



ISSN: 2146-1961

Pekbay, C. (2022). Mühendislik Tasarım Temelli STEM Etkinliği Geliştirme ve Uygulama Sürecinin Öğretmen Adaylarının Karar Verme Becerilerine Etkisi, *International Journal of Eurasia Social Sciences (IJOESS)*, 13(50), 1462-1477.

DOI: <http://dx.doi.org/10.35826/ijoess.3213>

Makale Türü (ArticleType): Araştırma Makalesi

MÜHENDİSLİK TASARIM TEMELLİ STEM ETKİNLİĞİ GELİŞTİRME VE UYGULAMA SÜRECİNİN ÖĞRETMEN ADAYLARININ KARAR VERME BECERİLERİNE ETKİSİ

Canay PEKBAY

Dr. Öğretim Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak, Türkiye, canayaltindag@gmail.com
ORCID: 0000-0002-7059-5914

Gönderim tarihi: 24.08.2022

Kabul tarihi: 14.11.2022

Yayın tarihi: 01.12.2022

Öz

Araştıran, sorgulayan, üreten ve en önemlisi bir konu hakkında düşünen bireyler yetiştirmek; ülkenin geleceği açısından oldukça önemlidir. Bu becerileri kazandırmak adına ülkeler eğitimde değişikliklere gitmekte ve yeni eğitim yaklaşımları benimsemektedirler. Bu yaklaşımlardan bir tanesi de STEM (fen, teknoloji, mühendislik ve teknoloji) eğitim yaklaşımı olarak karşımıza çıkmaktadır. STEM eğitiminin uygulamalarından bir tanesi de mühendislik tasarım sürecidir. Bu araştırmada, ilköğretim matematik ve fen bilimleri öğretmen adayları tarafından geliştirilen mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerini uygulama sürecinin, öğretmen adaylarının karar verme becerilerine etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden tek gruplu ön test - son test zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, Batı Karadeniz’de bir devlet üniversitesinin son sınıfında öğrenim gören toplam 36 (20 ilköğretim matematik, 16 fen bilgisi) öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarına "Karar Verme Beceri Testi" ön ve son test olarak uygulanmıştır. Uygulama süreci haftada ikişer ders saati olmak üzere toplam 14 haftada tamamlanmıştır. Uygulama sürecinin ilk haftasında süreç ile ilgili genel bilgiler paylaşılmış olup, "Karar Verme Beceri Testi" ön test olarak uygulanmıştır. İkinci ve beşinci haftalar arası öğretmen adaylarına STEM eğitimi ve mühendislik tasarımı ile ilgili teorik bilgiler verilmiştir. Altıncı ve yedinci hafta araştırmacı mühendislik tasarım temelli örnek iki etkinliği öğretmen adaylarına uygulamıştır. Sonraki altı hafta öğretmen adayları gerçekleştirilen örnek etkinlikler gibi kazanım odaklı mühendislik tasarım temelli STEM etkinlikleri geliştirip grup olarak uygulamışlardır. Mühendislik tasarım temelli etkinlikler, mühendislik tasarım süreci kullanılarak uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan mühendislik tasarım süreci basamakları; Tanımlama, araştırma, hayal etme, planlama, yaratma, test etme, geliştirme ve iletişimidir. Öğretmen adaylarının karar verme becerilerindeki değişimin ön test - son test karşılaştırmasının yapılması için bağımlı gruplar t-testi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda mühendislik tasarım temelli STEM etkinliği geliştirme ve uygulama sürecinin öğretmen adaylarının karar verme becerilerinde anlamlı farklılık yarattığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Mühendislik tasarım süreci, STEM, karar verme becerisi.

THE EFFECT OF ENGINEERING DESIGN-BASED STEM ACTIVITY DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION PROCESS ON PRESERVICE TEACHERS' DECISION-MAKING SKILLS

ABSTRACT

To raise individuals who research, question, produce and most importantly think about a subject; it is very important for the future of the country. In order to gain these skills, countries make changes in education and adopt new educational approaches. One of these approaches is the STEM education approach. One of the applications of STEM education is the engineering design process. In this study, it was aimed to investigate the effect of the application process of engineering design-based STEM activities developed by pre-service primary school mathematics and science teachers on the decision-making skills of pre-service teachers. In the research, one-group pre-test - post-test weak experimental design, which is one of the quantitative research methods, was used. The study group of the research consists of a total of 36 preservice teachers studying in the last year of a state university in the Western Black Sea Region. "Decision Making Skill Test" was applied to preservice teachers as a pre-test and post-test. The implementation process was completed in a total of 14 weeks. In the first week of the implementation process, general information about the process was shared and the "Decision Making Skill Test" was applied as a pre-test. Between the second and fifth weeks, pre-service teachers were given theoretical information about STEM education and engineering design. In the sixth and seventh weeks, the researcher applied two sample activities based on engineering design to the preservice teachers. In the next six weeks, pre-service teachers developed and applied engineering design-based STEM activities. Engineering design-based activities were implemented using the engineering design process. The engineering design process steps used in the study; defining, researching, imagining, planning, creating, testing, developing and communicating. Paired sample t-test was used to compare the changes in the decision-making skills of the pre-service teachers with the pre-test and post-test. As a result of the research, it was seen that the engineering design-based STEM activity development and implementation process made a significant difference in the decision-making skills of pre-service teachers.

Keywords: Engineering design process, STEM, decision making skill.

GİRİŞ

Günümüzde bilim ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte bireylerin ihtiyaçları da giderek farklılaşmıştır. Bireylerin karşılaştıkları problemler, çağın getirdiği değişiklikler sebebiyle giderek daha karmaşık hale gelmiştir. Bu problemleri çözüme kavuşturmak için bireylerin becerilerinin de günden güne değiştiği gözlemlenmektedir. Karşılaşılan problemlere çözüm üretebilmek için yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, analitik düşünme, girişimcilik, iletişim kurabilme, karar verme gibi 21. yüzyıl becerilerinin zamanla ihtiyaç haline geldiği görülmektedir (Öğretir-Özçelik ve Tuğluk, 2020). Bireylerin karşılaştığı problemleri tanıması, problemlerle ilgili veri toplayabilmesi ve bu problemleri yardım almadan kendi başına çözebiliyor olması temel gereksinimlerdendir. Araştıran, sorgulayan, üreten ve en önemlisi bir konu hakkında düşünen bireyler yetiştirmek; ülkenin geleceği açısından oldukça önemlidir (Partnership for 21st Century Skills, 2008). Bu becerileri kazandırmak adına ülkeler eğitimde değişikliklere gitmekte ve yeni eğitim yaklaşımları benimsemektedirler. Bu yaklaşımlardan bir tanesi de STEM (fen, teknoloji, mühendislik ve teknoloji) eğitim yaklaşımıdır. STEM eğitiminin bireylere bu becerileri önemli ölçüde kazandıran bir eğitim olduğu öngörülmektedir (Çorlu, 2013).

STEM; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birbirine entegre edilmesiyle oluşan bir yaklaşımdır. STEM eğitimi; bireyleri üretebilen, karşılaşılan problemlere farklı bakış açılarıyla yaklaşabilen, araştıran, sorgulayan, özgüvenli, iletişim becerilerine sahip bireyler olarak geliştirirken aynı zamanda fen, mühendislik, matematik gibi alanlarda uzmanlaşmayı sağlamaktadır (Akman, 2019). Bu yaklaşımda bireylerin bilgiyi ezberlemelerinden ziyade aldıkları bilgiyi kullanabilmeleri önemlidir. Bu sayede bireyler hem eğlenip hem de edindiği bilgileri yaparak ve yaşayarak öğrendiğinden, edinilen bilgiler kalıcı olarak kazanılmaktadır. Ayrıca STEM eğitimi bireylere disiplinler arası bir bakış açısı kazandırdığı için, bireylerin karşılaştığı sorunlarla daha rahat başa çıkabileceği düşünülmektedir (Şimşek, 2019). Bu yüzden STEM eğitiminin her öğretim seviyesinde verilmesi gerektiği belirtmiştir (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, [TÜBİTAK], 2004).

Alan yazında gerçekleştirilen araştırmalar STEM eğitiminin bireylerin yaratıcı düşünme, iletişim, sorumluluk, karar verme gibi becerilerini geliştirdiği kadar aynı zamanda bireylerin STEM alanlarına ilgi, tutum ve kariyer farkındalıklarını da geliştirdiğini göstermektedir (NRC, 2012; Wendell, 2008). STEM eğitiminin amaçları arasında öğrencilerin ilgilerini çekecek problemler sunup meraklarını soruna yönlendirip bu sayede araştırma, üretme, eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek yer almaktadır. Araştıran, sorgulayan, üreten yeni bir nesil yetiştirebilmek için, STEM eğitiminin okul öncesinden yükseköğretime kadar uygulanması beklenmektedir (Wang, 2012). STEM eğitiminin günümüz öğretim programları çerçevesinde nasıl uygulanabileceği konusunda mühendislik tasarım süreci önemli bir bağlamdır (Bozkurt Altan ve diğ., 2018).

Mühendislik Tasarım Süreci

En genel tanımıyla mühendislik tasarım süreci, problemin belirlenmesi ile başlayan ve belirlenen kriterler sınırlılıklarla birlikte çözüme ulaşana kadar devam eden bir süreçtir (International Technology Education Association [ITEA], 2007). Çözüm yolu bulmaya çalışırken kullanılan mühendislik tasarım süreci tek bir disiplin

alanı değil onu destekleyen fen, teknoloji ve matematik alanlarının birbiriyle ilişkilendirilmesiyle oluşan bir süreçtir (Mazlum, 2020). Mühendislik tasarım sürecinde amaç hem öğrencilerin mühendislik tasarım probleminin çözüm sürecinde problemde var olan fen veya matematik bilgisini hem de eleştirel düşünme, karar verme, iletişim gibi becerileri kazanmalarını sağlamaktır.

Mühendislik tasarım süreci, bir mühendisin üreteceği ürüne gitmek için izlediği basamaklardan oluşmaktadır. Alan yazına bakıldığında çok sayıda mühendislik tasarım süreçlerinin bulunduğu görülmektedir (Cunningham, 2009; Hynes ve diğ., 2011; Engineering is Elementary, 2013; Mosborg, ve diğ., 2005; Valvano ve Yerraballi, 2014). Eğitime entegre edilen bu süreçler sınıf seviyesi, seçilen konu, ders saati gibi bazı etkenlerden dolayı değişiklik gösterebilmektedir. Bu araştırmada geleceğin ortaokul öğretmenleri olacak fen bilgisi ve matematik öğretmen adayları ile çalışıldığı için genellikle ilköğretim basamağındaki öğrencilerin kullandığı Engineering is Elementary'nin (2013) önerdiği mühendislik tasarım süreci basamakları kullanılmıştır. Bu basamaklar; problemi tanımlama, araştırma, hayal etme, planlama, yaratma, test etme, geliştirme ve iletişim olarak tanımlanmıştır (EIE, 2013). Aşamalar "Yöntem" bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Mühendislik tasarım sürecinin pedagojik bir araç olarak kullanıldığı Tasarım Temelli Öğrenmede, öğrenciler aynı mühendisler gibi çalışarak bu süreç döngüsünü kullanırlar (Sadle ve diğ., 2000). Mühendislik Tasarım Temelli Öğrenme, bireylerin bir konu hakkında yaratıcı düşünebilme, özgün ürün tasarlayabilme, yenilikçi düşüncelerini sağlama ve günlük hayatta karşılaşılan sorunları mühendislik tasarım sürecine göre çözümleyebilme becerisini bireye kazandıran bir yaklaşımdır (Wendell, 2008). Birçok çalışma bu süreçte özellikle "karar verme becerisinin" etkili bir şekilde kullanıldığını belirtmektedir (Mentzer, 2011; Purzer ve diğ., 2014). Fila ve Purzer (2013) mühendislik tasarım süreci ile karar verme arasındaki bu ilişki sayesinde mühendislik tasarım sürecinin, karar vermeyi dolaylı olarak öğrenmeyi sağladığını belirtmişlerdir.

Karar Verme Becerisi

Literatürde 21. yy becerilerinden biri olan karar verme becerisi ile ilgili birçok tanım mevcuttur. Wang ve Ruhe (2007) karar verme becerisini birçok farklı seçenek içerisinde istenilen özelliklere en yakın olanı seçme işlemi olarak tanımlamışlardır. Günümüzde bireyler çok sıklıkla karar verme durumuyla karşı karşıya kalırken, ilerleyen günlerde gelişen teknolojiye ayak uydurmada bu durumla daha fazla karşılaşacaklardır. Bu sebeple karar verme becerisine sahip bireyler yetiştirmenin önemi çok büyüktür (Çolakkadıoğlu ve Güçray, 2012).

Bireyler farklı durumlar arasında kaldığında bir karar verme süreci yaşarlar. Genel anlamda karar verme süreci karşılaşılan sorunun belirlenmesiyle başlayıp, sorunun çözümü için çözüm önerilerinin belirlenmesi, belirlenen önerilerin değerlendirilmesi ve bu kapsamda en uygun önerinin seçilerek karar verilmesi şeklinde tamamlanmaktadır (Eggert ve diğ., 2013). Karar verme süreci ile mühendislik tasarım süreci benzer yapılar içermekte (Ercan ve Bozkurt, 2013), hatta mühendislik tasarım sürecinin tanımlanmasında doğrudan karar verme sürecine atıf yapılmaktadır (ITEA, 2007). Mühendislik tasarım sürecinde gerçekleştirilen problemin belirlenmesi aşaması, karar verme sürecindeki problemin çeşitli yöntemler kullanılarak belirlenmesi ile

benzerlik göstermektedir. Mühendislik tasarım sürecinde probleme yönelik çözüm önerilerinin geliştirilmesi aşaması, karar verme sürecinde alternatiflerin belirlenmesi ile oldukça benzerdir.

Mühendislik tasarım süreci ile karar verme süreci arasındaki bu benzerlik sebebiyle bireylerin karar verme becerileri mühendislik temelli uygulamalar yoluyla geliştirilebilir (Ercan ve Bozkurt, 2013). Alan yazında mühendislik tasarım sürecinin karar verme becerisini geliştirmede etkisi olduğunu gösteren deneysel çalışmalar sınırlı sayıda iken (Bozkurt, 2014; Bozkurt Altan ve diğ., 2018; Ercan, 2014; Ure, 2012) mühendislik tasarımı ile karar verme süreci arasındaki ilişkiyi gösteren çalışmalar mevcuttur (Bakırcı ve Kutlu, 2018, Denson, 2011). Yapılan deneysel çalışmalarda incelenen becerilere bakıldığında daha çok yaratıcı düşünme, bilimsel süreç ve problem çözme becerilerine odaklanıldığı görülmüştür (Güldemir ve Çınar, 2021; Köngül ve Yıldırım, 2021; Özkızılcık ve Cebesoy, 2020). Denson (2011), STEM eğitiminde mühendislik tasarım yaklaşımını çalıştığı araştırmasında, mühendislik tasarım yaklaşımını kullanacak araştırmacıların karar verme becerisine odaklanmalarını belirtmiştir. Bozkurt Altan ve arkadaşları (2018) gerçekleştirdikleri çalışmalarında, tasarım temelli öğrenmenin öğretmen adaylarının karar verme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Dolayısıyla geleceğin matematik ve fen bilimleri öğretmenleri olan adayların karar verme becerilerinin geliştirilmesinde mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerinin kullanılması önem taşımaktadır. Buradan hareketle bu çalışmada ilköğretim matematik ve fen bilimleri öğretmen adayları tarafından geliştirilen mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerini uygulama sürecinin, öğretmen adaylarının karar verme becerilerine etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın problem cümlesi “Mühendislik tasarım temelli STEM etkinliği geliştirme ve uygulama sürecinin öğretmen adaylarının karar verme becerilerine etkisi nedir?” şeklindedir. Çalışmanın alt problemi ise şu şekildedir:

- İlköğretim matematik ve fen bilimleri öğretmen adaylarının karar verme becerileri testi ön test - son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

YÖNTEM

Araştırmanın Deseni

Mühendislik tasarım temelli STEM etkinliği geliştirme ve uygulama sürecinin ilköğretim matematik ve fen bilimleri öğretmen adaylarının karar verme becerileri üzerindeki etkisinin incelendiği bu çalışmada nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Nicel araştırma yöntemlerinden ise tek gruplu ön test - son test zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Bu tür çalışmalarda gelişigüzel seçilmiş bir gruba bağımsız değişken uygulanarak grubun ilk ve son durumu arasındaki fark incelenmektedir (McMillan, 2004).

Çalışma Grubu

Çalışma grubunu, Batı Karadeniz’de bir devlet üniversitesinin son sınıfında öğrenim gören, yaş aralığı 20-23 olan toplam 36 (20 ilköğretim matematik, 16 fen bilgisi) öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma “Çağdaş Yaklaşımlar” seçmeli dersinde yürütülmüş olup, matematik ve fen bilgisi öğretmen adayları birlikte çalışmaya

katılmışlardır. Araştırmada katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme yönteminde araştırmanın amacına bağlı olarak zengin bilgi edinmek ve durumların detaylı araştırılmasına imkân sağlar (Büyüköztürk ve diğ., 2019).

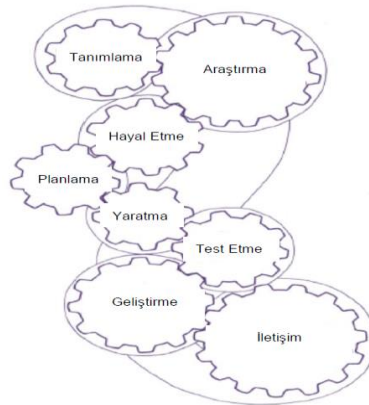
Uygulama Süreci

Uygulama süreci haftada ikişer ders saati olmak üzere toplam 14 haftada tamamlanmış olup, çalışmanın uygulama aşamaları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmanın Uygulama Aşamaları

Hafta	Uygulama
1. Hafta	Dersin içeriği, grup oluşturma, ön testin uygulanması
2. Hafta	STEM eğitimi ile ilgili temel bilgiler
3. Hafta	STEM ve öğretim programları ile ilişkisi
4. Hafta	Tasarım Temelli Öğrenme
5. Hafta	Mühendislik tasarım sürecinin tanıtılması
6. Hafta	Örnek Etkinlik Uygulaması
7. Hafta	Örnek Etkinlik Uygulaması
8. Hafta	Öğretmen adaylarının uygulama süreci
9. Hafta	Öğretmen adaylarının uygulama süreci
10. Hafta	Öğretmen adaylarının uygulama süreci
11. Hafta	Öğretmen adaylarının uygulama süreci
12. Hafta	Öğretmen adaylarının uygulama süreci
13. Hafta	Öğretmen adaylarının uygulama süreci
14. Hafta	Son testin uygulanması

Uygulama sürecinin ilk haftasında süreç ile ilgili genel bilgiler paylaşılmış olup, “Karar Verme Beceri Testi” ön test olarak uygulanmıştır. İkinci ve beşinci haftalar arası öğretmen adaylarına STEM eğitimi ve mühendislik tasarımı ile ilgili teorik bilgiler verilmiştir. Altıncı ve yedinci hafta araştırmacı mühendislik tasarım temelli örnek iki etkinliği öğretmen adaylarına uygulamıştır. Sonraki altı hafta öğretmen adayları gerçekleştirile örnek etkinlikler gibi kazanım odaklı mühendislik tasarım temelli STEM etkinlikleri geliştirip grup olarak uygulamışlardır. Mühendislik tasarım temelli etkinlikler Engineering is Elementary (2013) tarafından belirlenen mühendislik tasarım sürecine göre gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Son hafta ise öğretmen adaylarına son test uygulanmıştır.



Şekil 1. Mühendislik Tasarım Süreci Aşamaları (Engineering is Elementary, 2013)

Sekiz basamaktan oluşan mühendislik tasarım sürecinin aşamaları aşağıda ayrıntılı bir şekilde verilmiştir (EIE, 2013):

Tanımlama: Tanımlama basamağında öğretmen adaylarına problem durumunun içerisinde yer aldığı örnek bir senaryo verilir. Bu problem durumu günlük yaşamla ilgili, birden fazla çözümü olan bir problemdir. Aynı zamanda problem durumunun kriter ve sınırlılıkları da vardır. Bu aşamada öğretmen adaylarından problem durumunu tanımlamaları istenir.

Araştırma: Bu basamakta öğretmen adayları kendilerine verilen çalışma kâğıtlarını yazmaya başlarlar. Senaryoda belirledikleri problem ile ilgili grup tartışması yaparlar. Problemin çözümü ile ilgili araştırmalarını yaparak, verilerini toplarlar. Bu aşamada öğretmen adaylarına sorular sorularak rehberlik edilmektedir. Öğretmen adayları, problemin çözümü için gerekli bilgileri araştırırlar.

Hayal Etme, Planlama ve Yaratma: Bu basamaklarda öncelikle öğretmen adayları tasarlayacakları ürünlerini hayal ederler. Sonra hayal ettikleri tasarıma yönelik bir plan gerçekleştirirler, tasarımlarında kullanacakları malzemeleri seçerler ve tasarımlarını inşa etmeye başlarlar.

Test Etme ve Geliştirme: Bu iki basamakta öğretmen adayları gerçekleştirdikleri tasarımlarını sınırlılık ve kriterler çerçevesinde test ederler ve tasarımlarında eksik gördükleri yerleri geliştirirler.

İletişim: İletişim basamağında öğretmen adayları tasarımlarını sınıf içerisinde sunarlar. Sunum tamamlandıktan sonra tasarım ile ilgili soru-cevap gerçekleştirilir. Tasarlama ve test etme işleminin tamamlanmasından sonra, sonuçlar tartışılır. Özellikle bu aşamada öğretmen adayları tasarımlarını sunarlarken, tasarlama aşamasında kullandıkları fen ve matematik kavramları ile birlikte sunum yaparlar.

Çalışmada öğretmen adaylarına örnek olarak uygulanan “Sokak Lambası” etkinliğinin, mühendislik tasarım sürecine göre nasıl uygulandığı aşağıda ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

1. Tanımlama Aşaması (5dk): Öğretmen adayları 4-5 kişilik gruplara ayrıldıktan sonra, her bir gruba çalışma kâğıtları dağıtılır. İlk olarak öğretmen adaylarına etkinlik ile ilgili problem durumu örnek olay şeklinde verilir. Problem durumu seçilirken günlük hayatla ilişkili olmasına özellikle dikkat edilir. Öğretmen adayları bu aşamada problemi belirleyip tanımlarlar. Verilen problem durumu Şekil 2’de gösterilmiştir.

PROBLEM DURUMU:

Ereğli'nin yemyeşil ağaçlarla kaplı şirin bir köyünde yaşayan Elif 12 yaşındadır. En büyük eğlencesi bulutsuz yaz gecelerinde gökyüzündeki yıldızları izleyerek uykuya dalmaktır. Yazın babası Elif'i İstanbul'da çok sevdiği halasının yanına tatile gönderir. Bulutsuz bir akşamda halasıyla yürüyüşe çıkan Elif yürüyüş boyunca gökyüzüne bakar, fakat yıldızları göremez. Çok üzülen Elif, yıldızları göremeyişine bir türlü anlam veremez.

Şekil 2. “Sokak Lambası” Örnek Etkinliğine Ait Problem Durumu

Öğretmen adaylarına problem durumu verildikten sonra kriterler ve sınırlılıklar da verilir. Probleme durumuna yönelik verilen kriter ve sınırlılıklar; “Tasarladığınız lamba yerden 15cm yüksekte olmalı, ışık şiddeti yüksek olmalı, 1 ampul, 2 pil kullanılmalı” şeklindedir.

2. Araştırma Aşaması (10dk): Bu basamakta öğretmen adaylarından problemin çözümüne yönelik araştırma yapmaları beklenir. Bunun için çalışma kâğıtlarındaki soruları çözmeleri istenir. Öğretmen adaylarına sorulan sorularda, öğretmen adaylarının problemin çözümü için gerekli fen ve matematik bilgileri sorgulanır. Özellikle tasarımlarında kullanacakları fen ve matematik kavramlarını araştırmaları istenir.
3. Hayal Etme Aşaması (10dk): Öğretmen adaylarına bu aşamada tasarımları için gerekli olacak malzemeler tanıtılır. Her bir grup, probleme çözüm olabilecek tasarım fikirlerini hayal ederler. Öğretmen adayları istedikleri malzemeleri kullanabilirler. Şekil 3’te öğretmen adaylarına verilen malzemeler gösterilmiştir.

MALZEMELER:

Sizin getireceğiniz malzemeler:

- Sarı, siyah, kırmızı ve beyaz renklere oyun hamuru
- Sarı, siyah, kırmızı ve beyaz renklere karton
- Sarı, siyah, kırmızı ve beyaz renklere el işi kâğıdı
- Alüminyum folyo (en fazla 50cm), İzol bant, Makas
- Karton bardak (kantinde çay içilen bardaktan)
- 30cm*30cm köpük, 15cm kalm tel
- 1 adet pil yatağı, 2 tane pil, Ampul (basit elektrik devre elemanları)

Şekil 3. Malzeme Listesi

4. Planlama Aşaması (10dk): Öğretmen adayları, planlama aşamasında tasarımlarında kullanacakları malzemelere karar verirler. Bu aşamada öğretmen adaylarından seçtikleri çözüm önerisini çalışma kâğıtlarına çizmeleri istenir. Aynı zamanda malzemelerden hangilerini neden seçtiklerini fen ve matematik kavramlarını kullanarak yazmaları istenir.
5. Yaratma Aşaması (50dk): Öğretmen adayları problem durumuna çözüm olarak seçtikleri tasarımlarını bu aşamada inşa ederler.
6. Test Etme Aşaması (15dk): Öğretmen adayları tasarladıkları sokak lambalarını ışık verilebilir hale getirirler ve tasarımlarını test ederler. Test etme sırasında her bir grubun, sokak lambasının gökyüzüne giden ışık miktarı ile yerdeki ışık miktarı ölçülür. Ayrıca öğretmen adaylarının tasarımları araştırmacı tarafından hazırlanan rubrik ile değerlendirilir. Sokak Lambası etkinliği için hazırlanan rubrik Şekil 4’te gösterilmiştir.

Kriterler	Çok iyi	İyi	Eksikleri var
Yaratıcılık (5 puan)	Tüm özellikleri orijinaldir	Bazı özellikleri orijinaldir	Sıradan ise
Yansım oranı (10 puan)	Her grup sıralamasındaki yerine göre not alır.		
İletişim (5 puan)	Tasarımı her yönü ile anlaşılır bir şekilde anlatır	Tasarımı anlatırken bazı yerleri atlar	Tasarımı anlatmada yetersizdir

Şekil 4. Değerlendirme Rubriği

7. Geliştirme Aşaması (10dk): Öğretmen adaylarının tasarımları test edildikten sonra, öğretmen adaylarından kağıt üzerinde tasarımlarında bir değişiklik yapmak isteseler ne gibi bir değişiklik yaparlardı yazmaları ve çizmeleri istenir.
8. İletişim Aşaması (10dk): İletişim aşamasında her grup bir sözcü belirler ve tasarımlarını bütün gruplara anlatır. Bu aşamada hem diğer grup üyeleri hem de araştırmacı sunum yapan gruba tasarımları ile ilgili soru sorabilir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerini geliştirme ve uygulama sürecinin öğretmen adaylarının karar verme becerisine etkisinin belirlenmesi için Ercan ve Bozkurt (2013) tarafından ortaokul öğrencileri için geliştirilen, Bozkurt (2014) tarafından öğretmen adaylarına uyarlanan “Karar Verme Beceri Testi” kullanılmıştır. Günlük yaşama yönelik karar vermeyi geliştirilen bu testte yer alan maddeler birden çok kriterin dikkate alınmasını gerektirecek şekilde sunulmuştur. 11 maddeden oluşan testte her madde için 6 alternatif karar seçeneği yer almaktadır. Maddenin tanımlandığı problem bağlamına göre her maddenin tek bir doğru yanıtı bulunmaktadır.

Testin puanlanmasında her doğru yanıt 1 puan, yanlış yanıtlanan, boş bırakılan ya da birden fazla seçeneğin işaretlendiği maddeler ise 0 puan ile puanlanmıştır. Araştırmacı tarafından testin KR-20 güvenirlik katsayısı 0,71 olarak hesaplanmıştır. Gerçekleştirilen bu araştırmada ise testin KR-20 güvenirlik katsayısı 0,78 olarak hesaplanmıştır. Araştırma kapsamında uygulama öncesi ön test, uygulama sonrasında ise son test olarak uygulanan bu test için öğretmen adaylarına 30 dakika süre verilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmada kullanılan “Karar Verme Beceri Testi” nden elde edilen veriler SPSS 21 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmanın verilerinin analizinde kullanılacak istatistiksel yöntemlere karar vermeden önce, verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesi için verilerin basıklık-çarpıklık değerlerine bakılmış ve bu değerlerin -1 ile +1 arasında yer almasından dolayı verilerin normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının karar verme becerilerindeki değişimin ön test - son test karşılaştırmasının yapılması için bağımlı gruplar t-testi kullanılmıştır.

Veri Toplama Süreci

Çalışmanın amacı doğrultusunda çalışma öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesinde Zonguldak Bülent Ecevit üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulundan (220410 sayılı) gerekli izin alınmıştır. Çalışmaya öğretmen adayları gönüllü olarak katılmışlardır. Bunun için gönüllü katılım formu hazırlanmıştır.

BULGULAR

Araştırmanın alt problemi çerçevesinde, öğretmen adaylarının “Karar Verme Beceri Testi” ile elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesi amacıyla basıklık-çarpıklık katsayıları

incelenmiştir. Öğretmen adaylarının Karar Verme Beceri Testi ön test ve son test ortalamalarının betimsel istatistik değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Karar Verme Beceri Testi Ön Test ve Son Test Betimsel İstatistik Değerleri

	<i>N</i>	<i>Min</i>	<i>Mak</i>	<i>Ort</i>	<i>SS</i>	<i>Varyans</i>	<i>Çarpıklık</i>	<i>Basıklık</i>
KVBT Ön Test	36	3	8	5,42	1,08	1,16	0,23	0,02
KVBT Son Test	36	4	11	6,97	1,81	3,29	0,11	-0,49

Tablo 2 incelendiğinde öğretmen adaylarının Karar Verme Beceri Testi ön test ve son test puan dağılımlarının normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Alan yazında çarpıklık ve basıklık değerlerinin (+1, -1) arasında olması verilerin normal dağıldığını göstermektedir. Bu sebeple çalışmadan elde edilen verilerin parametrik testler ile değerlendirilmesi uygun görülmüştür. Araştırmada öğretmen adaylarının Karar Verme Beceri Testi ön test son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığının belirlenmesi için bağımlı gruplar t-testi kullanılmıştır. Tablo 3’te gerçekleştirilen t testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 3. “Karar Verme Beceri Testi” Puanlarının Bağımlı Gruplar t-Testi Sonuçları

<i>Değişken</i>	<i>Ölçüm</i>	<i>N</i>	\bar{x}	<i>S</i>	<i>sd</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Karar Verme Becerisi	Ön test	36	5,42	1,08	35	-4,33	0,00*
	Son test	36	6,97	1,81			

($p < 0,05$)

Tablo 3’e göre karar verme becerisi ön test - son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir farkın bulunduğu görülmektedir ($t(35) = -4,33$; $p < 0,05$). Öğretmen adaylarının karar verme becerisi son test ortalama puanları ($\bar{x}=6,97$), karar verme becerisi ön test puanlarına ($\bar{x}=5,42$) göre daha yüksektir. Araştırmanın bu bulgusu, mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerini geliştirme ve uygulama sürecinin öğretmen adaylarının karar verme becerilerinin gelişmesinde etkili olduğunu göstermektedir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli STEM etkinlikleri geliştirme ve geliştirdikleri etkinlikleri uygulama sürecinin ilköğretim matematik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerilerine etkisini inceleyen bu çalışmanın sonucunda, çalışma grubunun karar verme becerisi ön test - son test puan ortalamaları arasında son test lehine anlamlı bir farkın olduğu görülmektedir. Buna göre, mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerinin, öğretmen adaylarının karar verme becerilerinin gelişimini olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Bu sonuç mühendislik tasarım süreci basamakları ile karar verme sürecinin benzerliklerine odaklanan çalışmaları destekler niteliktedir. Mühendislik tasarım süreci genellikle problemin belirlenmesi ile başlar ve olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi, seçilen çözüm için prototipin oluşturulması, çözümün değerlendirilmesi, gerekirse sunulması ve yeniden tasarlanması ve kararın tamamlanması adımlarını içerir (Hynes ve ark., 2011). Bireylerden mühendislik tasarım süreci boyunca bir şeylere karar vermeleri istenir (Jonassen, 2011). Atman ve diğ. (2005), mühendislik tasarım sürecinde uzman uygulayıcılar ve öğrenciler

arasındaki farklılıkları incelemişlerdir. Atman ve ark. (2005), öğrencilerin mühendislik tasarımında bilişsel yapılarını ve şematik süreçlerini geliştirirken problem kapsamı, bilgi toplama ve karar verme konularına daha fazla dikkat etmelerini önermişlerdir.

Ulusal ve uluslararası alan yazın incelendiğinde mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerinin öğrencilerin ve öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme becerilerine (Güldemir ve Çınar, 2021), problem çözme becerilerine (Özkızılcık ve Cebesoy, 2020; Öztürk ve Çınar, 2022; Vurucu Şahin ve Şahin, 2020), bilimsel süreç becerilerine (Köngül ve Yıldırım, 2021; Uysal ve Cebesoy, 2020), akademik başarılarına (Özer ve Canbazoglu Bilici, 2021; Tupsai ve diğ., 2019; Yıldırım ve Altun, 2015) ve genel anlamda mühendislik tasarım becerilerine (Aris ve Orcos, 2019; Lin ve diğ., 2021; Türkoğuz ve Kayalar, 2021) etkisine yönelik çalışmalar yer almaktadır. Ancak karar verme becerisinin incelendiği sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (Bozkurt, 2014; Bozkurt Altan ve diğ., 2018; Ercan, 2014; Ure, 2012).

Bozkurt (2014), mühendislik tasarım temelli uygulamaların öğretmen adaylarının karar verme becerilerini ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca yapılan görüşmeler sonucunda da, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin öğretmen adaylarının karar verme ve problem çözmeyi geliştirmede etkili olduğuna yönelik görüş bildirdikleri bulunmuştur. Lin ve ark. (2021), teknoloji öğretmen adaylarının mühendislik tasarım düşüncelerini geliştirmede proje tabanlı STEM eğitime mühendislik tasarım sürecini dâhil etmenin etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda proje tabanlı STEM eğitimiyle entegre olarak yürütülen mühendislik tasarım sürecinin, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım düşüncelerini geliştirdiğini bulmuşlardır. Lin ve arkadaşlarının (2021) mühendislik tasarım düşüncesi olarak bahsettikleri aslında mühendislik tasarım sürecinin adımlarıdır. Bu adımlardan bir tanesi de karar verme sürecidir. Bu noktada her bir sürece ayrı ayrı odaklanan Lin ve diğ. (2021), öğretmen adaylarının karar verme süreçlerinde bir gelişim olduğunu belirtmişlerdir. Altan ve arkadaşları (2018) fen bilgisi öğretmen adayları ile yürüttükleri araştırmalarında, tasarım temelli öğrenmenin öğretmen adaylarının karar verme becerilerini geliştirdiği sonucunu bulmuşlardır. Bu doğrultuda araştırma kapsamında karar verme becerisi ile ilgili olarak elde edilen sonuç ile alan yazın benzerlik içerisindedir. Ancak alan yazında araştırmanın bu sonucu ile çelişen çalışmalara da rastlanmıştır. Vurucu Şahin ve Şahin (2020) okul öncesi öğrencileri ile yaptıkları çalışmalarında, bilim ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin karar verme becerilerinde anlamlı bir artışa sebep olmadığını bulmuşlardır. Vurucu Şahin ve Şahin (2020) çalışmalarında karar verme becerisi ile ilgili olarak ortaya çıkan sonuç, araştırmanın bu sonucu ile çelişmektedir.

21. yüzyılın gerekliliklerinden biri de bireylerin yaratıcı, eleştirel, problem çözebilen, karar verme becerisi yüksek, araştıran, sorgulayan bireyler olmasıdır (Pekbay, 2017). Bu beceriler (analitik düşünme, karar verme, yaratıcı düşünme, girişimcilik, iletişim ve takım çalışması) 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yaşam becerileri altında yer almaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). STEM eğitimi günümüz bireylerinde olması beklenen becerileri bir başka deyişle 21. yy becerilerini geliştirmeyi amaçlayan bir eğitim yaklaşımıdır (Bybee, 2010). Özellikle mühendisliğin eğitime entegrasyonu ile öğrenciler karmaşık problemleri çözmede ve etkili karar vermede fırsat yakalarlar (Mangiante ve Moore, 2015). Araştırma kapsamında öğretmen adaylarından

geliştirilmesi istenilen her bir etkinlikte, öğretmen adaylarının problem durumuna yönelik geliştirdikleri olası çözüm önerilerini seçerlerken etkili karar vermeleri beklenmiştir. Bunun için özellikle öğretmen adaylarının seçtikleri problem durumlarının birçok çözümünün olmasına, günlük yaşamla ilgili olmasına ve bazı kriter ve sınırlılıklara sahip olmasına dikkat edilmiştir. Bu durumun öğretmen adaylarının karar verme becerilerini geliştirdiği düşünülmektedir.

ÖNERİLER

Hem ilköğretim matematik öğretmenliği hem de fen bilgisi öğretmenliği lisans programına, mühendislik tasarımı ile ilişkili derslerin eklenmesi önerilebilir. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'na mühendislik ile ilgili beceri ve uygulama alanı eklenmesine rağmen, Matematik Dersi Öğretim Programı'nda STEM eğitimi ile ilgili herhangi bir girişim yer almamaktadır. Tekrardan güncellenecek matematik öğretim programında da tıpkı fen bilimleri öğretim programında olduğu gibi mühendisliğin programda yer almasıyla, öğrencilerin 21. yy becerilerinin geliştirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Mühendislik tasarım odaklı çalışmaların daha çok yapılması, ileride öğretmen olacak öğretmen adayları ile gerçekleştirilmesi onlara deneyim kazandıracığı için önerilmektedir.

Mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğretmen adaylarının karar verme becerilerinin gelişimine katkısının olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara bağlı olarak, okulöncesi eğitimden lisansüstü eğitime kadar her seviyede mühendislik tasarım temelli uygulamalara yer verilebilir. Çalışmada geliştirilen ve uygulanan mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının karar verme becerilerine etkisi araştırılmıştır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda mühendislik tasarım temelli uygulamaların farklı değişkenler üzerindeki etkisi incelenebilir. Ayrıca çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Buna benzer çalışma yapacak araştırmacılara, hem iki gruplu çalışmaları hem de nitel veri toplamaları önerilebilir.

Etik Metni

Bu makalede dergi yazım kurallarına, yayın ilkelerine, araştırma ve yayın etiği kurallarına, dergi etik kurallarına uyulmuştur. Makale ile ilgili doğabilecek her türlü ihlallerde sorumluluk yazara aittir. Makalenin etik kurul izni Zonguldak Bülent Ecevit üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu tarafınca 220410 sayılı kararı ile alınmıştır.

Yazarın Katkı Oranı Beyanı: Makalede yazarın katkı oranı %100'dür.

KAYNAKÇA

- Akman, P. (2019). Competition Policy in a Globalized, Digitalized Economy (World Economic Forum, White Paper). Report. World Economic Forum, Cologny, Switzerland. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Competition_Policy_in_a_Globalized_Digitalized_Economy_Report.pdf
- Atman, C. J., Cardella, M. E., Turns, J., & Adams, R. (2005). Comparing freshman and senior engineering design processes: An in-depth follow-up study. *Design Studies*, 26(4), 325-357. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2004.09.005>
- Aris, N., & Orcos, L. (2019). Educational Robotics in the Stage If Secondary Education: Empirical Study on Motivation and STEM skills. *Education Sciences*, 9(2), e73. <https://doi.org/10.3390/educsci9020073>
- Bakırcı, H. & Kutlu, E. (2018). Determination of science teachers' views on STEM approach. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 9(2), 367-389. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.417939>
- 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.
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H., Buluş Kırıkkaya, E., & Kavak, N. (2018). The use of design-based learning for STEM education and its effectiveness on decision making skills. *Universal Journal of Educational Research*, 6(12), 2888-2906. <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.061224>
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education. *Science*, 329 (5995), 996.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2019). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Cunningham, C. M. (2009). Engineering is elementary. *The Bridge*, 30(3), 11-17.
- Çolakkadioğlu, O., & Güçray, S. S. (2012). The effect of conflict theory based decision-making skill training psycho-educational group experience on decision making styles of adolescents. *Educational sciences: Theory and practice*, 12(2), 669-676.
- Çorlu, M. S. (2013). Insights into STEM education praxis: An assessment scheme for coursesyllabi. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 13(4), 1-9.
- Denson, C. (2011). *Building a framework for engineering design experiences in STEM: a synthesis*. Publications. Paper 169, National Center for Engineering and Technology Education. Retrieved from: https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1161&context=ncete_publications
- Eggert, S., Ostermeyer, F., Hasselhorn, M., & Bögeholz, S. (2013). Socioscientific decision making in the science classroom: The effect of embedded metacognitive instructions on students' learning outcomes. *Education Research International*, 2013, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2013/309894>
- Engineering is Elementary [EİE] (2013). *Here comes the sun: Engineering insulated homes*. United States of America: Museum of Science.
- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi.

- Ercan, S. & Bozkurt, E. (2013). *Expectations from engineering applications in science education: decision making skill*. Paper presented at the IOSTE Eurasian Regional Symposium & Brokerage event Horizon 2020, Antalya, Türkiye.
- Güldemir, S., & Çınar, S. (2021). STEM etkinliklerinin okul öncesi öğrencilerinin yaratıcı düşünmesine etkisi. *Erken Çocukluk Çalışmaları Dergisi*, 5(2), 359-383. <https://doi.org/10.24130/eccdjecs.1967202152295>
- Fila, N. D., & Purzer, S. (2013, June). *The quality of engineering decision making in student design teams*. Paper presented at the 120th ASEE Annual Conference & Exposition, Atlanta, USA.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. Retrieved from <http://ncete.org/flash/pdfs/Infusing%20Engineering%20Hynes.pdf>
- International Technology Education Association [ITEA]. (2007). *Standards for technological literacy: content for the study of technology*. Reston, VA: Author. Retrieved from www.iteaconnect.org/TAA/PDFs/xstnd.pdf.
- Jonassen, D. H. (2011). *Design problems for secondary students*. National Center for Engineering and Technology Education. Retrieved from http://ncete.org/flash/pdfs/Design_Problems_Jonassen.pdf
- Köngül, Ö., & Yıldırım, M. (2021). Effects of STEM applications on the scientific process skills and performance of secondary school students: STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve performanslarına etkisi. *Journal of Human Sciences*, 18(2), 159-184. <https://doi.org/10.14687/jhs.v18i2.6066>
- Lin, K. Y., Wu, Y. T., Hsu, Y. T., & Williams, P. J. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00258-9>
- Silva Mangiante, E., & Moore, A. (2015). Implementing inclusive engineering challenges for elementary students. *Kappa Delta Pi Record*, 51(3), 131-137.
- Mazlum Ş. (2020). *Fen bilimleri öğretmenlerinin mühendislik, tasarım ve girişimcilik becerileri hakkındaki görüş ve uygulamaları* [Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi]. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi.
- McMillan, J.H. (2004). *Educational research: Fundamentals for the consumer* (4th edition). Pearson/A and B.
- Mentzer, N. (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 103-136. <https://doi.org/10.30707/JSTE48.2Mentzer>
- MEB. (2018). *İlköğretim fen bilimleri dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Mosborg, S., Adams, R., Kim, R., Atman, C. J., Turns, J., & Cardella, M. (2005). *Conceptions of the engineering design process: An expert study of advanced practicing professionals*. Proceedings of the Annual Meeting of the American Society of Engineering Education Conference, Portland, OR.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.

- Öğretir-Özçelik A., & Tuğluk M. (2020). *Eğitimde ve endüstride 21. yüzyıl becerileri*, Pegem Yayıncılık.
- Özer, İ. E., & Canbazoğlu Bilici, S. (2021). Mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin öğrencilerin tasarım becerilerine ve akademik başarılarına etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(2), 301-316. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2020062006>
- Özkızılcık, M., & Cebesoy, Ü. B. (2020). Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve FeTeMM öğretimi yönelimlerine etkisinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 177-204.
- Öztürk, Z. D., & Çınar, S. (2022). Mühendislik tasarıma dayalı STEM eğitiminin okulöncesi öğrencilerin problem çözme becerisine etkisi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 12(1), 34-56. <https://doi.org/10.24315/tred.868414>
- Partnership for 21st Century Skills (P21). (2008). 21st century skills, education & competitiveness: A resource and policy guide. Tucson. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519337.pdf>
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji, mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri*. [Doktora Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Purzer, Ş., Moore, T. J., Baker, D. & Berland, L. (2014, April). *Supporting the implementation of NGSS through research: engineering*. Paper presented at NARST Annual International Conference, Pittsburgh, USA.
- Sadler, P. M., Coyle, H. P. & Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 299-327.
- Şimşek K. (2019). *Fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinde robotik kodlama uygulamalarının 6. Sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Tupsai, J., Bunprom, S., Saysang, J. ve Yuenyong, C. (2019). Students' Applying STEM Knowledge in Learning on the STS-STEM Education Wave Learning Unit. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1340, No. 1, p. 012054). IOP Publishing.
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu [TÜBİTAK]. (2004). Ulusal bilim ve teknoloji politikaları, 2003-2023 strateji belgesi.
- Türkoğuz, S., & Kayalar, A. (2021). Mobil-FeTeMM Öğretim Uygulamalarının Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Süreç Becerilerine Etkisi. *Asya Öğretim Dergisi*, 9(2), 34-54. <https://doi.org/10.47215/aji.974899>
- Ure, H. (2012). *The effect of the engineering design process on the critical thinking skills of high school students*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Brigham Young University.
- Uysal, E., & Cebesoy, Ü. B. (2020). Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve bilgilerine etkisinin incelenmesi. *SDU International Journal of Educational Studies*, 7(1), 60-81. <https://doi.org/10.33710/sduijes.614799>
- Vurucu Şahin, C., & Şahin, F. (2020). Erken çocukluk döneminde bilim ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin karar verme ve problem çözme becerilerine etkisi. *Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat (J-STEAM) Eğitim Dergisi*, 3(1), 1-19.

- Valvano, J., & Yerraballi, R. (2014). Chapter 7: Design and Development Process. Embedded Systems -Shape The World. <https://users.ece.utexas.edu/~valvano/Volume1/E-Book/>
- Wang H. (2012). *A new era of science education: Science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration* [Doktora tezi]. University Of Minnesota.
- Wang, Y. & Ruhe, G. (2007). The cognitive process of decision making. *International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence*, 1(2), 73-85. <https://doi.org/10.4018/jcini.2007040105>
- Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Unpublished Qualifying Paper, Tufts University.
- Yıldırım B., & Altun Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuar dersindeki etkilerinin incelenmesi, *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi* 2(2), 28-40.