



Mühendislik Odaklı Bütünleştirilmiş STEM Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerine ve STEM Meslek İlgilerine Etkisinin İncelenmesi: Bir Karma Yöntem Araştırması

Hicran Özkul ¹, Muhammet Özden ²

Öz

Mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ve STEM mesleklerine ilgileri üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlayan bu çalışmada karma araştırma yöntemi desenlerinden müdahale deseni kullanılmıştır. Desenin nicel aşamasında tek grup öntest-sontest deneysel desen; nitel aşamasında ise temel nitel araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırmanın deneysel uygulaması 19 ortaokul öğrencisi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Nicel veriler Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği ve Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Mesleklerine Yönelik İlgililik Ölçeği kullanılarak elde edilmiştir. Nitel aşamada ise deneysel uygulama sonrasında sekiz öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen nicel verilerin analizinde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi; nitel verilerin analizinde ise tematik analiz tekniği kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin ve STEM mesleklerine yönelik ilgilerinin uygulama sonrasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği bulunmuştur. Benzer şekilde nitel veriler de katılımcıların STEM alanlarına ilişkin kariyer bilinçlerinin geliştiğini ve gelecekteki mesleki yaşamlarında STEM alanlarından bir meslek seçme eğiliminde oldukları göstermiştir. Ayrıca katılımcıların bilimsel düşünme, yaratıcı olma, çok yönlü düşünme, mühendislik tasarım becerilerini kullanma, iş birliği yapma ve iletişim kurma gibi 21. yüzyıl becerilerini kazandıkları düşüncesinde oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler

Fen eğitimi
Bütünleştirilmiş STEM eğitimi
Mühendislik eğitimi
Bilimsel süreç becerileri
STEM kariyer ilgisi

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 04.07.2019
Kabul Tarihi: 03.06.2020
Elektronik Yayın Tarihi: 17.08.2020

DOI: 10.15390/EB.2020.8870

¹ Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Temel Eğitim Anabilim Dalı, Türkiye, hicranozkul@gmail.com

² Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Türkiye, muhammetozden@gmail.com

Giriş

Toplumların yaşadığımız çağa uyum sağlayabilmeleri için problemlere çözümler üretebilen ve yeni ürünler ortaya koyabilen bireylere ihtiyacı vardır (National Academy of Engineering and National Research Council, 2009; National Research Council [NRC], 2012). Bireylerin toplumlar arası rekabette başarılı olmaları ve bilim, teknoloji, ekonomi gibi çağın önemli alanlarında ilerlemeleri fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini anlamalarına ve yaşamlarında kullanmaları bağlıdır (Afterschool Alliance, 2008; Brophy, Klein, Portsmore ve Rogers, 2008; Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014; NRC, 2012). Bu nedenle pek çok ülke, 21. yüzyılın ihtiyaç duyduğu bireylerin yetiştirilmesi için disiplinler arasındaki ayrımı ortadan kaldırmaya dönük reform çalışmaları yapmaktadır. Bu çalışmaların en günceli ise STEM eğitimidir (Akgündüz, 2018; Bybee, 2010; Karahan, 2017; National Academy of Engineering and National Research Council, 2009).

STEM eğitimi gerçek dünya sorunlarının ele alındığı, birden çok duyu organının harekete geçirildiği (Bagiati ve Evangelou, 2015), hayallerin geliştirildiği, öğrenilenlerin yeni ve farklı durumlarda uygulandığı (Tseng, Chang, Lou ve Chen, 2013) pedagojik bir yaklaşımdır. Öğrencilere bir konuyla ilgili parça parça bilgi öğrenmesi yerine içinde yaşadıkları dünyayı anlamlandırma fırsatı sunan STEM eğitimi (Dugger, 2010), STEM disiplinlerinden en az birinin merkeze alınarak öğrencilerin bilgi, beceri ve deneyimleri ile bütünleştirildiği, sorgulayan, araştıran ve üreten öğrenci özelliklerinin öğrenme sürecinde etkin kılındığı disiplinler arası öğrenme-öğretme yaklaşımıdır (Çorlu vd., 2014). Bir diğer tanıma göre STEM eğitimi, STEM konu alanlarından herhangi ikisi veya daha fazlası arasında ve/veya bir STEM dersi ile bir veya daha fazla okul dersi arasında öğretme ve öğrenmeyi sağlayan bir yaklaşımdır (Sanders, 2009). Görüldüğü gibi STEM eğitiminin en önemli amacı STEM entegrasyonunu (Cavlazoglu ve Stuessy, 2017a, 2017b; National Academy of Engineering and National Research Council, 2014), yani bütünleştirilmiş STEM eğitimi başarmaktır (Guzey, Harwell, Moreno, Peralta ve Moore, 2017). STEM eğitimi, gerçek dünyadaki problemlerin çözümünde kullanılan çeşitli disiplinleri (fen, teknoloji, mühendislik, matematik) amaçlı bir şekilde bütünleştirmeyi hedefler (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012). Zira, STEM entegrasyonu sadece iki disiplini birlikte öğretmek veya birini diğerini öğretmek için bir araç olarak kullanmak değildir. STEM entegrasyonu hem içerik hem de bağlam dikkate alınarak amaçlı ve kendine özgü olmalıdır (Bryan, Moore, Johnson ve Roehrig, 2016). Bu güncel bakış açısı, gerçek yaşam sorunlarının anlaşılmasında ve problem çözme becerisinin geliştirilmesinde disiplinler arası yaklaşımın kazandıracağı bilgi ve becerilerin daha işlevsel olduğu düşüncesi üzerine kuruludur (Dugger, 2010; Karahan, 2017; National Academy of Engineering and National Research Council, 2009; P21, 2018).

STEM eğitimi, okul öncesinden üniversite eğitimine kadar tüm öğrencilerin günümüzün büyük sorunlarını çözmek üzere derin teknik ve kişisel becerilere sahip olmaları ve 21. yüzyıl becerilerinde uzmanlaşmalarına fırsatlar sağlaması bakımından önemlidir (Bybee, 2010; Gonzalez ve Kuenzi, 2012; Meyrick, 2011). Yaklaşımın problem çözme ve sorgulamaya dayalı felsefesinin sonucu olarak (Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011) öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık, yenilikçilik, bilgi teknolojilerini kullanma, iş birliği yapma, iş etiği, takım çalışması ve sözlü iletişim becerileri gibi 21. yüzyıl becerilerinin geliştiği iddia edilmektedir (Şahin, 2013). Dahası STEM eğitimi araştıran, sorgulayan, mantıksal ve eleştirel düşünen, problemleri gerçek dünya bağlamında çözebilen ve yeni icatlar yapabilen üretici bir nesil yetiştirmeyi amaçlamaktadır (Çorlu ve Aydın, 2016; Morrison, 2006; Yıldırım ve Altun, 2015). Sözü edilen amaçların başarılması, STEM eğitiminin öğrencilere teknolojik ve bilimsel okuryazarlığın kazandırılmasında önemli katkı sağlayacağını göstermektedir (National Academy of Engineering and National Research Council, 2009; NRC, 2011).

STEM yaklaşımını işe koşmanın en etkili yollarından biri mühendislik uygulamalarıdır (National Academy of Engineering and National Research Council, 2009, 2014). Özellikle okulöncesi, ilköğretim ve ortaöğretim fen derslerinde, mühendislik tasarımı ve uygulamalarının STEM eğitimi için kullanılması önerilmektedir (Guzey vd., 2017). Mühendislik, belirli sorunlara çözümler üretmek için sistematik bir tasarım pratiğine girmek olarak ifade edilebilir (NRC, 2012). Mühendislik uygulamaları öğrencilere, fen ve mühendislik arasındaki bağlantıları öğrenme ve fen derslerinde kendilerine sunulan

mühendislik problemlerini çözebilmek için bilimsel bilgi ve becerileri bu konulara uygulama fırsatı verir (Guzey, Ring-Whalen, Harwell ve Peralta, 2019). Dahası, mühendislik bilgisi fen, matematik ve teknoloji kavramlarını içerdiğinden (Cavlazoglu ve Stuessy, 2018; National Academy of Engineering and National Research Council, 2014), mühendislik STEM entegrasyonu için bir katalizör görevi görebilir (Cavlazoglu ve Stuessy, 2017b). Yine mühendislik uygulamaları, teknoloji geliştirme sürecinde matematik ve fen bilimlerinin uygulanmasını gerektirdiğinden, hem STEM disiplinlerinin anlamlı bir şekilde bütünleştirilmesini (Moore vd., 2014) hem de mühendislerin insanlığı destekleme ve ilerletmede oynadıkları rol hakkındaki farkındalığı ve ilgiyi arttırabilir (Brophy vd., 2008). Böylece mühendislik eğitimi, bilimin gerçek dünyada nasıl uygulandığını öğrencilerin anlamasına yardımcı olabilir (NRC, 2012). STEM eğitiminde mühendislik uygulamalarının betimlenen katkılarına rağmen, bu tür deneyimler ilk ve orta sınıflarda ihmal edilmeye devam etmektedir (English, King ve Smeed, 2017).

Var olan mühendislik temelli fen programları, mühendisliğin tasarım veya model yapım faaliyeti olarak görüldüğü tek bir form gösterme eğilimindedir (Guzey, Moore, Harwell ve Moreno, 2016). Bu durumun dayanağını Okulöncesi-12. Sınıf Eğitiminde Mühendislik: Durumu Anlama ve Beklentileri Geliştirme [Engineering in K-12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects] (National Academy of Engineering and National Research Council, 2009) oluşturmaktadır. İlgili dokümanda, okulöncesi, ilköğretim ve ortaöğretim basamaklarında mühendislik eğitiminin odağında yer alması gereken ilkeler (i) mühendislik tasarımının vurgulanması, (ii) uygun matematik, fen ve teknoloji bilgi ve becerilerine yer verilmesi, (iii) mühendis gibi düşünmenin geliştirilmesi olarak önerilmiştir. Vurgulanan ilkeleri benimseyen ve savunan çok sayıda araştırma yapılmıştır (örn. English, 2018; English ve King, 2015; English ve Mousoulides, 2015; English, Hudson ve Dawes, 2013; Purzer, Goldstein, Adams, Xie ve Nourian, 2015). İlgili araştırmalarda mühendislik uygulamaları, öğrencilere tasarım görevleri verilerek gerçekleştirilmiştir. Tasarım görevleri, içerikle ilgili temel kavramlara bağlam sağladığı için uygulamalı öğrenmeler için ideal bir etkinliktir (Carlson ve Sullivan, 2004).

Mühendislik uygulamalarını tasarım etkinliği olarak değerlendiren çalışmalardan biri English ve Mousoulides'in (2015) araştırmasıdır. Sözü edilen çalışmada, altıncı sınıf öğrencilerine köprü inşa edilmesi probleminde tasarım görevi verilmiştir. Problem, mühendislik kavramları, ilkeleri ve tasarım süreçlerini ile matematiksel akıl yürütme ve veri tabanlı problem çözmeyi içeren çoklu faktörlerin dikkate alınmasını içermektedir. Öğrenciler, kurulacak uygun köprüyü seçmek amacıyla kendilerine sunulan farklı köprü türlerini karşılaştırmışlar; köprü tipi, kullanılan malzemeler, köprü tasarımı, güvenlik ve maliyet ile ilgili tüm olası faktörleri dikkate alarak kendi modellerini oluşturmuşlardır. Sonrasında, öğrenciler oluşturdukları modelleri akranlarıyla paylaşmışlar ve temel bulgularını açıklamışlardır. Etkinlikte matematik birincil disiplin içeriği, fen (çevresel faktörler) destekleyici içerik ve mühendislik ise disiplin bağlamı olarak ele alınmıştır. Bir diğer araştırmada English ve diğerleri (2017) altıncı sınıf öğrencilerinin depremle ilgili mühendislik temelli bir problemi çözmeye yaklaşımlarına odaklanmışlardır. Araştırma süreci, verilen kriterleri ve kısıtlamaları karşılayan ürünlerin üretilmesinde inşa etme, test etme, yeniden tasarlama ve tekrar test etme aşamalarını içermiştir. Öğrenciler, problem üzerinde çalışırken depremlerle ilgili ön öğrenmelerini, deprem hasarına dayanacak bir binanın tasarım ve yapımına uygulamışlardır. Öğrenciler mühendislik tasarım süreçlerini ve STEM disiplin bilgi yapılarını inşa ederken, maliyet ve malzemelerin kısıtlarını göz önünde bulundurarak kullanmışlar ve daha sonra binalarını depremi simgeleyen bir çalkalayıcı masa kullanarak test etmişlerdir. Test sonuçlarını kullanarak öğrenciler, deprem hasarına daha iyi dayanacak bir bina inşa etmek için ikinci bir tasarım yapmışlardır. Tasarım temelli mühendislik uygulamalarına bir başka örnek, Purzer ve diğerlerinin (2015) çalışmasıdır. Belirtilen bu çalışmada, öğrencilerden farklı yüksekliklerdeki binalarla çevrili bir sitede enerji verimli güneş binaları tasarlamalarını istenmiştir. Etkinlik, güneş ışınımının gün ve mevsimlere göre değişkenlik göstermesini, simülasyon verilerinin analiz edilmesini, kısıtlamaların göz önüne alınmasını ve çözümlerin optimize edilmesi gibi (örneğin, kışın bir binayı ısıtmak için ve yazın bir binayı soğutmak için gereken enerjiyi en aza indirmek) tasarım uygulamalarının kullanılmasını içermiştir. Energy3D yazılımı, tasarım performansının doğrulanmasına veya test edilmesine izin vermek üzere kullanılmıştır. Öğrenciler, mühendislik prensipleri ile (tasarım bilgisi) güneş enerjisi ve ısı transferi kavramlarını (fen bilgisi) kullanarak çevreci

çözümler tasarlamışlardır. Tasarım sürecinde öğrencilerin bilimsel açıklamaları keşfettikleri ve geliştirdikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin yaz ve kış mevsimlerinde güneş enerjisinden daha çok yararlanmak için bina geometrisi (daha özel olarak yüzey alanı) ile güneş enerjisi kazanımları arasındaki ilişki hakkında bilimsel açıklamalar yaptıkları belirlenmiştir. English ve diğerleri (2013) tarafından yapılan araştırmada, mançınık tasarımı öğrencilere bir mühendislik problemi olarak verilmiş; öğrencilerin basit makineler hakkındaki öğrenmeleri mançınıkların tasarımı, yapımı, denemesi ve değerlendirilmesi süreçlerine uygulanmıştır. Araştırmada öğrencilere mançınığı inşa etmek için iki ders, mançınığı test etmek ve değerlendirmek için bir ders ve kavramsal anlamalarını yazılı olarak açıklamaları için bir ders verilmiştir. Uygulama sonunda öğrencilerin, kendilerine sağlanan materyaller ile basit makineleri simüle edebildikleri, onların özelliklerini kavradıkları ve çoklu basit makineleri tanımlayabildikleri belirlenmiştir. Yine öğrencilerin, karmaşık bir makineyi tasarlamak ve inşa etmek için bir dizi basit makineyi bir araya getirme gereksinimi olduğunu anladıkları görülmüştür.

Verilen örneklerde, öğrencilere tasarım zorluklarını çözmek için fen içerik bilgisini uygulama fırsatları sunulmuştur. Araştırmaların sonuçlarında, öğrencilerin hem tasarımın bilişsel yönleri üzerine düşünceler ürettikleri hem de fen içerik bilgisi ile öğrenmeler gerçekleştirdikleri vurgulanmıştır. Mühendisliğin, karmaşık sistemleri tasarlamak, analiz etmek ve sorunlarını gidermek için içerik bilgisi ve bilişsel süreçlerin uygulanmasını zorunlu kılan bir alan olması (Brophy vd., 2008), araştırmalarda görülen bu durumun nedeni olarak ifade edilebilir. Mühendisliğin bağlam olarak kullanıldığı yukarıdaki araştırmaların genel çerçevesi (a) problemin sınırlarının, hedeflerinin ve kısıtlarının tanımlandığı *problemin çerçevesinin veya kapsamının belirlenmesi*; (b) sadece tek bir fikrin geliştirilmesine odaklanmanın aksine, planlama ve potansiyel yapı için *fikirler üretme*, (c) tasarım eskizini ve tasarımın ürüne dönüştürülmesini içeren *tasarlama ve inşa etme*; (d) hedeflere ulaşmanın ve kısıtlamalara uyulup uyulmadığının kontrol edildiği *test etme ve sonuçlar üzerine düşünme*; (e) ilk tasarım üzerinde belirlenen iyileştirmelerin yeni/revize edilmiş tasarıma yansıtıldığı *yeniden tasarlama ve yeniden yapılandırma*; (f) bir bütün olarak *tasarım ve yapım süreçleri üzerine düşünmek ve görüşleri paylaşmak* aşamalarından oluşmaktadır (English, 2018). Sözü edilen mühendislik tasarım süreçlerinin anlaşılması, mühendislik eğitiminin merkezini oluşturmaktadır (English vd., 2013). Bu temel unsurlara odaklanmak, öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerini anlamalarına yardımcı olabilir (Fan ve Yu, 2017). Öğrencilerin temel STEM kavramlarını, tasarım bileşeninin gölgesinde kalmadan uygulama sürecinde kullanması sağlanmalıdır. Doğası yinelemeli olan bu işlemlerin her birinin yönlendirilmesinde, esas olanın STEM disiplin bilgisinin uygulanması olduğu unutulmamalıdır (English vd., 2017). Ayrıca, mühendislik tasarımının yinelemeli özelliği, öğrencilerin mümkün olan en iyi sonucu elde etmek için olası bir çözümü test etmelerini ve gözden geçirmelerini ve böylece tasarım yaparken öğrenmeyi sağlaması bakımından önemlidir (Crismond ve Adams, 2012). İçerik bilgisini öğretmek için mühendisliğin bağlam olarak kullanılması son derece anlamlıdır. Aksi takdirde öğrencilerin tasarımlarında bilimsel bilgiyi kullanmaları sağlanamazsa, bu türdeki uygulamalar sadece sanat ya da el sanatları projeleri olarak adlandırılabilir (Guzey, Tank, Wang, Roehrig ve Moore, 2014).

Yapılan araştırmalar mühendislik tasarımı ve uygulamalarının, öğrencilerin fen başarılarının gelişimini desteklediğini göstermektedir (Barrett, Moran ve Woods, 2014; Lachapelle ve Cunningham, 2007; Moreno, Tharp, Vogt, Newell ve Burnett, 2016). Örneğin Barrett ve diğerleri (2014) mühendislikle bütünleştirilmiş STEM modülünün, öğrencilerin hem meteoroloji hem de mühendislik konu alanlarındaki temel içerik bilgisini arttırdığını rapor etmişlerdir. Yine mühendislik eğitiminin, STEM yaklaşımını geliştirip zenginleştirerek öğrencilerin bir problemin birden çok çözümü olduğunu görmelerini, üst düzey düşünmelerini, araştırma yapmalarını, sorgulamalarını ve bilimsel süreç becerilerini kullanmalarını sağladığı savunulmaktadır (Fan ve Yu, 2017; Marulcu, 2010; National Academy of Engineering and National Research Council, 2009; Wendell, 2008). Fan ve Yu (2017), STEM mühendislik modülü ile teknoloji eğitim modülüne katılan öğrencilerden, birinci gruptaki öğrencilerin teknoloji eğitim modülü grubu öğrencilerine kıyasla daha karmaşık üst düzey düşünme becerilerini edindiklerini belirlemiştir. Yani, STEM mühendislik modülü, mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini etkili bir şekilde geliştirmiştir. Son olarak öğrenciler,

mühendislik uygulamaları yoluyla mühendislik tasarım süreçlerinde aktif olarak buldukları için onların mühendislik mesleği ile ilgili farkındalıkları, mühendislik kariyer bilinçleri ve STEM tutumları gelişmektedirler (Gülhan ve Şahin, 2016; Guzey vd., 2016; Pinelli ve Haynie, 2010; Tseng vd., 2013). Bu araştırmalardan biri olan Guzey ve diğerlerinin (2016) çalışmasında bir mühendislik tasarım programına katılan öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarının arttığı bulunmuştur.

Vurgulanan üstünlükleri nedeniyle araştırmacılar, okul içinde ve dışında mühendislikle bütünleştirilmiş STEM modülleri geliştirerek bu içeriklerin uygulanabilirliğini ve öğrenme çıktıları üzerindeki etkilerini incelemeye devam etmektedirler (bkz. Barker, Nugent ve Grandgenett, 2014; Barrett vd., 2014; Fan ve Yu, 2017; Guzey vd., 2017; Julià ve Antolí, 2019; Tippett ve Milford, 2017). Türkiye'de STEM eğitimi (Acar, 2018; Bircan, 2019; Çetin, 2019; Gül, 2018; Kavak, 2019; Pekbay, 2017; Sarıcan, 2017) ve mühendislik tasarım temelli STEM eğitimi araştırmaları (Altaş, 2018; Bozkurt, 2014; Ercan, 2014; Hacıoğlu, 2017; Koç, 2019; Yavuz, 2019) ile ilgili giderek artan bir alanyazın bulunmaktadır. Bununla birlikte ortaokul öğrencileriyle yapılan mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM çalışmalarının daha az sayıda olduğu söylenebilir. Öte yandan ortaokul çocuklarının özellikle mühendislik araştırmaları için uygun adaylar olduğunu söylenebilir. Çünkü bu yaş grubundaki öğrenciler hem meraklıdırlar hem de mühendislik ve teknoloji alanlarında yükseköğrenime devam etmek için ihtiyaç duyacakları matematik ve fen becerilerini öğrenme arzusundadırlar (Carlson ve Sullivan, 2004). Bu çalışmada, ortaokul düzeyinde mühendislik odaklı STEM programının nasıl tasarlanabileceğini ve öğretilebileceğini gösteren bir modül tasarlanmıştır. Araştırma, fen öğretmenlerinin bütünleştirilmiş STEM yaklaşımının uygulanabilirliği konusunda anlayış kazanma çabalarını kolaylaştırmak, mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve bu alanlardaki mesleki ilgilerine etkilerini belirlemek bakımından önemlidir. Bu araştırmanın amacı, mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ve STEM mesleklerine ilgileri üzerindeki etkilerini incelemektir. Bu amaca dayalı olarak araştırmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- Mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin bilimsel süreç becerileri testinden aldıkları ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?
- Mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik mesleklerine yönelik ilgi ölçeğinden aldıkları ön-test ve son-test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?
- Öğrencilerin mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulama sürecine yönelik görüşleri nedir?
- Mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulama sürecinden elde edilen nicel sonuçlar ile uygulama sürecine yönelik görüşlerden elde edilen nitel sonuçlar birbirlerini desteklemekte midir?

Yöntem

Araştırma Modeli

Araştırmada karma yöntem yaklaşımlarından müdahale deseni (Creswell, 2015) işe koşulmuştur. Bu desende, deneysel uygulama süreci nitel veriler ile desteklenmektedir (Creswell, Fetters, Plano Clark ve Morales, 2009). Araştırmanın nicel aşamasında tek grup ön-test son-test deseni (Cohen, Manion ve Morrison, 2007), nitel aşamasında ise temel nitel araştırma deseni (Merriam ve Tisdell, 2015) kullanılmıştır.

Tek grup ön-test son-test deseni, mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının deney grubunda denenmesi ve uygulamanın sonuçlar üzerinde etkisi olup olmadığını belirlemek üzere kullanılmıştır. Bu desen, zayıf deneysel desenlerden biridir. Ancak yeni bir eğitim modülünün geliştirilip uygulanmasında kullanışlıdır (Creswell, 2012). Ön test ve son test deneysel müdahale sürecine, araştırmacılar nitel veriler de ekleyebilir. Nitel veriler araştırma sürecinde deneysel müdahale

işlemi başlamadan önce, deneysel müdahale sırasında ya da deneysel müdahale sonrasında kullanılabilir (Creswell, 2015). Bu çalışmada nitel veriler deney bittikten sonra çalışmaya eklenmiştir. Nitel veriler, nicel verilerin ortaya koyduğu sonuçları desteklemek, istatistiksel sonuçları daha detaylı açıklamak, nicel sonuçlar ile nitel sonuçları karşılaştırmak ve sonuçlarının yorumlanmasına yardımcı olmak amacıyla kullanılmıştır. Böylece tek grup ön-test son-test tasarımının sınırlılıklarının giderilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada nicel yöntemlere ağırlık verilmiştir. Tasarımın simgesel görünümü NİC→nit (Morse, 1991) biçiminde olup, kullanımı Şekil 1’de gösterilmiştir:



Şekil 1. Araştırma Tasarımının Görünümü (Morse, 1991)

Nitel Aşama

Evren ve Örneklem

Araştırmanın örnekleme basit seçkisiz örnekleme (Cohen vd., 2007) kullanılarak ulaşılabilir evrenden seçilmiştir. Belirlenen okul İç Ege Bölgesi’nde, il merkezine bağlı bir mahallede bulunmaktadır. Okul binasında ilkök ve ortaokul öğrencileri birlikte öğrenim görmektedir. Okul, ders saatleri sonrasında gönüllü öğrencilere yüzme, basketbol, tiyatro gibi spor ve sanat alanlarında seçmeli dersler sunmaktadır. Öte yandan okulun akademik başarısı yüksektir. Özellikle ortaokul öğrencilerinin liseye geçiş sınavına yönelik olarak hazırlıkları önemsenmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü okulda öğrenim gören altıncı sınıf öğrencilerinin sayısı 68’dir. Bu öğrencilerden 27’si çalışma sürecine katılmayı kabul etmişlerdir. Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel (2008) seçkisiz atamanın küçük gruplar üzerinde işe yaramadığını belirtmektedir. Bu nedenle, çalışmaya katılacak öğrenci sayısının deney ve kontrol gruplarını oluşturmak için yeterli olmadığı kabul edilmiş ve çalışma kontrol grupsuz olarak yürütülmüştür. Öte yandan araştırmanın ilk dört haftasında sekiz öğrenci, mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının robotik ve kodlama çalışmalarını içermemesi ya da tiyatro ve basketbol çalışmalarına katılma gerekçeleriyle çalışmadan çekilmişlerdir. Sonuç olarak çalışma 19 öğrencinin deneysel müdahaleye katılımıyla yürütülmüştür. Deneklerin özellikleri Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1. Deneklerin Demografik Özellikleri

Özellikler	f	%
Cinsiyet		
Erkek	12	63,2
Kız	7	36,8
Fen Bilimleri Dersi Başarıları		
80	10	52,6
85	5	26,3
90	2	10,5
95	2	10,5
Ailenin gelir düzeyi		
1603 TL ve altı	2	10,5
1604-3208 TL arası	4	21,0
3209-4812 TL arası	5	26,3
4813- 6416 TL arası	8	42,1
Toplam	19	100

Deneklerin fen bilimleri dersi başarıları 80 ve üstü puan olup, yarıdan fazlasını erkekler oluşturmaktadır. Yine deneklerin yarıdan fazlasının ailesi 3209 TL ve üstü gelire sahiptir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmanın nicel verileri Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği (Aydoğdu, Buldur, Tatar ve Yıldız, 2012) ve Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeği (Koyunlu Ünlü, Dökme ve Ünlü, 2016) kullanılarak elde edilmiştir.

Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği, ilköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. 27 maddeden oluşan ölçeğin güvenirlik katsayısı (KR-20) 0.84, ortalama güçlüğü ise 0.54'tür. Ölçekte, temel ve üst düzey bilimsel süreç becerilerini ölçen sorular yer almaktadır. Bu kapsamda ölçekte, gözlem yapma, sınıflama yapma, uzay/zaman ilişkilerini kullanma, tahmin yapma ve çıkarım yapma temel becerilerine yönelik sorulara yer verilmiştir. Ayrıca problem belirleme, hipotez kurma, değişkenleri belirleme ve kontrol etme, deney yapma ve verileri yorumlama üst düzey becerilerine yönelik sorular da bulunmaktadır. Ölçekteki sorulardan, 9'u temel beceriler; 18'i ise üst düzey beceriler ile ilgilidir (Aydoğdu vd., 2012). Söz konusu ölçek, deneysel müdahaleden önce ve sonra öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini kullanma düzeylerini belirlemek için işe koşulmuştur. Araştırmada, Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği iki bölümden oluşturulmuştur. Birinci bölümde, öğrencilerin demografik özelliklerini belirlemeye dönük sorular bulunmaktadır. İkinci bölümde ise 27 çoktan seçmeli soru yer almaktadır. Ölçeğin uygulaması, deneysel müdahaleden önce öğrencilerin fen derslerinde, deneysel müdahaleden sonra ise mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamaları dersinde gerçekleştirilmiştir. Ölçeğin bu araştırma kapsamında güvenirlik katsayısı (KR-20) 0.79 olarak hesaplanmıştır.

Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeği, 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarında kariyer ilgilerini belirlemek amacıyla Kier, Blanchard, Osborne ve Albert (2014) tarafından geliştirilmiştir. İlgili ölçek, Koyunlu Ünlü ve diğerleri (2016) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. 4 faktörlü 40 sorudan oluşan ölçeğin Türkçe formunun Cronbach alpha güvenirlik katsayısı 0.94'tür. Ölçüm güvenirliği Fen alt boyutu için 0.86, Teknoloji alt boyutu için 0.88, Mühendislik alt boyutu için 0.94 ve Matematik alt boyutu için 0.90 olarak hesaplanmıştır. Her bir alt boyutta 10 madde yer almaktadır (Koyunlu Ünlü vd., 2016). Bu araştırma için Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeği üç bölümden oluşturulmuştur. Birinci bölümde ölçek hakkında ve STEM meslekleri ile ilgili açıklayıcı bilgiler bulunmaktadır. İkinci bölümde öğrencilerin demografik özelliklerini belirlemeye dönük sorular bulunmaktadır. Üçüncü bölümde ise öğrencilerin görüşlerini belirlemeye dönük 40 maddeden oluşan ölçek maddeleri yer almaktadır. Öğrenciler ölçeğin bu bölümündeki maddelere "hiç katılmıyorum", "katılmıyorum", "kararsızım", "katılıyorum" ve "tamamen katılıyorum" seçeneklerinden birini işaretleyerek yanıt vermişlerdir. Ölçeğin uygulaması, deneysel müdahaleden önce öğrencilerin fen derslerinde, deneysel müdahaleden sonra ise mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamaları dersinde gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma kapsamında ölçeğin bütünü için Cronbach alpha güvenirlik katsayısı 0.91 olarak hesaplanmıştır. Ölçüm güvenirliği Fen alt boyutu için 0.82, Teknoloji alt boyutu için 0.87, Mühendislik alt boyutu için 0.92 ve Matematik alt boyutu için 0.78 olarak hesaplanmıştır.

Deneysel İşlem

Altıncı sınıf öğrencilerinin STEM mesleklerine olan ilgilerinde ve bilimsel süreç becerilerinde oluşan değişmeyi incelemek amacıyla 19 öğrenciye 2017-2018 eğitim öğretim yılı bahar döneminde 15 hafta boyunca ve haftada iki ders saati mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamaları eğitimi verilmiştir. Deneysel işlem öğrencilerin olağan ders saatleri sonrasında yapılmıştır. Bu amaçla öğrencilere önerilen seçmeli derslerden biri STEM Uygulamaları olmuştur. STEM Uygulamaları dersi akademik başarı yönünden notlandırılmamış ve öğretim programı dışı etkinlik olarak gerçekleştirilmiştir. Bu ders kapsamında deneysel işlemler her hafta perşembe günü haftada iki saat olarak gerçekleştirilmiştir. Deneysel işlem sürecinin birinci haftalarında öğrenciler sorunları belirlemek, olası çözümler geliştirmek ve prototip oluşturmak; ikinci haftalarında ise prototipi test etmek, değerlendirmek, yeniden tasarlamak ve geliştirme işlemlerini yapmışlardır. Yapılan etkinliklerde mühendislik açısından zengin ve otantik bir bağlam olarak kullanılmıştır. Öğrenciler uygulama süresince bir grupta üç, dört grupta ise dört öğrenci olacak şekilde grup çalışmaları yapmışlardır. Gruplar, her bir uygulamada yeniden oluşturulmuştur.

Uygulamada, mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM yaklaşımı (Guzey vd., 2017) kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan mühendislik tasarım sürecinin adımları şunlardır: (1) problemi, kriter ve sınırlılıkları belirleme; (2) olası çözümler geliştirme; (3) olası çözümleri değerlendirerek prototipler oluşturma; (4) prototipi test etme ve değiştirme; (5) nihai tasarımı değerlendirme ve (6) yeniden tasarlama ve optimize etme (English, 2016, 2018). Bu ilkelere göre tasarlanan öğretim sürecinin gelişimi aşağıda açıklanmıştır.

Öncelikle öğrencilere kimi zaman bir video ile kimi zaman bir öykü ya da örnek olay ile açık uçlu, çeşitli çözüm yollarına sahip problem durumları sunulmuş ve öğrencilerden problemi belirlemeleri istenmiştir. Bu aşamayı öğrencilerin çözüm yollarını belirlemesi ve önerilerini STEM defterlerine yazmaları izlemiştir. Ardından, her bir öğrenciden önerisini bilimsel açıdan gerekçelendirmesi istenmiştir. Öğrencilerin grup arkadaşları ve sınıftaki diğer öğrenciler önerileri değerlendirmişler ve önerinin güçlü yanlarını ya da neden uygulanamayacağını gerekçelendirerek açıklamışlardır. Böylelikle öğrencilerin bilgiyi sosyal olarak yapılandırılmaları ve akıl yürütme yapmaları sağlanmıştır. Ardından öğrencilere hedeflenen kazanımla ilgili bir mühendis gibi düşünmesini sağlayacak materyaller tek tek tanıtılmıştır. Bu süreçte araştırmacılar, aynı amaca hizmet eden ancak birbirinin alternatifi olabilecek çoklu materyalleri öğrencilere sunmuşlardır. Örneğin bir deniz botu tasarımında yalnızca pet şişe değil; pet şişe ile birlikte strafor, köpük, plastik kutu vb. materyaller sunularak öğrencilerin dayanıklılık, estetik, ekonomiklik, kullanılabilirlik vb. gibi parametreleri düşünerek uygun malzemeleri seçmelerine fırsat verilmiştir. Ardından grup üyeleri takım çalışması yaparak tasarımlarının prototiplerini/eskizlerini çizmiştir. İlgili çizimlerde hem kullanmayı düşündükleri malzemeleri hem de hangi ölçülerde bir tasarım yapacaklarını tek tek belirterek matematik alan bilgisini kullanmaları sağlanmıştır. Uygulamanın ilerleyen aşamalarında öğrenciler problem durumuna yönelik en uygun çözümü ya da çözümleri, çizimlerini de göz önüne alarak tasarıma dönüştürmüşlerdir. Öğrenciler, bir ya da birden fazla özelliği (bilimsel, ekonomik, estetik, kullanılabilirlik, sağlamlık vb.) dikkate alarak hayallerindeki ürünü geliştirmişlerdir. Bu süreçte grup üyeleri birbirleri ile sürekli iletişim halinde bulunmuşlardır. Öğretmen ise grupları ziyaret ederek kimi zaman tasarımları ile ilgili sorular sorarak ve kimi zaman da açıklamalar yaparak öğrencilere rehberlik etmiştir. Tasarımlar tamamlandıktan sonra ürünler test edilmiştir. Testler sonucunda eğer öğrencilerin tasarımları başarısız olduysa (belirlenen ölçütleri karşılayamadıysa) bunun nedenlerini keşfetmelerini sağlamak üzere tartışmalar yapmaları sağlanmıştır. Bu sürecin sonunda ürünlerde modifikasyonlar yapılmış ve ürüne son biçimi verilmiştir. Son aşamada ise tüm gruplar tasarımlarını tamamladıktan sonra ortaya çıkan ürünler grup sözcüleri tarafından sunulmuştur. Her uygulama sonrasında ürünleri, farklı bir öğrencinin sunması sağlanmıştır. Böylece bütün öğrencilerin iletişim becerilerinin gelişmesi hedeflenmiştir. Tablo 2’de sözü edilen açıklamaların gerçekleştiği mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM etkinlikleri, odaklanılan bilimsel süreç becerileri ile STEM kariyer alanları sunulmuştur.

Tablo 2. STEM Etkinlikleri, Odaklanılan Bilimsel Süreç Becerileri ve Kariyer Alanları

Tarih	Etkinlik	Odaklanılan Bilimsel Süreç Becerileri	STEM Kariyer Alanları
1 ve 2. Haftalar	Termos Yapalım	Gözlem, ölçme, iletişim kurma, çıkarım yapma	Fizik bilim insanı, kimyager, endüstriyel tasarım mühendisi
3 ve 4. Haftalar	Pelikanlarımı Koruyorum	Uzay zaman ilişkilerini kullanma, ölçme, tahmin ve çıkarım yapma	Çevre mühendisi, tasarım mühendisi, biyolog
5 ve 6. Haftalar	Depreme Dayanıklı Binalar	Hipotez kurma, bağımlı ve bağımsız değişken, tahmin etme, çıkarım yapma	İnşaat mühendisi, jeoloji mühendisi, jeofizik mühendisi
7 ve 8. Haftalar	Kodlama Yapıyoruz	Veri yorumlama, sayıları kullanma, iletişim kurma ve işlemsel tanımlama	Bilgisayar mühendisi, yazılım mühendisi

Tablo 2. Devamı

Tarih	Etkinlik	Odaklanılan Bilimsel Süreç Becerileri	STEM Kariyer Alanları
9 ve 10. Haftalar	Deniz Botu	Uzay-zaman ilişkileri, sayıları kullanma, hipotez kurma, deney yapma ve kontrol değişkenleri belirleme	Elektrik elektronik mühendisi, gemi mühendisi, makine mühendisi
11 ve 12. Haftalar	Fırtınaya Dayanıklı Kule	Sınıflama, tahmin etme, çıkarım yapma, deney yapma	İnşaat mühendisi, meteoroloji mühendisi, malzeme mühendisi
13. Hafta	İleri Teknolojiler Merkezi Laboratuvarı Ziyareti	Bu etkinliğin amacı öğrencilerin fen alanındaki meslek dallarında çalışan insanların çalışma ortamlarını, nasıl çalıştıklarını ve neler ürettiklerini incelemeleridir.	Fizik bilim insanı, kimyager, biyolog, gıda mühendisi, seramik mühendisi
14 ve 15. Haftalar	Elektrikli Araba	Hipotez kurma, bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenleri belirleme, tahmin etme, deney yapma	Elektrik elektronik mühendisi, makine mühendisi, otomotiv mühendisi, mekatronik mühendisi

Etkinlikler hazırlanmadan önce benzer araştırmalar incelenmiş (bkz. English vd., 2013; English ve King, 2015) ve araştırma içeriğini oluşturacak etkinliklerden bir havuz oluşturulmuştur. İlgili etkinlikler fen, teknoloji, matematik ya da mühendislik içeriklerine öncelik verme durumu, öğrenci düzeyine uygunluk, ekonomiklik (zaman ve maliyet) vb. ölçütler bakımından incelenmiş ve etkinlikler bu araştırma için yeniden uyarlanmıştır. Bu etkinlikler yoluyla öğrencilerin STEM mesleklerinden olan çevre mühendisi, bilgisayar mühendisi, elektrik elektronik mühendisi, jeoloji mühendisi, tasarım mühendisi, malzeme mühendisi, endüstri mühendisi, inşaat mühendisi, fizik, kimya ve biyoloji bilim insanları hakkında bilgiler edinmeleri sağlanmıştır. Ayrıca temel (gözlem, sınıflama, iletişim kurma, ölçme, uzay/zaman ilişkilerini kullanma, sayıları kullanma, çıkarım yapma, tahmin etme) ve üst düzey (değişkenleri kontrol etme, hipotez kurma, verileri yorumlama, işlemsel tanımlama ve deney yapma) bilimsel süreç becerilerinin uygun sorularla her etkinlikte kullanılması sağlanmıştır. Eğitimin sonunda, uygulamalardan önce uygulanan ölçme araçları son test olarak uygulanmış ve eğitim öncesi ve sonrası testler arasında anlamlı bir fark olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Verilerin Analizi

Elde edilen nicel veriler analizinde öncelikle dağılımın normalliğini belirlemek için ön test ve son-test verilerinin Skewness, Kurtosis, Shapiro-Wilk sonuçlarına ve Stem-and- Leaf Plot, Q-Q Plot grafiklerine bakılmıştır. Sözü edilen istatistiksel incelemeler sonucunda verilerin normal dağılmadığı saptanmıştır. Bu nedenle verilerin analizinde ön-test ve son-test puan karşılaştırması için “Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi” analizi tekniği kullanılmıştır (Büyüköztürk, Çokluk ve Köklü, 2012). Bu analiz tekniği denek sayısı $n < 30$ olduğu (Erkuş, 2013) ve veriler normal dağılmadığı için (Cohen vd., 2007) işe koşulmuştur. Verilerin yorumlanmasında anlamlılık düzeyi olarak .05 kabul edilmiştir (Creswell, 2012). İstatistiksel anlamlılığın yorumlanması amacıyla araştırmada etki büyüklüğü tahmini de yapılmıştır. Çalışmada nonparametrik istatistiksel analiz tekniklerinden biri kullanıldığı için etki büyüklüğünün hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Fritz, Morris ve Richler, 2011; Pallant, 2016):

$$r = \frac{z}{\sqrt{N}}$$

Elde edilen r oranının yorumlanmasında Cohen (1988) tarafından önerilen ilkeler gözetilmiştir. Yukarıdaki formül işe koşulursa r oranı .5, .3 ya da .1 değerlerine eşit olabilir. Buna göre .5 büyük etki, .3 orta etki ve .1 ise küçük etki değeri olarak yorumlanmaktadır (Cohen, 1988).

Nitel Aşama Katılımcılar

Deneyisel işlem sonrası nitel keşfedici verilerin kimlerden toplanacağını belirlemek için ölçüt örnekleme (Patton, 2001) kullanılmıştır. Buna göre belirlenen ölçütler (i) son-test olarak uygulanan nicel veri toplama araçlarından orta ve yüksek puan alan katılımcılara ulaşmak ve (ii) gönüllü olmaktır. Belirlenen ölçütleri karşılayan 8 öğrenci nitel aşamanın katılımcılarını oluşturmuştur. Katılımcıların 5'i kız ve 3'ü erkektir. Yine katılımcıların 4'ü Bilimsel Süreç Becerileri ölçeğinden yüksek; 4'ü ise orta seviyede puan almışlardır. Bu katılımcıların kişisel özellikleri Tablo 3'te sunulmuştur:

Tablo 3. Katılımcıların Kişisel Özellikleri

Katılımcı	Cinsiyet	Genel Başarı Ortalaması Puanı (100 puan üzerinden)	Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği Puanları*	STEM Mesleklerine Yönelik İlgi Ölçeği Puanları*
Naz	K	75	48,1	167
Esra	K	70	59,2	164
Ahmet	E	90	70,3	150
Yağmur	K	75	62,9	118
Aylin	K	85	88,8	162
Su	K	90	88,8	150
Giray	E	80	77,7	171
Yusuf	E	70	48,1	137

*Bilimsel süreç becerileri ölçeğinden alınabilecek maksimum puan 100'dür. STEM Mesleklerine yönelik ilgi ölçeğinden alınabilecek maksimum puan 200'dür.

Verilerin Toplanması

Araştırmanın nitel aşamasında, katılımcıların etkinliklerine ilişkin deneyimlerini, öğrenme sürecine bakış açılarını, öğrenme sürecindeki duygularını ortaya çıkarmak üzere yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır (Saldana, 2011; Spradley, 1979). Yarı yapılandırılmış görüşmeler için açık uçlu sekiz sorudan oluşan bir görüşme formu oluşturulmuştur. Sekiz sorunun ikisinde sonda sorular kullanılmıştır. Bu sorular hazırlanırken araştırmacıların uygulama sırasında aldığı notlardan, gözlemlerden ve alan yazından yararlanılmıştır. Görüşmeler her bir katılımcı ile ayrı ayrı yapılmış ve ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır. Görüşmelerin en kısısı 2 dakika 30 saniye, en uzununu 5 dakika 58 saniye sürmüştür.

Verilerin Analizi

Elde edilen verilerin analizinde tematik analiz (Braun ve Clarke, 2006) tekniği kullanılmıştır. Tematik analiz, veriler arasındaki ortak noktaların, benzerliklerin ve farklılıkların analiz edilmesini sağlayan bir stratejidir (Gibson ve Brown, 2009). Bu çalışmada tematik analiz kapsamında şu işlemler yapılmıştır: i) verilerin tanınması, (ii) ilk kodların oluşturulması, (iii) kodların ilişkilendirilerek kategoriler oluşturulması, (iv) kategorilerin incelenmesi ve ilişkilendirilmesi, (v) temaların oluşturulması ve adlandırılması, (vi) bulguların yazılması (Braun ve Clarke, 2006). Tematik analiz sürecinde yapılan işlemler aşağıda açıklanmıştır.

Araştırmanın birinci yazarı tarafından verilerin dökümü yapılmıştır. Katılımcılarla yapılan görüşmelerin dökümü yapıldıktan sonra, her bir araştırmacı ilgili dökümleri birbirinden bağımsız olarak tekrar tekrar okuyarak verilere yönelik ilk düşüncelerini not etmiştir. İkinci aşamada araştırmacılar, ilk kodları oluşturmak üzere bütün dökümlerden araştırma sorusuyla ilgili özellikleri kodlamışlardır. Bu aşamada her kod için katılımcıların mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM eğitimi deneyimleri ile ilgili anlatımlarının altı çizilmiş ve her bir araştırmacı kendi dizinini oluşturmuştur. Bu aşamanın sonunda birinci yazar 113, ikinci yazar ise 161 adet kod oluşturmuştur. Oluşturulan kodlara "özgün tasarımlar", "hayal gücünü kullanmak", "fen deneylerini özümseyerek anlama" örnek olarak verilebilir.

Üçüncü aşamada, araştırmacılar oluşturdukları kodları birbirlerine sunmuşlardır. Bu aşamada araştırmacılar oluşturdukları dizinleri birbirleriyle karşılaştırmışlar ve tartışmışlardır. Her bir araştırmacı kendi oluşturduğu kodların anlamını ve veriyi tanımlama yeterliğini açıklamıştır. Örneğin birinci araştırmacının “eğlenceli dersler” kodu ile kodladığı 3 farklı görüşme verisi ikinci araştırmacı tarafından “etkinlik yaparken eğlenme”, “tasarım yaparken eğlenme”, “keyifli öğrenme” biçiminde kodlanmıştır. Bu süreçte araştırmacılar aynı veriyi hangi etiketle ve nasıl kodladıklarını birbirlerine açıklamışlardır. Ayrıca soyut kodlama yerine somut kodlama yapmanın verileri yönetmek bakımından daha işlevsel olduğuna karar vermişlerdir. Bu işlemler sonrasında 154 koda ulaşılmıştır. Takip eden oturumlarda araştırmacılar kodları kümeleyerek kategorileri oluşturmaya çalışmışlardır. Bu işlemin sonucunda “bilgi”, “beceri” ve “duyuş” kategorileri ortaya çıkmıştır.

Dördüncü aşamada araştırmacılar birbirinden bağımsız bir şekilde oluşturulan kategorileri incelemiş, bu kategorileri anlamlı bir örüntü oluşturabilecekleri temalar olarak kümelendirmeye çalışmışlardır. Bu aşamada Bilgi ve Duyuş kategorilerinin birbiriyle yakından ilişkili olduğu ve ayrılmayacağına karar verilmiştir. Çünkü katılımcıların kariyer bilinçlerinin gelişimi ile STEM alanlarında kariyer yapma isteğinin birbirini kapsadığı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle Bilgi ve Duyuş kategorileri birleştirilerek *STEM Alanlarını Tanuma ve İlgi* teması oluşturulmuştur. Diğer yandan Beceri kategorisi altında vurgulanan katılımcı anlatımlarının 21. yüzyıl öğrenme, yaşam ve meslek becerilerine odaklandığı görüldüğü için ilgili kategorinin *21. Yüzyıl Becerileri* teması olarak adlandırılmasına karar verilmiştir.

Son iki aşamada ise araştırmacılar yeniden bir araya gelerek, oluşturdukları temaların isimlerini, kategori ve kodlarla uyumunu tartışmışlar ve oluşturulan temaların isimleri ve açıklayıcılığını gözden geçirmişlerdir. Her iki araştırmacı da oluşturulan (i) *STEM Alanlarını Tanuma ve İlgi* ile (ii) *21. Yüzyıl Becerileri* temalarının araştırmadan elde edilen verilerin özelliğini yansıttığı konusunda görüş birliği sağlamışlardır. Yine bu aşamada araştırma raporunun yazılması sürecinde temaların ilintili olduğu kategori ve kodları en etkili anlatacak, doğrudan alıntı yapılacak verilere karar verilmiştir.

Geçerlik

Bu karma yöntem araştırmasında geçerlik örneklem, veri toplama, veri analizi ve bulguları sunma basamaklarında kullanılan kimi stratejileri içermektedir. Bu doğrultuda verileri karşılaştırılabilir hale getirmek üzere aynı evrenden nicel ve nitel aşamalar için örneklem oluşturulmuştur. Nicel aşamaya katılan deneklerden nitel aşama için ayrıca örneklem alınmıştır. Araştırmada nicel ve nitel veri toplama süreçleri birbirinden ayrılmıştır. Nitel veriler, nicel verileri çoğaltmak ve desteklemek üzere müdahale sürecinin sonunda toplanmıştır. Böylece veri çeşitliliği sağlanmış, geçerlik ve inanırılık güçlendirilmiştir. Veri analiz sürecinde nicel verilerin dağılımı incelenmiş, kullanılacak istatistiksel teknikler ile ilgili tartışmalar yapılmıştır. Nitel verilerin analizinde ise iki kodlayıcı birbirinden bağımsız olarak analiz sürecini gerçekleştirmiş ve belirli aralıklarla toplanarak oluşturdukları kod ve kategorilerin niteliğini ve kapsamını tartışmışlardır. Nicel ve nitel veriler ayrı ayrı analiz edildikten sonra istatistiksel bulgular ile eşleşen nitel alıntılar belirlenmiş ve raporlanmak üzere hazırlanmıştır. Her iki veri grubunun bulguları eşit bir şekilde sunulmuş ve iki veri grubunun birleştirme işlemi sonuç bölümünde yapılmıştır. Bu doğrultuda nitel verilerin nicel verileri nasıl desteklediği irdelenmiştir (Creswell ve Plano Clark, 2011).

Bulgular

Araştırmada elde edilen bulgular işe koşulan desenin özelliği ve iç tutarlılık gereği öncelikle nicel daha sonra ise nitel bulgular olmak üzere iki ayrı başlık altında aşağıda sunulmuştur. Nicel ve nitel verilerin bütünleştirilmesi ise sonuç bölümünde yapılmıştır.

Nicel Bulgular

Bu bölümde araştırmaya katılan öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği ile STEM Mesleklerine Yönelik İlgililik Ölçeği'nden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir. Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine yönelik öntest ve sontest puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeğinden Aldıkları Öntest-Sontest Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Sontest-Öntest	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif Sıra	4	6.00	24.00	-2.926	.003
Pozitif Sıra	15	11.07	166.00		
Eşit	0				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 4'teki analiz sonuçları, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri öntest ve sontest puanları arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($z = -2.92$; $p < .05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında gözlenen fark pozitif sıralar, yani sontest puanları lehinedir. Öte yandan test sonucunda hesaplanan etki büyüklüğü değeri ($r = .47$) puanlar arasındaki farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu bulgulara göre uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği söylenebilir.

Katılımcıların STEM mesleklerine yönelik öntest ve sontest ilgi puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Öğrencilerin STEM Mesleklerine Yönelik İlgililik Ölçeğinden Aldıkları Öntest-Sontest Puanlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Sontest-Öntest	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif Sıralar	4	11.50	46.00	-1.973	.048
Pozitif Sıralar	15	9.60	144.00		
Eşit	0	-	-		

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 5'teki analiz sonuçları öğrencilerin STEM mesleklerine yönelik ilgi öntest ve sontest puanları arasında anlamlı fark olduğunu göstermektedir ($z = -1.973$; $p < .05$). Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında gözlenen fark pozitif sıralar, yani sontest puanları lehinedir. Öte yandan test sonucunda hesaplanan etki büyüklüğü değeri ($r = .32$) puanlar arasındaki farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu bulgulara göre deneysel müdahalenin öğrencilerin STEM mesleklerine ilgilerini arttırdığı söylenebilir.

Nitel Bulgular

Katılımcılarla yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerin analizi sonucunda *STEM Alanlarını Tanıma ve İlgililik* ile *21. Yüzyıl Becerileri* temaları oluşturulmuştur. Temaların özelliklerine ilişkin açıklamalar doğrudan alıntılar ile desteklenerek aşağıdaki başlıklarda verilmiştir.

STEM Alanlarını Tanıma ve İlgisi

Bu tema, katılımcıların STEM alanlarındaki kariyer alanlarını tanımaları ile kariyer bilinçlerinin gelişimini, STEM mesleklerine ilgi duymayı ve etkinliklerden hoşlanma özelliklerini içermektedir.

Katılımcılar mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarını daha çok kariyer alanlarını tanıma ve kariyer bilinçlerinin gelişimi ile ilişkilendirmişlerdir. Bu öğrencilerden biri olan Giray mühendislik mesleğine olan ilgisinin uygulamadaki deneyimleri ile mühendisliğin farklı disiplinlerine doğru evrildiğini vurgulamıştır. Bu çerçevedeki görüşünü *“Ben önceden de zaten mühendis olmayı düşünüyordum. Yazılım mühendisi falan. Artık biraz inşaat mühendisi de olabilirim falan diye düşünmeye başladım.”* şeklinde belirtmiştir. Diğer yandan Ahmet mesleki farkındalığının gelişimini *“Görüş açım değişti. Fen mesleklerine daha farklı bakmayı öğrendim.”* cümlesiyle ifade etmiştir. Aylin, ileride seçeceği mesleğin STEM alanlarından bir meslek olduğunu ve uygulamaların kariyer bilincini olumlu yönde etkilediğini *“Öncelikle ileride seçeceğim mesleğe gayet güzel katkısı olduğunu düşünüyorum.”* şeklinde belirtmiştir. Benzer görüşler Naz tarafından ifade edilmiştir. Naz, mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının yetişkin yaşamında yapmayı planladığı meslek tercihinin doğruluğunu görme fırsatı verdiğini *“Mesela benim ilk başta da dediğim gibi doktor olmak çok istiyorum ve yaptığımız etkinlikler beni biraz daha itti. Hani fen alanında başarılı olduğum için yani başarı kazandırdığı için ders bana kendimi daha yakın hissettim.”* cümleleriyle ifade etmiştir. Bir diğer katılımcı Su ise mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının kariyer oluşturma bilincine katkısını şöyle ifade etmiştir:

Ben başta aslında bu derse başlamadan önce [meslek seçimi konusunda] kararsızdım. Ama derse başladıktan sonra mimarlığa merak saldım ama ayrıca mühendisliğe de merak göstermeye başladım. Fen’i zaten çok seviyorum, matematiği de çok seviyorum. Yani güzel etkiledi iyi yönde etkiledi, daha iyi tanımamı sağladı meslekleri.

Katılımcıların tamamı STEM uygulamalarının eğlenceli olduğunu düşünmektedir. Örneğin Esra STEM etkinlikleri ile ilgili olarak *“Bence çok keyifliydi. Çünkü kendi kafamızdan tasarladık. Hayal gücümüzü de geliştirdik ama bize bir model koysalardı bu kadar keyifli olmazdı. Bence o yüzden çok keyifliydi.”* diyerek görüşünü belirtmiştir. Görüldüğü gibi Esra, yapılan etkinliklerden hoşlanma durumu sürecin açık uçlu doğası ve yaratıcı düşünmenin cesaretlendirilmesi ile açıklamaktadır. Bir diğer katılımcı Su ise düşüncesini *“STEM derslerinde birçok etkinlik yaptık ve ben bunlarda gerçekten çok eğlendim. O yüzden benim için çok iyi oldu. Çok verimli oldu.”* diye ifade etmiştir. Su, uygulamaların hem gerçek yaşam hem de etkinlik temelli olmasını vurgulayarak öğrenmelerin eğlenceli ve keyifli olduğunu belirtmiştir. Benzer görüşler Yusuf tarafından da vurgulanmıştır. Su’dan farklı olarak Yusuf, etkinliklerin öğrenci merkezli ve yapılandırılmamış olmasının uygulamaları eğlenceli kıldığına dikkat çekmiştir. Yusuf görüşlerini *“Mesela deniz botu olayını çok sevdim. Gerçekten yüzebilecek bir şey yapmamızı istediniz. Nasıl olması gerektiğini aklımızda tasarladık. Hepsini kendin yapıyorsun. Kendin yaptın diye kimseden, hiçbir şeyden bıkmıyorsun. Pes etmeyi istemiyorsun.”* biçiminde belirtmiştir.

21. Yüzyıl Becerileri

Bu tema mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamaları sonucunda katılımcıların bilimsel düşünme, yaratıcı olma, mühendislik tasarım becerilerini kullanma ve iş birliği yapma becerilerini edindiğini açıklamaktadır.

Katılımcılar, mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamaları sonucunda bilimsel keşifler için araç olarak kabul edilen bilimsel süreç becerilerini kullanmayı öğrendiklerini belirtmişlerdir. Bu katılımcılardan biri olan Ahmet *“Elektrik devresini fen dersinde de gördük. Ama mesela bağımlı değişkeni, bağımsız değişkeni de görmüştük ama daha detaylı gördük. Kontrol değişkeni falan. Bakış açım değişti, gözlem yapma yeteneğim gelişti.”* biçiminde görüşlerini ifade etmiştir. Görüldüğü gibi Ahmet, bilimsel süreç becerilerini fen bilimleri dersinde de gördüklerini ancak yapılan uygulamaların

öğrenmeyi somutlaştırdığını ve anlamlandırmayı kolaylaştırdığına değinmiştir. Ayrıca gözlem yapma becerisi kazandığını belirtmiştir. Benzer argümanlar Naz tarafından da belirtilmiştir. Naz uygulamalar yoluyla bilimsel süreç becerilerini öğrendiğini *“Fende öğrenmediğimiz mesela bağımlı ve bağımsız değişken, deney olarak fende öğrenmediğim çok şey vardı. Ben bunu STEM ile öğrendim.”* cümleleriyle ifade etmiştir. Yusuf da bilimsel süreç becerileri önceden karıştırdığını ama etkinlikler sonrası kullanabildiğini *“Karıştırabiliyordum onları [bilimsel süreç becerilerini] ama yapabiliyorum artık.”* biçiminde ifade etmiştir. Katılımcıların görüşleri bir bütün olarak değerlendirildiğinde, bilimsel süreç becerilerini problem çözme sürecinde bilerek ve anlayarak işe koştuklarını vurguladıkları anlaşılmaktadır.

Katılımcıların tamamı mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamaları ile hayal dünyalarını geliştirerek kendi düşüncelerini ortaya koyduklarını ve yaratıcılıkları sonucu özgün tasarımlar ortaya koyduklarını belirtmişlerdir. Örneğin Giray’ın *“Yani önceden böyle ufukum bu kadar geniş değildi. Yani böyle mesela neyden neyi tasarlayacağımı tam bilmiyordum. Artık böyle yani farklı şeylerden birçok şey yapmayı öğrendim.”* biçimindeki anlatımı bu yargıyı destekler niteliktedir. Katılımcılar, mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının fen derslerinden farklı olduğunu özellikle vurgulamışlardır. Fen derslerinde ellerine deney föylerinin, yapacakları işlemlerin hazır olarak verildiğini ve deneyin sonucunun önceden belli olduğunu belirtmişlerdir. Öte yandan mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarında ise ulaşacakları sonucunu bilmediklerini, ortaya çıkacak tasarımın şeklinin verilmediğini ve bu nedenle hayal güçlerinin ve yaratıcılıklarının gelişerek günlük yaşamda da çok yönlü bir bakış açısı elde ettiklerini belirtmişlerdir. Su’nun *“...fen derslerinde bize bir deneyin sonunu yani veriyorlar malzemelerini bir model koyuyorlar ama burada biz kendi kafamızdan, kendi düşüncelerimiz ile ifade ettik bunları. Hayal gücümüz geliştirdi...”* ve Yağmur’un *“Hayal gücü mesela. STEM’de; hayal gücümüzü çalıştırıyoruz istediğimiz şeyi yapabiliyoruz. Ama fen dersinde hoca istediğini yaptırıyor. (...) Fen dersinden farkı STEM dersinde düşünerek istediğimiz şeyi yapabiliyoruz. Ama fen dersinde hocanın istediği gibi yapıyoruz.”* cümlelerindeki anlatımları bu duruma örnek olarak verilebilir.

Katılımcılar, mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının mühendislik tasarım becerilerini de geliştirdiğini belirtmişlerdir. Esra, *“STEM’de daha içten bakıyorsun. Olayın daha dibine giriyorsun. STEM’de tasarlıyoruz. Fen dersinde yapıyoruz yani. (...) Fende hazır oluyor yani onlar.”* diyerek görüşünü belirtmiştir. Benzer şekilde Aylin *“Geçen sene bizim bilim uygulamaları diye bir dersimiz vardı. Öğretmenimiz kendisi yapardı veya bir yere çizerdi. Biz ona göre yapardık. Burada [mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarında] hem böyle verilen malzemelerin her kısmını kullandık. Mesela bir bandın hem kendini hem iç kısmını kullandığım oldu. Bize hiçbir şey kesinlikle elimize hiçbir şey verilmedi. Mesela depreme dayanıklı ev yaptık. Bununla alakalı bilgi verildi, kâğıt verildi, nasıl yaptığımıza dair hiçbir şey verilmedi. Biz bunu kendimiz tasarladık, gayette güzel oldu.”* ifadeleri ilgili becerilerin etkili bir yönde geliştiğini göstermektedir. Öte yandan Giray, *“Hocam mesela ben normalde hiç böyle bir şeyler kurgulamayı filan hiç beceremem hocam. Mesela buraya geldim yapmaya başladım. Birşeyleri inşaa etme, düşünme öyle şeyler yaptım hocam.”* biçimindeki ifadesiyle planlama, tasarlama ve üretme becerisi kazandığını vurgulamıştır.

Katılımcılar yaratıcılık ve tasarım becerilerinin yanı sıra iş birliği becerilerinin de geliştiğine değinmişlerdir. Ancak grup çalışmaları yaptıklarını, birbirlerinden öğrendiklerini ve birlikte çalışmayı öğrendiklerini söyleyen sadece iki katılımcı olmuştur. Bu katılımcılardan biri olan Esra *“Yani burada grupça düşündük. Grup grup oluyorduk. Mesela ben bir şeyi bilemedim mi arkadaşlarımı izliyordum. Bu böyle olacakmış diye anlayabiliyordum.”* biçiminde görüşlerini ifade etmiştir. Bir diğer katılımcı Yağmur ise *“Etkinliler keyifliydi. Zevkliydi. Hele arkadaşlarımla yapmak daha zevkliydi.”* cümleleriyle iş birliği yapmanın ve birlikte öğrenmenin eğlenceli yönüne değinmiştir. Esra ve Yağmur’un tasarımlarını yaparken grup arkadaşlarının birbirleriyle dayanışma halinde olduklarını, grupça düşündüklerini ve bu durumdan da keyif aldıklarını belirttikleri görülmektedir. Diğer katılımcılar ise süreç boyunca grup çalışmaları yaptıklarını söylemekle birlikte sınıf ortamını *“gürültülü”* ve *“kalabalık”* olarak tanımlamışlardır.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ve STEM mesleklerine ilgileri üzerindeki etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Birçok araştırmacı fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitiminin entegrasyonunun ekonomik kalkınmaya katkı sağladığını, bu nedenle eğitim bilimcilerin bütünleştirilmiş öğretim programları geliştirmek için çalıştıklarını iddia etmektedirler (Tseng vd., 2013). Özellikle uluslararası düzeyde STEM alanlarında öğrencilerin kariyer tercihlerinde bulunmalarına sağlayacak önemli çalışmalar yapılmaktadır (bkz. Commonwealth of Australia, 2015; European Parliament, 2015; National Science and Technology Council, 2013). Çünkü STEM kariyerlerine artan ilginin ülkelerin ekonomik büyümesini teşvik edeceği ve inovasyonu artıracığı düşünülmektedir.

Araştırma mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilişsel ve duyuşsal alanlarda gelişme gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bilişsel alanda, mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği tespit edilmiştir. Nitel sonuçlar da katılımcıların mühendislik uygulamalarında bilimsel süreç becerilerini kullandıklarını ve daha anlamlı öğrendiklerini ortaya koymaktadır. Bu durumun en temel nedeni uygulama sürecinin tasarımında benimsenen ilkelerdir. Çünkü süreç boyunca öğrencilere bilim insanlarının ve mühendislerin araştırma süreçlerinde kullandıkları iş ve işlemleri yapacakları hissettirilmiş; öğrencilerin uygulamalarında gözlem yapma, tahmin etme, çıkarımlarda bulunma, deney düzeneği tasarlama ve değişkenleri belirleme gibi becerileri açık uçlu bağlamlar içerisinde anlamlandırarak kullanmaları sağlanmıştır. Sözü edilen nedenlerle öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin geliştiği düşünülmektedir. Yapılan pek çok araştırmada da mühendislik temelli öğretim uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği belirtilmiştir (bkz. Hutchinson, 2002; Merrill, Custer, Daugherty, Westrick ve Zeng, 2008; Wendell ve Lee, 2010). Bu örneklerden biri olan Yamak, Bulut ve Dündar'ın (2014) araştırmasında, STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini belirtmektedirler. Benzer şekilde Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes (2013), STEM uygulamalarının ilkökul öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini rapor etmişlerdir.

Araştırmada STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM mesleklerine ilgilerini geliştirdiği bulunmuştur. Araştırmanın nitel sonuçları da bu durumu desteklemektedir. Bu çerçevede katılımcıların STEM uygulamaları ile alana ilişkin kariyer bilinçlerinin geliştiği ve gelecekteki mesleki yaşamlarında STEM alanlarından bir meslek seçme eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamaları ile meslek seçimlerinin geliştirilebileceği sonucuna varılabilir. Ayrıca yapılan uygulamanın STEM alanlarına yönelme bakımından öğrencilerin bilgi ve farkındalığını geliştirdiği söylenebilir. Fen öğretimi programlarına uygun etkinliklerle mühendislik entegre edilerek öğrencilerin STEM mesleklerine ilgi duymaları ve yönelmeleri sağlanabilir (Bybee, 2010). Özellikle ortaokul dönemi öğrencilerin meslek seçimlerinde önemli bir yere sahiptir. Çünkü bu dönemdeki öğrenciler, gelecekteki kariyer seçimleri ile ilgili kararlar almaya başlarlar (Wyss, Heulskamp ve Siebert, 2012). Alan yazında, öğrencilerin STEM eğitiminde başarı kazanmalarını ve STEM kariyer yollarının peşinde koşmalarını destekleyen tutumların ve zihinsel özelliklerin geliştirilmesi gerektiğine dikkat çekilmektedir (örn. Guzey vd., 2016; van Tuijl ve van der Molen, 2016). Bu çerçevede araştırmada öğrencilere sağlanan yaşantıların onların STEM alanlarına ilişkin oluşturdukları kariyer düşüncelerini güçlendirdiği, meslek tercihleri ile ilgili yargılarını gözden geçirme fırsatı verdiği ve alandaki farklı mesleklere ilişkin ilgi oluşturmalarına yardımcı olduğu söylenebilir. Örneğin Christensen ve Knezek (2017) ile Gülhan ve Şahin (2016), yaptıkları araştırmalarda STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik ilgi ve algılarını artırdığını bulmuşlardır. Yine Guzey ve diğerleri (2019) ortaokul öğrencilerinin mühendislik eğitime katılmaları sonucunda bilime ve mühendisliğe duydukları ilginin geliştiğini bulmuşlardır. Tseng ve diğerleri (2013), proje tabanlı STEM etkinliklerine yer verdikleri araştırmalarında uygulama sonrasında öğrencilerin özellikle mühendisliğe yönelik tutumlarının belirgin bir şekilde geliştiğine dikkat çekmişlerdir.

Araştırmada katılımcıların STEM uygulamalarından keyif aldıkları bulunmuştur. Dewaters ve Powers (2006) tarafından yapılan araştırma, öğrencilerin bütünleştirilmiş STEM derslerinden memnun olduklarını göstermiştir. Her ne kadar başlangıç derslerinde yer alan yirmi yedi öğrenciden 8'i ilk dört haftada çeşitli gerekçeler göstererek uygulamadan çekilse de diğer öğrencilerin deneysel işlemlerle ilerledikçe mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarına yönelik ilgilerinin arttığı görüşmelerle belirlenmiştir. Bu sonuç Pekbay'ın (2017) sürecin başında ilgisi az olan öğrencilerin süreç sonunda ilgilerinin arttığı ve STEM etkinliklerinden keyif aldıkları sonucuyla büyük benzerlik göstermektedir. Yine benzer sonuçlar Julià ve Antolí'nin (2019) ortaokul öğrencileriyle yaptıkları araştırmada da rapor edilmiştir. Sözü edilen araştırmada, katılımcıların derse yönelik motivasyonlarının süreç içerisinde kimi zaman azaldığı kimi zaman ise arttığı bulunmuştur. Ancak bir bütün olarak değerlendirdiklerinde öğrencilerin STEM etkinliklerine yönelik yüksek motivasyona sahip olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar bu durumu STEM derslerinde kullanılan materyal ve metodolojinin öğrencileri öğrenmeye motive etmesinin bir sonucu olarak değerlendirmektedirler (Julià ve Antolí, 2019). Bu araştırmada, öğrencilerin uygulama sürecinin başında ilgisiz olmaları ve etkinliklerden hoşlanmalarının çeşitli nedenleri olabilir. Birincisi, popüler STEM etkinliklerini bilen ve gözlemleyen öğrencilerin sahip olduğu pedagojik olmayan yaşantılardır. Bu türdeki uygulamalarda eğitsel amaçlara ve çıktılara odaklanılmamakta, öğrenciler için sadece eğlencenin ön planda olduğu yaşantılar sunulmaktadır. Bu yönüyle öğrencilerin STEM etkinliklerine ilişkin beklentileri araştırma sürecinin içeriği ile uyumsuz olabilir. İkincisi ise bilgi aktarımına dayanan öğretme ve öğrenme anlayışıdır. Mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM etkinlikleri, öğrencilere gerçek hayat temelli durumlar sunarak hem bilgiyi kullanmalarını hem de bilgiyi üretmelerini amaçlamaktadır. Bu yönüyle tümdengelim ve tümevarımsal düşünme birlikte kullanılmaktadır. Öğrencilerin bu felsefeye dayalı öğrenme yaşantılarının sınırlı olması ve öğrenme sürecinde öğrenciye daha fazla sorumluluk verilmesi öğrencilerin başlangıç ilgilerinin azlığının bir diğer nedeni olabilir. Öte yandan öğrencilerin bu süreçteki rollerine alıştıktan sonra ilgilerinin gelişiminde mühendislik uygulamaları ile öğrencilerin sahip oldukları içerik bilgilerinin somut bir ürüne dönüşmesi önemli olmuş olabilir. Öğrencilerin fen ve matematik bilgilerinin somut bir ürünü tasarlamada işe yaradığını görmeleri, süreçte özgür bir şekilde hayal ederek gerçek yaşam sorunlarına çözüm bulmaları da fen ve matematiğin günlük hayattaki yerine ilişkin anlayış geliştirmelerine yardımcı olmuştur. Belirtilen gerekçelerle öğrencilerin STEM uygulamalarını eğlenceli buldukları düşünülmektedir. Nitekim Dickerson, Eckhoff, Stewart, Chappell ve Hathcock (2014), ilkökullü ve ortaokul öğrencileri ile yaptıkları araştırmada katılımcıların STEM etkinliklerini içeren öğrenmelerini en favori deneyimleri olarak tanımladıklarını, bu türdeki etkinliklerin ve etkinliklere ayrılan zamanın artırılmasını istediklerini rapor etmişlerdir. Yine aynı araştırmada öğrencilerin uygulamalı etkinlikler ve deneyimlerden heyecan duyduklarına dikkat çekilmiştir.

Araştırmada katılımcıların mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM etkinlikleri yoluyla bilimsel düşünme, yaratıcı olma, çok yönlü düşünme, mühendislik tasarım becerilerini kullanma, iş birliği yapma ve iletişim kurma gibi 21. Yüzyıl becerilerini kazandıkları düşüncesinde oldukları saptanmıştır. Hiç kuşkusuz öğrencilerin 21. yüzyılda yaşamları için ihtiyaç duydukları beceriler seti kesin bir listeye indirgenemez. Bununla birlikte, bazı temel becerilerin açıkça belirtilmesi ve her çocuğun ilgili becerileri edinmesinin bir gereklilik olduğu söylenebilir (Marzano ve Heflebower, 2012). Bu nedenle öğrencilerin bilimsel düşünme, yaratıcı olma, çok yönlü düşünme, mühendislik tasarım becerilerini kullanma, iş birliği yapma ve iletişim kurma gibi becerileri edindiklerini açıkça vurgulamalarının son derece değerli olduğu düşünülmektedir. Nitekim English ve King (2015), mühendislik uygulamalarında sorunun çözümü için üretken işbirlikçi grupların kurulmasının önemli bir özellik olduğuna dikkat çekmektedir. Benzer sonuçlar Bozan ve Anagün (2019) tarafından da ifade edilmiştir. Belirtilen araştırmada STEM uygulamaları ile öğrencilerin analitik düşünme, mühendislik ve tasarım becerileri, iş birliği ve takım çalışması becerilerini geliştirdiği bulunmuştur. Wan Husin ve diğerleri (2016), proje odaklı probleme dayalı öğrenme etkinliklerinin uygulandığı STEM eğitim programının 21. yüzyıl becerilerinin düzeyini arttırdığını yazmışlardır. Sözü edilen araştırmada deneklerin Dijital Çağ Okuryazarlığı, Yaratıcı Düşünme, Etkili İletişim, Yüksek Verimlilik ve Manevi

Değer beceri alanlarında uygulama öncesi ve sonrasında elde ettikleri puanların istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Yine STEM temelli uygulamaların öğrencilerin yaratıcılıklarını ve problem çözme becerilerini geliştirdiğini belirten başka araştırmalar da bulunmaktadır (bkz. Ceylan, 2014).

Bir bütün olarak değerlendirildiğinde, bu araştırma STEM eğitim topluluğu için mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğine ve STEM alanlarında kariyer tercihinde bulunma eğilimlerini desteklediğine ilişkin deneysel kanıtlar sunmuştur. İkinci olarak, öğrencilerin düzenli ders ortamından farklı ders saatlerinde kurgulanmış derslere katılmaları istense bile bu durumun onların istekliliğini ve mutluluğunu olumsuz etkilemediği görülmüştür. Son olarak ise bu araştırma mühendislik odaklı bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının nasıl yapılabileceğine ilişkin bir yapı ortaya koymaktadır. Bu sonuçlara dayalı olarak fen bilimleri öğretmenlerine fen derslerinde mühendislik yönelimli bütünleştirilmiş STEM uygulamalarına yer vermeleri önerilmektedir. Bu kapsamda öğretmenler bu araştırmada kullanılan STEM etkinliklerinden kendi uygulamalarında yararlanabilirler.

Araştırmanın kimi sınırlılıkları bulunmaktadır. Bu sınırlılıkların iki temel özelliği bulunmaktadır. Bunlardan biri araştırma verileri bir ortaokulda öğrenim gören öğrencilerden elde edilmiştir. Dolayısıyla sonuçların genellenmesinde bu durum göz önüne alınmalıdır. İkincisi ise araştırmanın nicel aşamasında kontrol grubuna yer verilmemiştir. Araştırmacılara, ntest-sontest kontrol gruplu deneysel desenlerin kullanıldığı araştırmalar yürütmeleri önerilebilir.

Kaynakça

- Acar, D. (2018). *FeTeMM eğitiminin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, eleştirel düşünme ve problem çözme becerisi üzerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Afterschool Alliance. (2008). *Afterschool programs: At the STEM of learning*. http://www.afterschoolalliance.org/issue_briefs/issue_stem_26.pdf adresinden erişildi.
- Akgündüz, D. (2018). STEM eğitiminin kuramsal çerçevesi ve tarihsel gelişimi. D. Akgündüz (Ed.), *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi* içinde (s. 19-47). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Altaş, S. (2018). *STEM eğitimi yaklaşımının sınıf öğretmenleri adaylarının mühendislik tasarım süreçlerine, mühendislik ve teknoloji algılarına etkisinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Muş Alparslan Üniversitesi, Muş.
- Aydoğdu, B., Tatar, N., Yıldız, E. ve Buldur, S. (2012). İlköğretim öğrencilerine yönelik bilimsel süreç becerileri ölçeğinin geliştirilmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 5(3), 292-311.
- Bagiati, A. ve Evangelou, D. (2015). Engineering curriculum in the preschool classroom: The teacher's experience. *European Early Childhood Education Research Journal*, 23(1), 112-128. doi:10.1080/1350293X.2014.991099
- Barker, B. S., Nugent, G. C. ve Grandgenett, N. F. (2014). Examining fidelity of program implementation in a STEM-oriented out-of-school setting. *International Journal of Technology and Design Education*, 24(1), 39-52.
- Barrett, B. S., Moran, A. L. ve Woods, J. E. (2014). Meteorology meets engineering: An interdisciplinary STEM module for middle and early secondary school students. *International Journal of STEM Education*, 1(6). doi:10.1186/2196-7822-1-6
- Bircan, M. A. (2019). *STEM eğitimi etkinliklerinin ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına, 21. yüzyıl becerilerine ve matematik başarılarına etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Bozan, M. A. ve Anagün, S. Ş. (2019). Sınıf öğretmenlerinin STEM odaklı mesleki gelişim süreçleri: Bir eylem araştırması. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 9(1), 279-313.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Braun, V. ve Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C. ve Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112, 3-11.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M. ve Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C. ve Roehrig, G. H. (2016). Integrated STEM education. C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton ve T. J. Moore (Ed.), *STEM road map: A framework for integrated STEM education* içinde (s. 23-37). New York, NY: Routledge.
- Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö. ve Köklü, N. (2012). *Sosyal bilimler için istatistik*. Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (1. bs.). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education?. *Science*, 329(5995), 996. doi:10.1126/science.1194998
- Carlson, L. E. ve Sullivan, J. F. (2004). Exploiting design to inspire interest in engineering across the K-engineering curriculum. *International Journal of Engineering Education*, 20(3), 372-378.
- Cavlazoglu, B. ve Stuessy, C. (2017a). Changes in science teachers' conceptions and connections of STEM concepts and earthquake engineering. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 239-254.

- Cavlazoglu, B. ve Stuessy, C. (2017b). Identifying and verifying earthquake engineering concepts to create a knowledge base in STEM education: A modified Delphi study. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(1), 40-52. doi:10.18404/ijemst.60674
- Cavlazoglu, B. ve Stuessy, C. (2018). Examining science teachers' argumentation in a teacher workshop on earthquake engineering. *Journal of Science Education and Technology*, 27(4), 348-361.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Christensen, R. ve Knezek, G. (2017). Relationship of middle school student STEM interest to career intent. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 3(1), 1-13.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. bs.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6. bs.). New York: Routledge/Taylor ve Francis Group.
- Commonwealth of Australia. (2015). *Vision for a science nation: Responding to science, technology, engineering, and mathematics: Australia's future*. Canberra, Australia: Commonwealth of Australia.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A. ve Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4. bs.). Boston: Pearson.
- Creswell, J. W. (2015). *A concise introduction to mixed methods research*. Thousand Oaks: Sage.
- Creswell, J. W. ve Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2. bs.). Los Angeles: Sage Publications.
- Creswell, J. W., Fetters, M. D., Plano Clark, V. L. ve Morales, A. (2009). Mixed methods intervention trials. S. Andrew ve E. Halcomb (Ed.), *Mixed methods research for nursing and the health sciences* içinde (s. 161-180). Chichester, West Sussex; Ames, Iowa: Wiley-Blackwell.
- Crismond, D. P. ve Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101, 738-797.
- Çetin, S. (2019). *STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Çorlu, M. A. ve Aydın, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 20-29.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.
- Dewaters, J. E. ve Powers, S. E. (2006). Improving science and energy literacy through project-based K-12 outreach efforts that use energy and environmental themes. *Proceedings of the 113th Annual ASEE Conference ve Exposition*. Chicago, IL.
- Dickerson, D. L., Eckhoff, A., Stewart, C. O., Chappell, S. ve Hathcock, S. (2014). The examination of a pullout STEM program for urban upper elementary students. *Research in Science Education*, 44(3), 483-506.
- Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States. *6th Biennial International Conference on Technology Education Research in Australia*. <http://www.iteea.org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper.pdf> adresinden erişildi.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3). doi:10.1186/s40594-016-0036-1
- English, L. D. (2018). Learning while designing in a fourth-grade integrated STEM problem. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(5), 1011-1032. doi:10.1007/s10798-018-9482-z

- English, L. D. ve D. T King. (2015). STEM learning through engineering design: Fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(14). doi:10.1186/s40594-015-0027-7
- English, L. D. ve Mousoulides, N. (2015). Bridging STEM in a real-world problem. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 20(9), 532-539.
- English, L. D., Hudson, P. ve Dawes, L. (2013). Engineering-based problem solving in the middle school: Design and construction with simple machines. *Journal of Pre-College Engineering Education*, 3(2). doi:10.7771/2157-9288.1081
- English, L. D., King, D. ve Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 255-271. doi:10.1080/00220671.2016.1264053
- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Erkuş, A. (2013). *Davranış bilimleri için bilimsel araştırma süreci* (3. bs.). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- European Parliament. (2015). *Encouraging STEM studies for the labour market*. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU\(2015\)542199_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU(2015)542199_EN.pdf) adresinden erişildi.
- Fan, S. C. ve Yu, K. C. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 107-129.
- Fritz, C. O., Morris, P. E. ve Richler, J. J. (2011). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 2-18.
- Gibson, W. J. ve Brown, A. (2009). *Working with qualitative data*. London, Thousand Oaks: Sage.
- Gonzalez, H. B. ve Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. <http://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf> adresinden erişildi.
- Guzey, S. S., Harwell, M., Moreno, M., Peralta, Y. ve Moore, T. J. (2017). The impact of design-based stem integration curricula on student achievement in engineering, science, and mathematics. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 207-222.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., Harwell, M. ve Moreno, M. (2016). STEM integration in middle school life science: student learning and attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 25(4), 550-560.
- Guzey, S. S., Ring-Whalen, E. A., Harwell, M. ve Peralta, Y. (2019). Life STEM: A case study of life science learning through engineering design. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 23-42.
- Guzey S. S., Tank, K., Wang, H., Roehrig, G. ve Moore, T. J. (2014). A high-quality professional development for teachers of grades 3-6 for implementing engineering into classrooms. *School Science and Mathematics*, 114(3), 139-149.
- Gül, E. (2018). *Bilim uygulamaları dersi için FETEMM merkezli bir öğretim programı önerisi ve etkililiği* (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Hacıoğlu, Y. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Hutchinson, P. (2002). Children designing ve engineering: Contextual learning units in primary design ve technology. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 122-145.
- Julià, C. ve Antolí, J. Ö. (2019). Impact of implementing a long-term STEM-based active learning course on students' motivation. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(2), 303-327.

- Karahan, E. (2017). STEM eğitimi. Ö. Taşkın (Ed.), *Fen eğitiminde güncel konular içinde* (s. 318-333). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Kavak, S. (2019). *G-FeTeMM uygulamalarının altıncı sınıf öğrencilerinin takım çalışması becerisine yansımaları: Bir karma yöntem araştırması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W. ve Albert, J. L. (2014). The development of the STEM career interest survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461-481.
- Koç, N. (2019). *Tasarım temelli fen eğitiminde BilTeMM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine, FeTeMM meslek ilgilerine ve STEM tutumlarına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Koyunlu Ünlü, Z., Dökme, I. ve Ünlü, V. (2016). Adaptation of the science, technology, engineering, and mathematics career interest survey (STEM-CIS) into Turkish. *Eurasian Journal of Educational Research*, 63, 21-36.
- Lachapelle, C. P. ve Cunningham, C. M. (2007). *Engineering is elementary: Children's changing understandings of science and engineering*. ASEE Annual Conference and Exposition etkinliğinde sunulmuş bildiri, Honolulu, HI.
- Marulcu, I. (2010). *Investigating the impact of a lego-based, engineering-oriented curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders' content learning of simple machines* (Yayımlanmamış doktora tezi). Lynch School of Education, Boston College.
- Marzano, R. J. ve Heflebower, T. (2012). *Teaching and assessing 21st century skills*. Bloomington: Marzano Research Laboratory.
- Merriam, S. B. ve Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative research: A guide to design and implementation* (4. bs.). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Merrill, C., Custer, R. L., Daugherty, J., Westrick, M. ve Zeng, Y. (2008). Delivering core engineering concepts to secondary level students. *Journal of Technology Education*, 20(1), 48-64.
- Meyrick, K. M. (2011). How STEM education improves student learning. *Meridian K12 School Computer Technologies Journal*, 14(1), 1-6.
- Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A. ve Stohmann, M. S. (2014). A framework for quality K-12 engineering education: Research and development. *Journal of Pre-College Engineering Education*, 4(1). doi:10.7771/2157-9288.1069
- Moreno, N. P., Tharp, B. Z., Vogt, G., Newell, A. D. ve Burnett, C. A. (2016). Preparing students for middle school through after-school STEM activities. *Journal of Science Education and Technology*, 25(6), 889-897.
- Morrison, J. S. (2006). Attributes of STEM education: The students, the academy, the classroom. *TIES STEM Education Monograph Series*. Baltimore: Teaching Institute for Excellence in STEM.
- Morse, J. M. (1991). Approaches to qualitative-quantitative methodological triangulation. *Nursing Research*, 40(1), 120-123.
- National Academy of Engineering and National Research Council. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: The National Academies Press. doi:10.17226/12635
- National Academy of Engineering and National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press. doi:10.17226/18612
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington: National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington: The National Academies Press.

- National Science and Technology Council. (2013). *A report from the committee on STEM education*. Washington, DC: National Science and Technology Council.
- P21. (2018). *Partnership for 21st century learning 2015*. http://www.p21.org/storage/documents/EarlyLearning_Framework/P21_ELF_Framework_Final.pdf adresinden erişildi.
- Pallant, J. (2016). *SPSS kullanma kılavuzu: SPSS ile adım adım veri analizi* (S. Balcı ve B. Ahi, Çev.). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Patton, M. Q. (2001). *Qualitative research and evaluation methods*. (3. bs.). Thousand Oaks: Sage.
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri* (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Pinelli, T. E. ve Haynie, W. J. III. (2010). A case for the nationwide inclusion of engineering in the K-12 curriculum via technology education. *Journal of Technology Education*, 21(2), 52-68.
- Purzer, S., Goldstein, M. H., Adams, R. S., Xie, C. ve Nourian, S. (2015). An exploratory study of informed engineering design behaviors associated with scientific explanations. *International Journal of STEM Education*, 2(9). doi:10.1186/s40594-015-0019-7
- Saldana, J. (2011). *Fundamentals of qualitative research: Understanding qualitative research*. New York: Oxford University Press.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sarıcan, G. (2017). *Bütünleşik STEM eğitiminin akademik başarıya, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerisine ve öğrenmede kalıcılığa etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi ve Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Spradley, J. P. (1979). *The ethnographic interview*. Florida: Holt, Rinehart and Winston Inc.
- Şahin, A. (2013). STEM clubs and science fair competitions: Effects on post-secondary matriculation. *Journal of STEM Education: Innovations ve Research*, 14(1), 5-11.
- Tippett, C. D. ve Milford, T. M. (2017). Findings from a pre-kindergarten classroom: Making the case for STEM in early childhood education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 67-86. doi:10.1007/s10763-017-9812-8
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J. ve Chen W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal Technology Design Education*, 23(1), 87-102.
- van Tuijl, C. ve van der Molen, J. H. W. (2016). Study choice and career development in STEM fields: An overview and integration of the research. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(2), 159-183.
- Wan Husin, N. F., Mohamad Arsad, N., Othman, O., Halim, L., Rasul, M. S, Osman, K. ... ve Iksan. Z. (2016). Fostering students' 21st century skills through project oriented problem based learning (POPBL) in integrated STEM education program. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 17(1). https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v17_issue1_files/fadzilah.pdf adresinden erişildi.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H. ve Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1-13.
- Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children* (Unpublished qualifying paper). Tufts University.
- Wendell, K. B. ve Lee, H. (2010). Elementary students' learning of materials science practices through instruction based on engineering design tasks. *Journal of Science Education and Technology*, 19(6), 580-601.

- Wyss, V. L., Heulskamp, D. ve Siebert, C. J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(4), 501-522.
- Yamak, H., Bulut, N. ve Dündar, S. (2014). 5. sınıf ğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına STEM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yavuz, . (2019). *4. sınıf fen bilimleri dersinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FETEMM) etkinlikleri ile işlenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.