



Haziran / June 2020

Cilt/Volume: 4

Sayı/Issue: 1

ISSN: 2587-1706

Anadolu Öğretmen Dergisi
Anatolian Journal of Teacher



www.dergipark.gov.tr/aod

DOI: 10.35346/aod.728000

STEM ETKİNLİKLERİNE YÖNELİK ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN GÖRÜŞLERİ*

Arş. Gör. Emine KAHRAMAN¹, Prof. Dr. Alev DOĞAN²

¹Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Zonguldak, eminekahraman07@gmail.com

²Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Ankara, dogan.alev@gmail.com, alevd@gazi.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinliklerine yönelik görüşlerini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda STEM etkinlik uygulamaları öğrencilerle gerçekleştirilmiş ve sonrasında etkinliklere yönelik öğrenci görüşleri alınmıştır. Uygulama sürecindeki etkinlikler STEM alanları kapsamında seçilmiş ve mühendislik tasarım süreci çerçevesinde uygulanmıştır. Çalışmada nitel araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, 2018-2019 eğitim-öğretim yılında bir devlet ortaokulunda öğrenim gören toplam 50 sekizinci sınıf öğrencisi oluşmaktadır. Çalışma “Bilim Uygulamaları” dersinde üç haftalık bir süreçte dokuz ders saatinde yapılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak; öğrencilerin etkinliklere yönelik görüşlerini ortaya çıkarmak için “Etkinlik Görüş Formu” kullanılmıştır. Görüş formuna öğrencilerin verdikleri yazılı açıklamalar nitel veri analiz tekniklerinden içerik analizi ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin çoğunluğunun yapılan etkinliklerde başarılı oldukları ve motivasyonları yüksek olarak etkinliklere katılım sağladıkları görülmüştür. Öğrenciler; genel olarak etkinliklerde grup içinde yaptıkları işbirliğinin onları başarıya götürdüklerini belirterek, etkinliklerde istekli olduklarını vurgulamışlar ve etkinliklerin ilgi çekici ve etkinlik tasarımlarının kendilerine özgün olduğunu ifade etmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Fen eğitimi, STEM etkinlikleri, mühendislik tasarımı, ortaokul öğrenci görüşleri

OPINIONS OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS ABOUT STEM ACTIVITIES

ABSTRACT

This study aims to determine the opinions of middle school eighth-grade students on STEM activities. Accordingly, with this purpose, STEM activity practices were carried out with students, and then students' opinions about the activities were received. Activities in the implementation process were selected within the scope of STEM fields and implemented within the framework of the engineering design process. In this study, qualitative research approach was used. The research group consists of a total of 50 eighth grade students studying in a state middle school in the 2018-2019 academic year. The study was carried out in nine-lesson hours in three weeks in The Applications of Science course. As a data collection tool in the study; “Activity Opinion Form” was used to reveal students' opinions about the activities. Written answers of the students to the Activity Opinion form were analyzed by content analysis, which is one of the qualitative analysis methods. As a result of the study, it was seen that the majority of students were successful in the activities and they participated in the activities with high motivation. Students; in general, have stated that their collaboration within the group led them to success. The students emphasized their willingness in the activities and stated that the activities are interesting and the designs of the activities are unique.

Keywords: Science education, STEM activities, engineering design, middle school student' views

* Bu çalışma birinci yazarın doktora tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Son zamanlarda değişen eğitim felsefeleriyle beraber geleneksel eğitim felsefelerinin aksine, öğrencilerin bireysel farklılıklarını ön plana çıkaran ve öğretim süreçlerinde aktif rol alabileceği öğretim ortamlarının önemi vurgulanmaktadır (Bishara, 2013; Fletcher, 2005). Böyle aktif öğrenme ortamları öğrenenlerin; yeni ve farklı bakış açılarıyla problemlere çözüm üretebilmelerine, eleştirel düşünebilmelerine, disiplinler arası çalışabilmelerine fırsatlar sunarak yirmi birinci yüzyıl becerilerinin kazandırılmasına da katkılar sağlar (NRC, 2011; Wang, 2012; Yılmaz, 2016). Son yıllarda bu becerilerin kazandırılmasına yönelik olarak STEM eğitimi uygulamaları dikkat çekmektedir (Hsieh, Cho, Liu ve Schallert, 2008). STEM eğitimi farklı disiplinlerin (fen bilimleri, teknoloji, mühendislik, matematik) birlikte bütünleşik olarak kullanılmasına imkân sağlamakta ve öğrenenlerin yeni ve farklı problemleri anlamlandırarak etkili çözümler üretmelerini desteklemektedir (Akgündüz, 2016; Özçelik ve Akgündüz, 2018).

Günümüzde STEM eğitiminin yansımaları, okul öncesinden yükseköğrenime kadar her yaş grubunda uygulamalarla karşımıza çıkmaktadır (Berlin ve Lee, 2005; Bryan, Moore, Johnson ve Roehrig, 2015; Bybee, 2010; Moore ve Richards, 2012). STEM uygulamalarının özellikle öğrencilerin çoklu ve farklı bakış açısı kazanmalarına, iletişim, problem çözme, yaratıcılık ve tasarım becerilerinin gelişimlerine katkıları alan yazında vurgulanmaktadır (Berlin ve White, 2001; Sanders, 2008; Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014; Wai, Lubinski ve Benbow, 2010). Bu nedenle öğretim programlarında yer alan bilgi ve becerilerin kazandırılmasında öğretim ortamlarında öğrenci merkezli STEM etkinlik uygulamaları son derece önemlidir (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014).

STEM etkinliklerinde öğrenciler grup arkadaşlarıyla birlikte günlük yaşamda karşılaşabilecekleri problemlere çözümler üretirken, etkinlikler farklı alanların birleştirilmesiyle oluşturulduğu için hem bu alanlar hakkında bilgi edinirler hem de bu alanlara yönelik motivasyon ve ilgileri de artar (Ceylan, 2014; Pekbay, 2017; Niess, 2005). Özellikle yapılan etkinlikler tasarım temelli ve gerçek yaşam problemlerine yönelik çözümleri içerdiği zaman öğrencilerin planlama, deneme, verileri yapılandırma, yorumlama ve analiz etme gibi becerileri de gelişir (Wang, 2012; Hernandez vd., 2014; Katehi, Pearson ve Feder, 2009).

Bununla birlikte alan yazında yer alan STEM etkinliklerinde mühendislik disiplini dikkat çekmektedir (Daugherty, 2012). Mühendislik disiplini bireylerin ihtiyaçlarına ve problemlerine çözüm bulmak için fen ve matematik disiplinleriyle yaratıcılığı entegre ederek çözüm üretme süreci olarak tanımlamıştır (Wulf, 1998; Simon, 1996; NAE, 2010). Ayrıca

araştırmacılar mühendislik tasarım sürecini farklı aşamalarla açıklamışlardır (Brunsell, 2012; Hynes vd., 2011; MDOE, 2010; Mentzer, 2011; NRC, 2012; Wendell vd., 2010). Bunların içerisinde en çok dikkat çeken Hynes ve diğerleri (2011) tarafından ortaya koyulan mühendislik tasarım sürecidir. Bu modelde, aşamalar arasındaki geçişlerde herhangi bir aşamadan diğerine geçişin olabileceği doğrusal olmayan bir döngüsü vardır. Birçok alanda kullanılan bu model STEM etkinlikleri sürecinde de kullanılmaktadır. Böyle uygulamalar öğrencilerin mühendislik tasarım becerinin gelişimine katkı sağlamanın yanısıra öğrencilerin aktif katılımıyla birlikte öğretimin kalitesini ve niteliğini de arttırmaktadır (Wendell 2010; Çavaş, Bulut, Holbrook ve Rannikmae, 2013; MEB, 2018).

Ülkemizde de STEM eğitiminin öğretme-öğrenme süreci içerisinde dahil edildiği göz önüne alınarak öğrencilerin eğitim ortamlarında aktif katılımlarının sağlanması için özellikle tasarım odaklı etkinliklere ve performanslara açık olunmalıdır (MEB, 2018).

Bu nedenle bu çalışmanın amacı ortaokul sekizinci sınıf öğrencileriyle mühendislik tasarım sürecini kapsayan STEM etkinlik uygulamalarını gerçekleştirmek ve sonrasında etkinliklere yönelik öğrencilerin görüşlerini belirlemektir.

Bu kapsamda çalışmadan ulaşılan sonuçların ülkemizde STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik olarak program hazırlayıcılara ve öğretmenlere yol göstereceği düşünülmektedir.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Ortaokul sekizinci sınıf öğrencileriyle yapılan STEM etkinlik uygulamalarına ilişkin öğrencilerin görüşlerinin belirlendiği bu çalışmada nitel araştırma deseni kullanılmıştır. Nitel araştırmalar bir veya birden fazla durumun derinlemesine incelenmesine imkân sağlar (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Ayrıca nitel çalışmalarda incelenen ortamlar veya durumlar; planlı ve sistematik bir biçimde ortaya koyularak, verileri toplanır, analiz edilir ve sonuçlar tartışılır (Davey, 1990; Merriam, 1988).

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2018-2019 eğitim-öğretim yılında bir devlet ortaokulunda öğrenim gören, toplam 50 sekizinci sınıf öğrencisi oluşmaktadır. Çalışmada amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme ile çalışma grubu belirlenmiştir. Amaçlı

örnekleme, zengin bilgi elde edebilmek için derinlemesine çalışılmayı düşünülen durumlarda kullanılır (Patton, 1997).

Uygulama Süreci

Çalışma, ortaokul sekizinci sınıfın “Bilim Uygulamaları” dersinde üç haftada dokuz ders saatinde gerçekleştirilmiştir (MEB, 2018). “Teleskop Yapalım”, “Hava Kirliliğini Ölçelim” ve “Mikroskop Yapalım” STEM etkinlikleri bilim uygulamaları dersinin kazanımları doğrultusunda belirlenmiş olup, araştırmacılar tarafından mühendislik tasarım temelli öğretimi karşılayacak şekilde düzenlenmiştir. Etkinliklerin uygulanması sürecinde gerekli malzemeler araştırmacılar tarafından temin edilmiştir.

Uygulama sürecinin başında öğrencilere detaylı bir şekilde bilgilendirme yapılmıştır. Uygulama sürecinde etkinlikler; Wendell ve diğerleri (2010)’nin mühendislik tasarım temelli döngüsünü de kapsayan Hynes ve diğerlerinin (2011) mühendislik tasarım sürecine yönelik döngüsü kapsamında uygulanmıştır. Hynes vd. (2011)’nin mühendislik tasarım sürecine yönelik döngüsünün basamakları her bir etkinlikte ayrı ayrı uygulanmış olup, öğrenciler her bir etkinliğin problem senaryosundaki görevlere göre etkinliği gerçekleştirmişlerdir. Hynes vd. (2011)’nin tanıttığı döngünün basamakları;

- Problemin tanımlanması
- Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi
- Olası çözüm önerilerinin geliştirilmesi
- En iyi çözümün belirlenmesi
- Prototipin yapılması
- Çözümü test edilmesi ve değerlendirilmesi
- Çözümün sunulması
- Yeniden tasarlama/revize etme
- Tasarımın tamamlanması olmak üzere dokuz aşamadan oluşmaktadır.

Her bir etkinlik sürecinde öğrenciler gruplar oluşturarak işbirliği içinde çalışmışlardır. Öğrenciler uygulama sürecinin planını ve grup içindeki iş bölümünü yaparak kendi sorumluluklarını almışlardır. Verilen problem senaryosuyla etkinliklerin problemlerini tanımlamışlar ve ilgili problem senaryosuna yönelik ihtiyaçları belirlemişlerdir. Daha sonra verilen problemi çözmeye yönelik olarak çözüm önerileri geliştirmişlerdir. Bu süreçte grup üyeleri beyin fırtınası yapmış ve olası çözüm önerileri geliştirmişlerdir (Saban, 2000; Özden, 2003). Grup içinde yapılan tartışmanın sonucunda en iyi çözüm belirlenmiş sonrasında problem

senaryosuna yönelik olarak etkinlik ürün tasarımı yapılmıştır. Tüm bu süreçlerde araştırmacılar gruplara rehberlik görevi yapmıştır. Daha sonra yapılan tasarımlar grup üyeleri ve araştırmacılarla birlikte test edilmiştir. Test sonrasında başarısız olan ürünlerin başarıya ulaşması için diğer gruplarla birlikte çözüm önerileri tartışılmıştır. Tasarımlar yeniden düzenlenerek son hali oluşturulmuş ve sınıfta sunulmuştur. Her etkinlik sonunda öğrencilerden etkinliklere yönelik görüşleri alınmıştır. Uygulama sürecinde yapılan etkinliklere yönelik içerik bilgileri Tablo 1- 3 de verilmiştir:

Tablo 1. Teleskop Yapalım Etkinliği

Etkinliğin Adı	Teleskop Yapalım
Etkinliğin Amacı	Bu etkinliğin amacı: öğrencilerin teleskop tasarımı yaparken; teleskobun ne işe yaradığını ve kullanım alanlarını, bölümlerini ve çalışma mekanizmasını öğrenmeleridir. Öğrenciler grup arkadaşlarıyla birlikte günlük hayatta kullanılan malzemelerle teleskop tasarımı yapacaklardır. Oluşturulan teleskoplar uzakta bulunan bir görüntüyü denemelerle test edeceklerdir. Süreç sonunda her grup tasarımlarını sınıfta sunacak ve kendi tasarımlarıyla diğer grupların tasarımlarını karşılaştıracaklardır (Astronomi Diyarı, 2016).
*Etkinlik Kazanımları	“Bilimsel yöntemler kullanır.” “Teleskobun yapısını ve ne işe yaradığını bilir.” “Bilim, teknoloji ve mühendislik arasındaki ilişkiyi kavrar.” “Merceklerin teknolojideki kullanım alanlarını fark eder.” “Basit bir teleskop modeli hazırlayarak sunar.” “Bir ürünün mekanik tasarım özelliklerini dikkate alarak ulaşılabilir malzemelerle yeniden tasarlar.” “Ürün geliştirme sürecinde mühendislik projesinin içerdiği süreçler olan planlama, prototip oluşturma, tasarım, yürütme, kalite kontrol aşamalarını uygular.” “İcatların ve buluşların ortaya çıkış sürecine yönelik farkındalık oluşturur.” “Ürün tasarımında geometri şekillerin özelliklerini dikkate alarak tasarımını oluşturur.” “Ürünü tasarlama sürecinde oran, orantı hesapları yapar.” “Maliyet hesabı yapar.”

*(MEB, 2018)

Tablo 2. Hava Kirliliğini Ölçelim Etkinliği

Etkinliğin Adı	Hava Kirliliğini Ölçelim
Etkinliğin Amacı	Bu etkinlikte öğrenciler hava kirliliğini tespit etmek için kullanılan cihazlara odaklanmaktadır. Öğrenciler grup arkadaşlarıyla birlikte günlük malzemeler kullanılarak hava kirliliği ölçme aracı oluşturacaklardır. Öğrenciler hava kirliliği ölçme aracı tasarlamak için mühendis grupları gibi çalışırlar. Tasarım sonrasında hazırladıkları ölçme aracını test eder ve tasarımın maliyetini hesaplarlar (Try Engineering, 2018).
*Etkinlik Kazanımları	“Günlük hayatta karşılaştığı bir probleme yönelik çözüm önerisi geliştirir ve geliştirdiği öneriye yönelik uygulamalar yapar.” “Yakın çevresindeki çevre sorununun farkına varır ve çözümüne ilişkin öneriler sunar.” “Arkadaşlarıyla işbirliği yaparak hava kirliliğini ölçmek için bir hava kirliliği ölçme aracı geliştirir.” “Mühendislik tasarım sürecini kullanır.” “Hava kirliliği ölçme aracı tasarlar.” “Ürün tasarım sonuçlarından elde ettiği veri gruplarına ait aritmetik ortalamayı hesaplar ve yorumlar.” “Ürünün tasarımı sürecinde ve maliyet hesabını yaparken tamsayılarla dört işlem kullanır.” “Hava kirliliği aracının verilerinin değerlendirir.”
	*(MEB, 2018)

Tablo 3. Mikroskop Yapalım Etkinliği

Etkinliğin Adı	Mikroskop Yapalım
Etkinliğin Amacı	Bu etkinlikte öğrenciler bir mikroskop tasarımı yaparken mikroskobun ne işe yaradığını, kullanım alanlarını, bölümlerini ve çalışma mekanizmasını öğreneceklerdir. Öğrenciler grup arkadaşlarıyla birlikte, günlük hayatta kullanılan malzemeleri kullanarak mikroskop yapacaklardır. Öğrenciler mikroskobun tasarım sürecinde bir mühendis grubu gibi çalışmalar yapacaklar ve mikroskoplarını oluşturduktan sonra farklı malzemeler kullanarak mikroskoplarının görüntüsünü test edeceklerdir (Science in School, 2012).
*Etkinlik Kazanımları	“Bilimsel bilgiyi oluşturma sürecinde bilimsel yöntemler kullanır.” “Mikroskopun tarihsel süreç içerisindeki gelişimini kavrar.” “Mikroskopun işlevini bilir.” “Merceklerin teknolojideki kullanım alanlarının fark eder.” “Mikroskop tasarımı yapar.” “Mikroskop yardımı ile mikroskobik canlıların varlığını gözlemler.” “Ürünü oluşturma sürecinde; planlama yapar, prototipini oluşturur, çözümü test ederek mühendislik aşamalarını uygular.” “Ürün tasarımında geometri şekillerin özelliklerini dikkate alarak tasarımını oluşturur.” “Ürünü tasarım sürecinde oran, orantı hesabı yapar.” “Maliyet hesabı yapar.”
	*(MEB, 2018)

Veri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplama aracı olarak; süreç içerisinde etkinlikler uygulandıktan sonra öğrencilerin etkinliklere yönelik görüşlerini ortaya çıkarmak için “Etkinlik Görüş Formu” kullanılmıştır. Etkinlik görüş formu yapılandırılmış 4 sorudan oluşmaktadır. Formda bulunan sorularının kapsam geçerliliği için, iki fen eğitimi alan uzmanı ve bir ölçme değerlendirme uzmanının görüşleri alınmıştır. Uygulama sürecinde bu form, her etkinlikten sonra öğrenciler tarafından doldurulmuştur.

“Etkinlik Görüş Formu” her etkinlik süreci sonunda 30 dakikalık sürede öğrencilere uygulanmıştır.

Etkinlik görüş formu içerisinde yer alan sorular:

- Etkinliğinizde oluşturduğunuz tasarımda başarıya ulaştınız mı? Eğer başarılı/başarısız olduysanız sizce nedeni nedir?
- Etkinliğe ait tasarımınızı tekrar düzenlediğinizde hangi bölümlerini, nasıl değiştirdiniz? Nedenini açıklayınız.
- Etkinliğe ait sizin tasarımınızın diğer grupların tasarımlarından farklı olduğunu düşünüyor musunuz? Eğer farklıysa hangi özellikleri bakımından farklıydı?
- Etkinlik sürecinde en beğendiğiniz bölüm hangisidir? Açıklayınız.

Verilerin Analizi

Bu çalışmada öğrencilerin, görüş bildirim formu olan “Etkinlik Görüş Formu” na verdikleri yazılı açıklamalar nitel veri analiz tekniklerinden içerik analizi ile değerlendirilmiştir. Araştırmada, etkinlik görüş formunda yer alan sorulara göre temalar belirlenmiştir. Araştırmanın temaları; etkinliğin başarılı olması, etkinliğin başarısız olması, tasarımda değişiklik yapma, farklı tasarımlar, benzer tasarımlar ve süreçte en beğenilen bölümdür. Uygulama sürecindeki her etkinlik için öğrencilerin görüşleri, bu temalara göre analiz edilmiştir. Her bir temaya ilişkin her katılımcının birden fazla görüşü bulunabilmektedir. Bu görüşler içerik analizine tabi tutularak anahtar kelimeler belirlenmiş ve katılımcıların bu görüşleri tekrar etme sıklığına göre frekans değerleri verilmiştir. Anahtar kelimeler, veriler arasında yer alan anlamlı bölümlere (bir sözcük, cümle, paragraf gibi) ve olaylara verilen addır ve içerik analizinde temel analiz birimini oluştururlar (Yıldırım ve Şimşek, 2008). “Anahtar kelimeler” olarak ifade edilen bulguların hangi bağlamda kullanıldığını belirtmek adına ifadeler uzun tutulmuş ve tablolarda en yüksek frekans değerinden en düşüğüne doğru sıralanmıştır. Öğrencilerden elde edilen kodlar yorumlanması için frekans değerlerine göre tablolar

oluşturulmuştur. Araştırmada içerik analizine tabi tutulan veriler, araştırmacılar tarafından farklı zamanlarda puanlandırılmıştır. Yapılan puanlamalar arasında iki aylık bir süre bulundurulmuş olup, puanlamaların Miles-Huberman (Miles and Huberman, 1994) güvenilirlik değeri 91.84 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada, araştırma temalarına göre görüşme formundan elde edilen verilerden doğrudan alıntılama yapmak suretiyle bulgular elde edilmiştir. Öğrencilere ait bu alıntılanmalarda öğrencilere ait bilgilerinin ortaya çıkmaması için, öğrenciler Ö₁, Ö₂, Ö₃,... şeklinde kodlanmıştır.

BULGULAR

Araştırmada öğrencilerle gerçekleştirilen her bir etkinlik uygulaması sonrasında öğrencilerin yazılı olarak doldurdıkları etkinlik görüş formundan elde edilen veriler değerlendirilmiş ve bulgular belirlenen temalar altında incelenerek Tablo 4-6 da sunulmuştur. Ayrıca araştırmaya katılan öğrencilerin görüşlerinden doğrudan alıntılara da yer verilmiştir.

Tablo 4. Teleskop Yapılım Etkinliği Kodlar ve Frekanslar

Tema	Kod	Frekans
<i>Etkinliğin başarılı olması (23)</i>	Görüntü netliği	9
	Grup çalışması	7
	Uygun malzeme seçimi	5
	Mercekleri doğru ayarlanması	4
	Çalışma mekanizması	4
<i>Etkinliğin başarısız olması (15)</i>	Zaman yetersizliği	15
<i>Tasarımda değişiklik yapma(39)</i>	Yapısal değişiklik	11
	Sağlamlaştırılabilir	9
	Dış görünüşü	8
	Hiçbir yerini değiştirmedim	6
	Netlik ayarı	4
	Her yerini değiştirmek	4
	Çalışma mekanizması	2
<i>Farklı tasarımlar (35)</i>	Görüntü netliği	14
	Dış görünüşü	11
	Her açıdan farklı	6
	Kullanılan yöntem	5
	Düzenek farklı	4
<i>Benzer tasarımlar (7)</i>	İşlev bakımından	2
	Tasarım aynıydı	4
	Tasarımlar benzerdi	3
<i>En beğenilen bölüm (39)</i>	Yapım aşaması	22
	Tasarımı hazırlama	13
	Tasarımın sonucu	10
	Bütün bölümler	10
	Planlama aşaması	7
	Denemeler	3

Tablo 4’te “Teleskop Yapalım Etkinliği” ile ilgili olarak öğrencilerin büyük çoğunluğu (23) etkinliğin başarıya ulaştığını ifade etmişlerdir. Öğrenciler bu durumu; net görüntüyü bulma, tasarımlarına uygun malzeme kullanma ve uyumlu grup çalışması olarak ifade etmişlerdir. Bu düşüncelerini şöyle gerekçelendirmişlerdir: (Ö₁₇); “Etkinliğimiz başarıya ulaştı. Çünkü doğru malzemeleri seçtik ve tasarımımızı oluşturduk. En net görüntüyü elde ettik”, (Ö₄₅); “Bizim tasarımımız başarıya ulaştı. Çünkü biz tasarımımızın mekanizmasını oluştururken doğru malzemeleri doğru yerde kullandık. Bu yüzden diğer gruplara göre daha net görüntü elde ettik ve birinci olduk. Açıkçası bu keyif almama yetti.” ve (Ö₃); “Bence başarıya ulaştı çünkü uzaktaki objeleri net bir şekilde gözlemledik. Grup arkadaşlarımızla birlikte planımızı çok iyi oluşturduğumuz ve herhangi bir hata yapmadığımız için başardık. Çok eğlenceliydi.”

“Teleskop Yapalım Etkinliği” başarıya ulaşmayan öğrenciler (15) ise bu durumun nedenini zaman yetersizliği olarak belirtmişlerdir. Etkinliğin başarıya ulaşmamasına gerekçe olarak: (Ö₁₉); ‘Tasarımımız yetişmedi. Sanırım zamanı iyi kullanamadık, daha çok zaman verilmesini isterdim’ ve (Ö₃₉); ‘Zaman yetersizliğinden dolayı tasarımımızı yapamadık, sonuçlandıramadık. Grup arkadaşlarımızla ders sonrasında da tasarımımıza devam edeceğiz...’ şeklinde açıklamışlardır. Etkinlik sürecinde öğrenciler tasarımın değiştirilmesi için fırsat sunulduğunda büyük çoğunluğunun (39) tasarımlarını değiştirdiklerini de ifade etmişlerdir. Öğrenciler daha çok yapısal değişiklikler yapacaklarını, dış görünüşünü ve tasarımlarını daha da sağlamlaştırdıklarını vurgulamışlardır. Tasarımlarında yaptıkları değişikliğe yönelik olarak (Ö₃₃); “Tekrar düzenlemek için fırsat verildiğinde daha çok süslemeler yaparak dış görseelliğini değiştirdim. En güzel teleskobun bizim olmasını isterim.” ve (Ö₁₄); ‘Fırsat verildiğinde ilk olarak teleskobumuzu daha sağlam yapmaya özen gösterdim, gövde bölümüne destek yaparak geliştirdim” şeklinde açıklamalar yapmışlardır.

Bu etkinlikle ilgili olarak öğrencilerin çoğunluğu oluşturdukları tasarımın diğer tasarımlardan farklı olduğunu kendilerine özgü olduğunu (35) vurgulamışlardır. Öğrenciler tasarımlarında farklı olma sebebini olarak dış görünüş ve görüntü netliği olarak belirtmişlerdir. Buna gerekçe olarak: (Ö₄₅); “Bizim tasarımımız diğer tasarımlardan farklıydı. Çünkü yaptığımız teleskopta diğerlerinden daha net görüntü elde ettik. En net görüntüyü elde ettik ve birinci olduk”, (Ö₂₆); “Tasarımımız farklıydı. Çünkü biz tasarımımızda gövde bölümünü farklı oluşturduk ve malzemelerin yerini farklı kullanmıştık” ve (Ö₁); “Bizim tasarımımızın her yeri diğer tasarımlardan farklıydı, biz ait bir tasarım oldu ve birinci olduk” şeklinde görüş bildirmiştir.

Teleskop yapalım etkinliğinde öğrencilerin en beğendikleri bölüm yapım birleştirme aşaması olarak dikkat çekmektedir (22). Öğrenciler sonucunu gözlemlemeyi de beğendiklerini vurgulamışlardır. Yapım aşamasına yönelik olarak: (Ö₁₉); “*Yapım aşaması. Çünkü bu bölümde çok keyif adım tasarım yapmaktan. Teleskobu oluştururken, oluşturduktan sonra gözlem yapabilecek miyiz diye çok merak ediyorduk...*” şeklinde görüşünü açıklamıştır.

“Hava Kirliliğini Ölçelim” etkinliği ile ilgili öğrencilerden elde edilen bulguların sonuçları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Hava Kirliliğini Ölçelim Etkinliği Kodlar ve Frekanslar

Tema	Kod	Frekans
Etkinliğin başarılı olması (38)	Grubun motivasyonu	11
	Tasarımın yapısının farklılığı	11
	Grup çalışması	9
	Verimli süreç	7
	Tasarımın dayanıklılığı	6
	Uygun malzeme	4
	Denemeler	3
Etkinliğin başarısız olması (12)	Dayanıklı değildi	4
	Zaman yetersizliği	4
	Eksik malzeme kullanımı	2
	Tasarımın yapısı	2
Tasarımda değişiklik yapma (41)	Dış görünüşünü	21
	Hiçbir yerini değiştirmedim	17
	Sağlamlaştırılabilir	14
	Yapısal değişiklik	10
	Malzeme eklenmesi	8
	Yeniden tasarım	5
Farklı tasarımlar (37)	Dış görünüşü	17
	Daha sağlam	13
	Çalışma mekanizması	11
	Yaratıcı	8
	Her açıdan farklı	8
	İşlev bakımından	5
	Düzenek farklı	4
Farklı malzeme kullanımı	2	
Benzer tasarımlar (7)	Oluşturulan tasarım diğerleriyle aynıydı	7
En beğenilen bölüm (38)	Yapım aşaması	24
	Tasarımı hazırlamak	15
	Tüm aşaması	9
	Dış görünüşü düzenleme	5
	Malzeme yerleştirme	3
Planlama aşaması	2	

Tablo 5’e göre öğrencilerinin büyük çoğunluğu (38) etkinliğin başarıya ulaştığını ifade etmişlerdir. Buna gerekçe olarak öğrenciler; grup içindeki tasarım yapmaya yönelik motivasyonlarının yüksek olmasını ve işbirliği içinde çalışmalarını gerekçe göstermişlerdir. Ayrıca uygulama sürecinde farklı tasarımlar ortaya koydukları için başarılı olduklarını

belirtmişlerdir. Bazı öğrenciler bu durumu şöyle ifade etmişlerdir: (Ö₁₁); “Grup arkadaşlarımızla birlikte çok çalıştık. Heyecanlıydık. Bu tasarımı çok daha iyi olması için malzemelerin seçimine dikkat ettik. Bu etkinlikte daha çok keyif aldım. Etkinliği başardıkça ders zevkli geliyor.” ve (Ö₂₂); “Etkinlik başarıya ulaştı. Çünkü grup arkadaşlarımızla birlikte geçen hafta yaptığımız hataları yapmadık. Birlikte tartışarak tasarımı oluşturduk. Grup içinde herkes çok istekliydi. Kesinlikle birlikte tasarım yapmak için çok istekli olmamız çok etkiledi.” şeklinde görüş bildirmişlerdir.

Ayrıca hava kirliliğini ölçelim etkinliğinde öğrenciler çoğunluğu tasarımlarında değişiklik yapmak istediklerini belirtmişlerdir. Özellikle dış görünüşünü (21), tasarımlarını sağlamlaştırılabileceklerini (14) ve yapısal değişiklik (10) yapılabileceklerini belirtmişlerdir. Öğrenciler tasarımın değiştirilmesine yönelik görüşlerini; (Ö₁₅); “Tasarımda değişikli malzeme ekleyerek yapardım. Tasarımın dış bölümüne poşet geçirirdim, böylelikle daha rüzgardan, dış etmenlerden daha korunaklı ve sağlam bir tasarım yapardım” ve (Ö₇); “Tasarımın güzeldi, ama yine de eklemek istediğim malzemeler oldu. Örneğin tasarımın en alt kısmını daha da sağlamlaştırırdım.” şeklinde görüş bildirmişlerdir. Tasarımlarında değişiklik yapmak istemeyen (17) öğrencilerden bazıları buna gerekçe olarak: (Ö₁); “Bence hem sağlam hem de görünüş olarak harika bir tasarım yaptık. Değiştirmedim, birinci de olduk. Niye değiştireyim ki?” ve (Ö₁₂); “Bize özgü oldu değiştirmek istemeyiz” şeklinde görüş bildirmiştir.

Öğrenciler tasarımlarında; dış görünüş (17), sağlamlık (13) ve çalışma mekanizmasını (13) gerekçe göstererek farklı tasarımlar yaptıklarını belirtmişlerdir. Tasarımların farklılığına yönelik olarak öğrenciler: (Ö₃₅); “Tasarımımız diğer tasarımlara göre dış etkenlere daha dayanıklıydı ve görünüş olarak diğer gruplardan daha renkli ve güzeldi”, (Ö₁₁); “Bizim tasarımımız etkili çalıştı ve çevrede bulunan tozu daha çok tutma özelliğine sahipti. Ayrıca görselliği diğer tasarımlardan çok daha güzeldi” ve (Ö₁₇); “Malzemeleri diğer grupların kullandıkları bölümlerden farklı bölümlerde ve yerlerde kullandık” şeklinde görüş bildirmişlerdir. Bununla birlikte sadece 7 öğrenci benzer tasarımlar yaptıklarını belirtmiştir.

Öğrenciler her aşamadan (9) keyif alsada tasarım sürecinde özellikle yapım sürecinde parçaları birleştirme aşamasından (24) daha çok keyif aldıklarını belirtmişlerdir. Buna yönelik olarak (Ö₉); “Sürecin her aşamasından keyif alsam da en çok eğlendiğim parçaları birleştirme aşaması oldu. Biz bu bölümde verilen malzemeleri kestik, yapıştırdık ve birleştirerek tasarımımızı yaptık”, (Ö₁₂); “Tasarımın dış bölümünü süslemek. Yani dış bölüme farklı malzemeler eklemek, birleştirmek, renklendirmek” ve (Ö₂₂); “Yapım aşaması tabi ki. Çünkü bu

bölümde planladığımız tasarımı ortaya oluşturuyoruz. Bence en keyifli bölümü harekete geçmek yani tasarımı oluşturmak...” şeklinde görüş bildirmişlerdir.

“Mikroskop Yapalım” etkinliği ile ilgili öğrencilerden elde edilen bulguların sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Mikroskop Yapalım Etkinliği Kodlar ve Frekanslar

Tema	Kod	Frekans
Etkinliğin başarılı olması (40)	Düzenli çalışma	18
	Grup çalışması	14
	Uygun malzeme seçimi	12
	Görüntü netliği	9
	Mercekleri ve ışığı doğru ayarlama	8
	Doğru mekanizma	7
	Yapılan denemeler	3
Etkinliğin başarısız olması (4)	Zaman yetersizliği	4
Tasarımda değişiklik yapma (44)	Hiçbir yerini değiştirmedim	25
	Netliği düzeltilebilir	7
	Sağlamlaştırılabilir	4
	Dış görünüşünü	4
	Her yerini	3
	Çalışma yöntemini	1
Farklı tasarımlar (38)	Dış görünüşü	16
	Netliği	13
	İşlev bakımından	12
	Her açıdan farklı	8
	Kullanılan yöntem	5
	Düzenek farklı	4
Benzer tasarımlar (5)	Oluşturulan tasarım diğerleriyle aynıydı	3
	Tasarımlar benzerdi	2
En beğenilen bölüm (42)	Yapım aşaması	28
	Hepsi	14
	Mikroskobu birleştirme	6
	Mikroskopta inceleme	5
	Planlama aşaması	2

Tablo 6’ya göre öğrencilerinin çoğunluğu (40) etkinlikte başarıya ulaşarak bir mikroskop tasarımı yaptıklarını ifade etmişlerdir. Tasarımlarının başarıya ulaşma gerekçelerini (Ö₃₆); “Tasarımı planlarken doğru malzemeleri seçtik ve yapım aşamasında da doğru yerde kullandık. Dolayısıyla en net görüntüyü bulduk. Keşke tüm fen deneylerini bu şekilde yapılsa, süreç çok eğlenceli geçiyor.” ve (Ö₃); “Grup arkadaşlarımla tasarım için gerekli malzemeleri seçmeye dikkat ettik. Ayrıca grup üyeleri üzerine düşen görevleri çok iyi yaptı. Hepimiz ne yapmamız gerektiğini biliyorduk ve başardık.” şeklinde görüş bildirmişlerdir.

Öğrenciler tasarımlarının değiştirilmesi için fırsat verilmiş olsa da değiştirmediklerini (25) ifade etmişlerdir. Buna gerekçe olarak tasarımlarının işlevsel ve görünüşünün çok güzel olduğunu dolayısıyla hiçbir yerini değiştirmeyeceklerini ifade etmişlerdir. Buna yönelik olarak

(Ö₄₅); “Çok uğraştık, emek verdik ve başardık. Bize ait bir tasarım oldu. Tasarımımız hem çok güzel oldu hem de net görüntüyü bulduk, çalışıyor bu yüzden değiştirmek istemiyoruz” şeklinde görüş bildirmiştir.

Bu etkinlikte öğrenciler tasarımlarının dış görünüş (10) ve incelemedeki netlik (7) açısından çoğu tasarımın birbirlerinden farklı olduğunu (38) ifade etmişlerdir. Buna yönelik olarak (Ö₂); “Tasarımımız farklıydı. Merceğin ve ışığın yeri bizim tasarımımızda diğer tasarımlara göre farklıydı. Bu yüzden görüntüyü daha net bulduk” şeklinde görüş bildirmiştir.

Öğrenciler mikroskobu birleştirme ve yapım aşamasını en çok keyif alınan bölüm (22) olarak belirtmişlerdir. Yapım aşamasına yönelik olarak (Ö₂₁); “Yapım aşaması en keyif aldığım bölümdü. Çünkü tasarımı parça parça oluşturduk ve bölümlerin yapımı bitince birleştirdik. İçlerinde en keyif aldığım yer ise mikroskobu strafor üzerine yerleştirme oldu” şeklinde görüş bildirmiştir.

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİ

Bu çalışmada ortaokul sekizinci sınıf öğrencileriyle STEM etkinlik uygulamaları gerçekleştirilmiş ve sonrasında etkinliklere yönelik öğrenci görüşleri alınmıştır. Uygulama sürecinde yapılan her etkinlik sonrasında öğrencilerden alınan görüşler analiz edilmiş olup, elde edilen bulgular doğrultusunda ulaşılan sonuçlar aşağıda tartışılmıştır.

Araştırma bulgularından elde edilen bilgiler doğrultusunda öğrencilerin çoğunun yapılan “Teleskop Yapalım”, “Hava Kirliliğini Ölçelim” ve “Mikroskop Yapalım” etkinliklerinde başarılı oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin etkinliklerde motivasyonlarının yüksek olduğu ve süreç içerisinde verilen günlük yaşamla ilgili problem senaryolarına başarılı çözüm önerileri getirdikleri görülmüştür. Bazı çalışmalarda eğitim-öğretim ortamlarında yapılan STEM uygulamalarının öğrencilerinin motivasyonlarını olumlu yönde etkilediği özellikle vurgulanmaktadır (Fortus ve Vedder-Weiss, 2014; Kong ve In-Cheol, 2014; Vedder Weiss ve Fortus, 2010).

Çalışmada öğrenciler her etkinlikte grup içi işbirliğinin de büyük önem taşıdığını belirtmişlerdir. Alanyazında yapılan çalışmalar STEM temelli uygulamaların işbirlikli öğrenmeye teşvik ettiğini ve öğrencilerin etkili iletişim becerileri geliştirdiğini belirtmektedir (Ceylan, 2014; Choi ve Hong, 2013; Çepni, 2017; Eroğlu ve Bektaş, 2016). Şahin, Ayar ve Adıgüzel (2014) okul dışı STEM etkinliklerinin öğrenciler üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında öğrencilerin işbirliği yaptığı için birbirlerinden etkilendiklerini, birbirlerinin

gelişimine katkı sağladıklarını belirtmiştir. Bu çalışmada da işbirliğinin, öğrencilerin etkinliklerde başarılı olmalarında etkili olduğu söylenebilir.

“Teleskop Yapalım” etkinliğinde öğrenciler teleskobun tasarım sürecinde kendi fikirlerine ortaya koyarak her grup birbirinden farklı tasarımlar oluşturdukları için keyif almışlardır. Öğrenciler oluşturdukları tasarımların sonuçlarını gözlemlemişler ve süreç sonunda eksik veya hatalarının farkına varmışlar ve zaman planlamasının önemini de fark etmişlerdir. Benzer şekilde “Hava Kirliliğini Ölçelim” etkinliğinde de öğrenciler; verilen malzemelerle özellikleri birbirinden farklı, özgün tasarımlar oluşturmuşlardır.

“Mikroskop Yapalım” etkinliğinde öğrencilerin çoğunluğu yaptıkları tasarımın başarıya ulaştığı için değiştirmek istemediklerini belirtmişlerdir. Öğrenciler buna gerekçe olarak; oluşturdukları tasarımların çalışma mekanizmasını iyi anladıklarını ve tasarımda ihtiyaç duyacakları malzemeleri doğru seçtiklerini ifade etmişlerdir. Yani öğrenciler yaptıkları tasarımların amaca uygun olarak tasarladıklarını gördüklerinde, kendileri de tasarımlarının başarılı olduğuna karar vermektedirler (Bayat, 2010; Boud, 1995; Gardner, 2000; Noonan ve Randy, 2005). Böylelikle öğrenciler kendi sorumluluklarını alarak süreci planlamışlar ve etkinlik uygulamalarını gerçekleştirerek kendileri öğrenmelerini gerçekleştirmişlerdir (Mistar, 2011). Bununla birlikte öğrenim süreçlerinde mikroskoba aşına olmaları da bu duruma katkı sağlamış olabilir.

Çalışmada öğrenciler verilen malzemelerle farklı, özgün ve işlevsel ürünler ortaya koymayı başarmışlardır. Uygulama sürecinde öğrencilerin gruplarına aynı problem senaryosu ve malzemeler verilmiş olsa da öğrenciler yapılan tasarımların birbirinden farklı olmasının sebeplerini; tasarımlarını yaparken malzemeleri tasarımda farklı yerde kullanmış olma, yapılan tasarımların değişik yapı ve görselliğe sahip olma, oluşturulan mekanizmanın veya düzenin farklı olması gibi durumlarla ilişkilendirmişlerdir. Bu nedenle öğrenciler tüm etkinliklerde yapılan tasarımların birbirine benzemediğini yenilikçi tasarımlar ortaya koyduklarını belirtmişlerdir. Bununla birlikte öğrenci grupları etkinliklerde tasarımlarını başarıya ulaştırsalar bile tasarımlarında eklemeler yaparak eksiksiz bir tasarım yapmak istemişlerdir. Çünkü diğer grupların tasarımlarıyla kendi tasarımlarını karşılaştırdıklarında kendi tasarımlarını yetersiz bularak yeni özellikler ekleme gereği duymuşlardır. Öğrenciler tasarımlarını geliştirmek ve yeni uygulamalar yapmak istemişlerdir (Deveci ve Çepni, 2014). Bu şekilde öğrenciler hedefleri doğrultusunda girişimcilik becerilerini ortaya koyarak somut bir başarı elde etmişlerdir (Gelen, 2017). Bu beceriye sahip öğrenciler yaşam boyu öğrenme konusunda da kararlı olmaktadır (Partnership for 21st Century Learning, 2019; Yalçın, 2018).

Öğrencilerin büyük çoğunluğu bütün etkinliklerde; tasarımlarını yaparken yapım aşamasından en çok keyif aldıklarını, ilgi çekici olduğunu ifade etmişlerdir. Alanyazında yapılan araştırmalarda da benzer şekilde öğrenciler için STEM temelli uygulamaların ilgi çekici, eğlenceli olduğunu belirtilmiştir (Çınar, Pırasa ve Sadoğlu, 2016; Özbilen, 2018; Karışan ve Yurdakul, 2017; Mataric, Koenig ve FeilSeifer, 2007). Bu nedenle bu çalışmada yapılan STEM etkinlikleri eğlenceli bir öğretim ortamı yaratarak öğrencilerin dikkatlerini çekmiş ve öğrenciler süreci devam ettirmek istemişlerdir. Uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin kendilerine özgü fikirlerle, farklı çözüm önerileri getirmelerini sağladığı ve öğrencilerin yaratıcılıklarını ortaya çıkardığı söylenebilir.

Yapılan çalışmalarda da STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerin problem çözme becerilerini ve yaratıcılıklarını geliştirdiği bununla birlikte STEM alanlarına yönelik özgüvenlerinin arttığı da belirtilmektedir (Akgündüz vd., 2015; Gülen, 2016; Moore vd., 2015; Naizer, Hawthorne ve Henley, 2014; Wendel, 2008). Ayrıca Gökbayrak ve Karışan (2017) da çalışmalarında öğrencilerle yapılan STEM etkinliklerinin öğrencilerin zihinsel gelişimine katkı sağladığını vurgulamıştır. Bu nedenle öğretim ortamlarında yapılan etkinliklerin öğrencilerin disiplinler arası ilişkiler kurmasına fırsat verici, öğretici etkinlikler olması son derece önemlidir.

Uygulanan tüm etkinlik sürecinde öğrenciler bir bilim insanı gibi çalışmış ve öğrenci grubundaki her bir öğrenci kendi sorumluluklarını alarak aktif bir şekilde sürece katılmış ve bir problemin çözümüne yönelik olarak alan bilgilerini kullanmışlardır (Çepni, 2017). Bu şekilde öğrencilerin aktif olarak süreçte yer aldığı uygulamalarda öğrenciler, yaparak yaşayarak öğrenme ve deneyim kazandığı için bilgiyi kendileri yeniden yapılandırır (Daniel,1993; Filick, 1993; Jones vd., 2003; Wheatley, 1991). Öğrenciler gruplardaki arkadaşlarıyla beyin fırtınası yaparak ve kendi bilimsel bilgileriyle gruplarına katkıda bulunmuş ve etkinliklerini gerçekleştirmişlerdir. Bu şekilde öğrenci-öğrenci etkileşimli akran temelli interaktif bir ortamda kendilerinin anlamlı öğrenmelerine de katkılar sağlamışlardır (Hodson, 1993).

Yapılan araştırmamızın sonuçları dikkate alındığında; öğrencilerin aktif olarak rol alabileceği öğretim ortamlarında onları motive eden, yaratıcılık gibi çeşitli kişisel ve sosyal becerilerinin de gelişimine katkılar sağlayan günlük yaşantı ile ilişkili deneyimlerini tetikleyebileceği ve onların bireysel yeteneklerini geliştirecek uygulamalı etkinliklere ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda STEM eğitimi çerçevesinde hazırlanan etkinliklerle ders içeriklerinin zenginleştirilmesi ve öğretim sürecinde böyle uygulamalı çalışmaların artırılması önerilebilir.

KAYNAKÇA

- Akgündüz, D. (2016). A research about the placement of the top thousand students in STEM fields in Turkey between 2000 and 2014. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(5), 1365-1377.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu*. İstanbul: Scala Basım.
- Astronomi Diyarı. (2016). *Galileo'nun teleskobu*. <http://www.astronomidiyari.com/yazi/galileonun-teleskopu/> adresinden alınmıştır.
- Bayat, Ö. (2010). İngilizce yazılı anlatım derslerinde uygulanan akran ve öz değerlendirme etkinliklerine yönelik öğrenci görüşleri. *Dil Dergisi*, 150, 70-81.
- Berlin, D. F., & Lee, H. (2005). Integrating science and mathematics education: Historical analysis. *School Science and Mathematics*, 105 (1), 15–24.
- Berlin, D. F., & White, A. L. (1994). The Berlin-White integrated science and mathematics model. *School Science and Mathematics*, 94(1), 2-4.
- Bishara, S. (2013). Active teaching and traditional teaching of mathematics in special education. *Mifgash, Journal of Social Educational Work*, 21, 119–142.
- Boud, D. (1995). *Enhancing learning through self-assessment*. London: Kogan Page.
- Brunsell, E. (2012) The engineering design process. Brunsell, E. (Ed.), *Integrating engineering + science in your classroom* (s. 3-5). Arlington, Virginia: National Science Teacher Association [NSTA] Press.
- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., & Roehrig, G. H. (2015). Integrated STEM education. C. C. Johnson, E. E. PetersBurton, & J. T. Moore içinde, *STEM Road Map: A Framework for Integrated STEM Education* (s. 23-37). Taylor and Francis Inc.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma* (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Choi, Y., & Hong, S. H. (2013). The Development and application effects of steam program about 'world of small organisms' unit in elementary science. *Elementary Science Education*, 32(3), 361-377.
- Çavaş, B., Bulut, Ç., Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2013). Fen eğitimine mühendislik odaklı bir yaklaşım: ENGINEER projesi ve uygulamaları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1), 12-22.
- Çepni, S. (2017). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Çınar, S., Pırasa, N., & Sadoğlu, G. (2016). Views of science and mathematics pre-service teachers regarding STEM. *Universal Journal of Educational Research*, 4(6), 1479-1487.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-84.

- Daniel, L. (1993). *Inquiry and concept formation in the general chemistry laboratory: The effects of a constructivist method of instruction on college students' conceptual change, achievement, attitude, and perception* (Doctoral Dissertation). State University of New York.
- Daugherty, J. (2012). Infusing engineering concepts: Teaching engineering design. *National Center for Engineering and Technology Education*. https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1160&context=ncete_publications adresinden alınmıştır.
- Davey, L. (1990). The application of case study evaluations. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 9(2), 1-2. <https://doi.org/10.7275/02g8-bb93>
- Deveci, İ., & Çepni, S. (2014). Fen bilimleri öğretmen eğitiminde girişimcilik. *Journal of Turkish Science Education*, 11(2), 161-188.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67.
- Flick, L. B. (1993). The meanings of hands-on science. *Journal of Science Teacher Education*, 40, 1-8.
- Fortus, D., & Vedder-Weiss, D. (2014). Measuring students' continuing motivation for science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(4), 497-522.
- Fletcher, S. (2005). Review of 'engaging students in active learning: case studies in geography, environment and related disciplines'. *Journal of Geography in Higher Education*, 29(2), 313-315.
- Gardner, D. (2000). Self-assessment for autonomous language learners. *Links and Letters*, 7, 49-60.
- Gelen, İ. (2017). P21-Program ve öğretimde 21. yüzyıl beceri çerçeveleri (ABD Uygulamaları). *Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 15-29.
- Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 25-40.
- Gülen, S. (2016). *Fen-teknoloji-mühendislik ve matematik disiplinlerine dayalı argümantasyon destekli fen öğrenme yaklaşımının öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Ondokuzmayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Hernandez, P. R., Bodin R., Elliott, J. W., Ibrahim B., Rambo-Hernandez, K. E., Chen T. W., & Miranda M. A. (2014). Connecting the STEM dots: measuring the effect of an integrated engineering design intervention. *International Journal Technology Design Education*. 24, 107-120.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22, 85-142.
- Hsieh, P., Cho, Y., Liu, M., & Schallert, D. L. (2008). Examining the interplay between middle school students' achievement goals and self efficacy in a technology-enhanced learning environment. *American Secondary Education*, 36(3), 33-50.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., & Hammer, D. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*.

https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1165&context=ncete_publications adresinden alınmıştır.

- Jones, M. G., Andre, T., Negishi, A., Tretter, T., Kubasko, D., Bokinsky, A., Taylor, R., & Superfine, R. (2003). *Hands-on Science: The impact of haptic experiences on attitudes and concepts*. Paper presented at the National Association of Research in Science Teaching Annual Meeting. Philadelphia, PA.
- Karışan, D., & Yurdakul, Y. (2017). Mikroişlemci destekli fen-teknoloji-mühendislik matematik (STEM) uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin bu alanlara yönelik tutumlarına etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1), 37-52.
- Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospectus*. Washington, DC: National Academies Press.
- Kong, Y. T., & In-Cheol, J. (2014). The effect of subject based STEAM activity programs on scientific attitude, self efficacy, and motivation for scientific learning. *International Information Institute (Tokyo). Information*, 17(8), 3629.
- Massachusetts Department of Education [MDOE]. (2010). *Technology/engineering concept and skill progression*. <http://westonk5science.pbworks.com/f/TechnologyEngineering.doc> adresinden alınmıştır.
- Mataric, M. J., Koenig, N. P., & Feil-Seifer, D. (2007). Materials for Enabling Hands-On Robotics and STEM Education. In *AAAI spring symposium: Semantic scientific knowledge integration* (pp. 99-102).
- MEB. (2018). *Bilim uygulamaları dersi öğretim programı (Ortaokul ve İmam Hatip Okulu 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- MEB. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Mentzer, N. (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 103- 136.
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. sage.
- Mistar, J. (2011). A study of the validity and reliability of self-assessment. *Teflin Journal*, 22(1), 45-58.
- Moore, T., & Richards, L. G. (2012). P-12 engineering education research and practice. *Introduction to a Special Issue of Advances in Engineering Education*, 3(2), 1-9.
- Moore, T. J., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Kersten, J. A. (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 296-318.
- Naizer G., Hawthorne M. J., & Henley T. B. (2014). Narrowing the gender gap: enduring changes in middle school students' attitude toward math, science and technology. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(3), 29-34.

- National Academy of Engineering [NAE]. (2010). *Standards for K-12 engineering education?*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21, 509–523.
- Noonan, B., & Randy, D. (2005). Peer and self-assessment in high schools. *Practical Assessment Research and Evaluation*, 10(17), 1-8.
- Özbilen, A. G. (2018). STEM eğitime yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalıkları. *Scientific Educational Studies*, 2(1), 1-21.
- Özçelik, A., & Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334-351.
- Özden, Y. (2003). *Öğrenme ve öğretme (5. Baskı)*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Partnership for 21st Century Learning (P21). (2019). *Framework for 21st century learning*. <http://www.p21.org/our-work/p21-framework> adresinden alındı.
- Patton, M. Q. (1997). *How to use qualitative methods in evaluation*. Newbury park, CA: SAGE Publications.
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri* (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Saban, A. (2000). *Öğrenme-öğretme süreci, yeni teori ve yaklaşımlar*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Sanders, M. E. (2008). *STEM, stemeducation, stemmania*. <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?s> adresinden alınmıştır.
- Science in School (2012). *Build your own microscope: following in Robert Hooke's footsteps*. <https://www.scienceinschool.org/2012/issue22/microscope#w6> adresinden alınmıştır.
- Simon, H. A. (1996). *The sciences of the artificial*. Cambridge: MIT Press.
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(1), 297-322.
- TryEngineering. (2018). *Pollution patrol*. <http://tryengineering.org/lesson-plans/pollution-patrol> adresinden alınmıştır.
- Vedder-Weiss, D., & Fortus, D. (2010). Adolescents' declining motivation to learn science: Inevitable or not? *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 199–216.
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2010). Accomplishment in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) and its relation to stem educational dose: a 25-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 102(4), 860-871.

- Wang, H. (2012). *A New era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration* (Doctoral Dissertation). Proquest veritabanından erişilmiştir (3494678).
- Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Unpublished Qualifying Paper, Tufts University.
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). *Incorporating engineering design into elementary school science curricula*. American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Louisville, KY.
- Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education*, 75, 9-21.
- Wulf, W. (1998). The image of engineering. *Issues in Science and Technology*. <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=62b01a81-c577-4a43-abd5-7734e25e9628%40sessionmgr103> adresinden alınmıştır.
- Yalçın, S. (2018). 21. yüzyıl becerileri ve bu becerilerin ölçülmesinde kullanılan araçlar ve yaklaşımlar. *Journal of Faculty of Educational Sciences*, 51(1), 183-201.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, A. (2016). Approaches towards to higher education quality and accreditation: A meta-analysis application made up until 2016 year. *Journal of Current Researches on Social Sciences (JoCReSS)*, 6(1), 33-54.