



**Mühendislik Tasarım Temelli Algodoo Etkinliklerinin Öğrencilerin Tasarım Becerilerine ve Akademik Başarılarına Etkisi\***

**İbrahim Evren ÖZER\*\*, Sedef CANBAZOĞLU BİLİCİ\*\*\***

Makale Bilgisi	ÖZET
<i>Geliş Tarihi:</i> 26.11.2019	<p>Bu çalışmada, 6. sınıf "Kuvvet ve Hareket" ünitesinde gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin, öğrencilerin tasarım becerilerine, akademik başarılarına ve öğrenmelerinin kalıcılığına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ön test son test deney-kontrol gruplu yarı deneysel desenin kullanıldığı çalışma, İstanbul ilinde orta sosyo-ekonomik düzeye sahip öğrencilerin öğrenim gördüğü bir devlet ortaokulunda 50 öğrenci (25 öğrenci kontrol grubu, 25 öğrenci deney grubu) ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın deney grubunda dersler araştırmacı tarafından geliştirilen mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinlikleri çerçevesinde işlenirken, kontrol grubunda fen bilimleri ders kitabı takip edilerek öğretim programının öngördüğü şekilde işlenmiştir. Kuvvet ve hareket akademik başarı testi, çalışma yaprakları, video kayıtları ve araştırmacı notları araştırmanın veri toplama araçlarını oluşturmaktadır. Elde edilen verilerin analizinde parametrik testlerden yararlanılmıştır. Deney grubundaki öğrencilerin tasarım becerilerindeki değişimi değerlendirmek amacıyla da "Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Dereceli Puanlama Anahtarı" kullanılmıştır. Araştırma sonucunda "Kuvvet ve Hareket" ünitesinde gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin, öğrencilerin akademik başarılarının artmasına katkı sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin mühendislik tasarım süreci basamaklarından; "problemin veya ihtiyacın belirlenmesi", "olası çözümler geliştirme", "prototipi yapılandırma", "çözümleri test etme ve değerlendirme" ve "çözümü sunma" aşamalarına ilişkin becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı tespit edilmiştir.</p> <p><b>Anahtar Sözcükler:</b> Mühendislik tasarım süreci, Algodoo, kuvvet ve hareket</p>
<i>Kabul Tarihi:</i> 25.06.2020	
<i>Erken Görünüm Tarihi:</i> 03.07.2020	
<i>Basım Tarihi:</i> 30.04.2021	

**The Effect of Engineering Design-Based Algodoo Activities on Students' Design Skills and Academic Achievement**

Article Information	ABSTRACT
<i>Received:</i> 26.11.2019	<p>The aim of this study is to investigate the effect of engineering design-based Algodoo activities used in "Force and Motion" unit at 6th grade on students' design skills, academic achievement, and retention of learning. Designed as a pre-test and post-test quasi-experimental control group design, this research was conducted with 50 students (25 students in control group and 25 students in experimental group) from middle socio-economic class attending a state middle school in Istanbul. In the experimental group, the lessons were taught according to engineering design-based Algodoo activities developed by the researchers, while in the control group the lessons were taught based on the curriculum following the science textbook. The data collection tools included an achievement test on force and motion, worksheets, video recordings and researcher notes. Independent samples t-test was used in the analysis of the data. Moreover, "Engineering Design Process Evaluation Rubric" was used in order to assess the changes in the design skills of the students in the experimental group. As a result of the research, it was found that engineering design-based Algodoo activities used in the "Force and Motion" unit contributed to the increase in students' academic achievement. In addition, it was understood that students made progress in the "identifying the problem or need", "developing possible solutions", "constructing the prototype", "testing and evaluating solution(s)" and "presenting the solution(s)" stages of the engineering design process.</p> <p><b>Keywords:</b> Engineering design process, Algodoo, force and motion</p>
<i>Accepted:</i> 25.06.2020	
<i>Online First:</i> 03.07.2020	
<i>Published:</i> 30.04.2021	

doi: 10.16986/HUJE.2020062006

Makale Türü (Article Type): Araştırma Makalesi

\* Bu çalışma birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında tamamlanmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir. Ayrıca çalışmanın bir bölümü VIII. Uluslararası Eğitimde Araştırmalar Kongresi (ULEAD) (9-11 Mayıs 2018) isimli kongrede sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

\*\* Fen Bilimleri Öğretmeni, Kadıköy Bilim ve Sanat Merkezi, İstanbul-TÜRKİYE. e-posta: [ozzerfen@gmail.com](mailto:ozzerfen@gmail.com) (ORCID: 0000-0002-0777-8814)

\*\*\* Doç. Dr., Aksaray Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D., Aksaray-TÜRKİYE. e-posta: [sedefcanbazoglu@aksaray.edu.tr](mailto:sedefcanbazoglu@aksaray.edu.tr) (ORCID: 0000-0001-7395-6984)

**Kaynakça Gösterimi:** Özer, İ. E., & Canbazoglu Bilici, S. (2021). Mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin öğrencilerin tasarım becerilerine ve akademik başarılarına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(2), 301-316. doi: 10.16986/HUJE.2020062006

**Citation Information:** Özer, İ. E., & Canbazoglu Bilici, S. (2021). The effect of engineering design-based Algodoo activities on students' design skills and academic achievement. *Hacettepe University Journal of Education*, 35(2), 301-316. doi: 10.16986/HUJE.2020062006

## 1. GİRİŞ

21. yüzyıl dijital çağ olarak isimlendirilen günümüzde bireylerin eleştirel düşünme, problem çözme, işbirliği ve liderlik, yaratıcılık, düşünce esnekliği ve uyum sağlayabilme yeteneği, girişimcilik, etkin sözel ve yazılı iletişim yeteneği, verilere ulaşabilme ve bunları analiz etme yeteneği gibi becerilere sahip olmaları beklenmektedir (Wagner, 2008). Bu beceriler günümüzde 21. yüzyıl becerileri olarak isimlendirilse de milattan önce zaman diliminde insanların ihtiyaçları ve hayalleri doğrultusunda tasarımlar gerçekleştirdiği ve bu süreçte problem çözme, işbirliği ve yaratıcılık gibi 21. yüzyıl becerilerini kullandıkları görülmektedir. Örneğin; insanoğlu ihtiyaçları doğrultusunda bir nesneyi yontarak ilk aletleri kabaca imal etmeye çalışmıştır. 400.000 yıl öncesine ait tahta mızrak kalıntılarında ateşin keşfiyle insanların teknik becerilerinin arttığı anlaşılmakta, 50.000-20.000 yıl arası zaman diliminde kullanılan taş el aletlerinin çeşitliliği ise insanoğlunun tasarımlarında özel teknikler kullandığını göstermektedir. M.Ö. 15.000 yıl öncesinde ok, yay ve mızrak, M.Ö. 10.000 yılı ile birlikte ise avcı toplayıcı insanoğlu çiftliklerde yaşamaya başlayarak çömlekçiliği keşfetmiştir. Bu süreçte imalatı öğrenmeye başlayan insanoğlu basit dokuma tezgahlarını yapmaya ve kullanmaya başlamıştır. Yerleşik hayatla birlikte M.Ö. 3500 yılında tekerlek ve kayak, M.Ö. 2000 yılında kanalizasyon sistemi, dikilitaşlar ve mısır piramitleri gibi daha sistematik çalışmaların ürünü olarak farklı tasarım ve ürünler gerçekleştirilmiştir (Adams, 1996). Örneklerde de belirtildiği üzere aslında ilkçağlardan itibaren insanların hayatta kalabilmeleri için barınma, avcılık, yemek, korunma gibi gündelik ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla yaptıkları faaliyetler mühendislik disiplininin temelini oluşturmaktadır. Mühendislik günümüzde “insanların ihtiyaçlarını ve isteklerini karşılamak için, yaratıcılık, matematik ve feni kullanarak çeşitli sınırlılıkları olan problemler için ulaşılabilir çözümler üreten kompleks bir girişim” olarak tanımlanmaktadır (Brophy ve diğerleri, 2008; Petroski, 1996; Wulf, 1999). Mühendisler kompleks bir girişim olarak tanımlanan çözüm üretme sürecinde mühendislik tasarım döngüsünü takip ederler. Mühendislik tasarım döngüsü, yeni bir ürün veya sistemin geliştirilmesine yol açan bir sorunun çözümünde mühendislere yol gösteren bir döngüdür (National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2015). Araştırmalarında mühendislik tasarım döngüsünü kullanan NASA (ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi) eğitim personeli olan mühendisler, öğrencilerin karşılaştıkları bir sorunu çözmek için mühendis gibi çözüm sürecine girmelerini sağlayan mühendislik tasarım döngüsü (Hynes ve diğ., 2011) ile öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) kariyerleri için somut beceriler kazanmalarını hedeflemektedir.

Mühendislik tasarım sürecinin ilk aşaması problemin tanımlanması ile başlar ve öğrenciler bu aşamada problem ile ilgili neler bildiklerini ifade ederler (NASA, 2015; Wendell ve diğerleri, 2010). Problemin veya ihtiyacın belirlenmesi aşaması öğretmen tarafından verilen bir problemin öğrenciler tarafından fark edildiği aşamadır (Hynes ve diğerleri, 2011). Mühendislik tasarım sürecinin ikinci aşaması “problemin araştırılması”dır. Mühendislik tasarım sürecinin bu aşamasında öğrencilerin probleme yönelik neleri bilmeleri gerektiğini düşünmeleri ve araştırma yapmaları sağlanır (Bozkurt, 2014; National Academy of Engineering [NAE] ve National Research Council [NRC], 2009). Öğrenciler tarafından bir problem tespit edildikten sonra acele ederek, akla gelen ilk çözümü kullanmak yerine araştırma yaparak problemin çözümüne yönelik farklı kriter ve sınırlılıkların göz önüne alınması gerektiğini anlamaları gerekmektedir (Hynes ve diğerleri, 2011). Mühendislik tasarım sürecinin üçüncü aşaması “olası çözümlerin geliştirilmesi”dir. Olası çözüm yollarının geliştirilmesi, mühendislik tasarım sürecinde yaratıcılığın en üst seviyede kullanılmasının gerektiği aşama olduğu söylenebilir (Brunsell, 2012; Wendell ve diğerleri, 2010). Öğrencilerin bu aşamada aktif olmaları, gruplar halinde çalışmalarını ve beyin fırtınası yapmaları çeşitli fikirler üretmeleri bakımından önem taşımaktadır (Hynes ve diğerleri, 2011). Bir sonraki aşama “en iyi çözümün seçilmesi”dir. Mühendislerin bu aşamada tasarımın kriter ve sınırlılıklarına yönelik analizler yaparak birçok olası çözümden birine karar vermeleri gerekmektedir. Benzer şekilde öğrencilerin bir mühendis gibi olası çözüm yollarını kriterler ve sınırlılıklar kapsamında analiz etmeleri beklenmektedir (Hynes ve diğerleri, 2011; NRC, 2012). Öğrenciler olası çözüm yollarından en iyisine karar verirken; yapılan tasarımlardan, bazılarında ait özellikler bir araya getirilebilir mi? Yapılan tasarım, kriterler ve sınırlılıklar ile uyumlu mu? Elimizdeki kaynaklar tasarımı oluşturmak için yeterli mi? vb soruların öğrencilere yardımcı olacağı düşünülmektedir (NASA, 2015).

Mühendislik tasarım döngüsünde “en iyi çözümün seçilmesi” aşamasından sonra “prototipi yapılandırılma” basamağı gelmektedir. Mühendislik tasarım sürecinde prototipin yapılması tasarımın ayrıntılarının görülmesini sağlamaktadır (NRC, 2012). Prototip oluşturulma sürecinde öğrenciler, plan yapmalı, ihtiyaç duyulan kaynakları listelemelidir (NASA, 2015). Buradaki anahtar bileşen öğrencilerin kabul edilebilir bir prototipe ulaşmaya kadar model oluşturmalarıdır (Koehler ve diğerleri, 2005). Oluşturulan prototip her zaman gerçekleştirilmesi beklenen çözümü veremeyebilir, önemli olan öğrencilerin çözümün işlevselliğini ve hatalarını görmeleri böylece süreci tekrar ederek öğrenmeleridir. Öğrenciler prototiplerini oluşturma sürecinde çözüm yollarını geliştirebilir ve sonraki adımda test edebilirler (Hynes ve diğerleri, 2011). Bir sonraki aşama olan “çözümün test edilmesi ve değerlendirilmesi” basamağında prototipin başarılı olup olmadığını değerlendirmek için kriterler ve sınırlılıklar göz önüne alarak prototip test edilir. Ancak ortaokul öğrencileri bu süreçte öğretmenlerinden

çözümlerini nasıl test edecekleri ve değerlendirebilecekleri noktasında oldukça fazla rehberlik beklerler. Öğrencilerin bu süreçte, prototipin test edildiğinde nasıl performans gösterdiği ve prototipin ne kadar başarılı olduğu sorularını cevaplamaları öğrenmelerini kolaylaştıracaktır. Öğrencilerin prototipin test edilmesi sürecinde tüm gözlemleri ve verileri kaydetmeleri, test sonuçlarını gözden geçirmeleri ve tartışmaları sağlanmalıdır (NASA, 2015). Bu aşamadan sonra “çözümün sunulması” basamağına geçilir. Bu aşamada mühendisler süreç boyunca elde ettikleri tüm bilgi ve tecrübeleri birbirleriyle paylaşırlar. Tasarım sürecinde sözlü veya yazılı yorumlar aracılığıyla yapılan geribildirim, tasarımın iyileştirilmesi için yapıcı eleştiri sağlar. Mühendislik tasarım sürecinde öğrenciler de fikirlerini ve bulgularını arkadaşlarıyla paylaşmalıdır. Probleme yönelik çözümü ve tasarımı açıklama, diğer kişilerle paylaşma, tasarımın çalışma prensiplerini sunma probleme yönelik kriter ve sınırlıkların gösterilmesi için önemlidir (Hynes ve diğerleri, 2011; Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education [MDESE], 2016).). Bu süreçte öğrenciler tasarımın sonuçlarını rapor etme, testler sırasında prototipin başarılı ya da başarısız olup olmadığını belirleme ve denemelerde yapılan değişiklikleri açıklamaları konusunda teşvik edilir. Son aşama olan “yeniden tasarlama” ile öğrenciler çalışmalarına devam ederler. Öğrenciler de bu aşamada mühendisler gibi yaptıkları değerlendirmeler ve aldıkları geri bildirimler ile çözümlerine yönelik iyileştirmeler yaparlar. Yeniden tasarlama aşamasında öğrencilerin, test sırasında gözlemlenen problemlerin nedenlerini belirlemeleri ve bu problemlerin olası çözümleri üzerinde düşünceleri önemlidir. Bu aşamadan itibaren mühendislik tasarım döngüsü, zaman ve kaynakların elverdiği ölçüde yeni tanımlanan sorunlar ve çözümler ile tekrar edilerek bazı aşamalar hızlı bir şekilde gözden geçirilirken, bazı aşamalara en baştan dönülmesi de mümkün olabilir (NASA, 2015).

### 1.1. Problem Durumu

Mühendislik tasarım döngüsü öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünde kullanabilecekleri farklı çözüm yollarını kavramaları açısından önem taşımaktadır (Atman ve diğerleri, 2008; Bozkurt, 2014). Özellikle mühendislik tasarım temelli etkinlikler ile öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini anlamaları ve kullanmaları hedeflenmektedir. (AAAS, 1993; NRC, 2010). Amerika Birleşik Devletlerinde 2012 yılında yayınlanan Yeni Nesil Fen Standartlarında öğrenme ortamlarını mühendisliğe dayalı bir fen eğitimi ile geliştirmenin önemi ve öğrencilerin fen, teknoloji ve mühendislik becerilerine sahip olmalarının gerekliliğini vurgulanmıştır (NGSS Lead States, 2013). Ülkemizde ise 2013 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında doğrudan olmasa da örtük olarak öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini takip ederek etkinliklerin gerçekleştirilebileceği kazanımlara (Örn: 5.5.2.2. Yakın çevresindeki bir çevre sorununun çözümüne ilişkin proje tasarlar ve sunar., 8.2.1.3. Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar ve yapar.) yer verilmiştir (MEB, 2013). 2013 yılından sonra yayınlanan 2017 Fen Bilimleri Dersi Taslak Öğretim Programında ise önceki programlardan farklı olarak ilk defa öğretim programında mühendislik becerilerine sahip, aynı zamanda fen bilimleri ile diğer disiplinleri birleştirerek bilgi ve becerilerini ürüne dönüştürebilen bireylerin yetiştirilmesi amaçlanmıştır (MEB, 2017). Öğrencilerin mühendislik ve tasarım becerilerini geliştirmek amaçlı 4.sınıftan itibaren son ünite olan “Uygulamalı Bilim” ünitesi kapsamında “Fen ve Mühendislik Uygulamaları” konu alanına yer verilmiştir. Taslak programın ardından yürürlüğe giren 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında ise 2017 programında farklı olarak “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” kapsamında öğrencilerle yıl içerisinde uygulamalar yapılması ve ortaya çıkan ürünlerin yıl sonu düzenlenecek olan bilim şenliğinde sunulması hedeflenmiştir (MEB, 2018). Öğretim programlarında açık bir şekilde mühendislik uygulamalarına yer verilmesiyle ülkemizde okul ortamında ya da okul dışında yaz ve kış okullarında gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli etkinlikler yaygınlaşmakta (Aydın Günbatır ve Tabar, 2019), uluslararası düzeyde yapılan alanyazın taraması çalışmalarında da mühendislik disiplini odaklı çalışmalar ön plana çıkmaktadır (Martin- Paez ve diğ., 2019). Uzel (2019) fen bilimleri dersinde 6.sınıf öğrencileriyle madde ve ısı ünitesi kazanımları doğrultusunda mühendislik tasarım temelli etkinlikler gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda gerçek yaşam problemleri bağlamında gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin problem çözüme ve tasarım becerilerinin artmasına katkı sağladığı ortaya konulmuştur. Problem çözüme ve tasarım becerileri değişkenlerinden farklı olarak ülkemizde yapılan çalışmalarda mühendislik tasarım temelli etkinliklerin akademik başarı üzerindeki etkisinin ağırlıklı olarak incelendiği ve etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına olumlu yönde katkı sağladığı alanyazında ön plana çıkmaktadır (Alinak Bozkurt, 2018; Ergün ve Balçın, 2019; Ercan ve Şahin, 2015; Yasak, 2017). Ayrıca ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli öğretimin öğrencilerin mühendislik mesleğinin doğasına ilişki görüşlerinin gelişmesine olumlu yönde etkisinin olduğu belirtilmektedir (Aydoğan, 2019). Baran ve diğerleri (2019) ise dezavantajlı bölgelerde öğrenim gören altıncı sınıf öğrencileri ile okul dışında mühendislik tasarım temelli etkinlikler gerçekleştirmişlerdir. Uygulanan etkinliklerin altıncı sınıf öğrencilerin okulda öğrendikleri kavramlar ile günlük hayatları arasında bağlantı kurabilmelerine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Okul dışında ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilen başka bir çalışmada da mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine olumlu yönde etkisi olduğu belirtilmiştir (Yamak ve diğ., 2014).

Okul ortamında ya da okul dışındaki mühendislik tasarım temelli etkinliklerde basit malzemeler ile tasarımlar gerçekleştirilebileceği gibi kodlama ve robotik, LEGO setleri, web 2.0 araçları, artırılmış gerçeklik uygulamaları, simülasyon ve animasyonlar gibi farklı teknolojik araç, gereç ve yazılımlarda kullanılmaktadır (Bender, 2000). Dedetürk, Saylan Kırmızıgül ve Kaya (2020) ses konusuna yönelik LEGO setleri ile gerçekleştirdikleri mühendislik tasarım temelli etkinliklerin altıncı sınıf öğrencilerinin akademik başarılarının artmasında önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Baran ve diğerleri (2015) de altıncı sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım döngüsünü takip ederek PowToon programı aracılığıyla kamu spotu oluşturmalarını sağlamıştır. Mühendislik tasarım temelli etkinlikler farklı araç, gereç ve yazılımlarla zenginleştirilebileceği gibi farklı strateji, yöntem ve teknikler de tasarım sürecine entegre edilmektedir. Örneğin Bunprom, Tupsai ve Yuenyong (2019) mühendislik tasarım süresine tahmin et- gözle- açıkla yöntemini, Tozlu, Gülseven ve Tüysüz (2019) ise bu sürece Toulmin’in

argümantasyon modeli bileşenlerini entegre ederek uygulamalar gerçekleştirmiştir. Araştırmacılar mühendislik tasarım temelli etkinliklere farklı öğretim yöntemlerinin entegre edilerek öğretim sürecinin zenginleşmesini önermektedir.

Bu çalışmada ise mühendislik tasarım sürecinin takip edildiği etkinliklerde fizik konuları odağında geliştirilmiş iki boyutlu eğitim yazılımı olan Algodo kullanılmıştır. Algodo yazılımı kod yazmadan kullanıcılarına simülasyon tasarlama fırsatı vermektedir (da Silva ve diğerleri, 2014). Öğrenciler tarafından eğlenceli ve kullanıcı dostu olarak bulunan bu yazılımın (Hırça ve Bayrak, 2013; Özer ve diğ., 2015) aynı zamanda öğrencilerin fizik kavramlarını anlamlı öğrenmesine, yaratıcılıklarının gelişimine ve motivasyonlarını artırmada etkili olduğu belirtilmektedir (Akdağ ve diğerleri, 2017). Yaratıcılığa göre farklı konularda tasarımların gerçekleştirilmesi de mümkün olan Algodo yazılımı içeriğinde temel olarak optik, basit makineler, kuvvet ve hareket konularına ilişkin araçlar bulunmaktadır. Yapılan araştırmalar öğrencilerin kuvvet ve hareket ünitesindeki kavramları öğrenmekte zorlandıklarını (Demirci, 2003; Nuhoğlu, 2008), kavramları yanlış yapılandırdıkları ve yeterince öğrenemediklerini (Eryılmaz ve Tatlı, 2000; Yağbasan ve Gülçiçek, 2003; Yıldız ve Büyükkasap, 2006) göstermektedir. Kuvvet ve hareket ünitesine yönelik Ercan ve Şahin (2015) de mühendislik tasarım temelli uygulamalar gerçekleştirerek, uygulamaların 7. Sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik akademik başarılarına etkisini incelemiştir. Basit malzemeler ve laboratuvar araç gereçleri kullanılarak gerçekleştirilen etkinlikler öğrencilerin akademik başarılarının artmasına katkı sağlamıştır. Araştırmacılar bilgisayar simülasyonları gibi etkileşimli eğitim yazılımlarına mühendislik tasarım temelli uygulamalarda yer verilmesinin faydalı olacağını vurgulamıştır.

## 1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada Algodo yazılımı ile kuvvet ve hareket konusuna yönelik gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin tasarım becerilerine, akademik başarılarına ve öğrenmelerinin kalıcılığına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

### 1.2.1. Araştırmanın alt problemleri

Araştırma temel amacı doğrultusunda aşağıda belirtilen alt problemlere cevap aranmıştır.

1. Deney grubu ile kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarı ön test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Deney grubundaki öğrencilerin akademik başarı ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarı ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
4. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarı son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
5. Deney grubundaki öğrencilerin Algodo temelli etkinlikler süresince tasarım becerileri nasıl değişmektedir?

## 2. YÖNTEM

Bu çalışmada Mühendislik tasarım temelli Algodo etkinliklerinin, öğrencilerin tasarım becerisine, akademik başarısına ve öğrenilenlerin kalıcılığına etkisini belirlemek amacıyla, öntest sontest deney-kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü ortaokulda altıncı sınıf seviyesinde 6/A ve 6/B olmak üzere yalnızca iki şube bulunmasına rağmen deney ve kontrol gruplarının belirlenmesinde rasgele atama yapılmamış ve 6/A ve 6/B şubelerindeki öğrencilerin akademik başarı öntest sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı kontrol edilmiştir.

### 2.1. Araştırma Süreci

13 haftada gerçekleştirilen çalışmada öğretim süreci, deney grubunda Kuvvet ve Hareket ünitesinde mühendislik tasarım temelli Algodo etkinliklerle, kontrol grubunda ise MEB fen bilimleri dersi öğretim programının öngördüğü şekilde ders kitabı ile yürütülmüştür. Araştırma sürecinde kontrol grubunda derslerde fen bilimleri ders kitabında belirtilen etkinliklerin dışında herhangi bir uygulamaya yer verilmemiştir. Araştırmanın çalışma takvimi Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1.

*Araştırmanın Çalışma Takvimi*

Hafta	Kazanım	DeneY Grubu	Kontrol Grubu
1-2.		Kuvvet ve Hareket Ünitesinin öncesinde katılımcılara Algodoo yazılımı eğitimi verilmesi	“Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme” ünitesinin işlenmesi
3-4.		Katılımcıların Algodoo yazılımı ile tasarım ve uygulama yapmaları	“Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme” ünitesinin işlenmesi
5.		Akademik başarı testinin (ön test) uygulanması	
6-7.	6.2.1.1. Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir.	Etkinlik 1-2: Kuvvetin özelliklerine (yönü, büyüklüğü ve doğrultusu) ilişkin Algodoo temelli simülasyon tasarımı	Fen Bilimleri Ders Kitabında bulunan; “Kuvvetin Özellikleri” konusunun işlenmesi
8.	6.2.1.2. Bileşke kuvveti açıklar.	Etkinlik 3: Kuvvet ve bileşke kuvvet kavramlarına ilişkin Algodoo temelli simülasyon tasarımı	Fen Bilimleri Ders Kitabında bulunan; “Bileşke Kuvvet” konusunun işlenmesi
9.	6.2.1.3. Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti deney ve çizimle gösterir.	Etkinlik 4: Bir cisme etki eden birden fazla kuvvete ilişkin simülasyon tasarımı	Fen Bilimleri Ders Kitabında bulunan; “Bir Cisme Etki Eden Aynı Yönlü ve Zıt Yönlü Kuvvetlerin Bileşkesinin Hesaplanması” konusunun işlenmesi
10.	6.2.1.4. Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek keşfeder ve karşılaştırır.	Etkinlik 5: Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvet kavramlarına ilişkin simülasyon tasarımı	Fen Bilimleri Ders Kitabında bulunan; “Dengelenmiş ve Dengelenmemiş Kuvvetler” konusunun işlenmesi
11.	6.2.2.1. Sürati tanımlar ve birimini ifade eder. Sürat birimleri olarak (metre/saniye) ve (kilometre/saat) dikkate alınır.	Etkinlik 6: Sabit sürat kavramına ilişkin simülasyon tasarımı	Fen Bilimleri Ders Kitabında bulunan “Sabit Süratli Hareket” konusunun işlenmesi
12.	6.2.2.2. Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir ve yorumlar.	Etkinlik 7: Sürat-zaman ve alınan yol-zaman grafiklerine ilişkin simülasyon tasarımı	Fen Bilimleri Ders Kitabında bulunan “Yol, Zaman ve Sürat Grafikleri” konusunun işlenmesi
13.		Akademik başarı testinin (son test) uygulanması	

Tablo 1’de gösterilen deney grubunda uygulanan Algodoo temelli etkinlikler, araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Mühendislik tasarım temelli etkinlikler hazırlanırken mühendislik tasarım süreci basamakları takip edilmiştir. Etkinliklerde öğrencilere günlük hayat problemlerinin çözümünde öğretim programı kazanımlarına ilişkin fen kavramlarını kullanmalarına sağlayacak problemler verilmesine özellikle dikkat edilmiştir. Etkinlikler geliştirildikten sonra üç fen eğitimi uzmanının dönütleri doğrultusunda etkinliklere son hali verilmiştir. Uygulama sürecinin başlangıcında öğrencilere etkinliklere şahsi bilgisayarları ile katılacakları belirtilmiştir. Bu doğrultuda iki ya da üç kişilik gruplar oluşturulurken her grupta bilgisayarı olan bir öğrencinin yer almasına ve grupların akademik başarılarının homojen bir şekilde olmasına özen gösterilmiş, araştırma 10 grup ile yürütülmüştür. Ayrıca öğrencilere grup çalışmalarını birbirlerinin öğrenmesine destek olacak şekilde işbirliği içerisinde gerçekleştirmeleri konusunda bilgi verilmiştir.

## 2.2. Araştırmanın Örnekleme

Bu araştırmanın örneklemini İstanbul ilinde bulunan orta sosyo-ekonomik düzeye sahip bir devlet ortaokulunun altıncı sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın yapıldığı ortaokulda altıncı sınıf seviyesinde iki şube bulunmaktadır. E-okul sisteminden iki şubenin öğrencilerinin not ortalamaları incelenerek ortalamaların birbirine yakın olduğu tespit edildikten sonra uygulanan akademik başarı öntest sonuçları doğrultusunda da öğrencilerin başarıları arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Öntest sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olmamasından dolayı, yansız atama yoluyla araştırmanın örneklemini oluşturan iki altıncı sınıf şubesinden 6/B şubesi deney grubu (25 öğrenci; 12 kız, 13 erkek), 6/A şubesi kontrol

grubu (25 öğrenci; 12 kız, 13 erkek) olarak belirlenmiştir. Deney grubundaki öğrencilere Tablo 1’de ki araştırma çalışma takviminde belirtilen uygulamalara ilişkin bilgi verilerek, yapılacak etkinlikler ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

### 2.3. Araştırma Ortamının Tasarımı

Araştırma katılımcıların devam ettiği okulda ve kendi sınıflarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılarından biri aynı zamanda uygulamaların gerçekleştiği okulda Fen Bilimleri öğretmeni olup, araştırmanın uygulama sürecini yürütmüştür. Araştırmanın yapıldığı sınıf geleneksel sıra ve masa düzenine sahip olup, sınıfta Fatih Projesi kapsamında okullara entegre edilen etkileşimli tahta bulunmaktadır. Öğrenciler grup halinde ve bilgisayar ile çalışacakları için uzatma kabloları okulda mevcut olanlardan ve araştırmacılar tarafından temin edilmiştir.

### 2.4. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada fen bilimlerine yönelik akademik başarı testi, çalışma yaprakları, etkinlikler süresince yapılan video kayıtları ve araştırmacı notları araştırmanın veri toplama araçlarını oluşturmaktadır. Aşağıdaki bölümde başlıklar halinde araştırmanın veri toplama araçları hakkında bilgi verilmiştir.

#### 2.4.1. Kuvvet ve hareket ünitesi akademik başarı testi

Araştırmada deney ve kontrol grubunu oluşturan öğrencilere uygulanan etkinliklerin etkisini ölçmek amacıyla Deveci (2010) tarafından geliştirilen Kuvvet ve Hareket Ünitesine yönelik başarı testi kullanılmıştır. Başarı testi için gerekli izinler e-posta yoluyla alınmıştır. Başarı testinin bu araştırma kapsamındaki güvenilirlik ve geçerlik çalışmaları İstanbul ilinde bulunan dört farklı ortaokulda 123 öğrenciye uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Başarı testine son halini vermek için madde ve test analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda uzman görüşü alınarak, 27 maddelik fen bilimleri akademik başarı testinden yedi madde çıkarılmış ve 20 maddelik fen bilimleri akademik başarı testine son hali verilmiştir. Son hali verilen akademik başarı testinin KR 21 değeri 0.82 olarak hesaplanmıştır. KR 21 değeri .70’den büyük olduğundan dolayı akademik başarı testinin kullanılabilir bir güvenilirliğe sahip olduğu söylenebilir (Büyüköztürk, 2018). Akademik başarı testi, deney ve kontrol gruplarına öntest-sontest ve son testin uygulanmasından beş hafta sonra kalıcılık testi olarak uygulanmıştır.

#### 2.4.2. Çalışma yaprakları

Araştırmanın deney grubunda, Kuvvet ve Hareket ünitesine ilişkin mühendislik tasarım süreci dikkate alınarak hazırlanan çalışma yapraklarından yararlanılmıştır. Çalışma yaprakları öğrencilerin kendi uygulamalarını yapmalarını sağladığı için etkinliklere aktif katılımını sağlayarak öğrenmelerine katkı sağlamaktadır (Demircioğlu, 2003; Kurt ve Akdeniz, 2002). Çalışma yapraklarında mühendislik tasarım süreci doğrultusunda öncelikli olarak verilen örnek olaylara ilişkin öğrencilerin problemi belirlemeleri istenmiştir. Problemin belirlenmesi aşamasında belirlenen problemin, çalışma yapraklarında verilen senaryoya uygun ve ihtiyaca yönelik olması gerektiği deney grubundaki öğrencilere belirtilmiştir. Çalışma yapraklarında mühendislik tasarım sürecinin her basamağı doğrultusunda etkinlik dokümanlarında yeterli alan bırakılmış ve öğrencileri kısıtlamamak için istediklerinde ek kağıt verilebileceği belirtilmiştir. Problemin belirlenmesi aşamasından sonra deney grubundaki öğrenciler olası çözüm önerileri geliştirerek en iyi çözüme karar vermiş ve bu çözümü neden seçtiklerini gerekçeleriyle açıklamışlardır. Sonrasında öğrenciler taslak çizimleri doğrultusunda prototiplerini yapılandırarak çözümlerini test etmiş ve sınıf arkadaşlarına Algodoo programının yüklediği etkileşimli tahta aracılığıyla sunumlarını yapmışlardır.

#### 2.4.3. Video kayıtları

Öğrenciler tasarım döngüsünün çözümün sunulması aşamasında yaptıkları çalışmalarda elde ettikleri çözümleri etkileşimli tahta aracılığıyla arkadaşlarıyla paylaşmışlardır. Prototipin yapılması ve çözümlerin sunulması aşamasında her grubun yedi etkinlik süresince yaptığı tasarımlar araştırmacılar tarafından video ile kayıt altına alınmıştır. Yapılan video kayıtları; “prototip yapılması, çözümün test edilmesi ve değerlendirme, çözümün sunulması” aşamalarını değerlendirirken kullanılmıştır. Araştırmalarda kullanılan video kayıtları tekrar tekrar izlenmeye imkan sağlayarak araştırma sonuçlarının güvenilirliğine katkı sağlamıştır (Yin, 2011). Ayrıca araştırmanın yapıldığı okulda fen bilimleri öğretmeni olarak görev yapan araştırmacılarından biri uygulamaları gerçekleştirirken eş zamanlı olarak da video kayıtları esnasında mühendislik tasarım süreci basamaklarını öğrencilerin izleme ve gerçekleştirebilmelerine ilişkin notlar almıştır.

### 2.5. Verilerin Analizi

#### 2.5.1. Kuvvet ve hareket ünitesi akademik başarı testinden elde edilen verilerin analizi

Araştırmada ön-test, son-test ve kalıcılık testi olarak uygulanan akademik başarı testinden elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini kontrol etmek için SPSS 20 paket programı aracılığıyla normallik testi yapılmıştır. Başarı testinden elde edilen verilerin normal dağılım göstermesi ( $p > .05$ ) doğrultusunda deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin başarı testinden aldıkları puanların karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t testi, her bir grubun ön test, son test ve kalıcılık testlerinin tekrarlı ölçümleri arasındaki farkın belirlenmesi amacıyla da tekrarlı ölçümler ANOVA testi kullanılmıştır.

### 2.5.2. Çalışma yaprakları, video kayıtları ve araştırmacı notlarından elde edilen verilerin analizi

Araştırmada çalışma yaprakları, video kayıtları ve araştırmacı notlarından elde edilen veriler, NASA (2015, s.33) tarafından mühendislik tasarım döngüsü doğrultusunda geliştirilen Türkçeye uyarlama çalışmaları Uzel (2019) tarafından yapılan mühendislik tasarım sürecini değerlendirme dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilmiştir. Araştırmada mühendislik tasarım sürecini değerlendirme dereceli puanlama anahtarında yer alan “problemin belirlenmesi, olası çözümler geliştirme, en iyi çözümü seçme, prototipi yapılandırma, çözümü test etme ve değerlendirme, çözümü sunma” olmak üzere altı kriter dikkate alınmıştır. Dereceli puanlama anahtarında belirtilen her bir kriter bir puan “hedeflenen düzeyin altında”, iki puan “hedeflenen düzeyde” ve üç puan “hedeflenen düzeyin üzerinde” olmak üzere derecelendirilmektedir. Bu doğrultuda her bir kritere ilişkin öğrencilerin çalışma yapraklarına yazdıkları ifadeler, etkinlikler esnasındaki video kayıtları ve araştırmacı notları birlikte değerlendirilerek, dereceli puanlama anahtarına göre puanlandırılmıştır.

## 3. BULGULAR

### 3.1. Birinci Araştırma Sorusuna İlişkin Bulgular

Bu bölümde mühendislik tasarım temelli Algodoos etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile Fen Bilimleri dersi öğretim programının öngördüğü şekilde öğretim sürecinin gerçekleştirildiği kontrol grubunun uygulama yapılmadan önce akademik başarıları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla akademik başarı testi uygulanarak elde edilen verilerin istatistiksel analizi ve bu analizlere ilişkin bulgular verilmiştir. Tablo 2’de deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin ön test ortalama puanları, standart sapmaları ve bağımsız örneklem t testi bulguları verilmiştir.

Tablo 2.

*Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test Ortalama Puanları, Standart Sapmaları ve Bağımsız Örneklem İçin t Testi Bulguları*

Grup	N	$\bar{x}$	SS	SH	t	p
Deney Grubu	25	8.28	3.323	.665	-.568	.573
Kontrol Grubu	25	8.88	4.106	.821		

Deney grubundaki öğrencilerin ön test ortalamaları ( $\bar{x}=8.28$ ) kontrol grubundaki öğrencilerin ön test ortalamaları ( $\bar{x}=8.88$ ) bulunmuştur. Deney grubu ve kontrol grubundaki öğrencilere uygulanan ön testten alınan ortalama puanlar arasında anlamlı fark bulunmamıştır [ $t=-.568$ ;  $p<.05$ ].

### 3.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Bulgular

Bu bölümde mühendislik tasarım temelli Algodoos etkinliklerinin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin akademik başarı ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla akademik başarı testi uygulanarak elde edilen verilerin istatistiksel analizi ve bu analizlere ilişkin bulgular verilmiştir. Tablo 3’te deney grubundaki öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testi ortalama puanları, standart sapmaları ve tekrarlı ölçümler ANOVA testi bulguları verilmiştir.

Tablo 3.

*Deney Grubundaki Öğrencilerin Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testi Bulguları*

Test	N	$\bar{x}$	SS	KT	OK	F	Bonferroni
Ön test	25	8.28	3.323	913.520	653.166	37.858*	1-2; p=.000
Son test	25	16.24	2.603				1-3; p=.000
Kalıcılık testi	25	14.96	4.208				2-3; p=.642

\* $p<.05$

Deney grubundaki öğrencilerin ön test, son test, kalıcılık testi ortalamaları arasında anlamlı fark bulunmuştur. Araştırmada Mauchly’nin Küresellik varsayımı karşılanmadığından ( $p<.05$ ) alternatif Greenhouse-Geisser sonuçları kabul edilmiştir [ $F(1-24)=37.857$ ;  $p=.000$ ]. Farkın kaynağının tespit edilmesi amacıyla yapılan Bonferroni düzeltilmiş çoklu karşılaştırma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin son test ortalamaları ( $\bar{x}=16.24$ ) ön test ortalamalarından ( $\bar{x}=8.28$ ) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ( $p=.000$ ). Yine çoklu karşılaştırma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin kalıcılık testi ortalamaları ( $\bar{x}=14.96$ ) ön test ortalamalarından ( $\bar{x}=8.28$ ) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ( $p=.000$ ). Deney grubundaki öğrencilerin son test ortalamaları ( $\bar{x}=16.24$ ) ile kalıcılık testi ortalamaları ( $\bar{x}=14.96$ ) arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p=.642$ ).

### 3.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Bulgular

Bu bölümde Fen Bilimleri dersi öğretim programının öngördüğü şekilde öğretim sürecinin gerçekleştirildiği kontrol grubundaki öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla akademik başarı testi uygulanarak elde edilen verilerin istatistiksel analizi ve bu analizlere ilişkin bulgular

verilmiştir. Tablo 4'te kontrol grubundaki öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testi ortalama puanları, standart sapmaları ve tekrarlı ölçümler ANOVA testi bulguları verilmiştir.

Tablo 4.

*Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testi Bulguları*

Test	N	$\bar{x}$	SS	KT	OK	F	Bonferroni
Ön test	25	8.88	4.106				1-2; p=.000
Son test	25	14.16	3.727	412.507	206.253	14.817*	1-3; p=.001
Kalıcılık testi	25	13.48	4.426				2-3; p=1.00

\*p<.05

Kontrol grubundaki öğrencilerin ön test, son test, kalıcılık testi ortalamaları arasında anlamlı fark bulunmuştur ve Mauchly'nin Küresellik varsayımı (p>.05) karşılanmıştır [F(1-24)=14.817; p=.000]. Farkın kaynağının tespit edilmesi amacıyla yapılan Bonferroni düzeltmeli çoklu karşılaştırma sonucunda kontrol grubundaki öğrencilerin son test ortalamaları ( $\bar{x}$ =14.16) ön test ortalamalarından ( $\bar{x}$ =8.88) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p=.000). Yine çoklu karşılaştırma sonucunda kontrol grubundaki öğrencilerin kalıcılık testi ortalamaları ( $\bar{x}$ =13.48) ön test ortalamalarından ( $\bar{x}$ =8.88) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p=.001). Kontrol grubundaki öğrencilerin son test ortalamaları ( $\bar{x}$ =14.16) ile kalıcılık testi ortalamaları ( $\bar{x}$ =13.48) arasında anlamlı fark bulunmamıştır (p=1.000).

### 3.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Yönelik Bulgular

Bu bölümde mühendislik tasarım temelli Algodo0 etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile Fen Bilimleri dersi öğretim programının öngördüğü şekilde öğretim sürecinin gerçekleştirildiği kontrol grubunda yer alan öğrencilerin son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla akademik başarı testi uygulanarak elde edilen verilerin istatistiksel analizi ve bu analizlere ilişkin bulgular verilmiştir. Tablo 5'da deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin son test ortalamaları, standart sapmaları ve bağımsız örneklem t testi bulguları verilmiştir.

Tablo 5.

*Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Son Test Puanlarına İlişkin Bağımsız Örneklem t Testi Bulguları*

Son Test	N	$\bar{x}$	SS	SH	t	p
Deney Grubu	25	16.24	2.603	.521	2.080	.04*
Kontrol Grubu	25	14.16	3.727	.745		

\*p<.05

Deney grubundaki öğrencilerle kontrol grubundaki öğrencilerin son test ortalamaları arasında anlamlı fark bulunmuştur [t=2.080; p=.04]. Deney grubundaki öğrencilerin son test ortalamaları ( $\bar{x}$ =16.24) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalamalarından ( $\bar{x}$ =14.16) anlamlı şekilde yüksektir.

Tablo 6'da deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin kalıcılık testi ortalamaları, standart sapmaları ve bağımsız örneklem t testi bulguları verilmiştir.

Tablo 6.

*Deney ve Kontrol Gruplarındaki Öğrencilerin Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testi Bulguları*

Kalıcılık Testi	N	$\bar{x}$	SS	SH	t	p
Deney Grubu	25	14.96	4.208	.842	1.156	.26
Kontrol Grubu	25	13.48	4.426	.885		

Tablo 6'da görüldüğü üzere deney grubundaki öğrencilerle kontrol grubundaki öğrencilerin kalıcılık testi ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır [t=1.156; p=.26].

### 3.5. Araştırmanın Beşinci Alt Problemine Yönelik Bulgular

Bu başlık altında deney grubunda gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli Algodo0 etkinlikleri sürecince öğrencilerin tasarım becerilerindeki değişimi incelemek amacıyla video kayıtları, çalışma yapıtları ve araştırmacı notlarından elde edilen verilerin mühendislik tasarım sürecini değerlendirme dereceli puanlama anahtarı ile puanlandırılması sonucunda elde edilen bulgular sunulmuştur. Araştırmada gerçekleştirilen yedi etkinliğe ilişkin ortaya çıkan toplam puanlar Tablo 7'de verilmiştir.

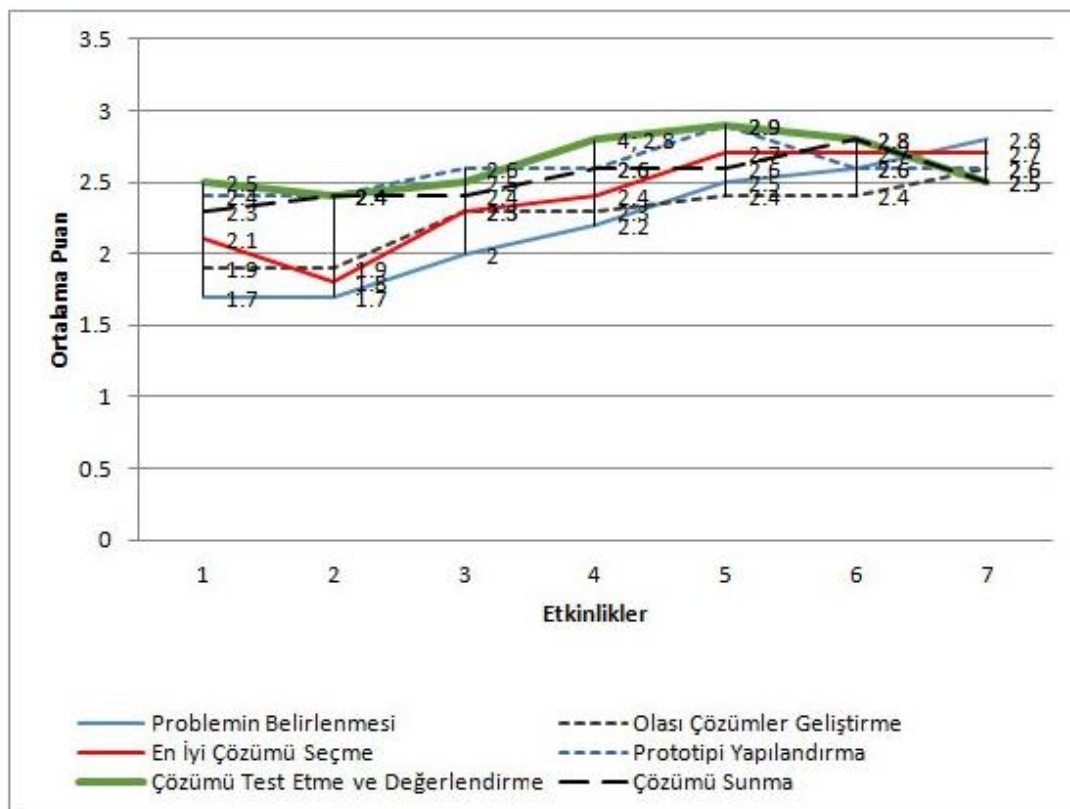


Tablo 7.

*Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Basamaklarına İlişkin Elde Edilen Toplam Puanlar*

	Birinci Etkinlik	İkinci Etkinlik	Üçüncü Etkinlik	Dördüncü Etkinlik	Beşinci Etkinlik	Altıncı Etkinlik	Yedinci Etkinlik
Toplam Puan	12.9	12.6	14.1	14.9	16	15.9	15.7

Araştırmada gerçekleştirilen yedi etkinliktan sonra etkinlikler mühendislik tasarım sürecini değerlendirme dereceli puanlama anahtarları ile değerlendirilmiştir. Uygulanan etkinliklerde elde edilen toplam puanlar her etkinlik için ayrı ayrı olacak şekilde Tablo 7’de verilmiştir. Bu doğrultuda ‘Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir’ kazanımına yönelik birinci etkinlikte toplam puan 12.9, aynı kazanıma yönelik dinamometre yapılmasına yönelik ikinci etkinlikte toplam puan 12.6, ‘Bileşke kuvveti açıklar’ kazanımına yönelik üçüncü etkinlikte toplam puan 14.1, ‘Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti deneyle ve çizimle gösterir’ kazanımına yönelik dördüncü etkinlikte toplam puan 14.9, ‘Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek keşfeder ve karşılaştırır’ kazanımına yönelik beşinci etkinlikte toplam puan 16, ‘Sürati tanımlar ve birimini ifade eder. Sürat birimleri olarak (metre/saniye) ve (kilometre/saat) dikkate alınır’ kazanımına yönelik altıncı etkinlikte toplam puan 15.9, ‘Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir ve yorumlar’ kazanımına yönelik yedinci etkinlikte ise toplam puan 15.7 olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin mühendislik tasarım becerileri kuvvet konusu odağında hazırlanan dört etkinlik ile sürat kavramının tanımına yönelik beşinci etkinlikte artış gösterirken, grafik çizme ve okumaya ilişkin hazırlanan altıncı ve yedinci etkinliklerde beşinci etkinliğe göre azalmıştır. Mühendislik tasarım sürecinin “problemin belirlenmesi, olası çözümler geliştirme, en iyi çözümü seçme, prototipi yapılandırma, çözümü test etme ve değerlendirme, çözümü sunma” basamaklarına ilişkin elde edilen ortalama puanlar ise Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Mühendislik tasarım süreci basamaklarına ilişkin elde edilen ortalama puanlar

Şekil 1’de yatay satırda etkinlik numaraları dikey sütunda ise ortalama puanlar verilmiştir. Bu doğrultuda problemi belirleme basamağına yönelik ortalama puanlar incelendiğinde; öğrenciler ilk iki etkinlikte 1.7, üçüncü etkinlikte 2.0, dördüncü etkinlikte 2.2, beşinci etkinlikte 2.5, altıncı etkinlikte 2.6 ve yedinci etkinlikte 2.8 puan almışlardır. Dereceli puanlama anahtarları ile puanlandırma yapılırken incelenen çalışma yapraklarında, öğrencilerin etkinliklerin tamamında problemin belirlenmesine yönelik cevaplar verdikleri tespit edilmiştir. İlk iki etkinlikte problemin belirlenmesine yönelik verilen öğrenci cevapları bir (hedeflenen düzeyin altında) ve iki puan (hedeflenen düzeyde) şeklinde değerlendirilirken, diğer etkinliklerde iki ve üç (hedeflenen düzeyin üzerinde) puan olarak değerlendirilmiştir. Olası çözümler geliştirme basamağına yönelik ortalama puanlar incelendiğinde; öğrencilerin bu basamağına ilişkin ilk iki etkinlikte 1.9, üçüncü ve dördüncü etkinlikte 2.3, beşinci ve altıncı etkinlikte 2.4 ve yedinci etkinlikte 2.6 puan aldıkları tespit edilmiştir. Problemi belirleme basamağına olduğu gibi öğrencilerin tüm etkinliklerde çalışma yapraklarında probleme yönelik olası çözümler geliştirdiği tespit edilmiştir. İlk iki etkinlikte öğrencilerin problemin çözümüne yönelik fikir ve çizimleri tam olarak yapılandıramadıkları nedeniyle bu basamağına ilişkin becerileri bir ve iki puan, diğer etkinliklerde ise iki ve üç puan şeklinde değerlendirilmiştir. En iyi çözümü seçme basamağına yönelik ortalama puanlar ise birinci etkinlikte 2.1, ikinci etkinlikte 1.8, üçüncü etkinlikte 2.3, dördüncü etkinlikte

2.4, beşinci, altıncı ve yedinci etkinlikte 2.7 olarak belirlenmiştir. Öğrencilerin en iyi çözümü seçme basamağına yönelik “Bir cisme etki eden kuvvetin, yönünü doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir” kazanımı odağında dinamometre tasarımı üzerine geliştirilen ikinci etkinlikte ortalama puanlarının diğer etkinliklere göre düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu basamağına yönelik çalışma yapraklarına yapılan taslak çizimler incelendiğinde olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerinin yeterince analiz edilmediği, problemin kriter ve sınırlıklarına dayalı bir çözüm seçilmediği görülmüştür. Prototipi yapılandırma basamağına yönelik ortalama puanlara bakıldığında öğrencilerin ilk iki etkinlikte 2.4, üçüncü ve dördüncü etkinlikte 2.6, beşinci etkinlikte 2.9, altıncı ve yedinci etkinlikte 2.6 puan aldıkları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin tüm etkinliklerde en iyi çözümü seçtikten sonra Algodo yazılımı ile prototiplerini hedeflenen düzeyde ya da hedeflenen düzeyin üzerinde olacak şekilde yapılandırdıkları tespit edilmiştir. Çözümü test etme ve değerlendirme basamağına yönelik ortalama puanlar incelendiğinde; öğrenciler birinci etkinlikte 2.5, ikinci etkinlikte 2.4, üçüncü etkinlikte 2.5, dördüncü etkinlikte 2.8, beşinci etkinlikte 2.9, altıncı etkinlikte 2.8 ve yedinci etkinlikte 2.5 puan almışlardır. Çözümü sunma basamağına yönelik ortalama puanlara incelendiğinde ise öğrenciler birinci etkinlikte 2.3, ikinci ve üçüncü etkinlikte 2.4, dördüncü ve beşinci etkinlikte 2.6, altıncı etkinlikte 2.8 ve yedinci etkinlikte 2.5 olarak puanlandırılmışlardır.

#### 4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Öntest sontest deney-kontrol gruplu yarı deneysel desenin kullanıldığı bu çalışmada altıncı sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesinde gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli Algodo etkinliklerinin öğrencilerin tasarım becerilerine, akademik başarılarına ve öğrenmelerinin kalıcılığına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın başlangıcında mühendislik tasarım temelli Algodo etkinliklerinin uygulandığı deney grubunun öntest ortalama puanı ile fen bilimleri dersi öğretim programının öngördüğü şekilde öğretim sürecinin yürütüldüğü kontrol grubunun öntest ortalama puanı arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ve iki grubun denk olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Mühendislik tasarım temelli Algodo etkinliklerinin uygulandığı deney grubunun akademik başarı öntest -sontest ortalama puanları ve ön test- kalıcılık testi ortalama puanları arasında anlamlı fark bulunmuştur. Kalıcılık testi ortalama puanı ile son test ortalama puanı arasında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bağlamda mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin öğrenmelerinin kalıcılığı üzerinde etkisinin devam etmesine katkı sağladığı söylenebilir. (Ercan ve Şahin, 2015; Gülhan ve Şahin, 2016; Wendell, 2008). Bu çalışmada Algodo temelli etkinlikler öğrencilerin öğrenmelerine katkı sağlarken Wendell ve diğerleri (2010) de LEGO içerikli mühendisliğe dayalı fen öğretim programı ile öğrencilerin daha iyi öğrendikleri sonucuna ulaşmıştır.

Araştırmada fen bilimleri dersi öğretim programının öngördüğü şekilde etkinliklerin uygulandığı kontrol grubunun akademik başarı öntest -sontest ortalama puanları ve ön-test-kalıcılık testi ortalama puanları arasında anlamlı fark bulunmuştur. Kontrol grubunun akademik başarı son test ve kalıcılık testi ortalama puanları ön test ortalama puanlarından anlamlı şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda Fen Bilimleri dersi öğretim programının öğrencilerin akademik başarısına katkıda bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kalıcılık testi ile son test ortalama puanları arasında da anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bağlamda Fen Bilimleri dersi öğretim programının öğrencilerin akademik başarı üzerine etkisinin devam ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, Atam ve Tekdal (2010) beşinci sınıflarla ısı ve sıcaklık konusunda yaptıkları çalışmada deney grubunda simülasyon temelli öğretim, kontrol grubunda mevcut fen bilimleri öğretim programının uygulamışlar ve kontrol grubunun sontest ortalama puanlarının öntest ortalama puanlarından anlamlı şekilde yüksek olduğu, kalıcılık testi ortalama puanları ile son test ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığını tespit etmişlerdir. Böylece mevcut fen bilimleri dersi öğretim programının akademik başarıyı artırdığı ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığına olumlu yönde katkı sağladığı sonucuna ulaşmışlardır.

Mühendislik tasarım temelli Algodo etkinliklerinin uygulandığı deney grubunun sontest ortalama puanı ile Fen Bilimleri dersi öğretim programının öngördüğü etkinliklerin uygulandığı kontrol grubunun son test ortalama puanı arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Deney grubundaki öğrencilerin son test ortalama puanları, kontrol grubundaki öğrencilerin son test ortalama puanlarından anlamlı bir şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına olumlu etkisinin kontrol grubuna göre daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına katkı sağladığını göstermektedir (Apedoe ve diğerleri, 2008; Doppelt ve diğerleri, 2008; Marulcu, 2010; Tal ve diğerleri, 2006).

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin kalıcılık testi ortalama puanlarında son teste göre düşüş göstermesi alanyazında beklenen bir sonuç olarak görülmektedir. Kalıcılık testinin son testten beş hafta sonra uygulanmış olması öğrencilerde unutma payı olarak yorumlanmaktadır (Bakır ve Çalık, 2013). Deney grubundaki öğrencilerin kalıcılık testi ortalama puanlarının, kontrol grubunun kalıcılık testi ortalama puanlarından daha yüksek olması ise mühendislik tasarım temelli etkinliklerin, fen bilimleri dersi öğretim programının öngördüğü uygulamalara göre akademik başarının devamlılığı üzerine etkisinin daha fazla olduğunu göstermektedir. Mühendislik tasarım temelli etkinlikler öğrencilerin beceri kazanmalarının yanında fen kavramlarını daha anlamlı ve kalıcı öğrenmelerine katkı sağlamaktadır (Bozkurt Altan ve diğerleri, 2016; Ercan ve Şahin, 2015; Gülhan ve Şahin, 2016; NAE ve NRC, 2009; Wendell, 2008).

Gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli Algodo etkinlikleri sürecinde öğrencilerinin mühendislik tasarım becerilerinin değişimi incelendiğinde ise mühendislik tasarım basamağının ilk aşaması olan problemin ya da ihtiyacın belirlenmesi aşamasında; “kuvvetin yönü doğrultusu ve büyüklüğü” kazanımına yönelik birinci ve ikinci etkinliklerde problemin ya da ihtiyacın kriter ve sınırlıklarını belirlemede hedeflenen düzeyin altında, “bileşke kuvvet” kazanımına yönelik üçüncü ve

dördüncü etkinliklerde, “*dengelemiş ve dengelenmemiş kuvvet*” kazanımına yönelik beşinci etkinlikte, “*süratin tanımı ve birimleri*” kazanımına yönelik altıncı etkinlikte ve “*yol, zaman ve sürat ilişkisi*” kazanımına yönelik yedinci etkinlikte hedeflenen düzeyde olduğu ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda öğrencilerin birinci ve ikinci etkinlikte problemin kriter ve sınırlıklarını belirleyebilme konusunda problem yaşadıkları, üçüncü, dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci etkinliklerde problemin kriter ve sınırlıklarını belirlemede gelişim gösterdikleri ancak dereceli puanlama anahtarı doğrultusunda hedeflenen düzeyin üzerinde olmadıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin süreç ilerledikçe kriter ve sınırlıkları belirleme noktasında gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde mühendislik tasarım temelli etkinliklerin problemin kriter ve sınırlıkları belirlemede olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir (Bozkurt, 2014; Dym ve diğerleri, 2002).

Mühendislik tasarım basamağının olası çözümler geliştirme aşamasında öğrencilere uygulanan birinci ve ikinci etkinlikte, öğrencilerin problemin çözümüne yönelik fikir ve çizimleri tam olarak yapılandıramadıkları bu bağlamda hedeflenen düzeyin altında olduğu, üçüncü, dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci etkinliklerde problemin çözümüne yönelik akla yatkın bir fikir ürettikleri ve taslak çizimlerini kısmen yapılandırdıkları ancak akla yatkın birden fazla çözüm öneri geliştiremedikleri görülmüş ve bu bağlamda hedeflenen düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin “*kuvvetin yönü, doğrultusu ve büyüklüğü*” kazanımına yönelik birinci ve ikinci etkinliklerde fikir üretmede ve taslak çizimler oluşturmada problem yaşadıkları, üçüncü, dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci etkinliklerde problemin çözümüne yönelik birden fazla akla yatkın çözüm önerisi geliştiremedikleri ancak fikir geliştirme ve taslak çizimlerini oluşturmada gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Mühendislik tasarım süreci aşamalarında yaratıcılığın en üst seviyede kullanıldığı aşama olası çözümler geliştirme aşamasıdır (Brunsell, 2012; Mentzer, 2011; Wendell ve diğerleri, 2010). Öğrencilerin bu aşamada birden fazla çözüm önerisi geliştirememeleri yaratıcılığı kullanma ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Mühendislik tasarım sürecinin en iyi çözümü seçme aşamasında öğrencilere uygulanan “*kuvvetin yönü, doğrultusu ve büyüklüğü*” kazanımına yönelik ikinci etkinlikte olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini yeterince iyi analiz edemedikleri bu bağlamda hedeflenen düzeyin altında olduğu, birinci, üçüncü, dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci etkinliklerde ise olası çözümlerin zayıf ve iyi yönlerini kısmen analiz ettikleri bu bağlamda hedeflenen düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Öğrenciler ikinci etkinlik dışında etkinlikler ilerledikçe olası çözümlerin zayıf ve iyi yönlerini daha iyi analiz ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu aşamada kriter ve sınırlıkları karşılama durumuna göre bir çözüm seçilmektedir (Brunsell, 2012; Hynes ve diğerleri, 2011; NRC, 2012). Yapılan araştırmaya benzer şekilde öğrencilerin mühendislik tasarım temelli etkinlikler yapması olası çözümleri değerlendirerek en iyi çözümü seçebilmelerine olumlu yönde katkı sağlamaktadır (Ercan, 2014). İkinci etkinlikte öğrencilerin diğer etkinliklere göre daha fazla zorlanmalarının sebebi etkinlikte farklı hassaslığa sahip iki ayrı dinamometre tasarlanmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin problemin bağlamına uygun kriter ve sınırlıkları belirlemede zorlandıklarını tespit etmiştir (Bergin ve diğerleri, 2007). Dinamometre tasarlanması etkinliğinde problemin bağlamının buna sebep olduğu düşünülmektedir. Nitekim mühendislik tasarım temelli bir problem oluşturma sürecinde günlük yaşam bağlamını kurmak önem taşımaktadır (Morgan ve diğerleri, 2013; NAE ve NRC, 2009).

Prototipi yapılandırma ve çözümü test etme ve değerlendirme aşamalarında öğrenciler taslak çizimlerini Algodo o ile yapılandırarak prototiplerini oluşturmuş ve çözümlerini test etmişlerdir. Öğrencilere uygulanan tüm etkinliklerde prototipin görevin kriterlerini karşıladığı bu bağlamda hedeflenen düzeyde oldukları çözümü test etme aşamasında da verilerin doğru olarak kaydedildiği ve prototipin performansını yansıttığı bu bağlamda hedeflenen düzeyde oldukları tespit edilmiştir. Prototipi yapılandırma aşamasında birinci etkinlikten beşinci etkinliğe kadar düzenli bir gelişim gösterdikleri ancak “*süratin tanımlanması ve birimleri*” kazanımına yönelik altıncı etkinlikte ve “*yol, zaman ve sürat arasındaki ilişki*” kazanımına yönelik yedinci etkinlikte zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Çözümleri test etme aşamasında da benzer şekilde birinci etkinlikten beşinci etkinliğe kadar düzenli bir gelişim gösterdikleri ancak ancak “*süratin tanımlanması ve birimleri*” kazanımına yönelik altıncı etkinlikte ve “*yol, zaman ve sürat arasındaki ilişki*” kazanımına yönelik yedinci etkinlikte zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan çalışmaya benzer şekilde Kuvvet ve Hareket ünitesinde yedinci sınıflarla yapılan mühendislik tasarım temelli etkinliklerde süreç içinde öğrencilerin prototipi yapılandırma ve çözümleri test etme aşamasında gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır (Ercan, 2014). Çözümleri sunma aşamasında ise öğrencilerin tüm etkinliklerde sonuçların raporlaştırılması ve çözümün nasıl gelişim göstereceği konusunda hedeflenen düzeyde oldukları tespit edilmiştir. Çözümleri sunma aşamasında birinci etkinlikten altıncı etkinliğe kadar düzenli bir gelişim gösterdikleri ancak sabitli süratli hareket konusunda gerçekleştirilen yedinci etkinlikte zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde mühendislik tasarım temelli etkinliklerin uygulama sürecinde öğrencilerin çözümleri sunma aşamasında gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır (Ercan, 2014). Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda öneriler aşağıda belirtilmiştir.

- Bu araştırmada okulun bilgisayarı laboratuvarı olmaması sebebiyle öğrenciler tasarımlarını kendi bilgisayarlarında gerçekleştirmiştir. Bilgisayar sayısının sınırlı olması sebebiyle her grup bir bilgisayar kullanmıştır. Gruplarda bilgisayar sayısı artırılarak etkinlikler gerçekleştirilebilir. Algodo o programı mobil cihazlarda da kullanılabilen bir yazılım olması sebebiyle imkan olduğu takdirde mobil cihazlardan da yararlanılabilir.
- Algodo o yazılımı ile kuvvet ve hareket ünitesinin dışında diğer fizik kavramlarını içeren ünitelerde de mühendislik tasarım temelli etkinlikler gerçekleştirilebilir.
- Mühendislik tasarım temelli etkinliklerde problemin araştırılması aşamasında öğrencilerin problem ile ilgili çeşitli araştırmalar yapmaları gerekmektedir. Problemin araştırılması için gerekli materyaller ile uygun ortamın oluşturulması önerilmektedir.

- Araştırmada haftada dört saat olan fen bilimleri dersinin ilk iki saatinde prototipin yapılandırılması aşaması tamamlanmıştır. Diğer iki saat ise test etme ve sunma aşamaları gerçekleştirilmiştir. Okul dışında gerçekleştirilecek uygulamalar kapsamında etkinliğin bir bütün olarak planlanması önerilmektedir.
- Basit malzemeler, Lego ya da robotik setlerle gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli etkinliklerde öğrenciler malzemelere dokunabilmektedir. Bu şekildeki somut materyallerle gerçekleştirilen etkinlikler sonucunda ortaya çıkan ürünlerin olası sorunlarını test etme Algodoo gibi bilgisayar ortamında geliştirilen ürünlere göre daha kolay olabilir. Bu doğrultuda farklı malzemelerle gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin mühendislik tasarım becerisine etkisi irdelenebilir.
- Fen Bilimleri dersi öğretim programında benimsenen araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim stratejisi, argümantasyon yöntemi gibi farklı strateji, yöntem ve teknikler doğrultusunda akıllı tahtada Algodoo ile öğrenci merkezli etkinlikler yapılabilir. Bu etkinliklerin akademik başarı, fene ve teknolojiye yönelik tutum, bilimsel süreç becerileri ve yaşam becerileri gibi farklı değişkenler üzerindeki etkisi incelenebilir.

### Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Bu çalışma 23 Ocak 2019 tarihinde tamamlanan "6. Sınıf Kuvvet ve Hareket Ünitesinde Gerçekleştirilen Algodoo Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin Tasarım Becerilerine ve Akademik Başarılarına Etkisi" başlıklı yüksek lisans tezi esas alınarak hazırlanmıştır. Araştırma, Aksaray Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurul Komisyonunun 29.09.2018 tarih ve 2018/163 sayılı kararı ile etik açıdan uygun bulunmuştur. Makalenin tüm süreçlerinde Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi'nin etik kurallarına uygun olarak hareket edilmiştir.

### Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Yazarlar çalışmaya ilişkin alanyazın taramasını birlikte gerçekleştirerek, araştırmayı planlamışlardır. İlk yazar olan İbrahim Evren ÖZER, araştırma etkinliklerini tasarlama ve gerçekleştirme, veri toplama ve verilerin analizi süreçlerinde görev alan araştırmacı olarak makaleye %60, etkinliklerin tasarlanması, verilerin analizi ve araştırmanın raporlaştırılması süreçlerine rehberlik eden Doç.Dr. Sedef CANBAZOĞLU BİLİCİ'nin ise makaleye %40 oranında katkıda bulunmuştur.

### Çıkar Beyanı

Araştırmada, yazarların kendi içinde ve diğer kişi/kurum/kuruluşlarla herhangi bir çıkar çatışması söz konusu değildir.

## 5. KAYNAKÇA

- Adams, J.L. (1996). *Bir mühendisin dünyası* (15. Basım) (Çev. C. Soydemir). Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
- Akdağ, F. T. ve Güneş, T. (2015). Kuvvet ve hareket ünitesinin bilgisayar destekli öğretiminde Algodoo kullanımı. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 4(1), 138-149.
- Alinak Bozkurt, H. (2018). *Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin 7.Sınıf öğrencilerinin fen başarıları, STEM alanlarına yönelik tutumları ve STEM kariyerine yönelik alguları üzerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS] (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Apedoe, X.S., Reynolds, B., Ellefson, M.R., & Schunn, C.D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: the heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454-465.
- Atam, O. ve Tekdal, M. (2010). Fen ve teknoloji dersi ısı-sıcaklık konusunda hazırlanan simülasyon tabanlı bir yazılımın ilköğretim 5. sınıf öğrencilerin akademik başarılarına ve kalıcılığa etkisi. *Eğitim ve Teknolojileri Araştırma Dergisi*, 1(2), 1-18.
- Atman, C., Kilgore, D., & McKenna, A. (2008). Characterizing design learning: A mixed-methods study of engineering designers' use of language. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 309-326.
- Aydın Günbatar, S. ve Tabar, V. (2019). Türkiye'de gerçekleştirilen STEM araştırmalarının içerik analizi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 1054-1083.
- Aydoğan, B. (2019). *Mühendislik tasarım temelli öğretimin 7.sınıf öğrencilerinin mühendisliğin doğası ve STEM'e yönelik tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bakır, H. ve Çalık, M. (2013). Adaptasyon ve doğal seçim konusunda geliştirilen rehber materyallerin sekizinci sınıf öğrencilerinin alternatif kavramlarının giderilmesine etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 38(168), 215-229.

- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S. ve Mesutoğlu, C. (2015). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(2), 60-69.
- Baran, E., Canbazoglu-Bilici, S., Mesutoglu, C., & Ocak, C. (2019). Investigating the impact of an out-of-school STEM education program on students' attitudes towards STEM and STEM careers. *School Science and Mathematics*. 119(4), 223-235.
- Bender, W. N. (1997). *20 strategies for STEM instruction*. Learning Sciences International.
- Bergin, D., Khanna, S.K., & Lynch, J. (2007). Infusing design into the G7-12 curriculum: two example cases. *International Journal of Engineering Education*, 2(1), 43-49.
- 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 Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H., ve Kırıkkaya, E.B. (2016). Hizmet öncesi öğretmen eğitiminde FETEMM eğitimi Uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 9(3), 369-387.
- Brunsell, E. (2012). The engineering design process. In E. Brunsel (Ed.) *Integrating engineering science in your classroom* (p.3-5). Arlington, Virginia: National Science Teacher Association [NSTA] Press.
- Bunprom, S., Tupsai, J., & Yuenyong, C. (2019). Learning activities to promote the concept of engineering design process for grade 10 students' ideas about force and motion through predict-observe- explain (POE). *Journal of Physics: Conference Series*, 1340. 17 Haziran 2020 tarihinde <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1340/1/012081> adresinden indirilmiştir.
- Büyüköztürk, Ş. (2018). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (24. Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Da Silva, S. L., da Silva, R. L., Junior, J. T. G., Gonçalves, E., Viana, E. R., & Wyatt, J. B. (2014). Animation with Algodoo: A simple tool for teaching and learning physics. *Exatas Online*, 5, 28-39.
- Dedetürk, A., Saylan Kırmızıgül, A. ve Kaya, H. (2020). "Ses" konusunun STEM etkinlikleri ile öğretimin başarıya etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 49, 134-161.
- Demirci, N. (2003). *Öğrencilerin kuvvet ve hareket konularında başarıları ve yanlış anlamaları üzerine bir web tabanlı fizik programın etkilerinin incelenmesi*, Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi.
- Demircioğlu, G. (2003). *Lise II asitler ve bazlar ünitesi ile ilgili rehber materyaller hazırlanması ve uygulanması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Deveci, Ö. (2010). *İlköğretim altıncı sınıf fen ve teknoloji dersi kuvvet ve hareket ünitesinde fen-matematik entegrasyonunun akademik başarı ve kalıcılık üzerine etkisi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Doppelt, Y., Mehalik, M.M., Schunn, C.D., Silk, E., & Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22-39.
- Dym, C.L., Wood, W.H., & Scott, M.J. (2002). Rank ordering engineering designs: Pairwise comparison charts and borda counts. *Research in Engineering Design*, 13(4), 236-242.
- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi*: Yayınlanmamış doktora tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 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.
- Ergün ,A. ve Balçın, M.D. (2019). Probleme dayalı FeTeMM uygulamalarının akademik başarıya etkisi. *Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 4(1), 40-63.

- Eryılmaz, A. ve Tatlı, A. (2000). ODTÜ Öğrencilerinin mekanik konusundaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18), 93-98.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve mesleklerle ilgili görüşlerine etkisi. Ö. Demirel, & S. Dinçer (Ed.), *Eğitim bilimlerinde yenilikler ve nitelik arayışı* içinde (s.283-302). Ankara: Pegem Akademi.
- Hırça, N. ve Bayrak, N. (2013). Sanal fizik laboratuvarı ile üstün yeteneklilerin eğitimi: Kaldırma kuvveti konusu. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 1(1), 16-20.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. [Çevrimiçi: [https://digitalcommons.usu.edu/ncete\\_publications/165](https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/165)] Erişim tarihi: 19.11.2019.
- Koehler, C., Faraclas, E., Sanchez, S., Latif, S.K., & Kazerounian, K. (2005). *Engineering frameworks for high school setting: Guidelines for technical literacy for high school students*. ASEE Conference & Exposition.
- Kurt, Ş. ve Akdeniz, A. R. (2002). *Fizik öğretiminde enerji konusunda geliştirilen çalışma yapılarının uygulanması*, ODTÜ Eğitim Fakültesi V. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822.
- Marulcu, İ. (2010). *Investigating the impact of a lego-based, engineering-oriented curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders' content learning of simple machines*. Unpublished doctoral dissertation, Lynch School of Education, Boston College.
- Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education [MDESE] (2016). *Massachusetts science and technology/engineering curriculum framework*. Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education. [Çevrimiçi: <http://www.doe.mass.edu/frameworks/scitech/2016-04.pdf>] Erişim tarihi: 19.11.2019.
- MEB (2013). *İlköğretim kurumları (İlkokul ve ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı
- MEB (2017). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı
- MEB (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. [Çevrimiçi: <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325>] Erişim tarihi: 19.11.2019.
- Mentzer, N. (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 103-136.
- Morgan, J.R., Moon, A.M., ve Barroso L.R. (2013) . Engineering better projects. In Capraro, R.M. Capraro, M.M. ve Morgan, J., (Eds.), *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach* (p.29-37). Boston: Sense.
- National Academy of Engineering [NAE], & National Research Council [NRC] (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Katehi, L., Pearson, G. & Feder (Ed), M.Washington, DC: National Academies Press.
- National Aeronautics and Space Administration [NASA] (2015). *Let it glide: Engineering design challenge facilitation guide*. [Çevrimiçi: <https://www.nasa.gov/glenn-edcs-let-it-glide>] Erişim tarihi: 19.11.2019.
- National Research Council [NRC] (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council [NRC] (2012). *A Framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- NGSS Lead States (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press; Washington, DC.
- Nuhoğlu, H. (2008). İlköğretim öğrencilerinin hareket ve kuvvet hakkındaki bilgilerinin değerlendirilmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(6), 123-140.

Özer, İ.E., Canbazoğlu Bilici, S. ve Karahan, E. (2015). Fen bilimleri dersinde Algodoo kullanımına yönelik öğrenci görüşleri, *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 28-40.

Petroski, H. (1996). *Invention by design: How engineers get from thought to thing*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Tal, T., Krajcik, J.S., & Blumenfeld, P.C. (2006). An observational methodology for studying group design activity. *Research in Engineering Design*, 2(4), 722-745.

Tozlu, İ., Gülseven, E. ve Tüysüz, M. (2019). FeTEMM eğitimine yönelik etkinlik uygulaması: Kuvvet ve enerji örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 869-896.

Uzel, L. (2019). 6. Sınıf madde ve ısı ünitesinde gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli uygulamaların öğrencilerin problem çözme ve tasarım becerilerine etkisinin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.

Wagner, T. (2008). Rigor redefined. *Educational Leadership*, 66(2), 20-24.

Wendell, K.B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Unpublished Qualifying Paper, Tufts University.

Wendell, K.B., Connolly, K.G., Wright, C.G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). *Incorporating engineering design into elementary school science curricula*. American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Louisville, KY.

Wulf, W. (1999). The image of engineering. *Issues in Science and Technology*, 15(2). [Çevrimiçi: <https://issues.org/wulf-2/>] Erişim tarihi: 19.11.2019.

Yağbasan, R. ve Gülçiçek, Ç. (2003). Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 102 – 120.

Yamak, H., Bulut, N. ve Dünder, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTEMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.

Yasak, M. T. (2017). *Tasarım temelli fen eğitiminde, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamaları: Basınç Konusu Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye.

Yıldız, A. ve Büyükkasap, E. (2006). Fizik öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışları ve öğretim elemanlarının bu konudaki tahminleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 268-277.

Yin, R.K. (2011). *Qualitative research from start to finish*, The Guilford, New York.

## 6. EXTENDED ABSTRACT

Today, developed countries struggle to avoid falling back in the leadership rivalry in industry and technology by providing their students with technical knowledge and skills and preparing them for real life through educational reforms. It is emphasized in the next generation science standards published in the United States in 2012 that the science education should be based on engineering (NGSS Lead States, 2013) and it was aimed that students understand and use the engineering design process with engineering-based activities (AAAS, 1993). Engineering design process is related to real life situations and also requires higher order thinking, questioning and scientific process skills (Marulcu, 2010; NAE & NRC, 2009; NRC, 2012). Through design in science education, students learn science concepts as well as they develop engineering skills (NRC, 2011). Thus, as a result of the use of engineering design-based activities in the science course, it is expected that students' attitudes towards science and academic achievement will increase as their interest in the course will increase. In research studies using the engineering design process, it is seen that LEGO mindstorm game models (Wendell et al., 2010) and simple materials (Altan et al., 2016; Baran et al., 2019) are used in engineering design activities. In the present study, unlike others, engineering design activities were done using Algodoo software. Another important aspect of the current research is the implementation of the activities based on student-centered engineering design processes via Algodoo in the "Force and Motion" unit which students have difficulty in understanding and have misconceptions about. Previous research suggests that students have difficulty in learning the concepts of physics like the concepts in the force and motion unit (Demirci, 2003; Nuhoğlu, 2008), they construct the concepts in science wrongly and do not learn enough (Eryılmaz and Tatlı, 2000; Nuhoğlu, 2008; Yağbasan and Gülçiçek, 2003; Yıldız; and Büyükkasap, 2006).

The aim of this study is to investigate the effect of engineering design-based Algodoo activities used in "Force and Motion" unit on the 6th grade students' design skills, academic achievement, and retention of learning. In this context, a pre-test and post-

test quasi-experimental control group design was used to test the effect of Algodoo-based activities on students' design skills, academic achievement, and retention of learning. The participants of the study comprised 50 students (25 students in control group and 25 students in experimental group) from middle socio-economic class attending a state middle school in Istanbul. While the lessons were taught according to engineering design-based Algodoo activities in the experimental group, lessons were taught based on the curriculum in the control group.

The data collection tools included an achievement test on force and motion, worksheets, video recordings and researcher notes. In order to measure the effect of the activities applied to the students in the experimental and control groups, an achievement test on the Force and Motion Unit developed by Deveci (2010) was used. In the study, engineering design-based activities developed by the researchers were used as worksheets. The students followed the design cycle in line with the given activities and structured the designs including “identifying the need or problem, research the need and problem, develop possible solutions, selecting the best possible solution(s), construct a prototype, test and evaluate the solution(s), and communicate/present the solution(s)”. At this stage, each group's work was recorded by the researcher with video. These video recordings were used as observation data by the researcher when evaluating the stages of Prototyping, Testing and Evaluation of Solution, Presentation of Solution. Independent samples t-test was used in the analysis of the quantitative data obtained from the academic achievement test that was used as pre-test, post-test and retention test. In addition, the data obtained from the video recordings were transferred to the computer at the end of each activity. The data obtained from the video recordings, worksheets, and researcher notes were evaluated using the engineering design process evaluation rubric (NASA, 2015). In the rubric, one point is rated as “below target”, two points is rated as “at target” and three points is rated as “above target”.

As a result of the research, a significant difference was found between the pretest ( $\bar{x} = 8.28$ ), posttest ( $\bar{x} = 16.24$ ) and retention test mean scores ( $\bar{x} = 14.96$ ) of the experimental group in which Algodoo activities based on engineering design were used. Based on this finding, it can be said that engineering design-based Algodoo activities contribute to the students' academic achievement in the Force and Motion unit. Previous studies in this context show that engineering design-based activities contribute to students' academic achievement (Apedoe et al., 2008; Doppelt et al., 2008; Ercan, 2014; Marulcu, 2010; Tal et al., 2006).

No significant difference was found between the mean scores obtained from retention test and the posttest. Thus, it shows that the effect of engineering design-based activities on students' academic achievement still persists. The retention test scores of students in the experimental group were found to be higher than the retention test scores of the students in the control group. It was concluded that engineering design-based activities were more effective in terms of the persistence of academic achievement than the practices used according to the science curriculum. As the process progressed, it was concluded that the students improved in terms of determining criteria and limits, developing ideas and creating sketches. In addition, it was understood that students made progress in the “identifying the problem or need”, “developing possible solutions”, “constructing the prototype”, “testing and evaluating solution(s)” and “presenting the solution(s)” stages of the engineering design process. However, it was also concluded that they could not develop more than one plausible solution to solve the problem.