



The Effect of Reverse Engineering Applications on Academic Achievement and Problem Solving Skills of Secondary School Students*

Merve TAŞÇI ¹, Fatma ŞAHİN ²

¹ Mehmet Hacibozanoğlu Secondary School, Sanliurfa/Turkey, mervetasci5393@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8170-2762>

² Marmara University, İstanbul/Turkey, fsahin@marmara.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-6291-0013>

Received : 16.12.2019

Accepted : 11.01.2020

Doi: 10.17522/balikesirnef.660352

Abstract – The purpose of this study is to investigate the effect of reverse engineering applications on academic achievement and problem solving skills in 8th grade students. The sample of the study consisted of a total of 56 students, 28 of whom were experimental and 28 of which were control group in a public school in Eyyübiye district of Şanlıurfa province in 2018-2019 academic year. In the control group, the courses were taught with the constructivist approach methods and techniques proposed by the program, while in the experimental group, reverse engineering applications were added along with the methods and techniques suggested by the program. Research from quantitative research approach; A total of 60 questions prepared by Taşçı (2018) were collected by Science Academic Achievement Test and Problem Solving Inventory developed by Serin, Serin and Saygılı (2010). In order to compare the effectiveness of reverse engineering applications, the tests were applied to the experimental and control group students as pre- and post-tests and the scores between the groups were compared. In the study; It is concluded that reverse engineering applications supported education is more effective than constructivist teaching in improving the academic achievement and problem solving skills of 8th grade students.

Key words: reverse engineering, STEM, academic success, problem solving skills

Corresponding author: Merve TAŞÇI, Mehmet Hacibozanoğlu Secondary School, mervetasci5393@gmail.com

* This study was produced from Merve TAŞÇI's "Investigation of the Effects of Reverse Engineering Applications on Academic Achievements, Problem Solving Skills, STEM Attitudes and Perceptions of 8th Grade Students" master thesis which was completed in 2019 at Marmara University Institute of Educational Sciences.

Summary

In a changing world, the global economy and labor requirements are changing. This change forces education programs to change. The International Council for Associations of Science Education research and policy development (ICASE, 2013) acknowledged that STEM teaching is essential to better prepare students for their future lives. In order for all students to become STEM literate and to improve the overall situation of STEM education, students in schools should be part of the STEM vision and appropriate professional development should be provided to teachers. All students should be guided to gain STEM literacy (Crow et al., 2013). The knowledge and skills required to solve technological problems are becoming increasingly integrated and complex. The interdisciplinary approach is highly needed to solve complex problems (Bybee 2013; Havice 2009). Engineering design in K-12 education is a useful teaching strategy for implementing integrative STEM (Crismond and Adams 2012; Lantz Jr., 2009).

Reverse engineering is a process that examines an existing product and determines detailed information and features to learn how it is made and how it works (Thayer, 2017). Reverse engineering provides students with the opportunity to ask questions critically about design features, and in doing so helps students better understand the science behind design and the components of engineering design (West et al. 2015).

Methodology

Working group; The study group of this research consists of 8th grade students studying in a public school in 2018-2019 academic year.

Data Collection Tools

1. Science Academic Achievement Test (SAAT); Science Academic Achievement Test was prepared by the researchers on Mixtures, Heat and Temperature and Simple Machines. The test consists of 20 questions and consists of 60 questions. As a result of analyzes, KR-20 value for test Mixtures test test was 0.76 (high), KR-20 value for "Heat and Temperature test test 0.80 (high), KR-20 value for" Simple Machines test test , 76 (high) were detected.

2. Problem Solving Inventory (PSI); Problem Solving Inventory for Children developed by Serinnve et al. As a result of the factor analysis of the inventory, the cronbach alpha reliability coefficient of the total inventory consisting of three factors and 24 items (Confidence in "Problem Solving Ability" (12 items), "Self Control" (7 items) and "Avoidance" (5 items) was 0.80. respectively.

Application

The students were asked to do reverse engineering designs after pre-tests were applied. During the Reverse Engineering process, “Mixtures”, “Heat and Temperature” and “Simple Machines” activities were conducted. The students were asked to draw coffee machines before and after the design in order to qualitatively evaluate the design skills of the students. During this process, students were first asked to draw a coffee machine. The stages of this design; 1. Determining the Purpose of Design; each group has determined the characteristics of their own coffee machine. 2. Observing how it works; In the second stage, various coffee machines, electric coffee pots, filter coffee machines and how Turkish coffee machines work were examined. 3. Dismantling / Deforming: a coffee machine is divided into parts, starting from what has been discussed. 4. Making Analysis; Each group designed their own machines by reviewing the above steps. 5. Report / Redesign; Both drawings and models of the designed machines were made and presented to the class and teacher. After the designs, the final tests were applied to the students.

Findings

While there was no significant difference between the experimental and control groups in the pre-test application of Science Academic Achievement Test, it was seen that there was a significant difference between .01 level in the post-test application. When the pre-test and post-test results of the experimental group were compared, a statistically significant difference between pre-test and post-test was found .01 in all three subjects (mixtures, heat-temperature and simple machines). While there was no significant difference between the experimental and control groups in the Problem Solving Inventory pre-test application for children, it was seen that there was a significant difference between the mean scores of .01 at the post-test application. It was found that the pre and post test results of the experimental group were statistically different and the Problem Solving Inventory for Children levels of the experimental group students were higher after the activity.

Discussion

It was found that reverse engineering applications had a positive effect on students' academic achievement according to Cohen's (1988) effect size. Wood et al. (2001) tried to develop and apply the concept of reverse engineering. It is found that the students reacted very positively to reverse engineering projects because they gave them an experience in product design. As a result, they saw reverse engineering and redesign as a cornerstone to increase students' excitement and learning in the lessons. Kennedy et al. (2016), it was found that the

spatial thinking and cognitive skills of the students were improved by integrating the STEAM approach with reverse engineering applications with the help of origami. Bull et al. (2016), it is aimed that students can learn science, engineering and design with the interesting story of inventions with reverse engineering applications.

Griffin, Kaplan, & Burke (2012) state that reverse engineering applications positively contribute to students' critical thinking and problem solving skills. In a study conducted by Rogers (2013) with reverse engineering practices, the expression of a female student was "... now I know how to analyze and think about a problem". It can be stated here that reverse engineering applications positively affect students' problem solving and analytical thinking skills.

Tersine Mühendislik Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarı ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi*

Merve TAŞÇI ¹, Fatma ŞAHİN ²

¹ Mehmet Hacıbozanoğlu Ortaokulu, Şanlıurfa/Türkiye, mervetasci5393@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8170-2762>

² Marmara Üniversitesi, İstanbul/Türkiye, fsahin@marmara.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-6291-0013>

Gönderme Tarihi: 16.12.2019

Kabul Tarihi: 11.01.2020

Doi: 10.17522/balikesirnef.660352

Özet – Bu araştırmanın amacı tersine mühendislik uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinde akademik başarılarına ve problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesidir. Çalışmanın örneklemini 2018-2019 eğitim öğretim yılında Şanlıurfa ili Eyyübiye ilçesinde yer alan bir devlet okulunda 8. sınıfta öğrenim gören 28’i deney, 28’i kontrol grubu olmak üzere toplam 56 öğrenciden oluşturmaktadır. Kontrol grubunda dersler programın önerdiği yapılandırmacı yaklaşım yöntem ve teknikleriyle işlenirken, deney grubunda programın önerdiği yöntem ve tekniklerin yanında tersine mühendislik uygulamaları eklenerek işlenmiştir. Araştırma nicel araştırma yaklaşımından; Taşçı (2018) tarafından hazırlanan toplam 60 soruluk Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi ve Serin, Serin ve Saygılı (2010) tarafından geliştirilen Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri ile toplanmıştır. Tersine mühendislik uygulamalarının etkililiğini karşılaştırmak amacıyla deney ve kontrol grubu öğrencilerine ilgili testler ön ve son test olarak uygulanmış olup gruplar arası puanlar karşılaştırılmıştır. Araştırmada; tersine mühendislik uygulamaları destekli eğitimin 8. sınıf öğrencilerinde akademik başarılarını ve problem çözme becerilerini geliştirmede yapılandırıcı öğretimden daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: tersine mühendislik, STEM, akademik başarı, problem çözme becerisi

Sorumlu yazar: Merve TAŞÇI, Mehmet Hacıbozanoğlu Ortaokulu, mervetasci5393@gmail.com

*Bu çalışma Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü’nde 2019 yılında tamamlanan, Merve TAŞÇI’nın “Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde Akademik Başarılarına, Problem Çözme Becerilerine, STEM Tutum ve Algılarına Etkisinin İncelenmesi” adlı yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

Giriş

Değişen dünyada küresel ekonominin ve işgücü gereksinimlerinin değişmektedir. Bu değişim eğitim programlarını değişime zorlamaktadır. Uluslararası Bilim Eğitimi araştırma, politika geliştirme Dernekleri Konseyi (ICASE, 2013), STEM öğretimini, öğrencilerin gelecekteki yaşamlarına daha iyi bir şekilde hazırlanmaları için gerekli olduğunu kabul etmeleri çağrısında bulunan Kuching Bilim ve Teknoloji Eğitimi Deklarasyonu’nu yayınladı.

Bildirge, aynı yılın ICASE Dünya Konferansına katılan 34 ülke tarafından kabul gördü. Bildirgenin özeti ise şöyledir; “Kaliteli eğitime erişim herkes için temel bir haktır. Küresel kırılma döneminde, sürdürülebilirlik, sağlık, barış, yoksulluğun azaltılması, cinsiyet eşitliği ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi konuların STEM eğitimini güçlendirmeye yönelik düşünme, planlama ve eylemlerde ön planda olması gerekir. Bu disiplinlerin göreceli dengesi ve vurgusu dünyaya göre değişmekle birlikte, ilerlemeyi ilerletecek olanların ilişkisi ve birleşimidir” (ICASE, 2013).

Modern ekonomiler, nitelikli araştırmacılar için artan bir talebe sahiptir. Avrupa Sanayicileri, Avrupa STEM Eğitimi Avrupa Schoolnet’in ortak bir girişimi olarak Avrupa Birliği tarafından finanse edilen, Avrupa Birliği’nin ortak girişimi olarak organize etmişlerdir (Joyce ve Dzoga, 2011). Son on yılda, ABD’deki işletme ve hükümet kuruluşlarından çok sayıda rapor, ABD’nin küresel ekonomideki rekabet avantajının aşınmakta olduğu konusunda uyardı. Bu raporlar, Kongre ve devlet yasama organları tarafından K-12 STEM eğitimini yeniden düzenlemek ve yeni nesil kalifiye bilim insanlarını, mühendisleri, teknisyenleri ve fen ve matematik eğitimcilerini (BHEF) geliştirmek için kapsamlı bir çaba gösterilmesi gerektiğini belirtmiştir (Business Roundtable, 2005; NAS, 2007; NRC, 1996).

2010 yılında Başkan Obama’nın Bilim ve Teknoloji Danışmanları Konseyi (PCAST), K-12 STEM eğitimini geliştirmek için kapsamlı bir rapor hazırladı. Bu raporda yer alan beş genel öneri, (1) STEM eğitiminde Federal koordinasyon ve liderliği geliştirmek; (2) Öğrencilerin temel bir STEM eğitimi devlet önderliğindeki hareketi desteklemek; (3) öğrencileri hazırlayan ve ilham veren STEM öğretmenlerini yetiştirmek, işe almak ve ödüllendirmek; (4) Öğrencileri heyecanlandıran ve ilgilendiren STEM ile ilgili deneyimler yaratmak; ve (5) Okulları aktif STEM öğrenme ortamları oluşturmaları için desteklemektedir (Bilim ve Teknoloji Danışmanları Konseyi, 2010).

Ulusal Araştırma Konseyi (NRC, 2001) tarafından başarılı K-12 STEM eğitime ilişkin öğrencilerin kaliteli öğrenime erişimi, eğitimcinin kapasitesi, politika, finansman, STEM girişimlerine yönelik ilerlemenin izlenmesi ile ilgili 14 göstergeye atıfta bulunulmuştur. Bu göstergeler, önemli gelişmelere yönelik ilerlemeyi değerlendirmek için ulusal düzeyde bir izleme ve raporlama sistemi oluşturmayı ve uygulamayı amaçlamaktadır. STEM disiplinlerinde ve STEM ile ilgili faaliyetlerde öğrenci bilgisinin, ilgisinin ve katılımının ölçülmesi; K-12 STEM eğitiminde finansal, beşeri, sermaye ve maddi yatırımları federal, eyalet ve yerel düzeylerde izlemek; öğretmenler ve müdürler de dahil olmak üzere STEM eğitim işgücünün yetenekleri hakkında bilgi sağlamak; STEM eğitime federal yatırımlar ve işgücü

projeksiyonları ile kullanıldığında işgücü gelişimi için stratejik planlama yapılmasını kolaylaştırmaktır (Ulusal Araştırma Konseyi, 2012). STEM; Global Farkındalık, Yaratıcılık ve Yenilik, Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme, İletişim ve İşbirliği, Bilgi Okuryazarlığı, Medya Okuryazarlığı, Teknoloji Okuryazarlığı ve Yaşam ve Verimlilik ve hesap verebilirlik, liderlik ve sorumluluk içeren Kariyer Becerileri gibi 21. Yüzyıl Becerilerinin geliştirilmesini sağlamaktadır (Museus ve ark., 2011). ABD'de yaygın olarak kabul edilen K-12 STEM eğitimi için üç geniş hedef vardır: STEM alanlarındaki ileri eğitim ve kariyerleri artırmak, STEM yetenekli işgücünü artırmak ve tüm öğrenciler için bilimsel okuryazarlığı artırmak (Ulusal Araştırma Konseyi, 2011). Başka bir deyişle, ABD okullarında STEM eğitiminin genel hedefi, tüm öğrencileri ortaöğretim sonrası çalışmaya ve 21. yüzyıl işgücüne hazırlamaktır.

Nobel ödüllü fizikçi Leon Lederman “STEM’i “Yeni teknolojinin yönlendirdiği değişimlere uyum sağlama ve değişiklikleri kabul etme yeteneği olarak; bilgi temelli bir ekonomide okuryazarlık, olayların çok faktörlü etkilerini önceden tahmin etmek, karmaşık fikirleri farklı kişilere iletme ve belki de en önemlisi, bugün düşünülemez sorunlara yaratıcı çözümler bulmak (NGA, 2007)’tır diye tanımlamıştır. Tüm öğrencilerin STEM okuryazarı olması ve STEM eğitiminin genel durumunu iyileştirmek için, tüm okullardaki tüm öğrenciler STEM vizyonunun bir parçası olmalı ve öğretmenlere uygun mesleki gelişim sağlanmalıdır. Tüm öğrencilere STEM okuryazarlığını kazanmaları için rehberlik yapılmalıdır (Crow ve ark., 2013). Okullarda STEM eğitiminin kapsamlı şekilde uygulanması için pedagojik modeller geliştirecekse yükseköğretim kurumları STEM’in dönüşümünü kolaylaştırmak ve bu okullardaki öğretmenleri desteklemek için öğretmen eğitimini gözden geçirmelidir. Teknolojik problemleri çözmek için gereken bilgi ve yetenekler giderek daha bütünleşmiş ve karmaşık hale gelmektedir. Disiplinlerarası yaklaşım karmaşık problemleri çözmeye bilgisine fazlasıyla ihtiyaç duyulmaktadır (Bybee 2013; Havice 2009). Birçok rapor, geleneksel eğitiminin öğrencileri hayata hazırlamak için genellikle başarısız olduğunu bildirmiştir (Bybee 2013; NGA., 2007; NRC., 2014). Karmaşık gerçek dünyadaki problemleri çözmeye için Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitiminin uygun olacağını savunmuşlardır (NAE ve NRC 2014; Cantrell ve ark. 2006; Schnittka) ve Bell 2011; Wendell ve Rogers 2013).

Mühendislik tasarımı karmaşık problemlerin çözümü, bu süreçte karar verme becerilerinin gelişebileceğini belirtmiştir. Ayrıca mühendislik tasarımı sırasında üst düzey düşünme yeteneği, problem faktörlerini analiz etme, farklı çözümlerin uygulanabilirliğini tahmin etme, sonuçları değerlendirmeye yardımcı olacaktır (ITEA., 2000). “STEM eğitimi”

terimi, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki öğretme ve öğrenmeyi ifade eder; genellikle okul öncesinde doktora sonrasına kadar hem formal hem de informal eğitimde tüm sınıf seviyelerinde kullanılabilir (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). Bybee (2013), STEM eğitiminin genel amacının bir STEM okuyazar toplum geliştirmek olduğunu açıkça ifade etmektedir. STEM okuyazarlığı; Yaşamdaki soru ve sorunları tanımlama, bilimsel bilgiye sahip olmak; STEM alanlarına karşı olumlu tutum ve beceriler geliştirmek; doğal ve tasarlanmış dünyayı açıklamak ve STEM ile ilgili konular hakkında kanıta dayalı sonuçlar çıkarmak olarak tanımlanmıştır. STEM eğitimi dört STEM alanı arasındaki bağlantıyı kurmak, bu alanlarının nasıl geliştirileceğini bilmek, daha etkili çözümler üretmek ve sonuçta daha iyi problem çözümler olmayı sağlamaktadır (Bybee 2013; Sanders 2009).

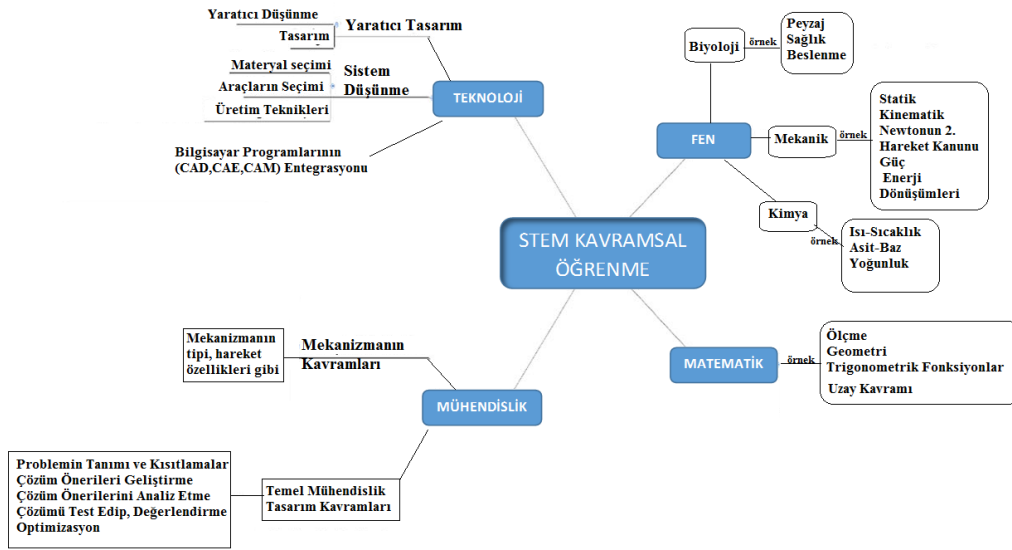
Mühendislik Tasarımının Temel Süreçleri ve Temel Unsurları

K-12 eğitiminde Mühendislik tasarımı, bütünleştirici STEM'i uygulamak için kullanışlı bir öğretim stratejisidir (Crismond ve Adams 2012; Lantz Jr., 2009). Uygun Mühendislik tasarım faaliyeti, bilimsel, matematiksel ve teknolojik öğrenme için anlamlı bir bağlam sağlayabilen açık uçlu, bir süreçten oluşmalıdır. Bu süreç öğrencilerin kavramları ve dolayısıyla sistemleri düşünme, modelleme, test etme, değerlendirme, değiştirme gibi üst düzey düşünme yeteneklerini içermelidir (NGSS. 2013; NRC, 2009; Wendell ve Rogers, 2013). Mühendislik tasarımı, sistem düşünme, kısıtlamaların tanınması, hipotezler, analiz ve optimizasyon gibi temel çekirdek elemanları içerir (Lewis 2005; Merrill ve ark. 2008; NRC 2009; NGSS., 2013). Bu temel unsurlara odaklanmak, öğrencileri daha etkili olmalarını sağlamaktadır (Merrill ve ark. 2008; NRC 2009). Mühendislik tasarım sürecinin basamakları şunlardır (NGSS, 2013; NRC, 2009): (1) sorunları, kısıtlamaları ve sınırlamaları belirlemek; (2) Muhtemel çözümler geliştirmek; (3) tahmine dayalı analiz yapmak ve prototipleri modellemek; (4) en iyi prototipi test etme ve gerekli değişiklikleri yapma ; (5) nihai tasarımı değerlendirmek; ve (6) yeniden tasarlayıp, optimize etmektir.

Birçok çalışma, öğretmenleri, öğrencilerin fen ve matematik bilgilerini etkili bir şekilde uygulamalarına yardımcı olan mühendislik tasarım yaklaşımını öğretim aracı olarak kullanmayı teşvik etmiştir (Cantrell ve ark. 2006; Schnittka ve Bell 2011). McCormick (2004). Öğretmenlerin fen ve matematik bilgisi ile problem çözüme arasındaki çeşitli bağlantıları iyi bir şekilde açıklamadan ve tasarım süreçlerine yeterli önem vermeden yapılan mühendislik tasarımının başarısız olabileceğini belirtilmiştir (Crismond ve Adams 2012).

STEM Bilgisi ve Üst Düzey Düşünme Becerileri

Mühendislik problemlerini çözmek için proje tasarımı ve üst düzey becerilerle ilgili STEM bilgisi önemlidir (NRC 2009; NGSS, 2013). STEM bilgisi hem kavramsal hem de prosedürel bilgidir. Kavramsal bilgi, ilgili kavramlarla ve genel ilkeler hakkında bilgi sahibi olmaktır (McCormick 2004). Prosedürel bilgi ise mühendislik tasarım sürecindeki uygulama becerileri içermektedir (McCormick 2004; Rittle-Johnson ve Alibali 1999). Kavramsal ve prosedürel bilgi tasarım ve problem çözme süreçleri sırasında üst düzey düşünme becerilerinin tamamlayıcısıdır (Schneider ve ark. 2011). Bu süreçte kavramsal bilginin kapsamlı olması gerekmektedir. Prosedürel bilginin ise farklı çözüm yollarını denemeyi ve en iyi çözümü bulmak için kavramsal bilgiyi esnek bir şekilde kullanılması gerektiğini bildirmiştir (Baroody ve ark. 2007). STEM eğitiminde öğrencilerin sadece “ne” ve “nasıl” değil aynı zamanda “neden” i bilmeleri gerekmektedir. Bu da STEM bilgisine ve daha üst düzey düşünme becerilerine sahip olmalarını gerektirir (Yeh, 2003).



Şekil 1 STEM Kavramları (Sanders 2009)

Tersine Mühendislik

Tersine mühendislik mevcut bir ürünü inceleyen, ürünün nasıl yapıldığını ve nasıl çalıştığını öğrenmek için detaylı bilgi ve özellikleri belirleyen bir süreçtir. Tersine mühendisliğin çalışma alanları mekanik bileşenler / düzenekler, elektronik bileşenler ve bilgisayar programları (yazılım) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca biyolojik, kimyasal ve organik maddeler de tersine çevrilebilir (Thayer, 2017). Tersine mühendislik, öğrencilere tasarım özellikleri hakkında eleştirel olarak soru sorma fırsatı sunar ve bunu yaparken de öğrencilerin

tasarımın arkasındaki bilimi ve mühendislik tasarımının bileşenlerini daha iyi anlamalarına yardımcı olur (West ve ark. 2015).

Gabriele göre tersine mühendislik kavramı tasarım ekibi tarafından geliştirilen tasarım kararlarını ve bilgilerini yeniden oluşturmak için mevcut bir ürünün derinlemesine çalışması ve analizi olarak tanımlanmaktadır (Wood ve ark. 2001). Tersine mühendislik süreci ürün veya nesnenin boyutlarını, biçimini ve özelliklerini analiz ederek mevcut bir nesneyi çoğaltmayı amaçlar (Batni ve ark. 2010). Dempere (2009) tersine mühendisliği bir ürünün yapısını, işleyişini ve işlenmesini aydınlatmak amacıyla ayrıntılı olarak analiz etme süreci olarak tanımlamaktadır.

Thayer (2017) tersine mühendisliğin aşamalarını Şekil 2’de belirtmiştir.



Şekil 2 Tersine Mühendislik Aşamaları (Thayer, 2017)

Şekil 2 incelendiğinde tersine mühendisliğin bir döngü içerisinde olduğu görülmektedir. Tersine mühendisliğin aşamaları (1) tasarımın amacını belirlemek, (2) nasıl çalıştığını gözlemlemek, (3) sökmek / deforme etmek, (4) analiz yapmak, (5) rapor / yeniden tasarlamak olarak yer almaktadır.

Yöntem

Çalışma Grubu

Bu araştırmanın evrenini, 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Şanlıurfa ili Eyyübiye ilçesinde bir devlet okulunda öğrenim gören 8. sınıf öğrenciler oluşturmaktadır. Öğrenciler tamamen rastgele seçilip oluşturulmuştur.

Veri Toplama Araçları

1. Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi (FBABT)

Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi, araştırmacılar tarafından Karışımlar, Isı ve Sıcaklık ve Basit Makineler konusunda hazırlanmıştır. Test, her konuya ait 20 soru bulunmakta olup toplam 60 sorudan oluşmaktadır. Hazırlanan test deney ve kontrol grubundaki kişiler üzerinde yapılacak olan ölçme sonuçlarının kararlılığını tespit etmek amacıyla uygulamaya başlanmadan önce pilot uygulama olarak Şanlıurfa ili Eyyübiye ilçesinde olan bir devlet okulunda 8. Sınıfta öğrenim gören 40 öğrenciye uygulanmıştır. Testin tek uygulamaya dayalı ve doğru / yanlış ikili cevap seçeneklerinden oluşması sebebiyle güvenilirlik yöntemlerinden Kuder Richardson (KR) 20 yöntemi seçilmiştir. Test maddelerinin güçlük katsayıları eşit olmadığından KR-20 formülü kullanılır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2014, s. 110). Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi üç farklı konudan oluştuğundan dolayı her bir test kendi içinde değerlendirilmiştir. Analizler sonucunda “Karışımlar” konulu test için KR-20 değeri 0,76 (yüksek), “Isı ve Sıcaklık” konulu test için KR-20 değeri 0,80 (yüksek), “Basit Makineler” konulu test için KR-20 değeri 0,76 (yüksek) tespit edilmiştir.

2. Problem Çözme Envanteri (ÇPÇE)

Serin, Bulut Serin ve Saygılı (2010) tarafından geliştirilmiş olan “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” kullanılmıştır. ÇPÇE, bireyin problem çözme ile ilgili davranış ve tutumlarının nasıl algılandığını değerlendirmek amacıyla kullanılan bir envanterdir. Çocuklar için problem çözme envanteri (ÇPÇE), ilköğretim öğrencilerinin problem çözme becerisi konusunda kendisini algılayışlarını belirlemek üzere ülkemizde geliştirilen özgün ve ilk envanter olma niteliğini taşımaktadır. Envanterin faktör analizi sonucunda “Problem Çözme Becerisine Güven” (12 madde), “Öz Denetim” (7 madde) ve “Kaçınma” (5 madde) olmak üzere toplam üç faktör ve 24 maddeden oluşan envanterin tamamının cronbach alpha güvenilirlik katsayısının 0,80 olduğu saptanmıştır.

Araştırmanın Uygulanması

Hem deney hem de kontrol grubunda “Karışımlar”, “Isı ve Sıcaklık” ve “Basit Makineler” konularına yer verilmiştir.

Kontrol Grubunun Uygulamaları

Kontrol grubunda Fen Bilimleri Akademik Başarı testi ve Problem çözme envanteri ön test olarak uygulandıktan sonra dersler yapılandırmacı yaklaşım yöntem ve tekniklerine uygun

olarak, MEB kazanımları doğrultusunda işlenmiştir. Uygulama 10 hafta boyunca devam etmiştir. Dersler ders kitabında yer alan etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca derslerde çevrimiçi sosyal eğitim platformu olan Eğitim Bilişim Ağı (EBA) dan da faydalanılmıştır.

Deney Grubunun Uygulamaları

Deney grubu uygulamaları aşağıdaki basamaklardan oluşmaktadır.

1. Deney grubunda FBABT ve ÇPÇE ön test olarak uygulanmıştır.
2. Öğrenciler beş veya altı kişilik gruplara ayrılmıştır.
3. Öğrencilere araştırmacı tarafından bilgi temelli hayat problemleri (BTHP)nin yer aldığı problem senaryosu verilmiştir.
4. Öğrenciler bu problemle ilgili tersine mühendislik ve sonrasında mühendislik tasarımları yapmaları istenmiştir.

Tersine Mühendislik Süreci

Tersine Mühendislik sürecinde “Karışımlar”, “Isı ve Sıcaklık” ve “Basit Makineler” konuları ile ilgili etkinlikler yapılmıştır. Öğrencilerdeki tasarım becerilerinin nitel olarak değerlendirilebilmesi için tasarım öncesi ve sonrasında öğrencilerden kahve makinası çizimleri istenmiştir.

Bu süreçte önce öğrencilerden bir kahve makinası çizimleri istenmiştir. Bu tasarımın aşamaları;

1. Tasarımın Amacını Belirlemek; her grup kendi tasarlayacağı kahve makinasının özelliklerini belirlemiştir.
2. Nasıl Çalıştığını Gözlemlemek; ikinci aşamada çeşitli kahve makinaları elektrikli cezve, filtre kahve makinası, Türk kahve makinalarının nasıl çalıştığı incelenmiştir.
3. Sökmek / Deforme Etmek: bir kahve makinasının parçalarına ayrılmış halinden yola çıkarak her parçanın ne işe yaradığı tartışılmıştır.
4. Analiz Yapmak; yukarıdaki aşamalar gözden geçirilerek her grup kendi makinasını tasarlamıştır.
5. Rapor / Yeniden Tasarlamak; Tasarlanan makinaların hem çizimleri (Şekil 3) hem de maketleri (Şekil 4) yapıp sınıfa ve öğretmene sunulmuştur.

edene faktörleri belirlemek için bazı gruplardan sıcaklığın çözünme hızına etkisini bazı gruplardan da tanecik boyutunun çözünme hızının etkisini test etme görevi verilmiştir. İkinci etkinlik olan “Isı ve Sıcaklık” konusunda BTHP olarak Şanlıurfa’da bir kafede çalışan işletmeci ve ekibinin müşterilerin istekleri doğrultusunda hazırladıkları kahvelerin kısa sürede soğuması ile ilgili problem durumu anlatılmaktadır. Buradan hareketle öğrencilerin problem durumunu tespit etme, görevlerinin ne olduğunu belirleme gibi sorular yöneltilmiştir. Isı ve sıcaklık konusundan iletken ve yalıtkan malzemelerden yola çıkarak ısı alışverişini ile ilgili çözüm önerileri üretmeleri beklenmiştir. Üçüncü etkinlik olan “Basit Makineler” konusunda BTHP olarak Şanlıurfa’da bir kafede çalışan işletmeci ve ekibinin ilk etkinlik zamanında bozulan kahve makinesini öğrencilerden yeniden tasarlamaları beklenmektedir. Buradan yola çıkarak öğrencilerin problem durumunu tespit etme, görevlerinin ne olduğunu belirleme gibi sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerden basit makinelerde kuvvet kazancı sağlanması için yük ve uygulanan kuvvet ile ilgili çözüm önerileri üretmeleri beklenmiştir.

Olası Çözümleri Geliştirme: Bu bölümde öğrenciler BTHP metninden yola çıkarak nasıl bir ürün geliştireceklerini, nelere dikkat edeceklerini, kriter ve sınırlılıkları belirlemişlerdir. Öğrenciler ürün geliştirirken hangi malzemelere ihtiyaçları olduklarını tespit etmişlerdir.

En Uygun Çözümü Kararlaştırma: Öğrenciler bir önceki aşamada geliştirdikleri ürünü denemek için deney malzemelerinin bulunduğu standı gitmişlerdir. Buradan geliştirecekleri ürünleri için gerekli olan malzemeleri satın almışlardır. Eğer gerekli gördükleri malzemeyi bulamazlarsa diğer alternatifleri değerlendirmişlerdir. Yeniden geliştirecekleri ürünü maliyet, zaman, tasarım, kullanılabilirlik, yapılabirlik açısından değerlendirip son haline karar vermişlerdir.

Prototip Oluşturma: Bir önceki bölümde deney standından aldıkları malzemeleri belirleyip oluşturacakları prototipin resmini çizmişlerdir.

Prototipi Test Etme: Bu bölümde öğrencilerden beklenen görevi test etmeleri beklenmiştir. Öğrencilerden BTHP’deki bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerin belirlenmesi istenmiştir. Sonra öğrenciler geliştirdikleri ürünü test etmişlerdir.

Kahve makinesi ile “Karışımlar”, “Isı ve Sıcaklık” ve “Basit Makineler” konuları arasında ilişkiler kurulmuştur. “Karışımlar” konusunda (Şekil 5) çözünme hızına etki eden faktörler grup içi deney sonucu ve tartışmalardan yola çıkılarak tespit edilmiştir. Karışımlarda çözünme hızının sıcaklık üzerine etkisini tespit etmek ile görevli olan gruplar bağımsız değişken olarak soğuk, ılık ve sıcak su örneklerini seçtiler. Çözünme hızının tanecik boyutu

(temas yüzeyi) üzerine etkisini tespit etmek ile görevli olan gruplar bağımsız değişken olarak öğütülmüş / çekilmiş kahve, yarı öğütülmüş / çekilmiş kahve ve öğütülmemiş / çekilmemiş kahve örneklerini seçtiler. Seçilen örneklerden sıcaklığın kaç derece olacağını veya kahve miktarının ne kadar olacağını grup üyeleri tartışarak karar vermişlerdir. Ölçüm sonuçlarını yazıcı olarak seçilen grup üyesi / üyeleri tarafından kaydedilmiştir.



Yıkılmaz Mühendisler



Mühendis Kızlar



Geleceğin Fencileri



Siber Kimyacılar



Geleceğin Mühendisleri

Şekil 5 "Karışımlar" Etkinliği Prototipin Test Edilmesi

İkinci etkinlik olan "Isı ve Sıcaklık" konusunda (Şekil 6) her bir gruptaki öğrenciler deneyi tasarlarken bağımsız değişken olarak üç tane farklı ısı yalıtım malzemesi belirlemişlerdir. Seçtikleri ürünlerden ne kadar miktar alacaklarını, şişelerin içine koyacakları su miktarlarını ve ne kadar sürede ölçeceklerini grup üyeleri tartışarak karar vermişlerdir. Ölçüm sonuçlarını yazıcı olarak seçilen grup üyesi / üyeleri BMAD'ne kaydettiler. Etkinliğin son aşamasında öğrenciler tarafından yapılan etkinlik sonucunda elde edilen verilerden yola çıkarak disiplinler arası ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır.



Yıkılmaz Mühendisler



Mühendis Kızlar



Geleceğin Fencileri



Siber Kimyacılar



Geleceğin Mühendisleri

Şekil 6 "Isı ve Sıcaklık" Etkinliği Prototipin Test Edilmesi

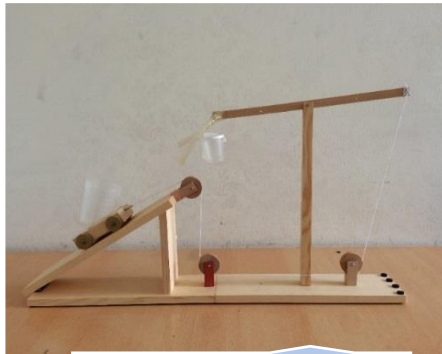
Üçüncü etkinlik olan “Basit Makineler” konusunda (Şekil 7) grup üyeleri deneyini tasarlarken bağımsız değişken olarak farklı türde basit makineler seçmişlerdir. Öğrenciler seçtikleri basit makinelerde kontrol değişken olarak yük miktarını belirlediler. Ölçüm sonuçlarını yazıcı olarak seçilen grup üyesi / üyeleri BMAD’ne kaydettiler. Etkinliğin son aşamasında öğrenciler tarafından yapılan etkinlik sonucunda elde edilen verilerden ile disiplinler arası ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır. Etkinliklerin en son aşamasında yapılan uygulama sonucunda elde edilen verilerden yola çıkarak disiplinler arası ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır.



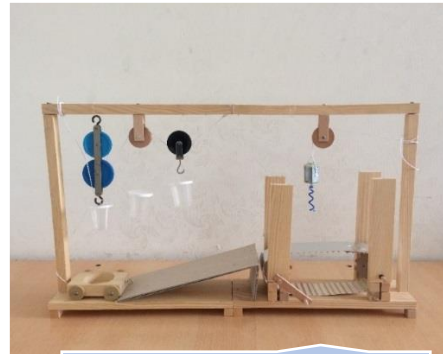
Yıkılmaz Mühendisler



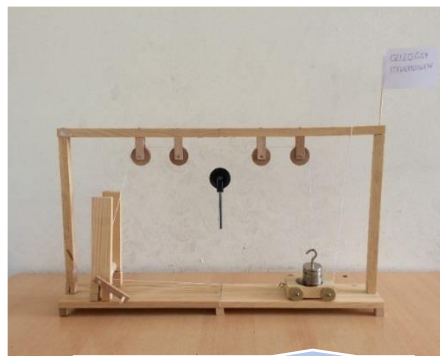
Mühendis Kızlar



Geleceğin Fencileri



Siber Kimyacılar



Geleceğin Mühendisleri

Şekil 7 "Basit Makineler" Etkinliği Prototipin Test Edilmesi

Tüm etkinlikler tamamlandıktan sonra öğrencilerden bütün etkinliklerden elde ettikleri sonuçlardan yola çıkarak (üç konudaki bilgileri kapsayacak) bir kahve makinesi tasarlaması istenmiştir.

Verilerin Çözümlemesi

Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi

Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi üç farklı konudan (Karışımlar, Isı ve Sıcaklık, Basit Makineler) oluşan ve her bir testte 20 soru, toplam 60 sorudan oluşan bir başarı testidir. Her bir testte bulunan sorunun doğru cevabı 1 puan, yanlış cevap veya boş bırakılan soru ise 0 puan olarak hesaplanmıştır. Buna göre bütün testlerden toplam en az 0 puan, en fazla 60 puan alınmaktadır. Araştırma kapsamında uygulama öncesi ön test ve uygulama sonrasında son test olarak uygulanan her bir test (20 soru) için öğrencilere 30 dakika süre verilmiştir.

Problem Çözme Envanteri

Çocuklar için Problem Çözme Envanterinin maddelerin cevapları “Hiçbir zaman böyle davranmam”, “Ender olarak böyle davranırım”, “Arada sırada böyle davranırım”, “Sık sık böyle davranırım”, “Her zaman böyle davranırım” olarak belirtilmiştir. Testin puanlamasının yorumu tek sayılı (1,3,5...) maddelerde “Hiçbir zaman böyle davranmam” 1 puan, “Ender olarak böyle davranırım” 2 puan, “Arada sırada böyle davranırım” 3 puan, “Sık sık böyle davranırım” 4 puan, “Her zaman böyle davranırım” 5 puan olarak belirtilmiştir. Çift sayılı (2,4,6...) maddelerde bulunan faktörlerin tamamı olumsuz olduğundan hesaplama sırasında ters hesaplama yapılmıştır. Yani “Hiçbir zaman böyle davranmam” 5 puan, “Ender olarak böyle davranırım” 4 puan, “Arada sırada böyle davranırım” 3 puan, “Sık sık böyle davranırım” 2 puan, “Her zaman böyle davranırım” 1 puan olarak belirtilmiştir. Buna göre Çocuklar için Problem Çözme Envanteri’nden en az 24 puan, en fazla 120 puan alınmaktadır.

Bulgular ve Yorumlar

Araştırmada elde edilen bulgular aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

1. Fen Bilimleri Akademik Başarı Testine Ait Bulgular

Bu bölümde tersine mühendislik uygulamalarının fen bilimleri dersi akademik başarısı üzerine etkisinin incelendiği birinci alt problemi kapsamında FBABT ile elde edilen deney ve kontrol grubu öğrencilerine ait ön ve son test puanları karşılaştırılmıştır.

Tablo 1 Fen Bilimleri Akademik Başarı Ön Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	\bar{X}	SS	p
Karışımlar	Deney	28	12,79	1,60	0,99
	Kontrol	28	12,79	1,89	
Isı ve Sıcaklık	Deney	28	10,86	1,90	0,78
	Kontrol	28	11,00	1,92	
Basit Makineler	Deney	28	10,75	2,07	0,85
	Kontrol	28	10,86	2,09	

Tablo 1’de Fen bilimleri akademik başarı testinin ön test uygulaması sonucundaki veriler görülmektedir. Buna göre deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark yoktur. Bu sonuç uygulama öncesi grupların eşit olduğunu göstermektedir.

Tablo 2 Fen Bilimleri Akademik Başarı Son Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	\bar{X}	SS	p
Karışımlar	Deney	28	18,82	1,16	0,01
	Kontrol	28	13,71	1,88	
Isı ve Sıcaklık	Deney	28	16,86	1,96	0,01
	Kontrol	28	12,32	2,34	
Basit Makineler	Deney	28	17,21	1,75	0,01
	Kontrol	28	12,21	2,23	

Tablo 2’de Fen bilimleri akademik başarı testinin son test uygulaması sonucundaki veriler görülmektedir. Buna göre deney ve kontrol grubu ortalama puanları arasında .01 düzeyinde anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu fark deney grubu lehine olması tersine mühendislik uygulamalarının öğrencilerin karışımlar, ısı-sıcaklık ve basit makineler koşundaki akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği bulunmuştur.

Tablo 3 Deney Grubu Öğrencilerinin Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları

Grup	Test	N	\bar{X}	SS	p
Deney	Karışımlar Ön Test	28	12,79	1,60	0,01
	Karışımlar Son Testi	28	18,82	1,16	
Deney	Isı ve Sıcaklık Ön Test	28	10,86	1,90	0,01
	Isı ve Sıcaklık Son Testi	28	16,86	1,96	
Deney	Basit Makineler Ön Test	28	10,75	2,07	0,01

Basit Makineler Son Testi	28	17,21	1,75
---------------------------	----	-------	------

Tablo 3’de deney grubunun ön test ve son test sonuçları karşılaştırılmıştır. Buna göre her 3 konuda (karışımlar, ısı-sıcaklık ve basit makineler) da ön test ve son test arasında istatistiksel olarak .01 düzeyinde anlamlı bir fark görülmektedir. Bu sonuç tersine mühendislik uygulamalarının akademik başarıyı olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Tablo 4 Deney Grubu Öğrencilerinin Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

Grup	Test	N	r	p
Deney	Karışımlar Ön Test & Karışımlar Son Test	28	0,62	0,01
Deney	Isı ve Sıcaklık Ön Test & Isı ve Sıcaklık Son Test	28	0,65	0,01
Deney	Basit Makineler Ön Test & Basit Makineler Son Test	28	0,82	0,01

Tablo 4 incelendiğinde deney grubu ön ve son test sonuçları arasında güçlü düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,62$, $p=0,01$, $p<0,05$).

2. Çocuklar İçin Problem Çözme Envanterine İlişkin Bulgular

Bu bölümde tersine mühendislik uygulamalarının 8. Sınıf öğrencilerinde problem çözme becerisi üzerine etkisinin incelendiği araştırmanın ikinci alt problemi kapsamında ÇPÇÖ ile elde edilen deney ve kontrol grubu öğrencilerine ait ön ve son test puanları karşılaştırılmıştır.

Tablo 5 Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Çocuklar İçin Problem Çözme Envanterinin Ön Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	\bar{X}	SS	p
Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Ön Test	Deney	28	83,11	13,96	0,31
	Kontrol	28	87,39	17,43	

Tablo 5 incelendiğinde araştırmada “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” ön test sonuçlarının deney ve kontrol grubuna göre farklı düzeylerde olmadığı bulgusuna varılmıştır. Çalışmanın en başında deney ve kontrol grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” tutumlarının benzer olduğu tespit edilmiştir ($p=0,31$, $p>0,05$).

Tablo 6 Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Çocuklar İçin Problem Çözme Envanterinin Son Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	\bar{X}	SS	p
Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Son Test	Deney	28	98,93	12,46	0,01
	Kontrol	28	88,46	17,20	

Tablo 6 incelendiğinde araştırmada “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” son test sonuçlarının deney ve kontrol grubuna göre farklı düzeylerde olduğu bulgusuna varılmıştır. Farkın deney grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” tutumlarının kontrol grubuna göre daha yüksek düzeyde olmasından kaynaklandığı edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 7 Deney Grubu Öğrencilerinin Çocuklar İçin Problem Çözme Envanterinin Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları

Grup	Test	N	\bar{X}	SS	p
Deney	Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Ön Test	28	83,11	13,96	0,01
	Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Son Test	28	98,93	12,46	

Tablo 7 incelendiğinde deney grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” ön ve son test sonuçlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olduğu, deney grubu öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” düzeylerinin etkinlik sonrasında daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 8 Deney Grubu Öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

Grup	Test	N	r	p
Deney	Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Ön Test &	28	0,95	0,01
	Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Son Test			

Tablo 8 incelendiğinde deney grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” ön ve son test sonuçları arasında çok güçlü düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,95$, $p=0,01$, $p<0,05$).

Sonuç ve Tartışma

Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde Akademik Başarılarına Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışmalar

Tersine mühendislik uygulamalarının 8. Sınıf öğrencilerinde akademik başarılarına etkisini tespit etmek amacıyla deney ve kontrol grubuna uygulama öncesi ve sonrasında “Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi” uygulanmıştır. Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçlarından bilgi düzeylerinin benzer olduğu tespit edilmiş; uygulama sonrasında ise deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi” son test puanlarının farklı düzeyde olduğu; anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. FBABT üç konudan oluşmaktaydı. Bunlar: Karışımlar, Isı ve Sıcaklık, Basit Makineler başlığı altında toplanmıştır. Üç konudan oluşan testin deney grubu öğrencilerine ait ön ve son testler arasında anlamlı fark olduğu; kontrol grubu öğrencilerine de ait ön ve son testler arasında anlamlı fark olduğu analiz edilmiştir. Fakat deney grubunun başarı yüzdeleri kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; kontrol grubu öğrencileri kendi içinde karşılaştırıldığında “Karışımlar” konusu ön test puanlarının ortalaması 12,79 ve son test puanlarının ortalaması 13,71; deney grubu öğrencileri kendi içinde karşılaştırıldığında “Karışımlar” konusu ön test puanlarının ortalaması 12,79 ve son test puanlarının ortalaması 18,82 olduğu analiz edilmiştir.

Deney ve kontrol grubundaki öğrenciler 8. Sınıf öğrencileri olduğundan 2018-2019 öğretim yılı sonunda girecekleri Liselere Giriş Sınavı (LGS) etkili olduğu söylenebilir. Çünkü her iki gruptaki öğrenciler LGS’ye hazırlanan bir gruptur. Sınav başarısını arttırmak için bu gruptaki çoğu öğrencinin okul dışı etüt ve destekleme yetiştirme kursuna (DYK) katıldığı bilinmektedir. Bu sonuca bakılarak, tersine mühendislik uygulamalarının yapılandırmacı öğretime göre akademik başarı açısından daha etkili olduğu söylenebilir.

Cohen’in (1988) etki büyüklüğüne göre değerlendirildiğinde tersine mühendislik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Alanyazın incelendiğinde Wood ve ark.(2001) tersine mühendislik kavramını geliştirmeye ve uygulamaya çalışmışlardır. Öğrencilerin tersine mühendislik projelerine çok olumlu tepki verdiklerini, çünkü ürün tasarlama hakkında bir deneyim edinmelerini sağladıklarını tespit

etmişlerdir. Bunun sonucunda tersine mühendislik ve yeniden tasarımı öğrencilerin derslerde heyecanını ve öğrenmelerini arttırmak için bir köşe taşı olarak görmüşlerdir.

Kennedy ve ark.(2016) yaptıkları çalışmada origami yardımıyla STEAM yaklaşımının tersine mühendislik uygulamaları ile entegre edilmesi sayesinde öğrencilerin uzamsal düşünme ve bilişsel becerilerin geliştirildiği tespit edilmiştir. Bull ve ark. (2016) yaptıkları araştırmada tersine mühendislik uygulamaları ile öğrencilerin icatların ilgi çekici hikayesiyle bilimi, mühendisliği ve tasarımı öğrenebilmeleri hedeflenmiştir. Ön ve son test ile çalışma sonucunda mühendislik öğrencilerinin dört puan daha kazandığını ve ortalama olarak ünitenin başında olduğundan iki harf notu daha yüksek aldığı sonucuna varmışlardır.

Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde Problem Çözme Becerisi Üzerine Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışmalar

Tersine mühendislik uygulamalarının 8. Sınıf öğrencilerinde problem çözme becerisi üzerine etkisini tespit etmek amacıyla deney ve kontrol grubuna uygulama öncesi ve sonrasında “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” uygulanmıştır. Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçlarından bilgi düzeylerinin benzer olduğu tespit edilmiş; uygulama sonrasında ise deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” son test puanlarının farklı düzeyde olduğu; anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Envanterin deney grubu öğrencilerine ait ön ve son testler arasında anlamlı fark olduğu; kontrol grubu öğrencilerine de ait ön ve son testler arasında anlamlı fark olduğu analiz edilmiştir. Fakat deney grubunun başarı yüzdeleri kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; kontrol grubu öğrencileri kendi içinde karşılaştırıldığında ön test puanlarının ortalaması 87,39 ve son test puanlarının ortalaması 88,46; deney grubu öğrencileri kendi içinde karşılaştırıldığında ön test puanlarının ortalaması 83,11 ve son test puanlarının ortalaması 98,93 olduğu tespit edilmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğrenciler 8. Sınıf öğrencileri olduğundan bu yaş grubundaki öğrencilerin fikirleri ve tutumları değişebilmektedir. Okula, derse veya öğretmene olan ilgi ve meraktan dolayı problem çözme becerileri değişebilir. Fakat öğrencilerin tutumu kısa sürede hızla değişen bir yapı değildir. Analiz sonuçlarında da kontrol grubunda %1,2 artış; deney grubunda %19,0 artış görülmektedir. Bu sonuçtan yola çıkarak deney grubunun kontrol grubuna göre uygulama sonunda problem çözme becerilerinin daha arttığı sonucuna varılabilir. Bu sonuca bakılarak, tersine mühendislik uygulamalarının yapılandırmacı öğretime göre problem çözme becerilerinde daha etkili olduğu söylenebilir. Alanyazın incelendiğinde Griffin ve ark. (2010) tersine mühendislik uygulamalarının öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerine olumlu yönde katkısı olduğu

ifade etmektedirler. Rogers (2013)'ın tersine mühendislik uygulamaları ile yürüttüğü çalışmada bir kız öğrencinin ifadesi "... şimdi bir sorunu nasıl analiz edeceğimi ve nasıl düşüneceğimi biliyorum" olarak belirlenmiştir. Buradan şu belirtilebilir ki tersine mühendislik uygulamaları öğrencilerin problem çözme ve analitik düşünme becerilerini olumlu yönde etkilediği ifade edilebilir.

Öneriler

1. Yapılan bu araştırmada Fen Bilimleri dersi 7. sınıf düzeyinden "Karışımlar" konusu ve 8. sınıf düzeyinden "Isı ve Sıcaklık" ve "Basit Makineler" konuları seçilip 8. sınıf öğrencilerine yönelik tersine mühendislik uygulamaları ile gerçekleştirilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda farklı sınıf düzeyleri ve/veya ünite/konu kapsamında tersine mühendislik uygulamaları geliştirilebilir.

2. Fen Bilimleri programındaki çoğu konular için tersine mühendislik uygulamalarında yazılan bilgi temelli hayat problemleri geliştirilebilir.

3. Mühendislik uygulamaları çalışmalarda genellikle fizik ve kimya alanına yönelik uygulamaları içermektedir. Biyoloji alanına (genetik mühendisliği, biyoteknoloji) yönelik uygulamalara da yer verilebilir.

Kaynakça

- Baroody, A. J., Feil, Y., & Johnson, A. R. (2007). An alternative reconceptualization of procedural and conceptual knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(2), 115–131.
- Batni, S., Jain, M.L. & Tiwari, A. (2010). Reverse engineering: a brief review. *International Journal on Emerging Technologies 1*(2), 73-76.
- Bull, G., Standish, N. & Tyler-Wood, T. (2016). Teaching Science and Engineering through Reconstruction of Historic Inventions. *2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies*
- Business Roundtable (2005). *Tapping America's potential: The education for innovation initiative*. Washington, DC: Business Roundtable. Also available online at http://www.tap2015.org/about/TAP_report2.pdf.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press.

- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A., & Velasquez-Bryant, N. (2006). The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(4), 301–309.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Routledge Academic.
- Crismond, D. P., & Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 738–797.
- Crow, J.E., Kennedy, T.J., Odell, M.R.L., Ophus, J.D. & Abbitt, J.T. (2013). “Using Just-in-Time PD to Technologically Prepare High School STEM Teachers.” In M.M. Capraro, R.M. Capraro, & C.W. Lewis, (Eds.), *Improving Urban Schools: Equity and Access in K-16 STEM Education*, Chapter 9, 143-157. Information Age Publishing.
- Dempere, L.A.(2009). Reverse engineering as an educational tool for sustainability. *IEEE International Symposium on Sustainable*. DOI:[10.1109/issst.2009.5156748](https://doi.org/10.1109/issst.2009.5156748)
- Gonzalez, H.B. & Kuenzi J. (2012). *Congressional Research Service Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer*, p. 2. Also available online at <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2010/05/STEM-Education-Primer.pdf>
- Griffith, A. (2010). Persistence of women and minorities in STEM field majors: Is it the school that matters? *Educational Economics Review*, 29, 911-922.
- Havice, W. (2009). The power and promise of a STEM education: Thriving in a complex technological world. In ITEEA (Ed.), *The overlooked STEM imperatives: Technology and engineering* (pp. 10–17). Reston, VA: ITEEA.
- ICASE. (2013). *The Kuching Declaration*. Final Proceeding of the World Conference on Science and Technology Education (WorldSTE2013). Kuching, Malaysia. Also available online at: http://www.icasonline.net/ICASE%20Kuching%20Declaration_Final.pdf
- International Technology Education Association. (2000). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. Reston, VA: Author.
- Joyce, A. & Dzoga, M. (2011, March). *Science, technology, engineering and mathematics education: Overcoming challenges in Europe*. Intel Educator Academy EMEA. ISBN 9789491440144. Also available online at: http://www.ingenious-science.eu/c/document_library/get_file?uuid=3252e85a-125c-49c2-a090-eaeb3130737a&groupId=10136

- Kennedy, Lee, & Fontecchio (2016). STEAM approach by integrating the arts and STEM through origami in K-12. IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). Volume: 1, Pages: 1-5.
- Lantz Jr., H. B. (2009). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education what form? What function? Retrieved from <http://www.currtechintegrations.com/pdf/STEMEducationArticle.pdf>.
- Lewis, T. (2005). Coming to terms with engineering design as content. *Journal of Technology Education*, 16 (2), 37–54.
- McCormick, R. (2004). Issues of learning and knowledge in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 14(1), 21–44.
- Merrill, C., Custer, R. L., Daugherty, J., Westrick, M., & Zeng, Y. (2008). Delivering core engineering concepts to secondary level students. *Journal of Technology Education*, 20(1), 48–64.
- Museus, S, Palmer, R.T., Davis, R.J., & Maramba, D.C. (2011). *Racial and Ethnic Minority Students' Success in STEM Education*. Hoboken: New Jersey: Jossey-Bass, p. viii. Also available online at: http://works.bepress.com/robert_palmer/32
- National Academy of Engineering & National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Governors Association. (2007). *Building a science, technology, engineering and math agenda*. Retrieved from <http://www.nga.org/files/live/sites/NGA/files/pdf/0702INNOVATIONSTEM.PDF>.
- National Research Council. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Academy of Sciences (NAS). (2007). *Rising above the gathering storm: Energizing and employing America for a brighter economic future*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2012). *Monitoring Progress Toward Successful K-12 STEM Education: A Nation Advancing?*. Washington DC: The National Academies Press.

- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Science Education. Board on Science Education and Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press. Also available online at http://www.stemreports.com/wp-content/uploads/2011/06/NRC_STEM_2.pdf.
- President's Council of Advisors on Science and Technology. (2010). *Prepare and Inspire: K-12 Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) Education for America's Future*. Also available online at <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-stemed-report.pdf>.
- Rittle-Johnson, B., & Alibali, M. W. (1999). Conceptual and procedural knowledge of mathematics: Does one lead to the other? *Journal of Educational Psychology*, 91(1), 175–189.
- Rogers-Chapman, M. F. (2013). Accessing STEM-focused education: Factors that contribute to the opportunity to attend STEM high schools across the United States. *Education and Urban Society*, XX(X), 1-22.
- Thayer, K. (2017). How Does Reverse Engineering Work? Erişim: 10 Temmuz 2019, <https://insights.globalspec.com/article/7367/how-does-reverse-engineering-work>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Schneider, M., Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2011). Relations among conceptual knowledge, procedural knowledge, and procedural flexibility in two samples differing in prior knowledge. *Developmental Psychology*, 47(6), 1525.
- Schnittka, C. G., & Bell, R. L. (2011). Engineering design and conceptual change in science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*, 33, 1861–1887.
- Wendell, K. B., & Rogers, C. B. (2013). Engineering design-based science, science content performance, and science attitudes in elementary school. *Journal of Engineering Education*, 102(4), 513–540.
- West, A.B., Sickel, A. J. & Cribbs, J. D. (2015). The Science of Solubility: Using Reverse Engineering to Brew a Perfect Cup of Coffee [Çözünürlük Bilimi: Mükemmel Bir Kahve Demlemek İçin Tersine Mühendislik Kullanma]. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 52(3), 65-73.

- Wood, K. L., Jensen, D., Bezdek, J., & Otto, K. N. (2001). Reverse Engineering and Redesign: Courses to Incrementally and Systematically Teach Design. *Journal of Engineering Education*, 90(3), 363–374.
- Yeh, Y. C. (2003). Critical thinking test-Level I guidebook. Taipei, Taiwan: Psychological Publishing Co.