle, EiE öğretim programı ile öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi, eğitimde fırsat eşitliğini göz önünde bulundurarak öğrencilerin katılımcı vatandaşlar olarak yetiştirilmesi ve kariyer bilinci elde etmeleri hedeflenmiştir (Cunningham, 2009).

Bu çalışma kapsamında 6-8. sınıflar için Boston Bilim Müzesi tarafından hazırlanmış *Engineering Everywhere* (Her Yerde Mühendislik) öğretim programı kullanılmıştır. *Engineering Everywhere* öğretim programı, “Protez Kuyruklar”, “Salgın ile Mücadele”, “Doğadan Esinlenmiş Mekanizma”, “Bitkilerden Plastığe” ve “Yalıtımlı Evler” ünitelerinden oluşmaktadır. Öğrencilerden bu öğretim programı sayesinde mühendislik tasarım süreci ile günlük problemlere çözüm üretmeleri beklenmektedir. Mühendislik alanlarına ilişkin ilgileri desteklenmektedir. Öğrenciler, yaratıcılığın ve işbirliği yapmanın bu süreçteki önemli etmenler olduğunu deneyimlemektedir. Öğrenciler her bir üniteye farklı mühendislik alanlarını deneyimleyerek tanımaktadır. Örneğin, disiplinlerarası bakış açısı kazanarak öğrenciler “Protez kuyruklar” ünitesiyle biyomekanik mühendisliğini; “Salgın ile Mücadele” ünitesiyle biyomedikal mühendisliğini; “Doğadan Esinlenmiş Mekanizma” ünitesiyle malzeme mühendisliğini; “Bitkilerden Plastığe” ünitesiyle kimya mühendisliğini ve “Yalıtımlı Evler” ünitesiyle çevre mühendisliğini birebir yaşayarak ve yaparak deneyimlemiş olmaktadır. Ancak, bu çalışma zaman kısıtlamasından dolayı “Protez Kuyruklar” ve “Bitkilerden Plastığe” üniteleri ile sınırlıdır.

### **Yöntem**

#### **Araştırma Deseni**

Bu çalışmada nicel ve nitel veri toplama araçları kullanılarak çalışmanın amacına ulaşılacak istenmiştir. Nicel veriler ölçekler ve etkinlik değerlendirme formları ile toplanırken; nitel veriler gözlem ve görüşmeler ile elde edilmiştir.

### **Araştırmada Gözetilen Etik İlkeler**

Bu çalışma, 2017-2018 akademik yılında İstanbul Aydın Üniversitesi tarafından Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında desteklenmiştir. Çalışmada kullanılan ‘Her Yerde Mühendislik Öğretim Programı’ (Engineering Everywhere Curriculum), Boston Bilim Müzesi’nin izniyle uyarlanmıştır. Çalışmada yer alan katılımcılar için takma isimler kullanılmıştır ve gizlilikleri sağlanmıştır. Herhangi kişi ve kuruluşlar ile bir çıkar ilişkisi yoktur.

### **Öğretimsel Tasarım: Her Yerde Mühendislik Öğretim Programı**

Boston Bilim Müzesi tarafından geliştirilen “Her Yerde Mühendislik Öğretim Programı”nda yer alan iki ünitenin (Protez kuyruklar ve Biyoplastik) proje ekibi tarafından adaptasyonu gerçekleştirilmiştir. Proje ekibinde, 1 program geliştirme uzmanı, 2 fen eğitimi uzmanı, 1 kimya eğitimi araştırma görevlisi, 1 fen eğitimi araştırma görevlisi ve 1 dil eğitimi uzmanı yer almıştır. Adaptasyon süreci, ünitelerdeki kazanımlarla fen bilimleri öğretim programındaki kazanımları ilişkilendirme ile dil ve kültürel adaptasyonu içermiştir. Ortaokul öğrencilerine yönelik hazırlanmış bu üniteler öğrencilere mühendislik ve mühendislik tasarım süreci hakkında bilgi, beceri ve deneyim edindirmeyi amaçlanmıştır. Etkinliklerin uygulanması esnasında tasarımın planlanmasında ve oluşturulmasında öğrencilerin sınırlılıklar ve ölçütler ile karşılaşması ve bunları değerlendirerek problemlere çözüm üretmesi, model geliştirmesi ve test etmesi beklenmiştir. Öğrencilerden model tasarımlarını paylaşarak daha iyi tasarımlar oluşturmaları beklenmiştir. Her bir üniteye mühendislik tasarım sürecinin öğelerine (problem belirleme, inceleme/araştırma, hayal etme ve tasarımları planlama, tasarımları oluşturma ve test etme, test sonuçlarına göre tasarımları geliştirme ve tasarımları paylaşma) vurgu yapılmıştır.

Öğrencilerin bu süreçleri gerçekleştirmelerini kolaylaştıracak yönergelerin yer aldığı öğrenci mühendislik çalışma kitapçıkları ve öğretmenlerin öğrenme sürecini verimli ve sağlıklı bir şekilde uygulayabilmesi için mühendislik üniteleri öğretmen kılavuzu proje ekibi tarafından düzenlenmiştir. Öğretmen kılavuzlarında kullanılacak malzemeler, sözlük, öz değerlendirme formları ve öğretimin işleyişi için ders senaryolarına yer verilmiştir. Öğretimin işleyişi için hazırlanan ders senaryoları ünitelerin adaptasyonu esnasında dâhil edilmiştir. Ders senaryoları, etkinliklerin uygulanması esnasında öğretmen ve öğrenciden beklenenleri öngörmeyi amaçlamıştır. Öğrenciler için hazırlanan mühendislik çalışma kitapçığı ise, ünite boyunca kullanılacak etkinlik çalışma kâğıtlarını, malzemeleri ve veli bilgilendirme formlarını içermektedir.

Protez Kuyruklar ünitesinde öğrencilere biyomekanik mühendisliği tanıtılmıştır. Bitkilerden Plastiğe ünitesinde ise kimya mühendisliğine ve polimer kimyasına değinilmiştir. Böylece öğrencilerin bu meslek alanları hakkında bilgi ve deneyim kazanması amaçlanmıştır. Her bir ünite için gerçekleşen uygulama süresi Tablo 1’deki gibidir.



**Tablo 1.** Etkinliklerin uygulama süresi

Protez Kuyruklar	Süre	Biyoplastik	Süre
Ön Etkinlik-1: Mühendislik Nedir?	2-3 saat	Ön Etkinlik-1: Mühendislik Nedir?	2-3 saat
Ön Etkinlik-2: Teknoloji Nedir?		Ön Etkinlik-2: Teknoloji Nedir?	
Etkinlik-1: Dayanıklı Bacak	3 saat	Etkinlik-1: Zıplayan Polimerler	3 saat
Etkinlik-2: Protez gaga	5-6 saat	Etkinlik-2: Plastik Keşfi	5-8 saat
Etkinlik-3: Protez kuyruk tasarlama		Etkinlik-3: Biyoplastikleri Araştırma (Kurutma için 1 gün)	
Etkinlik-4: Protez kuyruk geliştirme	5-6 saat	Etkinlik-4: Biyoplastik Üretelim (Kurutma için 1 gün)	2 saat
Etkinlik-5: Kendi balığımı oluştur		Etkinlik-5: Biyoplastik Geliştirelim (Kurutma için 1 gün)	
Etkinlik-6: Sergi etiketlerini hazırlama	2 saat	Etkinlik-6: Mühendislik Sergisi	2 saat

Her iki ünite de yer alan etkinlikler kapsamında kazanımlar öğretmen kılavuz kitabında fen bilimleri öğretim programındaki kazanımlar ile birlikte listelenmiştir (MEB, 2017). Örneğin, “Mühendislik nedir?” etkinliğinde mühendislik ile ilgili olarak “*Mühendislik tasarım sürecinin problemleri çözmek için mühendisler tarafından kullanıldığını kavrar.*” kazanımına yer verilmiştir. Fen bilimleri öğretim programında yer alan “Problem için muhtemel çözümler üretir ve bunları karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer.” kazanımı hatırlatılmıştır. “Teknoloji nedir?” etkinliğinde mühendislik ile ilgili kazanımlar —“*Mühendislerin tasarladığı teknolojileri kavrar. Teknolojilerin insanlar tarafından problemleri çözmeye yardımcı olacak araçlar olduğunu anlar. Teknolojilerin zaman içinde geliştirildiklerini fark eder.*” — olarak listelenmiştir. Fen bilimleri öğretim programında teknoloji kavramının geçtiği kazanımlara — “*Duyu organlarındaki kusurlara ve bu kusurların giderilmesinde kullanılan teknolojilere örnekler verir. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojideki yenilikçi uygulamalarına örnekler verir.*” — yer verilmiştir.

### Katılımcılar

Bu çalışma İstanbul ili, Küçükçekmece ilçesi sınırlarında yer alan dezavantajlı sayılan bir imam-hatip ortaokulunda Bilim Uygulamaları dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Seçilen okul, sosyoekonomik düzey, akademik başarı, erişebilirlik ve veli eğitim düzeyi bakımından dezavantajlı olarak kabul edilmektedir. Dersi seçen ve bu çalışmanın katılımcıları şans eseri, 6. sınıf kız öğrencileridir (n=30). Okul ile irtibat sağlandıktan sonra kız imam-hatip ortaokulu olduğu anlaşılmıştır. Etkinliklerin gerçekleştirilmesi için öğrencilerden 4-5 kişilik olacak şekilde kendi gruplarını oluşturmaları istenmiştir. Öğrencilerin çoğu kendi gruplarını kendileri oluşturmuştur ancak eksik kalan bazı

öğrenciler araştırmacılar tarafından gruplara dağıtılmıştır. Bu çalışmada yer alan öğrencilerin isimleri değiştirilerek katılımcıların gizlilikleri sağlanmıştır.

### **Veri Toplama**

Bu çalışmada nitel veri toplama araçlarından gözlem ve görüşmelerden yararlanılmıştır. Nicel veri toplama aracı olarak ise 5'li Likert tipi ünite etkinlik değerlendirme ve mühendislikle ilgili görüş formları ile mühendislik ve mühendislik alanlarına ilişkin ilgi ve tutum ölçeği kullanılmıştır (Higgins vd., 2015).

**Sınıf Gözlemleri.** Yapılandırılmış sınıf gözlem formları araştırmacılar tarafından etkinliklerin sağlıklı yürütülüp yürütülmediğini anlamak için kullanılmıştır (Büyükoztürk vd., 2017). Genel olarak gözlem formlarından etkinliklerin merkezinde yer alan mühendislik tasarım süreçlerinin ön planda tutularak etkinliklerin nasıl ilerlediğini anlamak ve olası karşılaşılabilecek problemleri tespit etmek için yararlanılmıştır.

**Görüşmeler.** Yarı yapılandırılmış görüşmelerde öğrencilere mühendisliğin ve amacının ne olduğu, mühendislerin nasıl çalıştıkları ve sahip olmaları gereken özelliklerin neler olduğu, mühendis olmayı düşünüp düşünmedikleri ve sebeplerini açıklamaları istenmiştir. Bu görüşmeler araştırmacılar tarafından etkinlikler başlamadan önce öğrencilerin (n=3) mühendislik ve mühendislik alanları hakkında görüşlerini öğrenmek için kullanılmıştır. Etkinlikler tamamlandıktan sonra ise öğrencilerin (n=10) etkinlikler hakkındaki genel görüşlerini, mühendislik ve mühendislik alanlarına yönelik ilgi durumlarını öğrenmek amacıyla yapılmıştır (Creswell, 2013).

**Ölçekler.** Çalışmada Etkinlik Değerlendirme Formu, Mühendisliğin Doğası ve Mühendislik Tasarım Süreci Öğrenci Görüşü Ölçeği ve Mühendislik İlgi ve Tutum Ölçeği kullanılmıştır (Higgins vd., 2015). Proje ekibi arasındaki müzakere sonucu çalışmada kullanılan tüm ölçeklerde bir değişiklik yapılmıştır. Ölçeklerin orijinalinde 5'li Likert yapı içinde kullanılan derecelendirmelerde yer alan "Kararsızım" derecelendirmesi yerine ölçeklerin uyarlamasında "Biraz Katılıyorum" kullanılmıştır çünkü "Kararsızım" derecelendirmesi ile karar bildiren bir puan vermek mümkün değildir. Bu yüzden bir karar bildirme anlamında olması için "Biraz katılıyorum" tercih edilmiştir (Köklü ve Büyükoztürk, 2000). Öğrencilere Protez Kuyruklar ve Biyoplastik üniteleri tamamlanır tamamlanmaz birbirinden bağımsız olarak 5'li Likert tipi Etkinlik Değerlendirme Formu sunulmuştur. Bu form öğrencilerin Protez Kuyruklar ve Biyoplastikler ünitelerinin içerik, dil, seviye, motivasyon ve ilgi durumlarını değerlendirmeleri için kullanılmıştır. Ünite sonlarında ayrıca mühendisliğin doğası ve mühendislik tasarım süreçleri hakkında 5'li Likert tipi Öğrenci Görüş Ölçeği verilmiştir. Bu form, mühendislerin kim olduklarını, ne yaptıklarını ve nasıl çalıştıklarını anlamaya yönelik soruları içermiştir. Üçüncü form olarak ise öğrencilerin mühendisliğe ilişkin ilgi ve tutumlarını ölçmek için 5'li Likert tipi Mühendislik İlgi ve Tutum Ölçeği kullanılmıştır. 5'li Likert tipi formlarda puanlama için; "(5) Çok Katılıyorum, (4) Katılıyorum, (3) Biraz Katılıyorum, (2) Katılmıyorum, (1) Hiç Katılmıyorum" seçeneklerine yer verilmiştir. İlgi ve tutum formları uygulamalar tamamlandıktan sonra bir kez kullanılmıştır.

Kullanılan ölçeklerin güvenilirlikleri için Cronbach alfa katsayıları hesaplanmıştır. Ölçeklere ait Cronbach Alpha iç tutarlık katsayıları incelendiğinde Protez kuyruklar ünitesindeki etkinlikleri değerlendirme (.878), mühendislik ve mühendislik tasarım süreçleri hakkındaki görüşleri değerlendirme (.857); biyoplastik ünitesindeki etkinlikleri değerlendirme (.874) ve mühendislik ve mühendislik tasarım süreçleri hakkındaki görüşleri değerlendirme (.927) olarak hesaplanmıştır. Mühendislik ilgi ve tutum ölçeği için Cronbach alfa katsayısı .964 olarak hesaplanmıştır.

Kapsam geçerliği için proje ekibindeki araştırmacıların görüşlerine yer verilmiştir. Ölçeklerdeki soru maddeleri ünitelerdeki kazanımlar ile etkinliklerin konu ve özellikleri açısından değerlendirilmiştir.

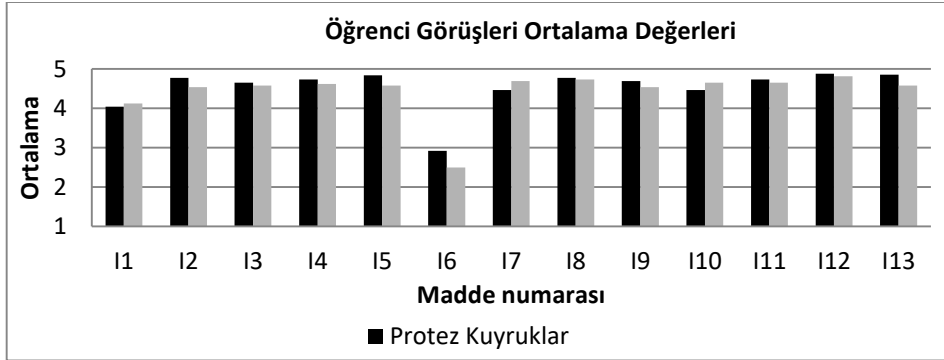
### Veri Analizi

Nicel veriler IBM SPSS Statistics 19 paket programına aktarılarak analiz edilmiştir. Verilerin analizinde ölçeklerdeki her bir maddenin ortalama değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca, Protez Kuyruklar ve Biyoplastik üniteleriyle ilgili etkinlik değerlendirmeleri arasında anlamlı bir farklılığın bulunup bulunmadığını belirlemek için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Aynı test mühendisliğin doğası ve mühendislik tasarım süreciyle ilgili öğrenci görüşlerinin Protez Kuyruklar ve Biyoplastik üniteleri uygulandıktan sonra anlamlı bir farklılığın bulunup bulunmadığını belirlemek için de uygulanmıştır. Nitel verilerin analizinde ise gözlem ve görüşmeler için içerik analizi yapılmıştır (Büyüköztürk vd., 2017). Nitel verilerin analiz sürecinde geçerlik etkinlikler boyunca yapılan gözlemler ve çalışmaya yönelik uzun süreli etkileşim ile sağlanmıştır. Aktarılabirlik açısından okuyucuya zengin, detaylı bir içerik sunulmuştur. Güvenirlilik için saha çalışmalarında alınan notlardan ve derinlemesine açıklamalardan yararlanılmıştır (Creswell, 2013). Görüşmelerin analizinde görüşmeye katılan öğrencilerin görüşleri için sürekli karşılaştırmalı yöntem kullanılmıştır (Glaser ve Strauss, 1967).

### Bulgular

#### Mühendis Olmak Mühendislik Tasarım Sürecinden Geçer!

Mühendisliğin Doğası ve Mühendislik Tasarım Süreci Öğrenci Görüşü Ölçeği verileri analiz edildiğinde 6. sınıf öğrencilerinin Protez Kuyruklar ve Biyoplastik ünitelerindeki etkinliklerin doğasındaki mühendislik ve mühendislik süreçlerine yönelik görüşlerinin olumlu olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Formda yer alan 13 maddeden 12'sinin ortalamaları 4'ün üzerinde iken 1 maddenin ortalaması 3'ün altındadır. Olumsuz görüş bildirilen maddenin, "*Mühendis olduğumu düşünüyorum.*" olduğu görülmüştür (Madde 6). Ayrıca, Protez Kuyruklar ve Biyoplastik ünite etkinlikleri bağlamında öğrencilerin mühendislik ve mühendislik tasarım süreçleri hakkındaki görüşleri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $Z = -1.059$ ,  $p = .289$ , Bkz. Tablo 2).



Şekil 1. Protez kuyruklar ve biyoplastik üniteleri ilgili öğrenci görüşleri madde ortalamaları

Tablo 2. Protez kuyruklar ve biyoplastik üniteleri ile ilgili öğrenci görüşlerinin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları

Biyoplastik-Protez Kuyruklar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	14 <sup>a</sup>	13.36	187.00	-1.059 <sup>a</sup>	.289
Pozitif Sıra	10 <sup>b</sup>	11.30	113.00		
Eşit	2 <sup>c</sup>				

Not. a. Biyoplastik < Protez Kuyruklar, b. Biyoplastik > Protez Kuyruklar, c. Biyoplastik = Protez Kuyruklar.

Mühendislik ve mühendislik tasarım sürecine ilişkin öğrenci görüşlerinin çoğunlukla olumlu olmasının sebebi öğrencilerle yapılan yüz yüze görüşmelerde daha iyi anlaşılmaktadır. Bu görüşmelerde öğrenciler sunulan etkinliklerin hem eğlenceli hem de öğretici olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir. Öğretici olması, mühendisliğin sabır ve hayal gücü gerektirmesi, mühendislerin canlıların yararına birtakım icatlar yapması ve birlikte çalışmanın önemi bağlamında değerlendirilmiştir. Fakat etkinliklerin aslında eğlenceli ve öğretici olması bazı öğrenciler arasında “Mühendis olduğumu düşünüyorum.” görüşünde farklılıklara sebep olmuştur. Mesela, Özüm, “Mühendis olmak bence güzel bir duygu. Çünkü arkadaşlarımla birlikte fikirlerimizi sunarak birlik olup tasarımlarımızı sergiliyoruz.” ifadesiyle mühendislik tasarım sürecinin kendisini mühendis olarak görmeye teşvik etmiş olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Huriye de “Bir şeyler tasarlayarak yaptığımız işe yarar şeyler geleceğe katkı sağlamak için uygun....yaptığımız [protez] kuyruklar vb. şeyler günlük yaşamda ...yunusun protez kuyruğu bizim protez ayağımız gibidir....bu etkinlikler benim mühendis [olma] isteğimi çoğaltıyor.” açıklamasını yapmıştır.

“Mühendis olduğumu düşünme” kararı bir bakıma öğrencilerin etkinlikler aracılığıyla mühendisleri nasıl gördükleri ile ilişkilendirilmiştir. Şaziye, her ne kadar mühendis olduğu düşüncesine biraz katılsa da “Mühendisler insanlar için ve bütün canlılar için önemli ve herkesin ihtiyacı olan şeyleri tasarlarlar. Her şeyi tek tek düşünüp canlılara zarar verilmemesine dikkat edip herkes için en hayırlı önemli şeyi icat ederler.” ifadesiyle mühendis olabileceğine ilişkin görüşünü belirtmiştir. Şaziye gibi Medine de

kendisini mühendis olarak görme görüşüne biraz katılmıştır. Ancak Medine “Mühendisler her konuda her türlü şeye yardımcı, gerekli ve önemli şeyleri tasarlarlar. Bunun için çok emek harcadıklarını ve zorlandıklarını bu yaptığımız etkinliklerden anlayabiliyorum.” ifadesiyle kendisini mühendis olarak görme düşüncesine sahip olduğunu belirtmiştir.

Ruhsar, kendisini mühendis olarak görmektense arkadaşlarının mühendis olmak istemelerini mühendisliğin doğası ile ilişkilendirmiştir. Ruhsar, bu durumu aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

Mühendislik hayal gücü gerektirdiği için problemlere hayal ederek çözüm bulunur. Bazen hayal ettiğimiz düşünceler bizim işimizi kolaylaştırır da bazılarında çok yönlü bakmalıyız. Burada yaptığımız her şey gerçek olmasa da ileride mühendis olmak isteyen arkadaşlarıma fikir üretmede bence çok yardımcı olacaktır.

Başka bir öğrenci, Zahire, zaman içerisinde Protez Kuyruklar ve Biyoplastikler ünitesinde karşılaştıkları etkinliklere uyum sağladığını belirtmiştir. Sürece adapte olmasını etkinliklerin içerikleri ile ilişkilendirmiştir. Ancak, mühendis olduğunu düşünme noktasında tam karar verememiştir ve bir ihtimal olacağını aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

Mühendislik benim için önceden sıkıcı ve zor gelirdi. Ama bu bilgiler, etkinlikler ve grup çalışması sayesinde mühendisliğe daha çok yaklaşıyorum. Belki ileride mühendis bile olabilirim.

Benzer bir durum aşağıdaki ifadelerde de belirtilmiştir. Mühendis olma düşüncesi kısaca tasarım ve yaratıcılık ile ilişkilendirilmiştir:

İleride mühendis olabilirim. Çünkü bir şeyleri tasarlamak, bir şeyleri oluşturmak, eğlenceli bir şeyleri yapmak eğlenceli. Tabii ki kesinlikle mühendis olacağım demesem de eğlenceli bir süreç geçirdim. [Belkıs]  
Belki ben mühendis olabilirim ama mühendis olduğumu düşünmüyorum. Yaratıcılığım var olsa da mühendis olduğumu düşünmüyorum. Belki mühendis olursam bu etkinliklere ihtiyacım olabilir. [Şule]

Mühendislik ve mühendislik tasarımı ilişkin öğrenci görüşleri Protez Kuyruklar ve Biyoplastikler üniteleri tamamlanır tamamlanmaz ele alınmıştır. Bu noktada “Mühendis olduğumu düşünüyorum.” görüşüne etkisi olan bazı faktörler karşımıza çıkmıştır. Birinci faktör, grup oluşturma olarak düşünülebilir. Her ne kadar gruplar etkinlikler öncesinde öğrencilerin özgür iradesine bırakılmış olsa da grup çalışması bazı öğrenciler tarafından benimsenmemiştir. Bu da öğrenciler üzerinde “Mühendis olduğumu düşünüyorum.” bağlamında olumsuz etki oluşturmuştur. Fatma, aslında kendisini mühendis olarak görmektedir fakat grup arkadaşıyla yaşadığı uyumsuzluk nedeniyle biraz karışık düşüncelere sahiptir. Mühendislerin çalışma prensibine karşı çıkmıştır. Bunu aşağıdaki ifadeyle şöyle belirtmiştir:

Mühendislik ilgimi çekiyor fakat grup arkadaşlarımdan yüzünden mühendislikten soğudum denebilir. Grup halinde çalışmıyorum. Tek başıma yapmak daha çok hoşuma gidiyor.

Diğer bir sebep, mühendislik etkinliklerinde karşılaştıkları zorluklar, test etme ve yeniden test etme süreçlerinin sabır gerektirmiş olmasıdır. Şebnem, “Mühendis olmak bence çok sabır gerektirdiğini düşünüyorum. Ben çok sabırlı olmadığım için mühendis [olduğumu] pek düşünmüyorum.” ifadesiyle açıklamıştır. Her ne kadar “sabır” mühendis olmak için şart olarak gözüke de Zahire, mühendis olmayı düşünmemesine rağmen mühendislerin göstermiş olduğu çabayı, yaptıkları işbirliklerini, test etme süreçlerini ve

planlamayı takdir etmiştir. Kendisi için ileride mühendis olma düşüncesini destekleyici durumlar ile karşılaşmıştır ve aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

Ve anladım ki bir işi kesinlikle yapmak istersek gerçekten çok çabalamalıyım ve asla pes etmemeliyim ve bunların çoğunu yaptığımız etkinliklerden... anladım... Bazı etkinliklerde geride kaldık ama yine de pes etmedik ve pes etmeyeceğiz.

Rukiye de kendisinin mühendis olduğu düşüncesine katılmasa da, mühendisliği sabır ile ilişkilendirmiştir ve aşağıdaki gibi düşüncelerini belirtmiştir:

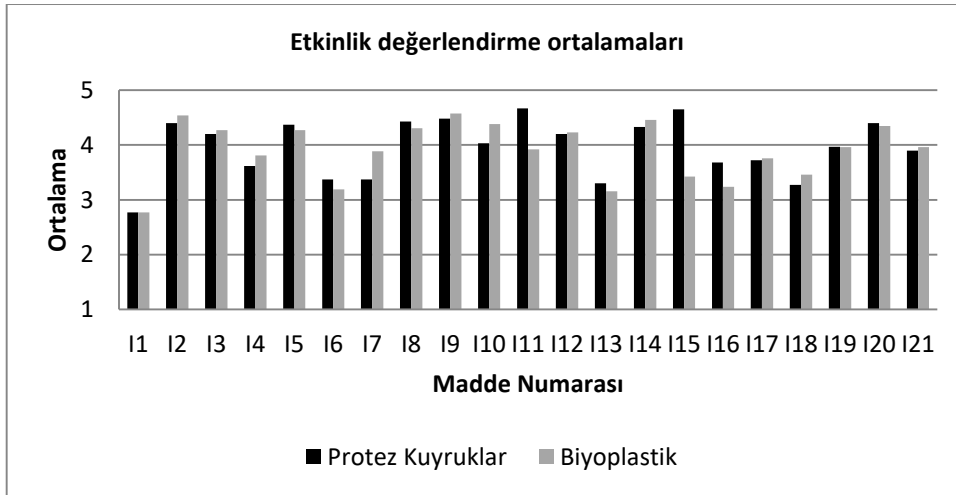
Bence mühendisler çok sabırlı insanlar bunu düşünmemin sebebi ise biz bir şeyi tasarlarken kaç derste ancak yapabiliyorum... olmuyor... tekrar deniyoruz... bence böyle şeyler yapanlar sabırlı insanlar...

Hayal gücüne sahip olmak başka bir sebep olarak görülmüştür. Merve, kendisinin hayal gücüne sahip olmadığını düşündüğü için "Mühendis olduğumu düşünüyorum." ifadesine katılmamıştır. Bu durumu aşağıdaki ifadesi ile desteklemiştir:

Mühendis olmak için hayal gücünün gelişmiş olması gerekir. Mühendis deneme yanılma yoluyla işlerini yapar. Yaptıkları ileride canlılara yararlı olmalı. Sadece insanlar için değil hayvanlar ve bitkiler için de yeni şeyler tasarlamaları gerekir.

### Etkinlikler Mühendisliği Deneyimleme Fırsatı Sağlıyor!

Protez Kuyruklar ve Biyoplastik üniteleri tamamlandıktan sonra farklı zamanlarda etkinlik değerlendirme formu kullanılmıştır. Öğrencilerin bahsedilen ünitelerdeki etkinliklere ilişkin görüşleri çoğunlukla olumludur (Şekil 2). Ayrıca Protez Kuyruklar ve Biyoplastik ünite etkinlikleri bağlamında öğrencilerin değerlendirmeleri açısından anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür (Tablo 3).



Şekil 2. Protez kuyruklar ve biyoplastik üniteleri etkinlik değerlendirme madde ortalamaları

**Tablo 3.** Protez kuyruklar ve biyoplastik etkinlik değerlendirme puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Biyoplastik-Protez Kuyruklar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıra	10 <sup>a</sup>	15.10	151.00	-0.310 <sup>a</sup>	0.757
Pozitif Sıra	15 <sup>b</sup>	11.60	174.00		
Eşit	1 <sup>c</sup>				

Not. a. Biyoplastik < Protez Kuyruklar, b. Biyoplastik > Protez Kuyruklar, c. Biyoplastik = Protez Kuyruklar.

Öğrencilerin Protez Kuyruklar ve Biyoplastik ünitelerinde yer alan etkinliklerin içerik ve uygulanmasına ilişkin değerlendirmeleri çoğunlukla olumlu olmasına rağmen sadece Madde 1, “Etkinlik matematik derslerinde gördüğüm konular ile uyumludur.” görüşü olumsuzdur. Bu maddeye verilen olumsuz cevapların altında yatan sebep olarak Protez Kuyruklar ve Biyoplastik ünitelerindeki etkinliklerin matematik içeriği olduğu söylenebilir. Bir başka ifade ile Protez Kuyruklar ünitesindeki etkinliklerde matematiksel hesaplamalar sınırlı kalmıştır. Ancak etkinliklerde matematiksel-uzunluk ölçümlerine yer verilmiştir. Bu durum görüşmelerde bazı öğrenciler tarafından desteklenmiştir. Örneğin, Şeyma, Protez Kuyruklar ünitesindeki bazı etkinlikleri matematik dersindeki konular ile aşağıdaki gibi ilişkilendirmiştir:

Protez yaparken ölçü alıyorduk. Devamlı cetvel kullanıyorduk. Ölçü alıyoruz çok önemli bir santim daha kısa veya bir santim daha uzun olsa daha büyük sorunlar çıkabilir.

Aynı şekilde Biyoplastik ünitesindeki etkinlikler boyunca miktar ölçümleri yapılmıştır. Buna karşın ilköğretim matematik dersi öğretim programı incelendiğinde 6. sınıf seviyesinde sadece sıvı ölçme ünite konusunun yapılan etkinliklerin içerikleri ile örtüştüğü söylenebilir. Ayrıca bu konunun dönem sonunda yer almasından dolayı böyle bir durum ile karşılaşmıştır. Buna karşın, Merve ve Şeyma, Biyoplastikler ünitesindeki etkinlikleri derslerde gördüğü matematik konuları ile aşağıdaki gibi ilişkilendirmiştir:

Mesela agarı kaç kaşık koydu. Gliserini kaç kaşık koyduk bir matematik problemi gibiydi. (Merve)

[İlişkilendirdiğim konu] ölçekler olabilir. Matematik [dersinde] böyle bir konu yok ama biz burada bir karışım yapıyoruz. Ölçeklerimizi yaparken doğal sayılardan yararlanıyoruz. (Şeyma)

Etkinliklerin matematik ile ilişkilendirilmemesinin dışındaki durumlarda öğrencilerin görüşlerinin çoğunlukla olumlu olduğu görülmüştür. Daha önce de bahsedildiği gibi mühendislik etkinlikleri öğrenciler için eğlenceli ve öğretici olmuştur. Bu durum aşağıda bazı öğrenciler tarafından dile getirilmiştir:

Evet, ben bu etkinliği çok sevdim. Başta yapamayız diye düşünmüştüm. Ama daha sonra bunun altından kalkabileceğimi anladım bence bu etkinlik çok eğlenceliydi ve bu çalışmalarını her zaman yapmak istiyorum. (Şaziye)  
Bence yaptığımız [protez kuyruklar] çok uğraştırıcı bir proje oldu ama biz hepimiz planlı hareket ederek birbirimize yardımcı olduk. Çok eğlenceliydi protez kuyruk yapmak. İnsan bir şeyleri icat ederek öğreniyor bütün icatlar çok güzeldi ve çok eğlenceliydi. (Tuğçe)

Böyle etkinlikler... gerçekten çok güzel... hem de insanların veya hayvanların ne durumlarda ne kadar zorluk çektiğini görüyoruz. Ve bunun için hep beraber hayvanlara ve insanlara yardımcı oluyoruz. Bu etkinlikler herkes için çok güzel hem de keyifli etkinlikler. (Nazlı)

Etkinliklerin bu yönlerinin aslında öğrenciler için bir takım fırsatlar sağladığı söylenebilir. Örneğin, Rukiye, Protez Kuyruklar ünitesindeki etkinliklerde sağlanan birlikte çalışma imkânını projenin devamı için bir engel olarak görmesine rağmen Özüm fırsat olarak değerlendirmiştir. Özüm, “Protez kuyruğu yapmadan önce arkadaşlarımla birlikte fikirlerimizi karşılaştırarak en güzel fikri seçerek kâğıdımızın üzerinde göstererek fikrimizi uyguluyoruz.” ifadesiyle aslında mühendislik tasarım süreçlerinin onlara sağladığı fırsata değinmiştir. Buna karşın, etkinliklerin doğasında yer alan mühendislik tasarım süreci aşamalarının öğrencileri zorladığı ve uğraştırdığı yani zaman harcanması gerektiği görülmüştür. Mesela Aysu, “Protez kuyruklar etkinliği biraz sıkıcıydı nedeni ise çok fazla denedik ve sonunda başardık ama insan biraz sıkılabiliyor aşamaları yaparken” ifadesiyle durumu açıklamıştır. Fakat buna rağmen etkinliklerin etkili yönünü yani “deneye deneye insan başarıyo[r] ve planlamayı ve doğruları bulmayı öğreniyor.” ifadesiyle belirtmiştir.

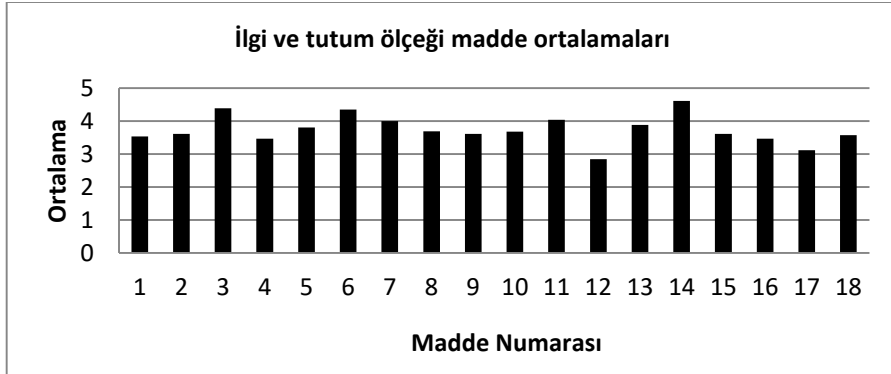
Etkinliklerin ilgi çekici olması, laboratuvar ortamında bir takım mühendislik tasarım süreçlerinin gerçekleştirilmiş olması da bir fırsat olarak değerlendirilebilir. Öğrencilerin çoğunluğu etkinliklerin tamamlandığı hafta gelecek yılda da benzer çalışmaların devam etmesini istemiştir. Çünkü çoğunluğun alışkın olmadığı fırsatlar kendilerine sunulmuştur. Bazı öğrenciler için zaten hâlihazırda var olan içlerindeki mühendislik tutkusu okulda sunulan fırsat ile canlandırılmıştır. Bu durumu en güzel kendisinin mühendis olduğunu düşünen Fatma söylemiştir:

Mühendislik çalışması ailemi sevindirdi. Babam böyle şeylerle küçükken de uğraşıyordun diyor. Ben bir şeyler icat etmeyi seviyorum. Evde de böyle şeyler yapmaya çalışırım. Fakat okuldaki gibi fazla eşya yok. Sınıfta istediğimiz deneyleri yapabiliyoruz. Bu benim hoşuma gidiyor.

### **Etkinlikler Mühendisliğe Yönelik İlgi ve Tutumu Artırma Potansiyeli Taşıyor!**

Öğrencilerin mühendisliğe yönelik ilgi ve tutumlarının olumlu olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Ölçekte yer alan 18 maddeden 17’sinin ortalaması 3’ün üzerinde; sadece 1 maddenin ortalaması 3’ün altında kalmıştır. Olumsuz olarak değerlendirilen madde 12 öğrencilerin “Büyüyünce mühendis olmak isterim.” görüşüne ilişkindir. Genel olarak Protez Kuyruklar ve Biyoplastik ünitelerindeki etkinliklerin öğrencilerin mühendisliğe yönelik ilgi ve tutumuna olumlu katkı sağladığı söylenebilir. Bu durum öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerinin değerlendirilmesinde karşılaşılan olumsuz bir madde ile ilişkili olduğu düşünülebilir. Öğrencilerin kendilerini mühendis olarak görmedikleri söylenebilir.





**Şekil 3.** İlgi ve tutum ölçeği madde ortalamaları

Yapılan etkinlikler her ne kadar ilgi çekici, eğlenceli ve öğretici olmasına rağmen öğrenciler büyüyünce mühendis olmak isteyemeyebilir. Örneğin, Gül, “Mühendis olmak istemiyorum ama eğlenceli” ifadesiyle bu durumu desteklemektedir. Ya da mühendislik gelecekte tercih edilecek bir meslek olmayabilir. Zehra, “Ben doktor olmak istiyorum” ifadesiyle büyüyünce mühendis olmak istemediğini belirtmiştir. Ya da yapılan etkinlikler mühendislik ile tam ilişkilendirilemediği için gelecekte tercih edilebilecek bir meslek olmayabilir. Örneğin, Hatice, “...Plastiğin nasıl yapıldığını öğrendim. [Fakat] mühendislerin plastik yapacağını düşünmüyordum. Bu etkinlik [Biyoplastik] mühendislikle çok fazla ilgisi olduğunu düşünmüyorum.” ifadesiyle bu durumu açıklamaktadır. Bu olumsuz düşüncelere karşı Nur, “Birkaç hedefim var... mesela belki insanlar kadınlar inşaat mühendisi olmaz derler ama ben inşaat mühendisi olmak isterdim... çünkü daha iyi teknolojiler kullanıyorsunuz artık akıllı evler çıktı.” ifadesiyle Gül, Zehra ve Hatice ile aynı fikirde olmayıp büyüyünce mühendis olmayı tercih edenler arasında yer almıştır.

### Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmanın amacı, dezavantajlı kabul edilen bir okuldaki öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerini deneyimlemeleri ve onları erken yaşta mühendislik ve mühendislik alanları ile tanıştırmaktır. Bu bağlamda öğrencilerin Protez Kuyruklar ve Biyoplastik ünitelerindeki etkinlikler aracılığıyla mühendislik tasarım sürecinin aşamalarını deneyimleyerek biyomekanik ve kimya mühendislikleri hakkında bilgi ve tecrübe edinmeleri sağlanmıştır.

Mühendislik tasarım süreci Protez Kuyruklar ve Biyoplastik ünitelerinin omurgasını oluşturmaktadır. Mühendislik tasarım süreci sekiz adımdan oluşmaktadır ve her iki ünite boyunca bu adımların gerçekleşmesine önem verilmiştir. Mühendislik tasarım süreci, bu çalışmada çözülmesi gereken bir problemi belirleme/tanımlama; daha önce yapılanları inceleme/araştırma; farklı çözümleri hayal etme ve tasarımlarını planlama; tasarımlarını oluşturma ve test etme; test sonuçlarına göre tasarımlarını geliştirme ve bulgularını başkaları ile paylaşarak iletişime geçme adımlarını içermiştir (Cunningham, 2009; Lachapelle ve Cunningham, 2014).

Protez Kuyruklar ve Biyoplastik üniteleri aracılığıyla ortaokul öğrencilerinin hem mühendislik etkinlikleriyle hem de mühendisliğin doğası ve mühendislik tasarım süreciyle ilgili olumlu görüşe sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin olumlu görüşlerinin altında yatan en büyük sebep ünitelerdeki etkinliklerin eğlenceli ve öğretici olmasıdır. Öğreticilik; mühendisliğin sabır ve hayal gücü, icat yapma ve birlikte çalışma gerektirmesi ile ilişkilendirilmiştir. Benzer sonuçlar alan yazında karşımıza çıkmaktadır. Örneğin, Ayar'ın (2015) çalışmasında lise öğrencileri mühendislik etkinliklerini geleneksel sınıf içi etkinliklerden farklı olarak eğlenceli, motive edici ve zorlayıcı olarak değerlendirmişlerdir. Marulcu ve Sungur (2012) ise mühendisliği mühendislerin üretken, araştırmacı ve çevresiyle uyumlu olma özellikleri ile ilişkilendirmiştir. Ayrıca mühendislik tasarım süreçlerinin gerçekleştirilebilmesi için mühendislerin hayal gücü ve problem çözme yeteneklerine sahip olması gerektiğini hatırlatmaktadır.

Mühendislik tasarım süreçlerinin zaman alıcı olmasına, test-yeniden test etme ve işbirliği içinde çalışmayı gerektirmesine rağmen öğrenciler mühendislik etkinliklerini olumlu ve kendileri için bir fırsat olarak değerlendirmiştir. Bu çalışmada kullanılan üniteler ve etkinliklerin amacı öğrencileri mühendislik tasarım süreci ile buluşturmak ve süreci yaşatmaktır. Böylece mühendislerin ne yaptığını, nasıl çalıştığını ve zorluklar ile nasıl mücadele ettiklerini deneyimleyerek mühendislik mesleği hakkında bilgi ve deneyim sahibi olmaları beklenmiştir. Ülkemizde fen bilimleri laboratuvarını hiç görmemiş öğrencileri düşündüğümüzde onlara bu şekilde bir imkân sağlanması anlamlıdır. Mühendislik tasarım süreçlerini gerçekleştirebilmek için gerekli malzemelere ve ortama erişmek çalışmaya katılan öğrenciler için bir ayrıcalıktır.

Öğrencilerin çoğunun mühendisliğe yönelik olumlu ilgi ve tutuma sahip olmalarına rağmen "Büyüyünce mühendis olmak isterim." ifadesine yönelik olumsuz görüşlerini gözden geçirmek gerekebilir. Çünkü ünitelerdeki etkinlikler öğrencileri gelecekte mühendislik alanlarına yönlendirmeyi amaçlamaktadır. Mühendisliğe yönelik ilgi ve tutumları açıklarken Higgins vd. (2013, 2015) iki farklı çalışma ile alan yazına katkı sağlamıştır. Bu çalışmada genel olarak mühendisliğe yönelik ilgi ve tutumlardaki olumlu görüşler Higgins vd.'nin (2015) bulguları ile örtüşmektedir. Fakat özelinde "Büyüyünce mühendis olmak isterim." görüşü için bu çalışmanın bulgularının Higgins vd.'nin (2013) çalışması ile örtüşmediği görülmektedir. Çünkü Higgins vd.'nin çalışmasında öğrencilerin "Büyüyünce mühendis olmak isterim." görüşlerinde pozitif yönde bir artış gözlenmiştir. Bu durum öğrencilerin maruz kaldıkları etkinlikler ile ilişkilidir. Higgins vd.'nin (2013) çalışmalarında kullandıkları etkinlikler bu çalışmada kullanılan etkinliklerden içerik olarak farklıdır. Aslında bu çalışmadaki öğrenci görüşleri düşünüldüğünde öğrencilerin etkinliklerin içeriklerini mühendislik alanları ile ilişkilendiremediği görülmüştür. İleride mühendis olmak istememiş olmalarının sebebi bu olabilir. Öğrencilerin fen bilimleri ve matematik derslerinin öğretim programları ile örtüşen daha fazla etkinliklere katılmaları ve farklı mühendislik alanları hakkında bilgi ve deneyim kazanmaları sağlanarak kararsızlıkları giderilebilir. Bu çalışmada sunulan etkinliklerin öğrencilere erişebilirlik açısından bir fırsat eşitliğini sağladığı söylenebilir.

Diğer bir husus ise, bu çalışmada öğrencilerin tutumları değiştirilmek istenmemiştir. Kısa bir süre içinde ilgi ve tutumlarını değiştirmek mümkün olmayabilir. Fakat genel olarak Protez Kuyruklar ve Biyoplastik ünitelerindeki etkinliklerin öğrencilerin mühendisliğe yönelik ilgi ve tutumuna olumlu katkı sağladığı söylenebilir. Bu durum ilgi gelişim süreci ile ilişkili olabilir. İlgi gelişim sürecini, Hidi ve Renninger'ye

(2006) göre durumsal ve kişisel ilgi olarak düşünürsek sunulan etkinlikler öğrencilerin durumsal ilgilerini geliştirmeye yönelik olabilir. Ancak daha sonraki zamanlarda bu ilgi sürdürülebilir hale dönüştürülebilirse kişisel ilgi haline dönüşebilir ve öğrenciler mesleki olarak mühendisliği kariyer alanı olarak düşünebilirler.

### Not

Bu çalışma İstanbul Aydın Üniversitesinin 2017-2018 Akademik yılındaki Bilimsel Araştırma Projesi desteğiyle gerçekleştirilmiştir.

### Kaynaklar

- Ateş, Ö. (2009). *Mühendislik eğitiminde probleme dayalı öğretimin analizi* (Yayınlanmamış doktora tezi). ODTÜ, Ankara.
- Akkok, F. ve Watts, A. G. (2003). *Public policies and career development: A framework for the design of career information, guidance and counseling services in developing and transition countries*. Country report on Turkey 2003. World Bank.
- Atman, C. J., Adams, R. S., Cardela, M. E., Turns, J., Mosborg, S. ve Saleem, J. (2007). Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 359-379.
- Ayar, M. (2012). *Ethnographic studies of school science and science communities* (Yayınlanmamış doktora tezi). Texas A & M University, College Station, Texas, USA.
- Ayar, M. C. (2015). Engineering design at first-hand and career interest in engineering: An informal STEM education case study. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(6), 1655-1675.
- Barley, S. ve J. Orr (1997). *Between craft and science: Technical work in US settings*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Bornasal, F., Brown, S., Perova-Mello, N. ve Beddoes, K. (2018). Conceptual growth in engineering practice. *Journal of Engineering Practice*, 107(2), 318-348.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Bucciarelli, L. L. (1996). *Designing engineers*. Cambridge: Massachusetts. The MIT Press.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2017). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (23. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Caner, A. ve Okten, C. (2010). Risk and career choice: Evidence from Turkey. *Economics of Education Review*, 29(6), 1060-1075.
- Capobianco, B. M., DeLisi, J. ve Radloff, J. (2018). Characterizing elementary teachers' enactment of high-leverage practices through engineering design-based science instruction. *Science Education*, 102(2), 342-376.
- Carberry, A. R. ve McKenna, A. F. (2014). Exploring student conceptions of modeling and modeling uses in engineering design. *Journal of Engineering Education*, 103(1), 77-91.

- Chao, J., Xie, C., Nourian, S., Chen, G., Bailey, S., Goldstein, M. H., Purzer, S., Adams, R. S. ve Tutwiler, M. S. (2017). Bridging the design-science gap with tools: Science learning and design behaviors in a simulated environment for engineering design. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(8), 1049-1096.
- Christensen, S. H., Delahousse, B. ve Meganck, M. (2009). *Engineering in context*. Copenhagen, Denmark: Academica.
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (3. baskı). Washington, DC: Sage.
- Crismond, D. P. ve Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 738-797.
- Cunningham, C. M. (2009). Engineering is elementary. *The Bridge* (National Academy of Engineering), 30(3), 11-17.
- Cunningham, C. M. ve Carlsen, W. S. (2014). Teaching engineering practices. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 197-210.
- Çakmak, B., Bilen, K. ve Taner, M. (2019). Ortaokul öğrencilerinin mühendis ve mühendislik algıları. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(1), 32-43. doi: 10.35346/aod.559599
- Çorlu, M. A., Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Çorlu, M. S. ve Özel, S. (2012). Fen bilgisi, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi. *10. Ulusal Fen Bilgisi ve Matematik Eğitimi Konferansı*, Niğde, Turkey: Haziran 27-30.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Education & Science*, 39(171), 74-85.
- Çorlu, M. S., Svidt, K., Gnaur, D., Lavi, R., Borat, O. ve Çorlu, M. A. (2018). Engineering education in higher education in Europe. Y. J. Dori, Z. R. Mevarech ve D. R. Baker (Haz.), *Cognition, metacognition and culture in STEM education* (s. 241-259). Springer International Publishing.
- Elliot, J. R. (1996). Chemical engineering education in Turkey and the United States. *Chemical Engineering Education*, 30(2), 150-155.
- Ercan, S. ve Şahin, F. (2015). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(1), 128-164.
- Ferguson, E. (1992). *Engineering and the mind's eye*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Jonessen, D., Strobel, J. ve Lee, C. B. (2006). Everyday problem solving in engineering lessons for engineering educators. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 139-151.
- Gencer, A. S. (2015). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(1), 1-19.
- Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K. ve Can, B. (2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45(45), 38-55.
- Glaser, G. G. ve Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. New York, NY: Aldine Press.

- Hacıoğlu, Y., Yamak, H. ve Kavak, N. (2016). Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 5(3), 807-830.
- Hidi, S. ve Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111-127.
- Higgins, M., San Antonio-Tunis, C., DiIeso, M., Meyer, N., Shams, M. F., Tauer, T. ve Cunningham, C. M. (2015). *Engineering Everywhere curriculum development* (Final Report). Boston, MA: Museum of Science. Erişim adresi [http://www.eie.org/sites/default/files/downloads/EiE/ResearchPublications/higgins\\_et\\_al\\_2015\\_ee\\_report.pdf](http://www.eie.org/sites/default/files/downloads/EiE/ResearchPublications/higgins_et_al_2015_ee_report.pdf).
- Higgins, M., Hertel, J. D., Cunningham, C. M. ve Lachapelle, C. P. (2013). *Engineering adventures curriculum development grant* (Final Report). Boston, MA: Museum of Science. Erişim adresi [http://www.eie.org/sites/default/files/downloads/EiE/ResearchPublications/higgins\\_et\\_al\\_2013\\_ea\\_grant.pdf](http://www.eie.org/sites/default/files/downloads/EiE/ResearchPublications/higgins_et_al_2013_ea_grant.pdf).
- IJEMST (2016). Special issue on STEM education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 1-71.
- IJEMST (2017). Special issue on STEM education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(1), 1-74.
- Kahveci, A. (2016). Fen ve mühendislik alanlarında kariyer: Eğitim sürecinde kız öğrenciler ve çok dilli / çok kültürlü öğrencilerin deneyimleri. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 25-73. doi: 10.19171/ueefd.91203
- Kalkan, Ç. ve Eroğlu, S. (2017). Destek eğitim odalarında üstün/özel yetenekli öğrenciler için STEM materyallerine dayalı örnek etkinliklerin tasarlanması. *Üstün Zekâlılar Eğitimi ve Yaratıcılık Dergisi*, 4(2), 36-46.
- Kılıç, A. (2018). *Mühendislik eğitiminin öğrenci bakış açısıyla değerlendirilmesi: İTÜ örneği* (Yayınlanmamış doktora tezi). İTÜ, İstanbul.
- Kınık-Topalsan, A. (2018). Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli fen öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 186-219.
- Koyunlu-Ünlü, Z. ve Şen, Ö. (2018). 5. Sınıf fen bilimleri ders kitabındaki etkinliklerin bilimsel araştırma ve mühendislik tasarım sürecine göre incelenmesi. *Sakarya University Journal of Education*, 8(4), 185-197.
- Kuzgun, Y. (2003). *Meslek rehberliği ve danışmanlığına giriş*. Ankara, Turkey: Nobel Yayın Dağıtım.
- Köklü, N. ve Büyükoztürk, Ş. (2000). *Sosyal bilimler için istatistiğe giriş*. Ankara. Pegem Yayıncılık.
- Marulcu, İ. ve Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1), 13-23.
- Mentzer, N., Becker, K. ve Sutton, M. (2015). Engineering design thinking: High school students' performance and knowledge. *Journal of Engineering Education*, 104(4), 417-432.

- Mertol, H. C., Ozcelik, E. ve Ugur, U. (2010). The use of engineering education for teaching k-12 mathematics, science and technology courses. Proceedings of International Engineering Education Conference, (s. 243-247). Antalya.
- Mesutoğlu, C. (2017). *Öğretmenler için mühendislik eğitimi üzerine öğrenme ilerlemeleri. Öğretmenlerin tutumları ve mühendislik tasarım süreci kavrayışları* (Yayınlanmamış doktora tezi). ODTÜ. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *3-8. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara. MEB yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016). *STEM Eğitim Raporu*. [http://yegitek.meb.gov.tr/STEM\\_Egitimi\\_Raporu.pdf](http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf)
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). *3-8. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara. MEB yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *3-8. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara. MEB yayınları.
- National Academy of Engineering and National Research Council. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospectus*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Academy of Engineering. (2004). *The engineer of 2020: Visions of engineering in the new century*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Academy of Engineering. (2008). *Changing the conversation: Messages for improving public understanding of engineering*. Washington, DC: National Academies Press.
- Nersessian, N. J. (2009). How do engineering scientists think? Model-based simulation in biomedical engineering laboratories. *Topics in Cognitive Science*, 1, 730-757.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation Science standards: For states, by states*. Washington, DC: NAP.
- Lachapelle, C. P. ve Cunningham, C. M. (2014). Engineering in elementary schools. S. Purzer, J. Strobel ve M. Cardella (Haz.), *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (s. 61-88). Lafayette, IN: Purdue University Press.
- Lewis, T. (2006). Design and inquiry: Bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum? *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 255-281.
- Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi. (2013). 2013 ÖSYS yerleştirme sonuçlarına ilişkin sayısal bilgiler. Erişim adresi <http://osym.gov.tr/dosya/1-69402/h/13ogretimalanlisansogrencisay.pdf>.
- Özakupınar, Y. (2016). *İslam medeniyeti ve Türk kültürü*. İstanbul: Ötüken Yayınları.
- Özçelik, A. ve Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334-351.
- Rubinstein, M. F. (1975). *Patterns of problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Sahin, A., Ayar, M. C. ve Adiguzel, T. (2014). Students experiences with STEM-related after school activities and their learning outcomes. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 309-322.

- Sarı, U. ve Yazıcı, Y. (2019). Fen bilgisi öğretmenlerinin fen ve mühendislik uygulamaları hakkında görüşleri. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 5(2), 157-167. doi: 10.24289/ijsser.519447
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books Inc., Harper Collins.
- Sheppard, S., Colby, A., Macatangay, K. ve Sullivan, W. (2006). What is engineering practice? *International Journal of Engineering Education*, 22(3), 429-438.
- Şen, Z. (2015). *Mühendislikte felsefe, mantık, bilim ve etik*. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları. Ankara.
- Tortop, H. S. ve Akyıldız, V. (2018). Öğretmenler için üstün yetenekliler eğitime yönelik STEM öz yeterlik ölçeği geliştirme çalışması. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 5(3), 11-22.
- Trevelyan, J. (2009). Technical coordination in engineering practice. *Journal of Engineering Education*, 96(3), 191-204.
- Trevelyan, J. (2010). Reconstructing engineering from practice. *Engineering Studies*, 2(3), 175-195.
- TUSED (2016). Special issue on STEM education. *Journal of Turkish Science Education*, 13, 3-142.
- TÜSİAD (2014). STEM alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması. Erişim adresi <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/8054-stem-alaninda-egitim-almis-igucune-yonelik-talep-ve-beklentiler-arastirmasi>.
- Ünlü, Z. K. ve Dökme, İ. (2016). Özel yetenekli öğrencilerin FeTeMM'in mühendisliği hakkındaki imajları. *Trakya University Journal of Education Faculty*, 7(1), 196-204.
- Vincenti, W. G. (1990). *What engineers know and how they know it: Analytical studies from aeronautical history*. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press.
- Vinck, D. (2003). *Everyday engineering: An ethnography of design and innovation*. Boston: MIT Press.
- Yıldırım, B. ve Türk, C. (2018). STEM uygulamalarının kız öğrencilerin STEM tutum ve mühendislik algılarına etkisi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2018(30), 842-884.
- Zhou, C. (2012) Fostering creative engineers: a key to face the complexity of engineering practice. *European Journal of Engineering Education*, 37(4), 343-353.

## **Evaluation of Engineering Activities on Prosthetic Tails and Bioplastics: A Case for 6th Grade Engineering Education**

### **Abstract**

*The purpose of this study is to examine students' experiences gained from the engineering design process and to reveal the effects of engineering activities on the students' interest in the engineering fields through the Prosthetic Tails and Bioplastic units in the Engineering Everywhere curriculum. Sixth grade female students (n = 30) from a religious middle school considered as disadvantaged in Kucukcekmece district of Istanbul participated in the study. Both quantitative (scales and efficacy evaluation forms) and qualitative (observation forms and interviews) data collection tools were used. Findings indicated that the students (a) experienced the engineering design processes; (b) gained knowledge and experience about the engineering profession; (c) had positive interests and attitudes towards engineering; (d) had positive views on the engineering design process and activities. In conclusion, access to engineering activities in a disadvantaged school ensured equal opportunity for the students.*

*Keywords: Engineering education, Engineering Everywhere curriculum, engineering design process, STEM education*