

Fizik Eğitiminde Bir STEM Etkinliği Tasarımı: “Crookes Radyometresi Tasarlıyorum”*

A STEM Activity Design in Physics Education: “I Design a Crookes Radiometer”

Havva Sibel KURT¹, Mustafa Sami TOPÇU²

Geliş Tarihi/Received: 16/06/2019 Kabul Tarihi/Accepted: 10/07/2019 Yayın Tarihi/Published: 15/07/2019

Özet: Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin disiplinler arası Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik; (STEM) bilgi ve becerilerini bir arada kullanabilmelerini ve bu alanlardaki teorik bilgilerinin uygulamaya, merak ve bir buluşa dönüştürülmesini amaçlayan bir STEM etkinliği geliştirmek ve sunmaktır. Etkinlik, 2018-2019 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde, bir devlet üniversitesinin STEM laboratuvarında geliştirilmiştir. 10. Sınıf Optik konusunun kazanımları doğrultusunda “Işık şiddeti” kavramı öğretiminde yapılabilecek deneyler arasında; ışığın basıncı, ışığın tanecik özelliği, ışığın soğurulması ve ışığın yansıması olaylarının birlikte öğretilbileceği bir düzeneğin, radyometre tasarımı ile gerçekleştirilebileceği gözlenmiştir. Ayrıca bu alanda yapılan literatür taraması sonucunda bu tasarımla ilgili STEM çalışmalarının yeterli sayıda olmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: STEM Eğitimi, Fizik Eğitimi, Fen Eğitimi, Radyometre.

Abstract: The goal of this study is to develop and to present a STEM activity in which students can use their interdisciplinary knowledge and skills together in Science, Technology, Engineering, Mathematics, (STEM) field and they can transform their theoretical knowledge into practice, curiosity and invention. The activity was developed in the Spring semester of 2018-2019 academic year in the STEM laboratory of a government university. In order to teach the concept of “Light intensity” under the title of 10th grade Optics many experiments can be done light pressure, particle-like properties of light, light absorption and reflection of the light; these experiments could be implemented by the activity of “a radiometer design”. It was also concluded that there are lack of study about this kind of a design in the current literature.

Keywords: STEM Education, Physics Education, Science Education, Radiometer.

Önerilen Atıf Bilgisi/To Cite This Article: Kurt, H. S., & Topçu, M. S. (2019). Fizik Eğitiminde Bir STEM Etkinliği Tasarımı: “Crookes Radyometresi Tasarlıyorum”, *Temel Eğitim Dergisi*, 1(3), 11-16.

* Bu araştırmanın bir kısmı, VIth International Eurasian Educational Research Congress'de, 19-22 Haziran 2019 tarihinde Ankara'da sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Geliştirilerek ve düzenlenerek, makale şimdiki şeklini almıştır.

¹ Dr., Gazi Üniversitesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye, sibelkurt@hotmail.com

² Prof. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, İstanbul, Türkiye, mstopcu@yildiz.edu.tr

1. Giriş

STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) eğitimi ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkan ve dünyada hızla yayılan disiplinler arası bir öğretim yaklaşımıdır (Derin, Aydın & Kırıkç, 2017). STEM eğitimi, farklı konuları disiplinler arası bir yaklaşımla birbiriyle ilişkili olarak ve bütüncül bir bakış açısıyla ele alarak işlemeyi hedeflemektedir (Erdogan, Ciftci, Yıldırım & Topcu, 2017; Yıldırım, 2019). Böylece öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları problemlere çözüm üretmeleri ve problem çözümüne ilişkin çözüm önerileri üretebilmeleri, bilgiyi organize edebilmeleri, teorik bilgileri farklı disiplinlere aktarabilmeleri amaçlanmaktadır (Topcu & Çiftçi, 2018a, 2018b). Öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi için STEM eğitiminin kritik öneme sahip olduğu düşünülmektedir (Gülhan ve Şahin, 2018; Topcu & Gökçe, 2018). Bu amaçla bu alanda yapılan çalışmaların değeri ve STEM laboratuvarlarında uygulanan yaratıcı etkinliklere duyulan gereksinim her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin STEM disiplinlerindeki bilgi ve becerilerini bir arada kullanabilecekleri, bu alanlardaki teorik bilgilerin uygulamaya, merak ve bir buluşa dönüştürülmesine olanak sağlamayı amaçlayan bir STEM etkinliği sunmaktır.

Bu etkinliğin konusu, 2018-2019 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde, bir devlet üniversitesinin STEM laboratuvarında belirlenmiştir. 10. Sınıf Optik konusunun kazanımları başlığı altında "Işık şiddeti" kavramı öğretiminde yapılabilecek deneyler arasında; ışığın basıncı, ışığın tanecik özelliği, ışığın soğurulması ve ışığın yansımaları olaylarının birlikte öğretilebileceği bir düzeneğin, radyometre tasarımı ile gerçekleştirilebileceği ve bu alanda yapılan literatür taraması sonucunda bu tasarımda STEM çalışmalarının eksikliği sonucu ortaya çıkmıştır. Radyometreler, bir cam fanusun içinde serbestçe dönebilen 4 kanatlı çarktan oluşmaktadır. Kanatlar sırasıyla siyah ve parlak yüzeyden oluşur. Radyometrenin üzerine ışık düştüğünde, siyah kanatta soğurulma, parlak yüzeyde yansıma gerçekleşir. Yansıyan ışık yüzeye basınç uygulayarak, kanatlar dönmeye başlar. Kanatların dönme hızı, ışığın şiddetine bağlı olarak değişecektir.



Şekil 1. Crookes Radyometresi Örneği

STEM çalışmasına dayalı olan bu çalışmada, sınıftaki öğrenciler 4 veya 5 gruba ayrılmaktadır. Öğrencilerden grup arkadaşlarıyla etkileşim kurup, düşünceleri, soruları ve çözümleri paylaşarak, kendilerine sunulan malzemelerden (alüminyum folyo, metal plaklar, makas, ip, renkli kalemler, karton, yapıştırıcı, cam fanus, ışık kaynağı, kronometre, cetvel) en düşük maliyetli, belirlenen zaman diliminde en fazla dönebilen bir radyometre tasarlanması beklenmektedir. Öğrenciler, iş birliğiyle tasarladıkları ürünler için mühendislik tasarım döngüsünü kullanıp, ürünün prototipini hazırlar, test eder ve geliştirir. Radyometre tasarımı istenilen sonuçta değilse, tekrar başa dönülür. Her grubun kendi tasarladıkları ürünlerini, çalışma tamamlandıktan sonra diğer grup arkadaşlarına sunması beklenmektedir. Araştırmada, STEM kazanımları, Fen Bilimleri, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik başlıkları altında ayrı ayrı ele alınmıştır. Bununla birlikte, 21. yy. becerileri/Sosyal beceriler de önemli bir başlık olarak planda yer almaktadır. Alıştırma etkinlikleri olarak ışığın soğurulması ve ışığın yansımaları etkinliklerine yer verilmiştir.

Bu radyometre tasarımında, kanatların öğrenciler tarafından farklı tasarlanması, değişken olarak belirlenmiştir. Kanatların sayısı, kanat için kullandıkları malzeme, kanatların geometrik şekli ve kanatları boyayacakları renkler konusunda öğrenciler serbest bırakılmaktadır. Belirlenen zaman diliminde radyometresini en fazla döndürmeyi başaran grup başarılı olacaktır. Öğrenciler kendi hayal dünyasına göre tasarladıkları radyometrelerde, kanatların boyutları, kanatların sayısı ve kanatların rengi ve renk

dizilişi değişkenlerini değiştirerek konu ile ilgili kendi yaşantıları doğrultusunda ışık şiddeti ile ilgili deneyim elde edeceklerdir. Bu anlamda bu araştırmanın ülkemizdeki diğer STEM laboratuvarı çalışmalarında uygulanabilirliği açısından özellikle Lise Fizik dersleri kapsamında örnek olacağı düşünülmektedir.

2. Araştırma Yöntemi

Araştırmanın yöntemi dizayn- temelli araştırma yöntemidir (McKenney & Reeves, 2013; Zangori, Forbes & Schwarz, 2014). Süreç içerisinde dizayna yoğunlaşmış olup dizayn süreci detaylı bir şekilde anlatılmıştır. İlk olarak, literatür taraması yapılmış ve bu alanda ihtiyaç analizi belirlenmiştir. İkinci aşamada aktivitenin gerçekliği denenmiş ve doğruluğu test edilmiştir. Bu aşamada kartondan yapılmış 4 kanatlı bir radyometre tasarlanmıştır. Bu 4 karton kanat, eşit boyutlarda 2 cm² kesilmiş ve bir kibrit çöpünün 4 kenarına yapıştırıcı ile yapıştırılmıştır. Sırasıyla kanatlar, siyah- alüminyum folyo ile parlak-siyah-alüminyum folyo ile parlak olacak şekilde dizayn edilmiştir. Kibrit çöpüne yapıştırılan kanatlar 10 cm uzunluğunda dikiş ipine bağlanmış ve cam fanus içine sallandırılmıştır. Kızılötesi bir lamba yardımıyla, üzerine ışık düşürülen cam fanustaki tasarlanan radyometrenin döndüğü gözlenmiştir. Sonraki aşamada katılımcıların değişkenleri değiştirebilmesi amacıyla, kartonları farklı renklere boyayabilecekleri renkli kalemler, karton dışında malzeme kullanmak isteyenler için metal plaklar sunulmuş, kartonların sayısını ve kesitlerini değiştirebilmek için de malzemeler arasına cetvel ve makas da eklenmiştir. Radyometre tasarımında Tablo1'deki 10 sorunun cevapları aranmış ve cevaplarının pozitif olduğundan emin oluncaya kadar sürecin sorgulanmasına devam edilmiştir.

Tablo 1. Radyometre Geliştirme Kriterleri

1. Radyometre tasarımı, basit, sade ve anlaşılır mı?
2. Radyometre tasarımı, 10. Sınıf Fizik dersi kazanımlarına uygun olarak seçildi mi?
3. Radyometre tasarımı, öğrencilerin gerçek hayatıyla tutarlılık gösteriyor mu?
4. Radyometre tasarımı, her öğrencinin kullanımına açık mı, uygulanabilir mi?
5. Radyometre tasarımı ekonomik mi?
6. Radyometre tasarımı gelişime açık mı?
7. Radyometre tasarımı tekrar uygulandığında aynı sonucu veriyor mu?
8. Radyometre tasarımı farklı ortamlarda uygulandığında aynı sonucu veriyor mu?
9. Radyometre tasarımında bağımlı değişkenler, deneyimlere göre değişiyor mu?
10. Radyometre tasarımında bulunan bağımlı ve bağımsız değişkenler, ışık şiddeti konusunu kavramaya hizmet ediyor mu?

Dizayn temelli bu araştırma türü ile çalışmanın sonunda bir STEM etkinliği ortaya koymak hedeflenmiştir. Aynı zamanda, 4 veya 5'li öğrenci gruplarının mühendislik tasarım sürecini yaşayarak farklı radyometre ürünlerinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, STEM kazanımları 4 başlık altında maddeler halinde ele alınmıştır. Etkinlik bu alt başlıkların bütünsel olarak işlenmesiyle gerçekleşmektedir. Bu etkinliğin senaryosunda, rüzgâr gülünden ışıkla dönen bir çarka geçiş sürecinin bir merak duygusuyla orijin olduğu belirtilmiştir.

2.1. Radyometre Tasarımının Senaryosu:

“Ece balkona kartondan bir rüzgâr gülü yerleştirir ve ne zaman döndüğünü görebilmek için sık sık balkona çıkar. Bir gün yağmurda ıslanan rüzgâr gülünün artık bozulup dönmeye başlamasına üzüldüğü için ışıkla dönebilen bir çarkın yapılıp yapılamayacağını düşünmeye başlar. Eğer ışıkla dönebilen bir çark yapabilirse belki de yapıldığı malzemeye göre daha dayanıklı olacaktır ve ışık olduğunda dönmeye başlayacaktır. Ece ışık etkisiyle dönen bir tasarım ortaya koymak için araştırmaya başlar”

2.2. Fen Bilimleri Kazanımları

Fen Bilimleri kazanımları Optik konusunun alt başlıklarında belirlenmiştir. Bu alt başlıklar, aydınlanma, gölge, yansıma ve kırılma alt başlıklarıdır.

Aydınlanma alt başlığında:

- Işığın davranış modellerini açıklayarak ışığın tanecik modeline uygun bir deney tasarlar.
- Işık şiddetini ve bağlı olduğu değişkenleri kavrar.

Gölge alt başlığında:

- Saydam, yarı saydam ve saydam olmayan maddelerin ışık geçirme özelliklerini açıklar.

Yansıma alt başlığında:

- Yansıma Kanunları üzerinde durulur.
- Işığın düzgün ve dağınık yansımasının çizilerek gösterilmesi sağlanır.

Kırılma alt başlığında:

- Öğrencilerin tam yansıma olayını ve sınır açısını yorumlamaları sağlanır.
- Tam yansımanın gerçekleştiği fiber optik teknolojisi hakkında bilgi verilmesi sağlanır.

2.3. Matematik Kazanımları

Matematik kazanımlarında, fayda maliyet kazanımı büyük bir önem taşımaktadır. Bu amaçla sembolik maliyet tablosu geliştirilmiştir (Tablo 2). Öğrenci gruplarından, tasarımlarını en ekonomik şekilde tasarlaması beklenmektedir. Radyometresini en ekonomik şekilde tasarlayan ve dönmesini sağlayan grup başarılı olacaktır.

Tablo 2. Maliyet Tablosu

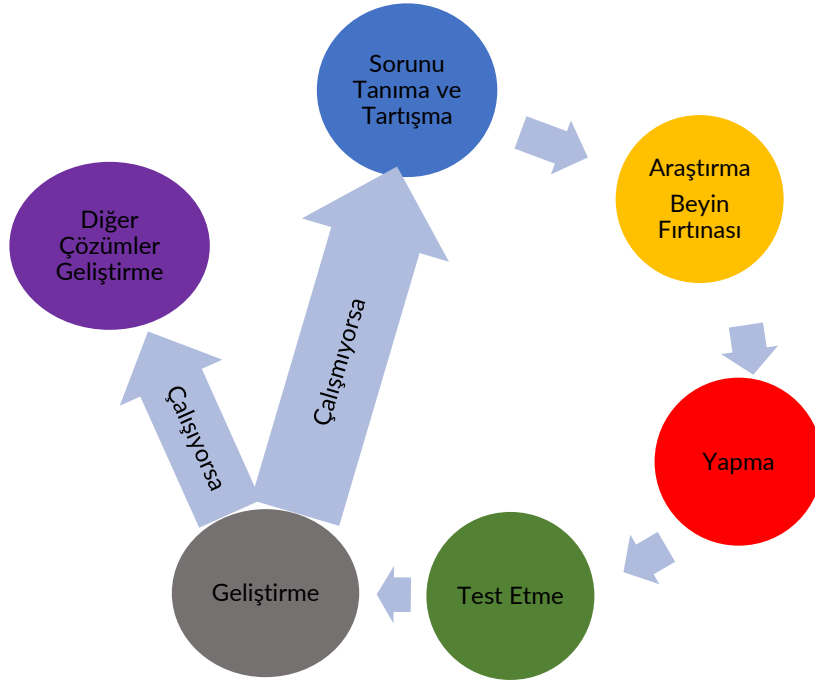
Alüminyum Folyo	3 TL	Yapıştırıcı	3 TL
Metal Plaklar	1 TL	Cam Fanus	5 TL
Makas	3 TL	Işık Kaynağı	5 TL
İp	1 TL	Kronometre	5 TL
Renkli Kalem	2 TL	Cetvel	1 TL
Karton	3 TL		

Matematik kazanımlarında, fayda maliyet oranının yanında aşağıdaki kazanımlar da dikkate alınmıştır:

- Gerekli oran/orantıyı kurar.
- Uzamsal düşünmeyi kullanır.
- Bilgi-işlemsel düşünmeyi kullanır.

2.4. Mühendislik Tasarım Süreci

Bu STEM etkinliğinin mühendislik ayağında, mühendislik tasarım sürecinin (Şekil 2) kullanılması hedeflenmiştir. Bu amaçla öğrenci grupları, kendi ürününü hazırlar, tasarlar, test eder ve geliştirir. Mühendislik tasarım döngüsü, sorunu araştırma, tanımlama ve çözümü tartışma basamaklarından oluşmaktadır. Döngüde, bunun sonucunda beyin fırtınası, düşünme ve araştırma basamağı gelişir. Bu süreç içerisinde, zihinde tasarım kurgulanır ve yapılır. Yapılan tasarım, test edildikten sonra, geliştirme basamağına ulaşılır. Eğer tasarım çalışıyorsa, belirtilen hedeflere uyulmuşsa, çözümlerden biri gerçekleşmiştir. Ancak elde edilen çözüm gelişime açıktır. Yeniden bir çözüm elde edilip edilmeyeceği veya istenen sonuca ulaşılıncaya kadar, tekrar yoluyla tasarım gerçekleşir. Eğer gelişim basamağında istenilen tasarım çalışmıyorsa, süreç yeniden başlar. STEM etkinliklerinde mühendislik tasarımları, sürecin en önemli kısımlarından birisidir. Öğrencilerin zihninde oluşan tasarım süreçleri bu mühendislik sürecinde hayata geçirilecektir.



Şekil 2. Mühendislik Tasarım Süreci

2.5. Teknoloji

Bu STEM etkinliğinin teknoloji ayağında, öğrenci gruplarının, bileşenleri tasarlamak için gereken teknolojiyi kullanması yer almaktadır. Öğrenciler, gerekli ölçü aletlerini kullanır, teknolojinin sunduğu avantajlardan faydalanır.

2.6. 21. yy Becerileri ve Sosyal Beceriler

Bu projenin sosyal beceriler bölümünde, iş birliği ile çalışma hedeflenmektedir. Öğrenciler, grup arkadaşlarıyla etkileşim kurar. Yeni düşünceleri paylaşır, soru sorma becerileri gelişir. Yeni bakış açısıyla probleme bakar, icada yönelik yaklaşımları, nesnelere ve disiplinleri birbiriyle bağlantı kurarak tasarlar. Ürünlerini diğer grup arkadaşlarına sunma becerisi ve heyecanı duyar. Birlikte takım çalışması halinde sorgular ve birlikte çözüm yolları üretir.

3. Sonuç

Bu çalışma kapsamında geliştirilen STEM aktivitesi, 10. Sınıf ışık konusunda fizik öğretmenleri tarafından kullanılabilir. Öğrenciler, tasarım sürecinde kendi yaşantıları ve deneyimleri yoluyla ürünlerini ortaya koymaktadır. Örneğin, radyometrenin bir kanadının üçgen olmasının diğer kanatlarının kare olmasının, radyometrenin dönmesi üzerine etkisi var mıdır? Radyometre kanatlarının sayısının, şeklinin, ebatlarının, radyometrenin dönmesi üzerine etkisi var mıdır? Kanatları farklı renklerle tasarımı yapmanın, radyometrenin dönmesi üzerine etkisi olacak mıdır? Kanatlarının karton veya farklı malzemeden yapılmasının bir önemi var mıdır? Öğrenciler, bu ve sayısız düşüncenin sorularını kendi prototipleriyle deneyip gözlemlemiştir. Benzer şekilde Fizik öğretmenleri tarafından bu çalışmadaki senaryo kullanılarak öğrencilerden farklı tasarımlar ortaya koymaları ve paylaşımları sağlanabilir. Bu araştırmanın sonuçları 21.yy öğrenci becerilerinden bilişsel beceriler, otonom beceriler, işbirliği ve esneklik becerileri ile 21. yy. öğreten becerilerinden; yönetsel beceriler tekno pedagojik beceriler, onamacı beceriler, esnek öğretme becerileri ve üretimsel beceriler ile paralellik gösterdiği gözlemlenmiştir (Göksün ve Kurt, 2017).

Bu araştırma ile elde edilen genel sonuçlar ve izlenimler aşağıda belirtilmiştir.

1. Bu STEM etkinliği ile, 10. Sınıf Optik konusunda "Işık şiddeti" kavramı öğretiminde yapılabilecek ürün tasarımı sırasında; ışığın basıncı, ışığın tanecik özelliği, ışığın soğurulması ve ışığın yansıması olaylarının birlikte öğretilebileceği bir düzeneğin, radyometre tasarımı ile gerçekleştirilebileceği gözlenmiştir.

2. STEM etkinliklerinin farklı derslerin ve disiplinlerin (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) bir araya getirilmesi ve entegre edilmesi için ideal bir araştırma ve sorgulama ortamı sağladığı gözlemlenmiştir.
3. Bu etkinlik ile, STEM çalışmalarının tek bir öğretmen ile değil, farklı disiplinlerden öğretmenlerin ekip çalışması içerisinde çalışması ile daha etkili bir öğretimin sağlanabileceği gözlemlenmiştir.
4. STEM'de basit ve maliyeti düşük materyal seçimine gidilerek, STEM eğitiminin yapılabilirliğine önemli ölçüde katkı sağlandığı görülmüştür.
5. Bu STEM etkinliğinden yola çıkarak farklı Fizik konularında öğretmenlerimiz farklı STEM etkinlikleri geliştirebilirler.
6. STEM etkinliklerinde öğrencilerin sadece Fizik ve Matematik gibi sayısal alanlardaki becerilerinin değil aynı zamanda takım çalışması, iletişim gibi sosyal becerilerinin de geliştiği tespit edilmiştir.
7. STEM çalışmaları ayrıca öğrencilere farklı tasarımlar üzerinde kafa yormalarını sağlayarak olaylara farklı açılardan bakabilme, kritik düşünme ve yaratıcılık becerilerinin gelişimine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

Kaynaklar

- Derin, G., Aydın, E. & Kırkıç, K.A. (2017). STEM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) Eğitimi Tutum Ölçeği. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi* 4(3); 547-559.
- Erdogan, İ., Ciftci, A., Yıldırım, B., & Topcu, M. S. (2017). STEM Education Practices: Examination of the Argumentation Skills of Pre-service Science Teachers. *Journal of Education and Practice*, 8(25), 164-173.
- Göksun, D. O. & Kurt, A.A. (2017). Öğretmen Adaylarının 21. yy. Öğrenen Becerileri Kullanımları ve 21. yy. Öğreten Becerileri Kullanımları Arasındaki İlişki. *Eğitim ve Bilim*. Sayı 190, 107-130.
- Gülhan, F. & Şahin, F. (2018). Fen Bilimleri Dersine STEM Entegrasyonu Etkinliklerinin 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi. *Sakarya University Journal of Education*, 8(4), 40-59.
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2013). Systematic review of design-based research progress: Is a little knowledge a dangerous thing?. *Educational Researcher*, 42(2), 97-100.
- Topçu, M. S., & Ciftci, A. (2018a). *Erken Çocukluk Döneminde STEM Eğitimi ve Örnek Uygulamalar (STEM Education and Practices for Early Childhood Period)*. Topcu, M. S., & Ozkan, B. *Erken Çocuklukta Fen Eğitimi (Science Education for Early Childhood)*. (s. 237-271). İstanbul, Türkiye: Efe Akademi.
- Topçu, M. S., & Gökçe, A. (2018). *STEM ve Mühendislik (STEM and Engineering)*. Kırkıç, K. A., & Aydın, E. *Merhaba STEM: Yenilikçi Bir Öğretim Yaklaşımı*. (s. 79-94). Konya, Türkiye: Eğitim Yayınevi.
- Topçu, M. S., & Çiftçi, A. (2018b). *21. Yüzyıl Becerileri ve STEM*. Öğretim Özçelik, A. D., & Tuğluk, M. N. *Eğitimde ve Endüstride 21. Yüzyıl Becerileri*. (s. 103-126). Ankara, Türkiye: Pegem A Yayıncılık.
- Yıldırım, B. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39 (1), 63-90.
- Zangori, L., Forbes, C. T., & Schwarz, C. V. (2014). Investigating the effect of curricular scaffolds on 3rd-grade students' model-based explanations for hydrologic cycling. Boulder, CO: International Society of the Learning Sciences.



Bu makale Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) lisansı ile lisanslanmıştır. Makalenin okuma, indirme, kopyalama, dağıtma ve yazdırma hakları herkes için kalıcı olarak serbest bırakılmıştır.

This article licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license and permanently free for everyone to read, download, copy, distribute and print.