



7. Sınıf Elektrik Ünitesinde Yapılan STEM Uygulamalarının Öğrencilerin Akademik Başarı ve Bilimsel Süreç Becerileri Üzerine Etkisi

Fatma Taştan Akdağ ^{1*}, Tohit Güneş ²

¹ Garip Zeycan Yıldırım Fen Lisesi, Samsun, Türkiye, ORCID: 0000-0003-2753-6537

² Eğitim Fakültesi, Ondokuzmayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye, ORCID: 0000-0002-9525-7081

Özet

Bu çalışmada ortaokul öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine, Elektrik Enerjisi ünitesi kapsamında gerçekleştirilen STEM uygulamaların etkisinin saptanması amaçlanmıştır. Araştırma, Samsun il merkezinde 7. sınıfta öğrenim gören 27 öğrenci ile 8 hafta süresince yürütülmüştür. STEM ve öğretim programı entegrasyonunu sağlamak amacı ile Fen Bilimleri dersi, Elektrik Enerjisi ünitesi kazanımlarına ek STEM disiplinlerine yönelik kazanımlar belirlenmiştir. Öğrencilerin grup ile işbirliği içerisinde çalışmaları sağlanırken öğrenme sürecinde aktif yaşantılara sahip olmaları hedeflenmiştir. STEM uygulamalarının akademik başarı üzerindeki etkisini saptamak amacıyla 17 açık uçlu sorudan oluşan ve güvenilirlik katsayısı 0.73 olan başarı testi geliştirilmiştir. Başarı testine yönelik en yüksek 4 en düşük 1 puan ile değerlendirilen 4'lü derecelendirmeli cevap anahtarı oluşturulmuştur. STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine etkisini saptamak amacıyla ise Öztürk (2008) tarafından geliştirilen 26 çoktan seçmeli sorudan oluşan ve güvenilirlik katsayısı 0.79 olan test kullanılmıştır. Veriler SPSS paket programı kullanılarak, t testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları ve bilimsel süreç becerilerine yönelik uygulanan ön test ve son test sonuçları karşılaştırıldığında son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu ve STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine katkı sağladığı belirlenmiştir. STEM öğretim programı entegrasyonu ile öğrencilerin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine göre farklı üniteler için de uygulanabileceği kanaatine varılmıştır.

Makale

Geçmiş:

Alındı:

28/05/2021

Revize Edildi:

13/12/2021

Kabul Edildi:

20/12/2021

Anahtar

Kelimeler:

STEM,
Akademik
başarı, Bilimsel
süreç becerileri,
Fen eğitimi,
Elektrik enerjisi

Atıf için:

Taştan Akdağ, F. ve Güneş, T. (2021). 7. Sınıf elektrik ünitesinde yapılan STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2), 24-36. DOI: 10.17539/amauefd.944114

*Sorumlu Yazar Fatma Taştan Akdağ ✉ fatmaakdag81@gmail.com

ISSN: 2146-7811, ©2021 Amasya Üniversitesi



Effect of the STEM Applications on 7th Grade Students' Academic Achievement and Scientific Process Skills

Fatma Taştan Akdağ ^{1*}, Tohit Güneş ²

¹ Garip Zeycan Yıldırım Science High School, Samsun, Turkey, ORCID: 0000-0003-2753-6537

² Faculty of Education, Ondokuzmayıs University, Samsun, Turkey, ORCID: 0000-0002-9525-7081

Abstract

This study has been carried out in order to determine the effects of STEM applications within the scope of the Electrical Energy Unit on students' academic achievement and scientific process skills. The study was carried out with 27 students studying in 7th grade of a secondary school in Samsun city center during the 8-week period. In order to ensure the integration of STEM and curricula, in addition to science acquisitions' STEM disciplines acquisitions were determined. In the creation of lesson plans and guidelines for the students, the acquisitions for all these disciplines were taken into consideration. In the process, the teacher was a guide, and the students were directed to do the research. It is aimed that the students will be active in the learning process while working in collaboration with the group. In order to determine the effect of STEM applications on students' academic achievement, a test consisting of 17 open-ended questions developed by the researcher was prepared. The correlation was calculated as 0.73 for the reliability test. A 4-graded answer key, which is evaluated with 1 and 4 points, was formed for the knowledge test. In order to determine the effect of STEM applications on scientific process skills, a test consisting of 26 questions developed was used. According to the reliability analysis results, the reliability coefficient of the scientific process skills test was calculated as 0.79. Quantitative data were analyzed by t-test using the SPSS package program. The results of the STEM applications determined that the STEM applications contribute students' academic achievement and scientific process skills. It is thought that the implementation of STEM and curriculum integration practices at different units level will contribute to the studies to be carried out in the field.

Article History:

Received:
28/05/2021

Revised:
13/12/2021

Accepted:
20/12/2021

Keywords:

STEM,
academic
achievement,
Scientific
process skills,
Science
education,
Electric energy

To cite this article:

Taştan Akdağ, F. & Güneş, T. (2021). Effect of the STEM applications on 7th grade students' academic achievement and scientific process skills. *Amasya Education Journal*, 10(2), 24-36. DOI: 10.17539/amauefd.944114

Giriş

Eğitim ve öğretim süreçlerinin yoğun olarak sürdürüldüğü okullarda temel hedef topluma uyum sağlayacak ve toplumun yaşamını kolaylaştıracak problem çözücü becerilerle donanımlı bireyler yetiştirilmesidir. Eğitim ve öğretim faaliyetleri belirlenirken o günün koşullarını ve gelecekteki olası durumları dikkate alarak planlanmaktadır. Bilgi ve teknolojik gelişmelerin inanılmaz bir hızla ulaştığı günümüzde sanayi ve üretimde ileri olan ülkeler küresel düzeyde önemli bir güç haline gelmiştir. Sanayi ve üretimde güçlü ülke olmak için ise nitelikli insan gücüne sahip olmak önem kazanmaktadır (Çorlu vd., 2014). Bireylerden bilgiyi sadece öğrenen değil; bilgi yığınlarından ihtiyacı olanı ayıklayabilen, bilgisini farklı durumlara uygulayabilen, yeniliklere açık yani değişim ve dönüşüm becerilerine sahip olmaları beklenmektedir (Akgündüz vd., 2015). Bu yeni beklentiler okullardaki öğretim süreçlerine odaklanılmasına neden olmuş ve hızla değişen, küreselleşen dünyaya uyum sağlamak amacı ile eğitim öğretim hedefleri de bu yönde değişmiştir. Bununla birlikte okullarda derslerin yürütülmesinde uygulanan öğretim programları, öğretim yöntem ve teknikler de çeşitlenerek günün beklentilerine göre şekillenmektedir. Fen eğitimi araştırmaları bireylerin öğrendiklerini farklı durumlarda uygulayabilmeleri, fen ile diğer disiplinler arasında ilişki kurabilmeleri amacı ile çoklu disiplin entegrasyonlu yöntemlerin uygulanabilirliği üzerine sürdürülmektedir(Mann vd., 2011).

Son yıllarda özel olarak Fen derslerinin yürütülmesinde uygulamaya konulan STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) yaklaşımı günümüzün beklentilerini karşılayacak özellikleri barındırmaktadır (Mann vd., 2011). Bu özelliklerden biri de günümüzde 21. yy becerileri olarak da adlandırılan karar verme, algoritmaları algılama ve düşünme, problem çözme, iletişim, eleştirel düşünme gibi becerilerin kazandırılmasında rol oynamasıdır(Altunel, 2018). STEM Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik'in birlikte ele alındığı bütünleştirme ve koordinasyon yaklaşımıdır. STEM ile öğrencilerin bilgi birikimi artarken bilimsel süreç becerileri de gelişmektedir. Ayrıca STEM grup çalışmaları ile öğrencilerin yaratıcılıkları, iş bölümü, organizasyon, zamanı etkin kullanma, tasarım becerileri de gelişebileceği öngörülmektedir (Brophy vd., 2008).

21. yüzyılda bireylerin sahip olmaları beklenen birçok becerinin Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin entegre edilerek ele alındığı STEM eğitimi ile sağlanacağı düşünülmektedir (Uğraş, 2017). Venville, Rennie ve Wallace (2012) çalışmalarında STEM eğitimi herhangi bir konunun anlatılmasında sınırlandırılmış tek disiplin yerine o konunun disiplinler arası bir yaklaşım ile öğretilmesi için gerekli bir uygulama olarak ifade etmektedirler. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB-YEĞİTEK, 2016) ise STEM eğitimi ile öğrencilerin okul derslerini yaşamla ilişkilendirmeleri, geleceğin yetişkinlerinin teknolojinin doğasını anlamının yanı sıra teknolojik gelişmelerde rol almalarının da hedeflendiğini belirtmektedir. Yapılan çalışmalar da göstermektedir ki STEM eğitimi öğrencilerin karşılaştıkları araçların hangi bilimsel kurullarla çalıştığını anlamalarını, teknoloji kullanımı ve üretimini geliştirmektedir (Bybee, 2010; Cuningham & Hester, 2007; Mann vd., 2011).

Fen öğretim süreçlerinde STEM yaklaşımının kullanılması öğrencilerin yaparak yaşayarak, keşfederek, yaratıcılıklarını ve öz güvenlerini arttıracaktır (Mills, 2013). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin bütünleşik olarak ele alındığı STEM yaklaşımının öğretim programına entegre edilmesi büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda dünyada STEM eğitime yönelik araştırmalar ve uygulamalı çalışmalar artmıştır (Hoeg & Bencze 2017; Jang, 2015; Jansons & Rivza, 2019; Mutakinati vd., 2018; Suyanta, 2019). Türkiye'de de benzer biçimde STEM eğitimi çalışmaları yaygınlaşmaya başlamıştır (Bakırcı & Kutlu, 2018; Gülhan & Şahin, 2016; Kurt & Topçu, 2019; Yılmaz vd., 2017). Araştırmacılar tarafından yapılan STEM çalışmalarının artması ve STEM eğitimi araştırma çıktılarının paylaşımı ile STEM eğitiminin uygulanabilirliği konusunda genel bir fikir birliği oluşmuştur. Bu çalışmaların yaygınlaşması ile birlikte sanayiciler ve siyasetçiler tarafından da destek görerek devletin eğitim hedefleri arasında yer almaya başlamıştır. Türkiye'de 2021 yılında TÜSİAD STEM eğitiminin önemi üzerine rapor hazırlamıştır.

STEM Eğitiminin Önemi

Morrison (2006) tarafından STEM uygulamalarının faydaları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

1. Bireylerin sorun çözme becerilerinin geliştirilmesi,
2. Bireylerin bilgi ve becerilerini kullanarak mühendisliğe yönelik yaratıcılıklarının gelişimine katkı sağlaması,
3. Bireylerin mantıklı düşüncelerine katkı sağlaması,

4. Bireylerde özgüven gelişimini desteklemesi,
5. Teknoloji kavramının daha iyi anlaşılmasını sağlamasıdır.

Olivarez (2012) ise çalışmasında STEM eğitiminin sağlayacağı kazanımları aşağıdaki gibi sıralamaktadır;

1. Öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiğini,
2. Öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığını,
3. Öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirdiğini,
4. Öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiğini,
5. Öğrencilerin içerikle anlamlı ilişkiler kurarak derinlemesine öğrenmelerine olanak verdiğini belirtmektedir.

Sıralanan maddeler incelendiğinde STEM'in eğitim öğretim süreçlerinin hedeflerine hizmet ettiği görülmektedir. Bu faydalarının yanı sıra STEM grup çalışmaları ile işbirliği yapma, organize olma, iletişim ve karşılıklı saygı gibi becerilerin kazandırılacağı da öngörülmektedir.

STEM'in ortaokul öğretim programına entegrasyonu

STEM'in öğretim programına entegrasyonu ile STEM disiplinleri ayrı ayrı verilmek yerine bu disiplinler arasında ilişki kurularak öğrencilerin anlamlı öğrenmeleri hedeflenmektedir (Mann vd., 2011). Bununla birlikte öğrencilerin yaşam düzeneklerinde karşılaştıkları olayları bilimsel bir bakış açısı ile yorumlamaları, problemlere kalıcı çözümler geliştirmeleri de hedeflenmektedir. STEM ile müfredat entegrasyonunun gerektiğini savunan çok sayıda çalışmaya rastlanmaktadır (English & Mousoulides, 2009; Lachapelle vd., 2012; Wendell vd., 2016).

Türkiye'de 2017 yılına kadar Fen ve Mühendislik entegrasyonu ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. 2017 yılında yayınlanan Fen Bilimleri dersi öğretim programında 'Uygulamalı Bilim' ünite başlığı altında çeşitli sınıf seviyelerinde Fen ve Mühendislik Uygulamaları konusuna yer verilmiştir. Bu konu ile ilgili kazanımlar MEB Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda (2017) aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

"F.7.8.1.1. Günlük hayattan bir problemi tanımlar.

F.7.8.1.2. Problem için muhtemel çözümler üretir ve bunları karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer.

F.7.8.1.3. Ürünü tasarlar ve sunar.

F.7.8.1.4. Ürünü pazarlamak için stratejiler geliştirir ve ürünü tanıtır."

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan bu kazanımlar incelendiğinde bu kazanımlar ile öğretmenlerin derslerinde mühendisliğe yönelik çalışmalara yer vermelerinin beklendiği görülmektedir. Öğretim Programında fen ve mühendislik uygulamalarına yer verilerek, gerçekleştirilecek bilimsel çalışmalar ile teknolojik gelişmeler ve sosyoekonomik kalkınma için öğrencilerin mühendislik ve bilim arasındaki bağlantıyı kurmaları, disiplinler arasındaki ilişkiyi anlayarak öğrenmelerini yaşamlarına uyarlayabilmeleri sağlanacağı ifade edilmektedir (MEB, 2017).

2017 yılında hazırlanan Fen Bilimleri Öğretim Programı uzman personel, öğretmen ve akademisyenlerden oluşan çalışma gruplarıncı değerlendirilmiş, yapılan tespitler doğrultusunda gözden geçirilip güncellenmiş ve yenilenmiştir (MEB, 2018). Programda uygulamalar ve öneriler doğrultusunda öğretim programında güncellemelerin devam edeceği ifade edilmektedir. 2018 yılında yapılan düzenleme ile Girişimcilik de eklenerek ve Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda 'Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları: Yıl Sonu Bilim Şenliği (Öğrencilerin yıl içerisinde ortaya çıkardıkları ürünü etkili bir şekilde sunmaları beklenir.)' şeklinde ifade edilerek tüm üniteleri kapsayacak biçimde yer almıştır. Ayrıca MEB (2018) Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda Fen, Mühendislik ve Girişimcilik'e yönelik olarak öğrencilerin günlük hayattan bir problemi tanımlayarak, problemi malzeme, zaman ve maliyet açısından ele alarak günlük hayattaki probleme yönelik bir ürün geliştirmeleri hedeflenmektedir. Öğretim programında Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamalarının tüm üniteleri kapsayacak biçimde düzenlenmesi iyileştirme olarak nitelendirilebilirken Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin entegrasyonu sağlanmadığı sürece, STEM yaklaşımının öğretim programına kısmen entegre edildiği söylenebilmektedir. STEM ile müfredat entegrasyon çalışmaları incelendiğinde ders planlamalarında araştırmacılar tarafından birçok yöntem kullanıldığı saptanmıştır. Literatür

incelendiğinde STEM müfredat entegrasyonunda kullanılan yöntemler; 5 E modeli, Proje Tabanlı Öğretim yöntemi (Dass, 2015; Han vd., 2014; Yıldırım, 2017) ve Mühendislik Tasarım sürecidir (Bozkurt, 2014; English & King, 2015; Ercan, 2014; Wendell, 2010). Çalışmada Wendell'in (2010) çalışmasında kullandığı Mühendislik tasarım süreci kullanılmıştır. Mühendislik tasarım sürecinin kullanılmasının nedeni öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirebilecekleri ve birçok tasarım ürünü ortaya koyabilecekleri aşamaları içererek en iyi ürünü ortaya koyana kadar devam eden bir döngü içermesidir. Literatür incelendiğinde tasarım süreçlerini içeren okul dışı STEM çalışmalara rastlanırken STEM Fen Bilimleri öğretim programı entegrasyonuna yönelik çalışmaların az sayıda bulunduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın ortaokul düzeyinde 7. Sınıf öğrencilerine yönelik yapılmasının nedeni sınav kaygısı yaşanmayan ve Fen Bilimleri dersi kapsamında üretime yönelik becerilerin sergilenebileceği üst düzey olmasıdır. Çalışmanın Elektrik Enerjisi ünitesine yönelik yapılmasının nedeni ise günlük yaşamla ilişki kurulabilecek çok sayıda ürünü tasarım potansiyeli taşımasıdır. Ayrıca literatürde elektrik enerjisi konusunda çalışmaya rastlanmamış olması da konu seçiminde etkili olmuştur.

Araştırmada ders planlamalarında ve derslerin yürütülmesinde STEM mühendislik tasarım süreçleri kullanılmıştır. Çalışmada Elektrik Enerjisi ünitesi kapsamında, STEM öğretim programı entegrasyonu ile yürütülen süreçlerin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve bilimsel süreç becerine etkisinin saptanması amaçlanmıştır.

Yöntem

Araştırmada nicel araştırma desenlerinden 'Tek Grup Ön Test Son Test Deneysel Desen' kullanılmıştır. Araştırmanın tek gruba yapılmasının nedeni aynı düzeyde öğrencilerin yer aldığı ve derslerin aynı öğretmen tarafından sürdürülebileceği başka bir öğrenci grubunun bulunmamasıdır. Çok sayıda değişken içerecek iki farklı grubun seçilmesi değişkenlerin tümünün denetim altına alınamayarak araştırmanın sonuçlarını etkileyeceği öngörülmüştür. Sönmez ve Alacapınar (2013) ne derece titiz çalışılırsa çalışılsın birbirine eşit iki grup bulunamayacağı, şartlar uygun olursa grupların denkleştirilmesinden söz edilebileceğini belirtmektedir. Ayrıca tek grup ön test son test deneysel desenin fen ve sosyal bilimlerde en sık kullanılan deneysel desen olduğunu belirterek araştırmacının olanaklarına göre seçebileceği kullanışlı bir desen olduğunu ifade etmektedir. Deneysel desende amaçlanan değişkenler arasındaki neden sonuç ilişkisini ortaya çıkarmaktır (Büyüköztürk vd., 2008).

Çalışma Grubu

Araştırmanın evrenini Türkiye'de yer alan tüm 7. sınıf öğrencileri oluştururken, çalışmanın örneklemini Samsun il merkezinde bir ortaokulda öğrenim gören 27 öğrencilik bir sınıf oluşturmuştur. Çalışmada örneklem Samsun il merkezindeki okulların 7. sınıfları arasından 'Basit Seçkisiz Örnekleme' yöntemi ile seçilmiştir. Bu örnekleme yönteminde evrendeki bireyler eşit seçilme olasılığına sahiptir (Büyüköztürk vd., 2008).

Veri Toplama Araçları

Başarı Testi

Süreçte öğrencilerin başarılarındaki gelişimi saptamak amacıyla ünite kazanımlarını içerecek şekilde araştırmacı tarafından geliştirilen 20 açık uçlu sorudan oluşan test kullanılmıştır. Başarı testinde bilgi, kavrama, uygulama, analiz, sentez ve değerlendirme düzeylerinde sorulara yer verilmiştir (Tablo, 1). Soruların kapsam geçerliliğinin sağlanması amacıyla alanında en az beş yıllık deneyime sahip doktora eğitimine devam etmekte olan üç fen bilgisi öğretmeninin görüşüne sunulmuştur. Sorular öğretmenlerin eleştirileri doğrultusunda yeniden düzenlenmiştir. Ardından test araştırmanın yapılacağı seviyedeki örneklem dışında bir grup öğrenciye uygulanarak pilot çalışma yapılmış soruların anlaşılabilirliği açısından değerlendirilmiştir. Öğrenci dönütleri doğrultusunda anlaşılmasında güçlük yaşanan üç soru çıkarılarak 17 açık uçlu sorudan oluşan bir test haline getirilmiştir.

Tablo 1. Başarı Testi Belirtke Tablosu

Kazanım	Soru	Bilgi	Kavrama	Uygulama	Analiz	Sentez	Değerlendirme
7.6.1.1. seri ve paralel bağlamanın nasıl olduğunu keşfeder, seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.	1 5			x	x		
7.6.1.2. ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklık farklılıklarını devre üzerinde gözlemler ve sonucu yorumlar.	6 9				x		x
7.6.1.3. elektrik enerjisi kaynaklarının elektrik devrelerine elektrik akımı sağladığını ve elektrik akımının bir çeşit enerji aktarımı olduğunu bilir.	13		x				
7.6.1.4. ampermetreyi devreye seri bağlayarak okuduğu değeri akım şiddeti olarak adlandırır ve birimini ifade eder.	3			x			
7.6.1.5. voltmetreyi devreye paralel bağlayarak devre uçları arasındaki gerilimi (potansiyel farkı) ölçer ve birimini ifade eder.	7 11		x			x	
7.6.1.6. bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akım arasındaki ilişkiyi deneyerek keşfeder.	14			x			
7.6.1.7. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklık farklılığının sebebini elektriksel dirençle ilişkilendirir.	10 15				x		x
7.6.2.1. elektrik enerjisinin ısı ve ışık enerjisine dönüştüğüne ilişkin deneyler yapar ve sonucu gözlemler.	12		x				
7.6.2.2. elektrik enerjisinin ısı ve ışık enerjisine dönüşümünü temel alan teknolojik uygulamalara örnekler verir.	8		x				
7.6.2.3. elektrik enerjisinin hareket enerjisine, hareket enerjisinin de elektrik enerjisine dönüştüğünü kavrar.	17		x				
7.6.2.4. Güç santrallerinde elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini araştırır ve sunar.	2,4 16	x				x	x

Başarı testine yönelik güvenilirlik çalışması yapılarak Spearman Brown korelasyonu 0.73 olarak hesaplanmıştır. Hazırlanan başarı testini değerlendirmeye yönelik kriterleri içeren doğru(4), kısmi doğru(3), yanlış(2), boş(1) şeklinde 4'lü derecelendirmeli cevap anahtarı oluşturulmuştur(Tablo, 2). Başarı testinin puanlamasında kullanılan en yüksek puan 4, en düşük puan ise 1 olarak belirlenmiştir. Başarı testi örnekleme araştırmanın başında ve sonunda ön test ve son test olarak uygulanmıştır.

Tablo 2. Başarı Testine Yönelik Puanlama Anahtarı

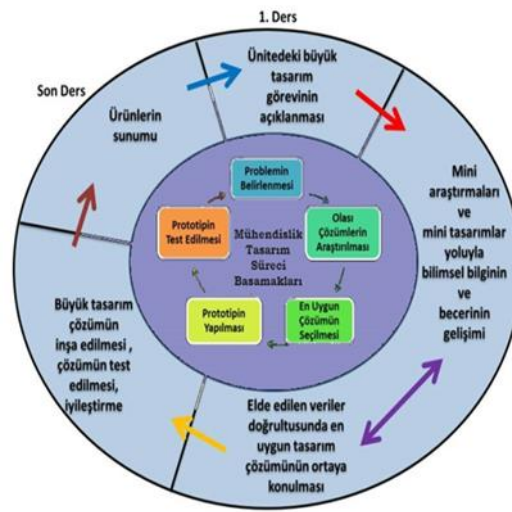
Puanlar	Puanlama yönergesi
4	Doğru Yanıt: Tamamen doğru cevap yer almaktadır.
3	Kısmi doğru yanıt: Tamamen doğru olmasa da cevaba yönelik doğru ifadeler yer almaktadır.
2	Yanlış Yanıt: Yanlış cevap yer almaktadır.
1	Yanıtsız: Boş bırakılmıştır.

Bilimsel Süreç Becerileri Testi

Bilimsel süreç becerilerindeki gelişmeyi saptamak amacı ile Öztürk (2008) tarafından geliştirilen ve 26 çoktan seçmeli sorudan oluşan bilimsel süreç becerileri testi kullanılmıştır. Bilimsel süreç becerileri testi her bir beceriye yönelik ikişer soru içermektedir. Bu beceriler Tahmin Yapma, Gözlem Yapma, Ölçme ve Verileri Yorumlama, Sınıflandırma, Verileri Kaydetme, Model Oluşturma, Sayı Uzay İlişkileri, Değişkenleri Kontrol Etme, Sonuç Çıkarma, Deney Yapma, Hipotez Oluşturma, Değişken Değiştirme, Karar Verme şeklinde sıralanmaktadır. Her bir beceriyi kapsayan iki soru içermesi nedeni ile testin kapsam geçerliliğine sahip olduğu saptanmıştır. Bilimsel süreç becerileri testinin güvenilirliğini belirlemek amacı ile yapılan Cronbach- α güvenilirlik analizi sonucunda güvenilirlik katsayısı 0,79 bulunmuştur.

Verilerin Toplanması ve Analizi

Çalışma 7. sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan Elektrik Enerjisi Ünitesi kapsamında yapılmıştır. Sürece yönelik hazırlanan dersler fen bilgisi öğretim programı kazanımlarına entegre edilerek STEM uygulamaları şeklinde 8 hafta boyunca yürütülmüştür.



Şekil 1. Mühendislik Tasarım Döngüsü (Wendell vd. 2010; Ercan, 2013)

STEM uygulamalarının planlanmasında ve yürütülmesinde Wendell vd.'nin (2010) önerdiği ilk ve ortaokul düzeyine yönelik hazırlanan beş aşamalı mühendislik tasarım döngüsü doğrultusunda yürütülmüştür. Beş aşamalı tasarım döngüsünde birinci adım problemin belirlenmesi, ikinci adım olası çözümlerin araştırılması, üçüncü adım en uygun çözümün seçilmesi, dördüncü adım prototipin yapılması ve beşinci adım ise prototipin test edilmesi şeklinde yer almaktadır (Şekil 1). Bu adımlar süreçte 'Ünitedeki büyük tasarım görevinin açıklanması', 'Mini araştırma ve mini tasarımlar yoluyla bilimsel bilgi ve beceri gelişimi', 'Elde edilen veriler doğrultusunda en uygun tasarım çözümünün ortaya konulması', 'Büyük tasarım çözümünün inşası, test edilmesi, iyileştirme', 'ürünlerin sunumu' şeklinde uygulanmıştır.

Ders planlarının hazırlanmasında ve öğrencilere yönelik hazırlanan kılavuzlarda beş aşamalı tasarım adımları takip edilmiştir (Şekil 1). Süreçte öğrencilere her tasarıma yönelik tasarım görevleri verilerek, mühendislik tasarım döngüsündeki adımları takip etmeleri sağlanmıştır. Uygulama süreçlerinde yapılan araştırma, tasarım ve uygulamalar öğrencileri asıl tasarıma hazırlamak amacı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmadaki adımlar belirlenirken Wendell vd.'nin (2010) çalışmalarında ünite düzeyinde program hazırlamaya yönelik önerileri dikkate alınmıştır.

Öncelikle Elektrik Enerjisi Ünitesi kapsamında STEM'e yönelik ders planları hazırlanırken mevcut Fen Bilgisi Öğretim Programı kazanımlarının yanı sıra; matematik (tasarım süreçlerinde yer alan her türlü hesaplamayı yapar), mühendislik(tasarıma uygun çizimleri yapar ve tasarımları oluşturur), teknoloji (tasarım sürecinde ihtiyaç duyduğu teknoloji ürünlerini amacına uygun biçimde kullanır), 21. yy becerileri (Sorumluluk, fikirlere saygı, işbirliği, sunum becerilerini sergiler) disiplinlerine yönelik örnekleri verilen kazanımlar eklenmiştir. Eklenen kazanımlarla öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Ders planlarında; öğrenciye açıklanacak ifadeler, yöneltilecek sorular, yaptırılacak

etkinlikler, tasarım görevleri ve değerlendirme yöntemleri ayrıntılı bir şekilde yer almaktadır. İkişer hafta, toplam 8'er saatlik tasarım planlamalarının ilk kısımda öğrencilere masa lambası tasarımı, 2. kısımda su ısıtıcısı ve tekne tasarımı, 3. kısımda baraj tasarımı görevleri verilmiştir.

Sekiz hafta olarak planlanan uygulama sürecinde ilk hafta öğrencilere araştırmanın başarı testi ve bilimsel süreç becerileri testi ön test olarak uygulanmıştır. Ayrıca öğrencilerin mühendislik mesleğine yönelik dikkatlerini çekmek amacı ile sunum yapılmıştır. Araştırma sürecinin ders planları paralelinde yürütülmesi sağlanmıştır. Sürecin devam ettiği son haftada ise öğrencilere araştırmanın son testleri uygulanmıştır.

Araştırmada nicel veriler; öğrencilerin başarı düzeylerindeki değişimi belirlemek için 17 açık uçlu sorudan oluşan Başarı Testi ve Bilimsel Süreç Becerileri'ndeki değişimi belirlemek için 26 sorudan oluşan Bilimsel Süreç Becerileri Testi ön test ve son test olarak uygulanarak toplanmıştır.

Elde edilen nicel veriler SPSS paket programı ile analiz edilmiştir. Başarı Testi ve Bilimsel Süreç Becerileri Testi puanlarına Shapiro-Wilk normallik testi yapılmış dağılımlar normal çıkmış, ardından t testi ile analiz edilmiştir. Başarı testi 4-1 puanlı dereceli puanlama anahtarı ile yapılmıştır (Tablo2). Bilimsel süreç becerileri testi ise doğru yanıt 1, yanlış yanıt 0 olarak puanlanmıştır.

Bulgular

Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular

Uygulama sürecinde öğrencilere 17 açık uçlu sorudan oluşan başarı testi ön test-son test olarak uygulanarak puanlanmıştır. Öğrencilere uygulanan açık uçlu başarı testi verileri spss paket programı ile Shapiro-Wilk normallik testi yapılmıştır. Dağılım normal çıkmış ve ilişkili örneklemeler için t testi yapılmıştır.

Tablo 3. Başarı Testi Puanlarının Karşılaştırılması T Testi Sonuçları

Ölçüm	n	\bar{x}	S	sd	t	p
Öntest	27	23.55	3.55	26	17.52	.000
Sontest	27	44.25	7.07			

Öğrencilerin süreç öncesi ve süreç sonrası başarı düzeyleri puanları incelendiğinde puanlarda anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur, $t(26)=17.52$, $p<.05$. Öğrencilerin uygulama öncesi başarı testi ortalama puanları $\bar{x}=23.55$ iken, STEM uygulamaları sonrasında $\bar{x}=44.25$ 'e yükselmiştir. Bu bulgu STEM uygulamalarının öğrencilerin başarı düzeylerinin gelişiminde etkisi olduğu Tablo 3'de görülmektedir. Çalışmada etki büyüklüğü 0.92 hesaplanmıştır, etki büyüklüğü değeri geniş etki büyüklüğü göstergesidir. Etki büyüklüğü değerinin ≥ 0.5 olması önerilmektedir (Kılıç, 2014).

Bilimsel Süreç Becerileri Testinden Elde Edilen Bulgular

Uygulama sürecinde öğrencilere 26 sorudan oluşan bilimsel süreç becerileri testi ön test-son test olarak uygulanarak puanlanmıştır. Veriler SPSS paket programı kullanılarak, t testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları ve bilimsel süreç becerilerine yönelik uygulanan ön test ve son test sonuçları karşılaştırıldığında son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır.

Tablo 4. Bilimsel Süreç Becerileri T Testi Sonuçları

Ölçüm	n	\bar{x}	S	sd	t	p
Öntest	27	15.51	4.69	26	13.01	.000
Sontest	27	21.62	3.12			

Öğrencilerin süreç öncesi ve süreç sonrası puanlarında anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur, $t(26)=13.01$, $p<.05$. Öğrencilerin uygulama öncesi bilimsel süreç becerileri testi ortalama puanları $\bar{x}=15.51$ iken, STEM uygulamaları sonrasında $\bar{x}=21.62$ 'ye yükselmiştir. Bu bulgu STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişiminde etkili olduğu Tablo 4'de görülmektedir. Çalışmada etki büyüklüğü 0.87 hesaplanmıştır, etki büyüklüğü değeri geniş etki büyüklüğü göstergesidir. Etki büyüklüğü değerinin ≥ 0.5 olması önerilmektedir (Kılıç, 2014).

Bilimsel süreç becerileri; Tahmin Yapma, Gözlem Yapma, Ölçme ve Verileri Yorumlama, Sınıflandırma, Verileri Kaydetme, Model Oluşturma, Sayı Uzay İlişkileri, Değişkenleri Kontrol Etme, Sonuç Çıkarma, Deney Yapma, Hipotez Oluşturma, Değişken Değiştirme, Karar Verme şeklinde sıralanmaktadır. Bu becerilere yönelik t testi sonuçları aşağıdaki gibidir(Tablo 5).

Tablo 5. Bilimsel Süreç Becerileri Alt Beceriler t-Testi Sonuçları

Bilimsel Süreç Becerileri	N	\bar{x}	S	sd	t	p
Tahmin Yapma	27	1.00	0.78	26	3.84	0.001
	27	1.52	0.50			
Gözlem yapma	27	1.37	0.83	26	3.05	0.005
	27	1.77	0.57			
Ölçme verileri yorumlama	27	1.29	0.77	26	4.00	0.000
	27	1.74	0.44			
Sınıflandırma	27	1.55	0.75	26	2.30	0.000
	27	1.85	0.36			
Verileri Kaydetme	27	1.33	0.78	26	3.69	0.001
	27	1.74	0.59			
Model Oluşturma	27	1.44	0.69	26	4.00	0.000
	27	1.88	0.32			
Sayı Uzay İlişkileri	27	0.96	0.70	26	4.41	0.000
	27	1.59	0.57			
Değişkenleri Kontrol Etme	27	1.25	0.71	26	3.69	0.001
	27	1.66	0.55			
Sonuç Çıkarma	27	0.77	0.64	26	5.38	0.000
	27	1.55	0.69			
Deney Yapma	27	0.92	0.87	26	4.19	0.000
	27	1.44	0.50			
Hipotez Oluşturma	27	1.18	0.73	26	3.90	0.001
	27	1.55	0.69			
Değişken Değiştirme	27	1.00	-	-	-	-
	27	1.00	-			
Karar Verme	27	1.40	0.74	26	3.91	0.001
	27	1.77	0.50			

Bilimsel süreç becerilerinden tahmin yapma becerisi uygulama öncesi $\bar{x}=1.00$ iken, uygulama sonrası $\bar{x}=1.52$ 'ye yükselmiştir, $t(26)=3.84$, $p<0.05$. Bilimsel süreç becerilerinden sayı uzay ilişkisi becerisi puan ortalaması $\bar{x}=0.96$ iken $\bar{x}=1.59$ 'a yükselmiştir, $t(26)=4.41$, $p<0.05$. Bilimsel süreç becerilerinden sonuç çıkarma becerisi puan ortalaması $\bar{x}=0.77$ iken $\bar{x}=1.55$ 'e yükselmiştir, $t(26)=5.38$, $p<0.05$. Bilimsel süreç becerilerinden deney yapma becerisi puan ortalaması $\bar{x}=0.92$ iken $\bar{x}=1.44$ 'e yükselmiştir, $t(26)=4.19$, $p<0.05$. Bilimsel süreç becerilerinden değişkenleri değiştirme becerisi ortalama puanında bir değişiklik olmamıştır..

Tartışma ve Sonuç

Akademik Başarı

Bilgi üretiminin inanılmaz arttığı günümüzde bu bilgilerin tümünün öğrenilemeyeceği gerçeği ile bireylerden bilgiyi depolamaları değil, bilgiye ulaşma yollarını bilmeleri ve bilgilerini probleme yönelik analiz ve sentez düzeyinde kullanabilmeleri beklenmektedir. Bu nedenle öğretim süreçlerinde öğrencilerden bilgiyi ezberleyerek test ile doğru seçeneği işaretlemeleri yerine bilgiyi yorumlayabilecekleri, kendi fikirlerini de katabilecekleri ölçme yöntemleri kullanılmalıdır. Çalışmada da buna uygun şekilde uygulanan açık uçlu sorulardan oluşan test sonuçlarına göre araştırmaya katılan öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasında aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark olduğu ve farkın son test puanı lehine olduğu saptanmıştır. Ulaşılan sonuçlara göre, STEM uygulama süreçlerinin öğrencilerin başarı düzeylerinin gelişiminde genel olarak olumlu bir etkisi olduğu, öğrencilerin puanlarında bireysel olarak farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bireylerin öğrenmeleri zihinlerindeki farklılaşmalara bağlı olduğu için puanlardaki artış miktarlarının farklı düzeylerde olması normal kabul edilmektedir. Nadelson vd. (2015) tasarım derslerindeki başarının en önemli belirleyicisinin öğrencinin

bireysel öğrenme kapasitesi olduğunu savunmaktadır. Literatürdeki STEM uygulamalarına yönelik çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Örneğin Abdelrahem ve Asan (2006) öğrencilerin kendi deneyimleri ile sürdürdükleri tasarım süreçlerinin akademik başarıyı arttırdığını, Barker vd. (2010) STEM uygulamalarında öğrencilerin içerik bilgisinin son test lehine olumlu olarak değiştiğini, Wendell ve Rogers'da (2013) STEM araştırma sonuçlarına göre kontrol grubuna göre öğrencilerin başarı düzeyinde önemli bir artış gözlemlendiğini ifade etmişlerdir. Yine Yıldırım ve Altun (2015) da yaptıkları çalışmada STEM yaklaşımı ile yürütülen derslerde akademik başarının arttığını belirtmişlerdir. Bu sonuçların yanı sıra Navruz vd. (2014) yaptıkları çalışmada öğrencilerin yeni karşılaştıkları öğretim süreçlerinde başarının her zaman yüksek düzeyde ve olumlu olamayacağını ifade etmektedir.

Konu ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde; Di Francesca vd. (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada öğrencilerin uluslararası sınavlarda başarılarının düşük olduğu ve STEM uygulamaları ile öğrencilerin STEM alanlarındaki bilgi düzeylerinin önemli ölçüde artacağı belirtilmiştir. Benzer biçimde English ve Mousoulides (2011) yaptıkları çalışmada mühendislik süreçlerinde küçük gruplar halinde çalışan öğrencilere yorumlanması, farklılaştırılması, sıralanması ve koordine edilmesi gereken karmaşık veriler sunulduğunu ve süreçte öğrencilerin, bilgilerini gerçek yaşamla ilişkilendirerek kendi matematik ve fen kavramlarını oluşturduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca STEM süreçleri ile öğrenci öğrenmelerinin geleneksel öğretimden daha iyi düzeyde gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Elde edilen bu sonuçlar araştırmayı destekler niteliktedir. Adams (2021) ise yaptığı çalışmada STEM süreçlerinin daha çok tasarım ve uygulama süreçleri içermesi nedeni ile öğrencilerin bilgi düzeylerinin geliştirilmesinde hızlı ve kolay bir yol olmadığını belirtmektedir. Çalışmamızın sonuçları dikkate alındığında uygulama süreçleri tasarlanırken konunun özelliğine yönelik düzenlemelerin yapılmasının önemli olacağı kanısına varılmıştır. Ayrıca sürecin yürütüldüğü öğrenci grubunun hazır bulunuşlukları ile sürecin tasarlanma ve uygulama şeklinin sonuçları etkileyeceği düşünülmektedir.

Bilimsel Süreç Becerileri

Bilginin ömrü, devamlılığı ve yaşama yapacağı katkı bilimsel süreçlerden geçmiş olmasına bağlıdır. İnsanın refaha ulaşması ise bireylerin bilimsel süreç becerilerine sahip olması ile gerçekleşmektedir. Bireyleri hayata hazırlayan en önemli disiplinlerden biri olan fen bilimleri bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinde temel basamaktır. Fen bilimleri bireylerin doğayı anlamlandırılmalarını ve yaşam düzeneklerinde gerçekleşen olayların nedenlerini açıklamalarını sağlamaktadır. Bu nedenle fen derslerinin yürütülmesinde seçilen yöntem ve teknikler konuların derinlemesine öğretilmesinde kritik rol oynamaktadır.

Bilimsel süreç becerileri, okullarda gerçekleştirilen formal eğitim süreçlerinde geliştirilebilen ve bu süreçlerde tercih edilen öğretim yöntem ve tekniklerinden etkilenebilen becerilerdir. Çepni ve Çil (2009) bireylerin okul çağından itibaren üst düzey bilimsel süreç becerilerini kazanabileceklerini ifade etmektedirler. Bu doğrultuda yapılan çalışmada elde edilen verilere göre STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde gelişmeye neden olduğu saptanmıştır. Gerçekleştirilen STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerinde değişime neden olması, STEM entegrasyonu ile yürütülen öğretim süreçlerinin devamlılığı ile üst düzey gelişimlerin sağlanabileceğini göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda da bilimsel süreç becerilerinin ne düzeyde kazanıldığına yönelik süreç değerlendirilmesi yapılmıştır (Meriç & Karatay, 2014). English vd. (2013) yaptıkları çalışmada STEM ile mühendisliği orta okul öğretim programına dahil etmenin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Mousoulides (2013) ise çalışmasında STEM süreçleri ile öğrencilerin deney tasarlama, değişkenleri değiştirme, hipotez oluşturma ve problem çözme becerilerini kullanma fırsatı bulduklarını belirtmiştir. Yine Brophy vd. (2008) çalışmalarında STEM ile öğrencilerin, diyagramları kullanarak bir sistemin yapısını açıklayabileceklerini, çalışmanın sonuçlarını hesaplamalar ve grafikler ile matematiği de kullanarak ifade edebileceklerini, sentez yaparak hedeflere yönelik çözümler üretebileceklerini belirtmişlerdir. Cunningham ve Hester (2007) ise çalışmalarında STEM uygulamalarında mühendisliğe dikkat çekerek mühendisliğin doğası gereği yaşama dair becerileri geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Lestari, vd. (2018) 5. sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışma sonuçlarında STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye katkı sağlayabileceğini belirtmektedir. Elde edilen bulguların analizine göre öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinden değişkenleri değiştirme becerisinde bir değişiklik olmamakla birlikte uygulama sürecinde diğer becerilerin geliştiği saptanmıştır. Tasarım süreçlerinin çeşitlendirilmesi ve zenginleştirilerek farklı ünitelerde de devam etmesi ile değişkenleri değiştirme becerisinin de geliştirilmesi olasıdır.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematiğin birlikte yer aldığı öğretim süreçlerinin öğrencilerin öğrenme serüvenlerini olumlu etkileyebileceğine dair elde edilen sonuçlar

dikkat çekmektedir. Bu çalışmada ders planlamalarında ve derslerin yürütülmesinde STEM Mühendislik Tasarım süreçleri kullanılarak bu süreçlerin öğrencilerin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin saptanması amaçlanmıştır.

Çalışma çıktıları dikkate alındığında fen bilimleri öğretim programına entegre edilen STEM kazanımları ile yürütülen süreçlerin öğrencilerin ön test ve son test sonuçları karşılaştırıldığında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. STEM uygulamaları ile öğretim programının hedeflediği bilgi ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine katkı sağlandığı saptanmıştır. Süreçte öğrencilerin kazanımlara yönelik çeşitli tasarımları başarıyla tamamlamaları ve bu tasarımları bilimsel süreçlerle işbirliği içerisinde gerçekleştirmelerinin de öğrencilerin süreç çıktılarına zenginleştiği düşünülmektedir.

Öğrencilerin bilişsel gelişiminin üst düzeyde olması nedeni ile ortaokul seviyesindeki uygulamaların bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesine yönelik STEM tasarım etkinlikleri ile yürütülmesinin başarıya ulaştıracak bir yol olduğu düşünülmektedir. Yapılan farklı çalışmaların olumlu sonuçları da dikkate alınarak öğretim süreçlerinde STEM'in yaygınlaştırılmasının fayda sağlayabileceği düşüncesine ulaşılmıştır.

Öneriler

STEM öğretim programı entegrasyonu ile birlikte öğrencilerin öğrenme süreçlerinde Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerini bir arada kullanarak etkin öğrenmeleri ve bu disiplinler arasındaki ilişkinin niteliğinin de farkına varmaları önemlidir.

STEM öğretim programı entegrasyonu ile gerçekleştirilecek uygulamaların fen derslerinde:


1. kavram öğretimine yönelik,
2. farklı sınıf seviyelerine yönelik,
3. farklı ünitelere yönelik,
4. mühendislik becerilerindeki gelişmeyi saptamaya yönelik,
5. teknoloji entegrasyonunu saptamaya yönelik,
6. Bilginin günlük yaşamda kullanılmasına yönelik


olarak sürdürülebilirliğini sağlayacak çalışmaların yapılması ve STEM uygulamaların ve süreç araştırmalarının artması ile birlikte STEM ve öğretim programı entegrasyon çalışmalarının hızlanacağı düşünülmektedir.

Ek Bilgi

Bu makale, Fatma Taştan AKDAĞ'ın "STEM Uygulamalarının Öğrencilerin Akademik Başarı, Bilimsel Süreç Becerileri ve Yaşam Becerileri Üzerine Etkisi" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

ORCID ve İletişim

Fatma Taştan Akdağ  <https://orcid.org/0000-0003-2753-6537>, E-posta: fatmaakdag81@gmail.com

Tohit Güneş  <https://orcid.org/0000-0002-9525-7081>, E-posta: tohitgunes@gmail.com

Kaynaklar

Abdelraheem, A., & Asan, A. (2006). The effectiveness of inquiry-based technology enhanced collaborative learning environment. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 2(2), 65-87.

Adams, E. L. (2021). The effect of a middle grades STEM initiative on students' cognitive and non-cognitive outcomes. *Studies in Educational Evaluation*, 68, 100983, 8-11. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.100983>

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?]*[White Paper]. İstanbul, Turkey: Aydın Üniversitesi. <http://www.aydin.edu.tr/belgeler/IAU-STEM-Egitimi-Turkiye-Raporu-2015.pdf>

Altunel, M. (2018). STEM eğitimi ve Türkiye: fırsatlar ve riskler. *Seta Perspektif*, 207, 1-7.

- Barker, B. S., Grandgenett, N., Nugent, G., & Adamchuk, V. I. (2010). Robots, GPS/GIS, and programming technologies: The power of "digital manipulatives" in youth extension experiences. *Journal of Extension, 48*(1), 5-7.
- Bakırcı, H., & Kutlu, E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 9*(2), 367-389.
- Barth, K. N. (2013). *An investigation of the effects of integrating science and engineering content and pedagogy in an elementary school classroom* [Yüksek lisans tezi, Brigham Young University] BYU Scholars Archive. <https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4695&context=etd>.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in p-12 classrooms. *Journal of Engineering Education, 97*(3), 369-387.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Cunningham, C. M., & Hester, K. (2007, March). *Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children* [Sözlü Bildiri]. American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Honolulu, HI.
- Çepni, S., & Çil, E. (2009). *Fen ve teknoloji programı ilköğretim 1. ve 2. kademe öğretmen el kitabı*. Pegem Akademi
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation. *Eğitim ve Bilim, 39*(171), 74-85.
- DiFrancesca, D., Lee, C., & McIntyre, E. (2014). Where is the "E" in STEM for young children? Engineering design education in an elementary teacher preparation program. *Issues in Teacher Education, 23*(1), 49-64.
- English, L. D., Hudson, P. B., & Dawes, L. A. (2013). Engineering based problem solving in the middle school: Design and construction with simple machines. *Journal of PreCollege Engineering Education Research, 3*(2), 1-13.
- English, L. D., & Mousoulides, N. G. (2011). Engineering based modelling experiences in the elementary and middle classroom. M S. Khine & I. M. Saleh (Eds.) In *Models and Modeling*, (ss. 173-194). Springer.
- Erdogan, N., & Stuessy, C. L. (2015). Modeling successful STEM high schools in the United States: An ecology framework. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 3*(1), 77-92.
- Fraenkel, J.R., & Wallen, N.E. (2006). *How to design and evaluate research in education*. (6. Baskı). McGraw- Hill Book Company.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve mesleklerle ilgili görüşlerine etkisi. *International Journal of Human Sciences, 13*(1), 602-620.
- Hoeg, D. G., & Bencze, J. L. (2017). Values underpinning STEM education in the USA: An analysis of the Next Generation Science Standards. *Science Education, 101*(2), 278-301.
- Jang, H. (2015). Identifying 21st century STEM competencies using workplace data. *Journal of Science Education and Technology, 25*(2), 284-301.
- Jansons, E., & Rivza, B. (2019). Awaiting industry 4.0: Transformation of tertiary education in the Baltic Countries and Finland. *Research For Rural Development, 2*, 146-152. <https://doi.org/10.22616/rrd.25.2019.062>.
- Kılıç, S. (2014). Etki büyüklüğü. *Journal of Mood Disorders, 4*(1), 44-46.
- Kurt, H. S., & Topçu, M. S. (2019). Fizik eğitiminde bir STEM etkinliği tasarımı: "Crookes radyometresi tasarlıyorum". *Temel Eğitim, 1*(3), 11-16.
- Kutch, M. (2011). *Integrating science and mathematics instruction in a middle school stem course: The impact on attitudes, career, aspirations, and academic achievement in Science and Mathematics*. [Doktora Tezi, Wilmington University]. The Delaware Collection. <https://delaware.contentdm.oclc.org/digital/collection/p15323coll5/id/5482>.
- Lachapelle, C. P., Cunningham, C. M., Jocz, J., Kay, A. E., Phadnis, P., & Sullivan, S. (2011). *Engineering is elementary: An evaluation of year 6 field testing*. The National Center for Technological Literacy Museum of Science. https://d7.eie.org/sites/default/files/research_article/research_file/imd_yrs_4-6_report_final.pdf.
- Lestari, T. P., Sarwi, S., & Sumarti, S. S. (2018). STEM-based project based learning model to increase science process and creative thinking skills of 5th grade. *Journal of primary education, 7*(1), 18-24.

- Mann, E. L., Mann, R. L., Strutz, M. L., Duncan, D., & Yoon, S. Y. (2011). Integrating engineering into K-6 curriculum: Developing talent in the STEM disciplines. *Journal of Advanced Academics*, 22(4), 639-658.
- Meriç, G., & Karatay, R. (2014). Ortaokul 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinin incelenmesi. *Tarih Okulu Dergisi*, 7(18), 653-669.
- MEB (2017). *Fen Bilimleri Müfredatı*, 4-11. <http://mufredat.meb.gov.tr>.
- MEB (2018). *Fen Bilimleri Müfredatı*, 5-10. <http://mufredat.meb.gov.tr>.
- Mills, L. A. (2013). *Indicators of science, technology, engineering and math (STEM) career interest among middle school students in the USA* [Doktora Tezi]. University of North Texas.
- Mousoulides, N. G. (2013). Facilitating parental engagement in school mathematics and science through inquiry-based learning: An examination of teachers' and parents' beliefs. *ZDM*, 45(6), 863-874.
- Mutakinati, L., Anwari, I., & Kumano, Y. (2018). Analysis of students' critical thinking skill of middle school through STEM education project-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA* 7(1), 54-65.
- Nadelson, L. S., Pfister, J., Callahan, J., & Pyke, P. (2015). Who Is Doing the Engineering, the Student or the Teacher? The development and use of a rubric to categorize level of design for the elementary classroom. *Journal of Technology Education*, 26(2), 22-45.
- Navruz, B., Erdogan, N., Bicer, A., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Would a STEM school 'by any other name smell as sweet'? *International Journal of Contemporary Educational Research*, 1(2), 67-75.
- Olivarez, N. (2012). *The Impact of a STEM program on academic achievement of eighth grade students in a south texas middle school* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Texas A & M University.

Etik Beyan

Yapılan bu çalışmada "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Etik Kurul Onayına İlişkin Bilgi

- Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı : Ondokuz Mayıs Üniversitesi
- Etik değerlendirme kararının tarihi : 22.04.2016
- Etik değerlendirme belgesi sayı numarası : 16/50