



JOURNAL OF RESEARCH  
IN EDUCATION AND SOCIETY  
EĞİTİM VE TOPLUM  
ARAŞTIRMALARI DERGİSİ  
e-ISSN:2458-9624



Cilt: 10 Sayı: 1 Sayfa Aralığı: 1-19 e-ISSN: 2458-9624 DOI: 10.51725/etad.1213005

RESEARCH

Open Access

ARAŞTIRMA

Açık Erişim

## Asitler ve Bazlar Konusu Kapsamında İndikatör Yapımına Yönelik Bir STEM Etkinliği Geliştirme Çalışması

A STEM Activity Development Study for Indicator Making within the Scope  
of Acids and Bases

Bengihan Dilara Kol, Fethiye Karşlı Baydere

### ÖZ

STEM eğitimini uygulayacak olan öğretmen, araştırmacı ve öğretmen adaylarının kullanımına sunulması için oluşturulmuş, ücretsiz erişime açık, nitelikli STEM etkinliklerinin geliştirilmesi ve sunulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu araştırmanın amacı 8. sınıf asit ve bazlar konusu kapsamında indikatör yapımı ile ilgili özgün bir STEM etkinliği geliştirmek ve bu etkinliğin geliştirilme sürecini detaylarıyla sunmaktır. Etkinliğin geliştirilmesi sürecine konunun ve problem durumunun belirlenmesi ile başlamıştır. Etkinlik konusu belirlenirken öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri, kavram yanlışlarının bulunduğu, günlük hayatlarında karşılaşılabilecekleri bir problem içeren ve mühendislik tasarım süreci basamakları ile sürdürülebilir bir konu olmasına dikkat edilmiştir. Hazırlanan etkinlik NASA (2015) tarafından geliştirilen Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) basamaklarına uygun olarak tasarlanmıştır. Etkinlik geliştirilirken MTS'nin problemi belirleme, problemi araştırma, olası çözümler geliştirme, en iyi çözümü seçme, prototipin yapılması, çözüm/leri test etme ve değerlendirme, çözüm/leri sunma ve yeniden yapılandırma aşamalarının her birine uygun çeşitli uygulamalar ve bunlara ilişkin yönergeler hazırlanmıştır. Bu makalede etkinliğin ilgili adımları ayrıntılı bir şekilde sunulmuş olup, uygulayıcılara çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

### ABSTRACT

There is a need to develop and present quality STEM activities that are open to free access and that are created for the use of teachers, researchers, and teacher candidates who will implement STEM education. The aim of this research is to develop a unique STEM activity on indicator making within the scope of Class 8 acids and bases and present the details of this activity. The process of developing the activity started with the determination of the subject and the problem situation. While determining the activity topic, attention was paid to the fact that it is a subject that students have difficulty understanding, that students have misconceptions about, that contains a problem that students may encounter in their daily lives, and that can be sustained with the steps of the engineering design process. In this context, it has been decided that the subject of Class 8 acids and bases is appropriate. The activity prepared was designed in accordance with the Engineering Design Process (EDP) steps developed by NASA. In this article, the steps of the event are presented in detail. While developing the activity, various applications and instructions were prepared for each of the stages of EDP to identify the problem, to research the problem, to develop possible solutions, to choose the best solution, to make the prototype, to test and evaluate the solution/s, and to present the solution/s and reconstruct them. In this article, the relevant steps of the activity were presented in detail, and various suggestions were made for the practitioners.

### Yazar Bilgileri

Bengihan Dilara Kol

Yüksek Lisans Öğrencisi,  
Giresun Üniversitesi, Giresun,  
Türkiye  
[dilarakol32@gmail.com](mailto:dilarakol32@gmail.com)

Fethiye Karşlı Baydere

Doç. Dr., Giresun Üniversitesi,  
Giresun, Türkiye  
[fethyekarsli28@gmail.com](mailto:fethyekarsli28@gmail.com)

### Makale Bilgileri

#### Anahtar Kelimeler

STEM eğitimi  
Mühendislik tasarım süreci  
Asitler ve bazlar

#### Keywords

STEM education  
Engineering design process  
Acids and bases

#### Makale Geçmişi

Geliş: 01/12/2022

Düzeltilme: 25/12/2022

Kabul: 26/12/2022

**Atıf için:** Kol, B. D. ve Karşlı Baydere, F. (2023). Asitler ve bazlar konusu kapsamında indikatör yapımına yönelik bir STEM etkinliği geliştirme çalışması. *JRES*, 10(1), 1-19. <https://doi.org/10.51725/etad.1213005>

**Etik Bildirim:** Bu çalışmada herhangi bir canlıdan veri toplanmadığından ve sadece geliştirilen etkinliğin tanıtımı yapıldığından etik kurul izni alınmamıştır.

## Giriş

Küreselleşmenin etkisi ile gelişen ve değişen dünya düzeni, ülkeler arasında ekonomi, teknoloji ve savunma sanayii alanlarında rekabete yol açmıştır. Ülke liderleri bu yarışta en önde yer almak için farklı reform hareketleri gerçekleştirmişlerdir (Aydın, 2011; Bybee, 2010a; Sanders, 2009). Bu ülkelerin en başında ise Amerika Birleşik Devletleri (ABD) gelmektedir. Çin'i ekonomi, teknoloji ve savunma sanayii alanlarında kendisine büyük bir tehdit olarak gören ABD, eğitim alanında yapacağı güçlü bir strateji ile Çin de dâhil diğer bütün ülkelerin üzerinde bir başarı elde edeceğini düşünerek harekete geçmiştir (İzgi, 2020). Ekonomi, teknoloji ve savunma sanayii alanlarının temelinde aslında eğitim olduğunu, bu alanların geliştirilebilmesi için iyi eğitim almış ve ülke gelişimine katkı sağlayacak bireyler yetiştirilmesi gerektiğini savunan ABD, 2001 yılında Dr. Judith Ramaley tarafından ortaya atılan STEM eğitim yaklaşımını eğitim programlarına entegre etmiştir (Alan, 2020). ABD'de ortaya çıkan ve ardından tüm dünya ülkelerine hızla yayılmaya başlayan STEM eğitim yaklaşımı Türkiye'de de kendisine önemli bir yer bulmuştur. Ülkemiz çapında ilk olarak 2018 yılında güncellenen öğretim programlarında disiplinler arası etkileşime vurgu yapılmıştır. Fen bilimleri öğretim programında da beceri öğrenme alanına mühendislik ve tasarım becerileri eklenmiştir (MEB, 2018). Programda yapılan bu güncelleme, hizmet içindeki öğretmenlere çeşitli eğitimler yoluyla ve hizmet öncesi öğretmen eğitiminde de eğitim fakültelerinde STEM eğitim yaklaşımını tanıtan eğitimler aldırılmasını gerekli kılmaktadır (Çorlu, 2014). Ayrıca okulların ve sınıfların STEM eğitime yönelik düzenlenmesiyle ve gerekli özenin gösterilmesiyle programa eklenen mühendislik ve tasarım becerilerine yönelik hedeflere ulaşılmasının daha kolay olacağı düşünülmektedir.

STEM eğitim yaklaşımı adını fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kelimelerinin İngilizce kısaltmalarından almıştır (Science, Technology, Engineering, Maths). Bu yaklaşım özünde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonuna dayanmaktadır (Berlin ve Lee, 2005; Reiss ve Holmen, 2007; Wang, 2012). Bu disiplinler ayrı ayrı değil bir bütün olarak ele alınmalıdır (Buyruk ve Korkmaz, 2016). Bu sayede öğrenciler sadece fen kavramlarını öğrenmekle kalmayacak, onları teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleriyle harmanlayacaktır. STEM eğitimi ile birlikte araştıran, sorgulayan, üretebilen, sosyal ve problem çözme becerileri gelişmiş ve kendine güvenen bireyler yetiştirilecektir (Kurt, 2019; Roberts, 2012). Bir başka deyişle STEM eğitim yaklaşımı ile 21. yy becerilerine sahip bireylerin yetişmesine katkı sunulmuş olacaktır (Bircan, 2019; Kavacık, 2019; NRC, 2010; Sanders, 2009; Stohlmann, Moore, Roehrig ve McClelland, 2011).

STEM eğitimi, gelişen ve değişen dünya şartları ile ortaya çıkan sorunlara çözüm getirebilecek bireyler yetiştirmek amacıyla geliştirilen bir eğitim yaklaşımıdır. STEM eğitim yaklaşımında öğrencilerden kendilerine sunulan gerçek yaşam sorunlarını çözmeleri beklenir. Bunu yapabilmeleri için öğrencilere fırsatlar sunulur ve farklı disiplinlerden yararlanmaları sağlanır (Hacıömeroğlu ve Bulut, 2016). STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarı (Barrett, Moran ve Woods, 2014; Bybee, 2010b; Çetin, 2019; Irak, 2019); fene yönelik ilgi (Bek Gümüş, 2019; Fortus, Dershimer, Krajck, Marx, ve Mamlok-Naaman, 2004); tutum (Bircan, 2019; Dass, 2015; Kutch, 2011; Irak 2019) ve bilimsel süreç becerileri (Behram, 2019; Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes, 2013; Doğan, 2019; Sullivan, 2008) üzerinde olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir. Ayrıca öğrencilere eleştirel düşünme ve problem çözme, iş birliği ve liderlik, girişimcilik, iletişim, bilgi edinme ve analiz gibi birçok 21. yy becerisini kazandırmak için oldukça etkili bir yaklaşımdır (Akkaya, 2019; İzgi, 2020; Kurt, 2019; Morrison, 2006; Murat, 2018). STEM eğitiminin bu önemli özellikleri dikkate alındığında STEM eğitimini uygulayacak olan öğretmen, araştırmacı ve öğretmen adaylarının kullanımına sunulması için oluşturulmuş,

ücretsiz erişime açık, nitelikli STEM etkinliklerinin geliştirilmesi ve sunulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca Bybee (2010a), STEM eğitim yaklaşımının kullanılmasına çok fazla bağlılık olmasına rağmen, öğretmenlerin bu yaklaşımı uygulayacak yeterlilikte etkinliklerin ve politika girişimlerinin eksik olduğunu savunmaktadır. Öğretmenlerin her konuda STEM etkinlikleri uygulayabilmeleri için hazır geliştirilmiş olan materyaller, onlar için kolaylaştırıcı kaynaklar olarak düşünülebilir. Ayrıca Türkiye'de STEM etkinliği geliştirme araştırmaları diğer türlere göre oldukça sınırlıdır (Aydın-Günbatır ve Tabar, 2019). Bu kapsamda STEM etkinlik havuzuna yenilerinin eklenmesi için yeni etkinlikler geliştirilmesinin ve tanıtılmasının literatüre katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Araştırma kapsamında geliştirilen etkinliğin bu alanda araştırma yapan genç araştırmacılara ve öğretmenlere kaynak oluşturacağı düşünülmektedir.

STEM etkinliği geliştirme çalışmaları incelendiğinde; Güneş Sistemi ve Ötesi (Gürbüz, Gökçe, Töman, Gürbüz ve Gökçe, 2019; Kurniawati, 2021; Uçar, 2019); Kuvvet ve Hareket (Akkaya, 2019; Ercan, 2014; Köngül ve Yıldırım, 2021); Biyogaz (Bilekyiğit, 2018); Elektrik enerjisi (Doğan, 2019; Doppelt, Mehalik, Schunn, Silk ve Krysinski, 2008; Karşı-Baydere ve Bodur, 2022); Basit Makinalar (English, Hudson ve Dawes, 2013; Isdianti, Nasrudin ve Erman, 2021; Roth, 2001); Newton'un Hareket Kanunları (González-Peña, Morán-Soto, Rodríguez-Masegosa ve Rodríguez-Lara, 2021; Tal, Krajck ve Bluemenfeld, 2006); Ses ve Işık (Küçükyılmaz, 2003); Isı Enerjisi ve Transferi (Schnittka ve Bell, 2011); Kuvvet ve Enerji (Ozkan ve Umdü Topsakal, 2021; Şentürk, 2017); Madde ve Isı (Nağaç, 2018); Yenilenebilir enerji kaynakları (Higde, 2022); Ses (Dedetürk, Kirmizigül ve Kaya, 2021) ve Çevre (Febrianto, Ngabekti ve Saptono, 2021) ünitelerinde yapılmış çalışmalar gözlenmektedir. Yapılan çalışmaların çoğunlukla 5. sınıf (Akar, 2019; Çil ve Özlen, 2019; Yamak, Bulut ve Dünder, 2014); 6. sınıf (Dedetürk vd., 2021; Sarıcan, 2017); 7. sınıf (Doğan, 2019; Ercan, 2014; Gökçe, 2019; Ozkan ve Umdü Topsakal, 2021); lise (Han, Kelley ve Knowles, 2021) öğrencileri ve öğretmen adaylarına (Bozkurt, 2014; Hacıoğlu, Yamak, Kavak, 2016; Higde, 2022; Karşı Baydere, Hacıoğlu ve Kocaman, 2019; Kurtoğlu ve Karşı Baydere, 2021; Lin, Wu, Hsu ve Williams, 2021; Yıldırım, 2018) yönelik gerçekleştirildiği ancak 8. sınıf öğrencilerine yönelik çok fazla çalışma bulunmadığı görülmüştür. Ayrıca 8. sınıf asitler ve bazlar konusunda indikatör yapımına ilişkin sadece bir tane STEM etkinliği geliştirme çalışmasına rastlanmıştır (Ceylan, 2014). Çalışmada kullanılmış olan MTS basamaklarının yanı sıra etkinlik içeriğinin de farklılık göstermesi sebebiyle, bu konuda araştırmacı, öğretmen ve öğretmen adaylarına sunulmak üzere etkinlik havuzunu zenginleştirecek yeni ve özgün bir çalışma olarak literatüre katkısının olacağına inanılmaktadır.

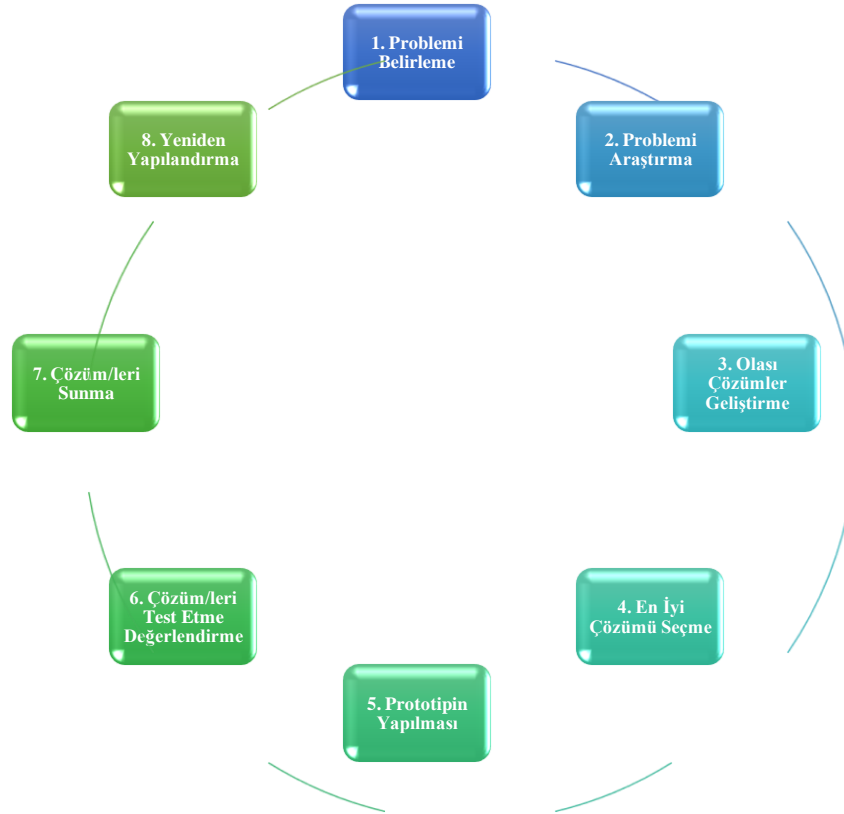
### **Mühendislik Tasarım Süreci**

STEM eğitim yaklaşımında öğrencilere kazandırılmak istenen hedef ve davranışlar fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonu ile sağlanmaktadır (Gülhan ve Şahin, 2016). Bunun yanı sıra sürece günlük yaşamla bağlantılı ve birçok çözümü olan gerçek dünya problemleri ile başlanması önerilmektedir (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012; Chiu, Price ve Ovrachim, 2015; Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014; NAE ve NRC, 2009; Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011; Wendell, Swenson ve Dalvi, 2019; Williams, 2011). Öğrenciler fen derslerinde işlenen konuların aslında günlük hayatlarında birçok kez karşılımlarına çıktığını fark etmeli, oluşacak problemlere teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini kullanarak çözüm getirmeyi öğrenmelidir. Lin, Hsiao, Chang, Chien ve Wu (2018), STEM eğitiminin önemli bir parçasının mühendislik olduğunu belirtmişlerdir. Hertel, Cunningham ve Kelly (2007), öğrencilerin fen ve mühendislik olmak üzere iki yönünü aynı anda öğrenebilmeleri için fen öğretiminin mühendislik tasarımıyla bütünleştirilmesi gerektiğini açıklamıştır. Bu nedenle öğretimde Mühendislik Tasarım

Süreci (MTS) aracılığıyla STEM eğitimi vurgulamak önemlidir. Mühendisliğin fen eğitimine entegrasyonuna ilişkin tüm yaklaşımlarda gerçek yaşam problemine çözüm bulurken mühendislerin yaptığı gibi tasarım yapma sürecini kullanmaları sağlanır (Hmelo, Holton ve Kolodner, 2000; Marulcu, 2010; Mehalik, Doppelt ve Schunn., 2008; Moore, vd., 2014; Sadler, Coyle ve Schwartz, 2000). Bu süreçte öğrencilere bir mühendis gibi düşünmeyi, sorunlara bir mühendis gibi çözüm getirmeyi ve bir mühendis gibi problemin çözümüne yönelik tasarım yapmayı öğretmek hedeflenir. Tüm bunları yapabilmek için belirli basamakları takip etmek gerekir. Bunun gerçekleştirilebilmesi için ise MTS basamaklarından faydalanılabilir. MTS basamakları öğrenciye problemin ne olduğunu, araştırma sürecinin nasıl gerçekleşeceğini, probleme ne gibi çözümler getirilebileceğini, en uygun çözümü belirlemeyi ve bir tasarım geliştirmeyi öğretmeyi hedefler (Winarno, Rusdiana, Samsudin, Susilowati, Ahmad ve Afifah, 2020).

Farklı araştırmacılar tarafından önerilen birçok MTS adımları vardır. Bunlara 9 adımdan oluşan ve Hynes ve arkadaşları (2011) tarafından önerilen MTS; 7 adımdan oluşan ve Mdoe (2010) tarafından önerilen MTS; 8 adımdan oluşan NASA (2015) tarafından önerilen MTS; 5 adımdan oluşan ve Bozkurt (2014) tarafından önerilen MTS; 4 aşamadan oluşan MTS (Wendell vd., 2019) örnek olarak verilebilir (Arık ve Topçu, 2020; Gök, 2019; Winarno vd., 2020).

Bu araştırmada etkinliğin hazırlanması sürecinde NASA MTS basamaklarından faydalanılmıştır.



Şekil 1. NASA mühendislik tasarım döngüsü (NASA, 2015)

### 1. Problemi belirleme

MTS genellikle bir ihtiyaç, istek ya da problemle başlamaktadır (NRC, 2012). MTS basamaklarının ilk adımının gerçekleştirilebilmesi için bir problem durumu oluşturulmalı ve öğrenciye sunulmalıdır. Sunulan problem durumu tasarım sürecinin başlamasında oldukça etkilidir. Ayrıca bireyler mühendislik problemlerini çözerken hem ilgili disipline ilişkin bilgi edinirler hem de

sürece dâhil olarak tasarım becerilerini geliştirirler (Kolodner, 2002; Leonard, 2004; Wendell vd., 2019). Öğrenciler bu aşamada öğretmen tarafından verilen problem durumu ile ilgili ne bildiklerini ifade etmelidirler. Problemi daha iyi tanımlamak için çeşitli sorular sorarak oluşturulacak olan ürüne yönelik kriter ve sınırlılıkları belirlemeye çalışırlar (Yu, Wu ve Fan, 2019). Örneğin; “Bizden çözümü istenilen problem ne olabilir? Bu problemin çözümü için ne gibi sınırlamalara dikkat etmeliyiz?” şeklinde çeşitli sorularla problem durumundaki kriter ve sınırlılıkların çerçevesi çizilebilir.

## 2. Problemi araştırma

MTS'nin bu aşamasında öğrenciler probleme yönelik neler bildiklerini ya da neleri bilmeleri gerektiğini, hangi bilgilere ihtiyaç duyduklarını düşünerek araştırma yapmalıdırlar (Bozkurt, 2014; Lie, Aranda, Guzey ve Moore, 2019; NAE ve NRC, 2009). Bu aşamada öğrenciler kendilerini sordukları sorularla yönlendirebilirler. Örneğin; “Problemin çözümüne yönelik ihtiyaç duyduğum bilgiler nelerdir? İhtiyacım olan bilgileri nasıl elde edebilirim?” gibi sorular kullanılabilir.

## 3. Olası çözümler geliştirme

Bir problemin yalnızca bir değil birden fazla çözüm yolu olmalıdır. Olası çözüm yollarının geliştirilmesi sürecinde öğrenciler kendilerine sunulan gerçek yaşam zorluğuna yönelik yaratıcılıklarını kullanarak birçok çözüm yolu üretirler (Brunsell, 2012; Wendell vd., 2010). Bu aşama öğrencilerin zihinsel olarak aktif olmaları, grup içi iş birliği yapmaları ve beyin fırtınası oluşturmaları, özgün ve etkili çözümler sunmaları açısından oldukça önemlidir (Hynes vd., 2011; Tayal, 2013). Bu aşamada öğrenciler kendilerine şu soruları sormalıdır:

Problem durumunun çözümüne yönelik ne gibi fikirler öne sürmeliyiz?

Öne sürdüğümüz fikirler kriter ve sınırlılıklara uygun mu?

## 4. En iyi çözümü seçme

Öğrenciler bu aşamada verilen problem durumunun çözümüne yönelik elde ettiği kriter ve sınırlılıklar dâhilinde en iyi çözüm önerisini belirlemelidir. Bir başka deyişle öğrenciler tıpkı mühendislerin çözüm bulma sürecinde kullandıkları gibi olası bütün çözüm yollarını problem durumunda verilen kriter ve sınırlılıklar bağlamında değerlendirmektedirler (Hynes vd., 2011; NRC, 2012; Siew, Goh ve Sulaiman, 2016). Öğrencilere olası çözüm yollarından en iyisine karar vermeleri için bazı sorular yöneltilmesi faydalı olabilir:

Yapacağınız tasarım, size sunulan kriterler ve sınırlılıkları karşılıyor mu?

Hâlihazırda size sunulan kaynaklar tasarımı gerçekleştirmeniz için yeterli mi?

## 5. Prototipin yapılması

MTS'de prototipin yapılması tasarımın ayrıntılarının görülmesini sağlamaktadır (NRC, 2012; Siew vd., 2016; Wendell vd., 2019). Bu süreçte öğrenciler plan yapmalı, ihtiyaç duyulan malzemeleri listelemeli, bir taslak oluşturmalı ve prototipin yapım aşamasını gerçekleştirmelidirler. El becerilerini geliştirmekle birlikte, onlara bir mühendis gibi düşünmeyi ve grup arkadaşlarıyla iş birliği içerisinde çalışmayı da aşlamak hedeflenmektedir. Prototipin yapılması aşaması için öğrencilerin kendilerine sorması gereken sorular:

Prototipin yapımı için nasıl bir yol izlemeliyiz?

Prototipin yapımı için ne gibi malzemelere ihtiyaç duyarız?

Prototipin yapımında nelere dikkat etmeliyiz? şeklinde olabilir.

### 6. Çözüm/leri test etme ve değerlendirme

Kabul edilebilir bir ürün ortaya konulana kadar prototip yapma işleminin tekrar edilmesi başarılı bir çözüm ortaya konulması açısından önemlidir (Koehler, Faraclas, Sanchez, Latif ve Kazerounian, 2005). Mühendisler prototipleri test ederek tasarımın performansını daha ileri seviyelere çıkarmak için değerlendirmede bulunurlar (Hynes vd., 2011; NAE ve NRC, 2009; NRC, 2012; Yu vd., 2019). Prototip, ilgili kriter ve sınırlılıklar doğrultusunda geliştirilen testlerle değerlendirilmeli ve test edilmelidir. Bu aşamada öğrenciler kendilerini şu sorularla yönlendirmelidirler:

Gerçekleştirdiğimiz prototip verilen problem durumunun kriter ve sınırlılıklarına uygun mu?

Gerçekleştirdiğimiz prototip problemi çözmede başarılı oldu mu?

### 7. Çözüm/leri sunma

Bu aşamada öğrenciler yapmış oldukları prototipi sınıf arkadaşlarına sunarlar. Prototipin kriter ve sınırlılıkları karşılaması durumunu, prototipin eksik veya geliştirilmesi gereken yönlerini sınıfça tartışır (Siew vd., 2016). Almış oldukları geri bildirim grup arkadaşlarıyla değerlendirirler. Tasarım sürecinde alınan her türlü geri bildirim, tasarımın daha da iyileştirilmesi için gereklidir. Öğrenciler kendilerine şu soruları sorarak çözümleri sunma aşamasını değerlendirebilirler:

Yapmış olduğumuz prototip ne gibi eleştiriler aldı?

Yapılan eleştirilerden hangileri prototipin yetersizliği üzerine olmuştur?

### 8. Yeniden yapılandırma

Öğrenciler problem durumunu yeterince karşılayamayan tasarımlar olursa tasarımlarını tekrar gözden geçirerek eksikliklerini gidermeye ve çözümlerine yönelik iyileştirmeler yapmaya çalışırlar (Hynes vd., 2011; Wendell vd., 2019). Prototipin eksik veya hatalı yönleri belirlendikten sonra prototip yeniden yapılandırılmalı ve eksiklikler giderilmelidir. Eksikliklerin giderilmesi için sorunun hangi MTS basamağında başladığı belirlenmeli ya da ilk basamaktan başlayarak prototip yeniden tasarlanmalıdır. Bu aşamada öğrenciler kendilerine şu soruları sormalıdır:

Belirlenen eksiklik hangi MTS basamağında yapılan bir hata ile gerçekleşmiştir?

Hatanın giderilmesi için neler yapmalıyız?

Şekil 1'de de görüldüğü gibi MTS adımları doğrusal değil, süreç yinelemeli, döngüsel ve esnekler. Bu durum, tasarımcının çeşitli düzenlemeler yapması için farklı tasarım adımlarına geri dönmesini sağlar. Çeşitli araştırmalarda MTS uygulamasının öğrencilerin içerik bilgisini (Aydın-Günbatar, Tarkın-Celikkıran, Kutucu ve Ekiz-Kıran, 2018; Chao vd. 2017; Guzey, 2017), problem-çözme becerilerini (English, Hudson ve Dawes, 2013; Syukri, Halim, Mohtar ve Soewarno, 2018) ve STEM konularında ve kariyerlerinde ilgilerini arttırabileceği belirtilmektedir. Bununla birlikte, çoğu öğretmenin ve öğretmen adaylarının fen öğretiminde mühendislik tasarımının nasıl uygulanacağı konusunda sınırlı fikirlerinin olduğu da bilinmektedir (Hacıoğlu, Sahin Cakir, Karşı Baydere ve Yamak, 2020; Karşı Baydere, Şahin Çakır, Hacıoğlu ve Kocaman, 2021; Mesutoğlu ve Baran, 2020; Pleasants, Olson ve De La Cruz, 2020; Schnittka, 2011). Bu nedenle MTS basamaklarının tanıtılmasının ve bu basamaklarda yapılanlardan örnekler sunulmasının faydalı olacağına inanılmaktadır. Çünkü MTS uygulamaları sadece öğrenciler için değil, öğretmenler için de faydalıdır.

Bu araştırmanın amacı 8. sınıf asitler ve bazlar konusu kapsamında indikatör yapımı ile ilgili bir STEM etkinliği geliştirmek ve bu etkinliğin detaylarını sunmaktır.

## Yöntem

Yapılan bu araştırma bir STEM etkinliği geliştirme çalışması olduğundan dolayı bu bölümde geliştirilen STEM etkinliğinde izlenen adımlar aşağıda ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Araştırma tasarım-temelli araştırma yöntemine göre tasarlanmıştır (McKenney ve Reeves, 2013). Tasarım araştırmaları öğrenme-öğretme sürecinde kullanılacak materyallerin özelliklerini ve bu materyallerin tasarlama süreçleri hakkındaki bilgimizi iletme amacıyla kullanılabilir (Plomp, 2007). Tasarıma dayalı araştırma, aynı anda etkili öğrenme ortamları geliştirme ve bu tür ortamları öğrenme ve öğretmeyi incelemek için doğal laboratuvarlar gibi kullanma hedeflerini de içerir (Sandoval ve Bell, 2004). Bir tasarım metodolojisi, genel bir tasarım prosedürüdür. Bir tasarım çerçevesi gibi, kuralcıdır. Bununla birlikte, bir tasarım metodolojisi üründen çok süreç için yönergeler sağlar (Edelson, 2002). Bu araştırmada tasarım sürecinde MTS aşamalarında çeşitli yönergeler eşliğinde öğrencilerin tasarımlar yapmaları hedeflenmiş olup, çalışmanın sonunda bir STEM etkinliğinin oluşması sağlanmıştır.

## Etik Bildirim

Bu çalışmada herhangi bir canlıdan veri toplanmadığından ve sadece geliştirilen etkinliğin tanıtımı yapıldığından etik kurul izni alınmamıştır. Bununla birlikte makalenin yazımında etik ilkelere uygun davranılmıştır.

## Etkinliğin Geliştirilmesi

Bu bölümde etkinlik geliştirilme sürecinde takip edilen aşamalar sırasıyla sunulmuştur.

## Etkinlik Konusunun Belirlenmesi

Bu araştırmada etkinliğin hazırlanması sürecinde NASA (2015) MTS basamaklarından faydalanılmıştır. STEM etkinliğinin geliştirilme sürecinde hangi MTS basamaklarının kullanılacağına karar verildikten sonra ilk olarak konunun belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda etkinlik konusu belirlenirken öğrencilerin hangi konularda kavram yanılgılarına sahip oldukları araştırılmıştır. Kavram yanılgılarının yaygın olduğu konular belirlendikten sonra bu konular arasından hangilerinin teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri ile entegre edilebileceği ve günlük hayatta karşılaşılabilecekleri bir problem durumu olabileceği belirlenmiştir. Bununla birlikte STEM etkinlik havuzuna örnek teşkil etmesi amacıyla bu araştırmada daha önceden bu konuda benzer niteliklere sahip etkinlik geliştirilmemiş olmasına da dikkat edilmiştir. Yapılan araştırmalar dâhilinde 8. sınıf asitler ve bazlar konusu, "F.8.4.4.3. Günlük hayatta ulaşılabilecek malzemeleri asit-baz ayırıcı olarak kullanır.", "F.8.4.4.4. Maddelerin asitlik ve bazlık durumlarına ilişkin pH değerlerini kullanarak çıkarımda bulunur." kazanımlarına uygun etkinlik geliştirilmiştir. Belirlenen kazanımlar dâhilinde öğrencilere kazandırılmak istenen hedef ve davranışları kapsayan etkinlik çalışma kağıdı şeklinde hazırlanmıştır.

## Etkinliğin Tanıtılması

Bu kısımda etkinliğin hazırlanma süreci ve etkinliğin MTS basamaklarına göre uygulanma adımları sırasıyla tanıtılmıştır.

### 1. Problemi belirleme

Etkinlik kapsamında problem durumunun öğrencilere sunulması için bir senaryo hazırlanmıştır. Hazırlanan senaryoda öğrencilerin günlük hayatlarında karşılaşılabilecekleri bir probleme yer verilmiştir. Ayrıca problemin çözümüne yönelik kriter ve sınırlılıklar da senaryo içerisine gizlenmiştir. Örneğin “Geliştireceğiniz bu tasarım insanların kolaylıkla bulabilecekleri doğal malzemelerden yapılmalı.” ifadesi kullanılmıştır. Senaryo öğrencilerin verilen problem durumuna birçok çözüm önerisi geliştirebileceği şekilde hazırlanmış ve ortaya çıkacak olan tasarımın test edilebilir olmasına dikkat edilmiştir. Hazırlanmış olan senaryo Şekil 2’de verilmiştir.



**Antalya Kemer’de bir otelin havuz temizliği için kullanılan asitin suya karışması sonucu 18 kişi zehirlendi.**

Beldibi Mahallesi’nde 5 yıldızlı bir otelin havuzuna temizlik için kimyasal maddeler konulurken, klor musluğundan yanlışlıkla gönderilen asit suya karıştı.



İHA’nın haberine göre, koronavirüs korkusu nedeniyle temizlik esnasında çok fazla çamaşır suyu kullanan kadın, bir süre sonra zehirlenerek fenalaştı. Evde bulunan vatandaşların ihbarı üzerine olay yerine sağlık ekibi sevk edildi.

Merhaba saygıdeğer bilim insanları...

Büyük bir sorun içerisindeyiz ve sizlerin yardımına ihtiyacımız var.

Günlük yaşantımızda yukarıda size sunduğumuz haberlerdekilere benzer kazalar sıklıkla yaşanmaktadır. Bu tür kazaların olmaması için asit ve baz kavramlarının bilinmesi ve bunların ayrımının yapılması gerekiyor.

Sizlerden halkımızın bu ayrımı evlerinde, iş yerlerinde vb. günlük hayatlarında kolaylıkla gerçekleştirebilecekleri, bunun sonucunda da olası kazaları önleyebilecekleri bir tasarım yapmanızı istiyoruz.

Geliştireceğiniz bu tasarım insanların kolaylıkla bulabilecekleri doğal malzemelerden yapılmalı ve aynı zamanda oldukça ekonomik olmalıdır.

Hep birlikte halkımızı bu tehlikeden kurtaralım.

Başarılar...

Şekil 2. Öğrencilere sunulan senaryo

## 2. Problemi araştırma

Etkinlik kâğıdında problemi araştırma aşamasına yönelik olarak öğrencileri araştırma ve sorgulamaya yöneltecek sorulara yer verilmiştir. Bu sorulardan bazı örnekler Şekil 3’te sunulmuştur.







<p><b>Bir maddenin asit ya da baz olduğunu nasıl anlarız?</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p><b>İndikatör nedir?</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p><b>İndikatörler kaçça ayrılır? Bunlar nelerdir ? Yazınız.</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p><b>Doğal indikatörler nelerdir?</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

Şekil 3. Problemin araştırılması aşamasında öğrencilere yöneltilen sorulardan bazıları

### 3. Olası çözümler geliştirme

Etkinlik kâğıdında öğrencilere geliştirecekleri çözüm önerileri için ilgili alanlar verilmiştir. Aşağıda Şekil 4'te etkinlik kâğıdından bu aşama için bir kesit sunulmuştur.

➤ Araştırmalarınız dahilinde verilen problem durumu için olası çözüm önerileriniz nelerdir?

	<p><b>Çözüm önerisi 1:</b> .....</p> <p>.....</p>	
	<p><b>Çözüm önerisi 2:</b> .....</p> <p>.....</p>	
	<p><b>Çözüm önerisi 3:</b> .....</p> <p>.....</p>	
	<p><b>Çözüm önerisi 4:</b> .....</p> <p>.....</p>	

Şekil 4. Çözüm önerileri geliştirme aşamasında kullanılan yönergeler

### 4. En iyi çözümü seçme

Bu aşamada öğrenciler belirledikleri çözüm önerilerinin güçlü yönlerini birleştirerek yeni bir çözüm önerisi geliştirebilir ya da var olan çözüm önerilerinden kriter ve sınırlılıklara en uygun olanını seçebilirler. Etkinlik kâğıdının bu aşamasında en iyi çözüm önerisini seçmeleri için Şekil 5'teki yönerge kullanılmıştır.

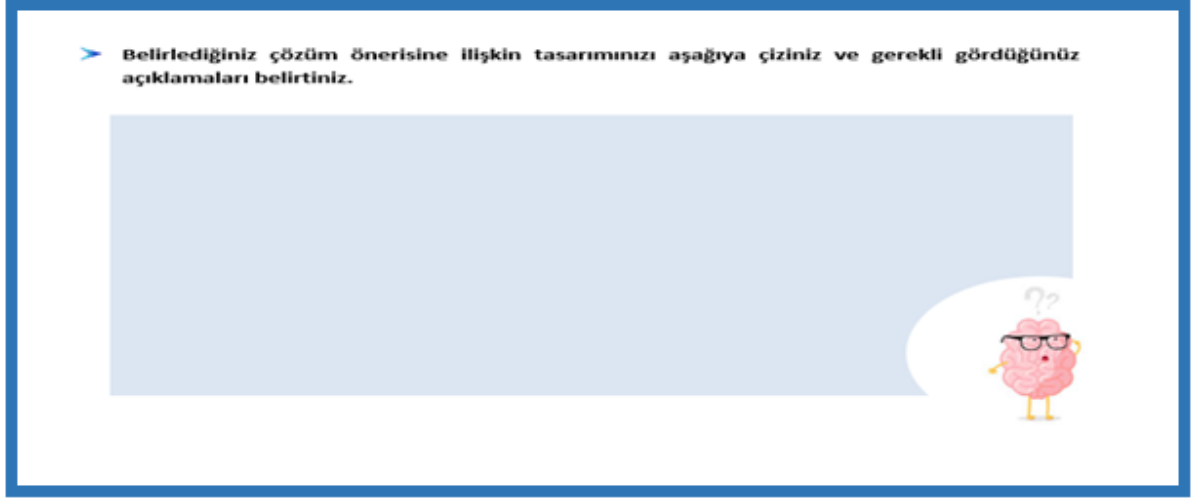
➤ Verilen problem durumuna en uygun olan çözüm önerisini belirleyiniz.

<p><b>Belirlediğim çözüm önerisi:</b> .....</p> <p>.....</p>
--

Şekil 5. En iyi çözüm önerisi geliştirme aşamasında kullanılan yönerge

## 5. Prototipin yapılması

Bu aşamada öğrencilerden seçtikleri en iyi çözüm önerisini karşılayan bir prototip yapmaları için öncelikle bu prototipin çizimini yapmaları istenmiştir. Bunun için öğrencilere prototipin taslağını hazırlayacakları ve gerekli gördükleri açıklamaları yazabilecekleri boş bir alan yaratılmıştır.



Şekil 6. Prototipin yapılması aşamasında kullanılan yönerge

## 6. Çözüm/leri test etme değerlendirme

Yapılan prototipin gerekli kriter ve sınırlılıklara uygun bir şekilde probleme çözüm sağladığını test etmek için rubrik geliştirilmiştir. Ek olarak öğrencilerden Şekil 7'de verilen maddelerden Phet uygulamasında bulunan pH metre ile okullarında bulunan pH metreyi kullanarak pH değeri bulmaları istenmiş ve aralarındaki farkı gözlemlemeleri beklenmiştir. Etkinlik kâğıdında prototipi test etmek ve değerlendirmek için kendi geliştirdikleri ürün ile okullarında kullanılan malzemenin çeşitli maddelere etkileşimlerinin sonuçları kıyaslanmıştır. Bir başka anlatımla eğer okullarında kullandıkları malzeme ile geliştirdikleri tasarım aynı sonuca ulaştırıyorsa geliştirilen tasarım probleme çözüm oluşturmuştur anlamına gelecektir. Bununla ilgili öğrencilere sunulan karşılaştırma tablosu Şekil 7'de sunulmuştur.

➤ Kendi tasarladığınız ürün ile okulunuzda asit ve baz ayrımı için kullanılan ölçüm aletini aşağıda size verilen maddelerin ölçümünü yaparak karşılaştırınız. Sonuçlarınızı aşağıdaki tabloya not ediniz.

SİZİN TASARLADIĞINIZ ÜRÜN			OKULUNUZDA KULLANDIĞINIZ ÜRÜN		
MADDELER	ASİT	BAZ	MADDELER	ASİT	BAZ
El sabunu			El sabunu		
Gazoz			Gazoz		
Lavabo açıcı			Lavabo açıcı		
Su			Su		
Portakal suyu			Portakal suyu		
Süt			Süt		

Şekil 7. Çözümleri test etme aşamasında sunulan karşılaştırma tabloları

## 7. Çözüm/leri sunma

Öğrencilerin tasarım sürecinde hem öğretmenlerinden hem de diğer grup arkadaşlarından geri bildirim almalarını sağlama ve onların iletişim becerilerine katkı sağlamak için kendi geliştirdikleri çözümü sunmaları sağlanmıştır. Etkinliğin bu aşamasında öğrencilere sunulan yönerge Şekil 8’de sunulmuştur.

➤ **Tasarımınızı sınıf arkadaşlarınıza sununuz ve tasarım hakkında düşüncelerinizi paylaşarak tartışınız.**

Şekil 8. Çözümlerin sunulması aşamasında kullanılan yönerge

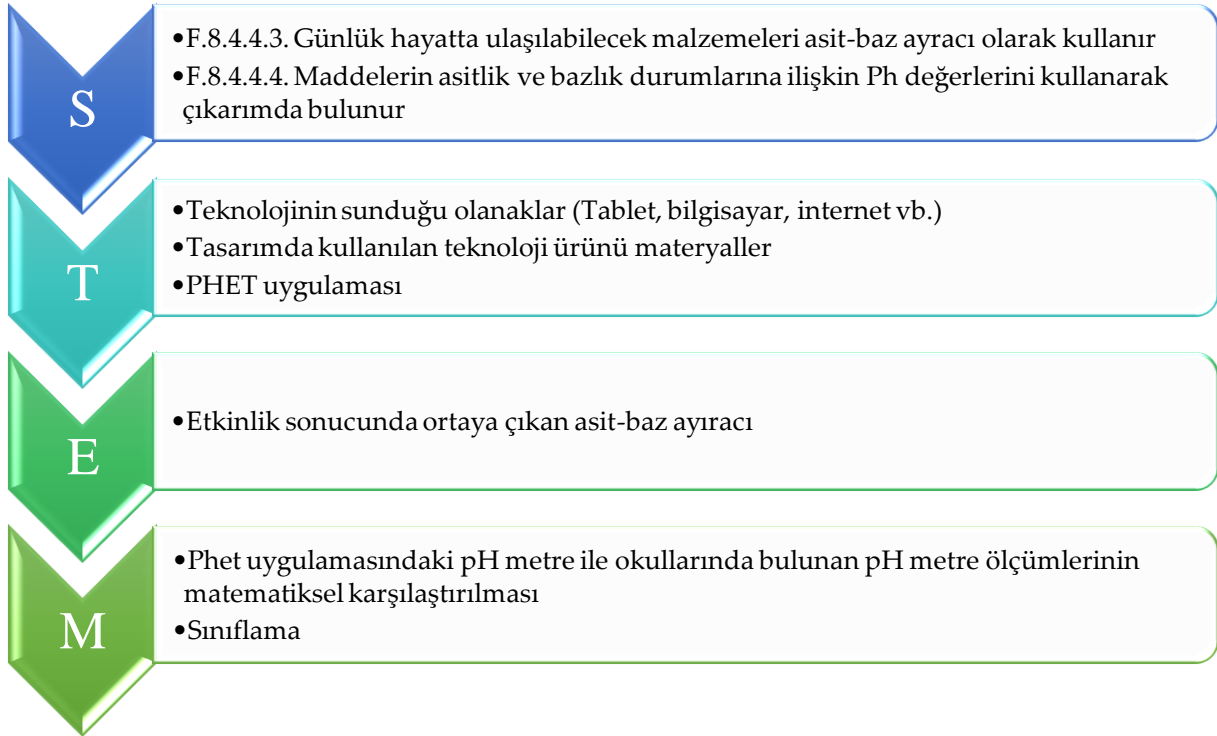
## 8. Yeniden yapılandırma

Etkinliğin bu aşamasında öğrencileri yönlendirmek için Şekil 9’daki yönerge kullanılmıştır.

➤ **Tartışmalar sonucunda tasarımınızda eksiklik veya yanlışlık var ise tasarımınızı yeniden yapılandırınız.**

Şekil 9. Yeniden yapılandırma aşamasında kullanılan yönerge

Geliştirilen STEM etkinliğine her bir disiplinin entegrasyonunda hangi kazanımlardan ve uygulamalardan faydalandığı Şekil 10’da verilmiştir.



Şekil 9. STEM etkinliğinde her bir disiplinin entegrasyonunda yapılanlar

## Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada geliştirilen etkinlik 8. sınıf düzeyinde “F.8.4.4.3. Günlük hayatta ulaşılabilecek malzemeleri asit-baz ayracı olarak kullanır.” ve “F.8.4.4.4. Maddelerin asitlik ve bazlık durumlarına ilişkin Ph değerlerini kullanarak çıkarımda bulunur.” kazanımlarının öğretiminde STEM eğitim yaklaşımının uygulanış yollarından birisi olan MTS’ye göre geliştirilmiştir. Bu araştırmada örnek bir STEM etkinlik geliştirilmiş ve bu etkinliğin aşamaları detaylıca sunulmuştur. Geliştirilen etkinlik çalışma yapıları formatında hazırlanmış bir öğretim materyali hâline getirilmiştir. Bu şekilde hem öğrencileri ve öğretmenleri yönlendirmesi özelliğine sahip olup hem de bilgiyi ve yapılacakları organize bir şekilde sırayla sunmayı da sağlamaktadır. Bu nedenle araştırma kapsamında sunulan etkinlik fen bilgisi öğretmenleri ve genç araştırmacılar tarafından rahatlıkla kullanılabilir. Bu araştırma sadece etkinlik geliştirme kısmına odaklandığı için bu etkinliğin öğrenciler üzerindeki etkileri araştırılmamıştır. Bir başka araştırmada buna benzer etkinliklerin öğrencilerin ele alınan konulardaki kavramları anlamalarına ve 21. yy beceri düzeylerine olan etkileri araştırılabilir. Literatürde farklı konu ve kazanımlara yönelik olarak fen bilimleri öğretmenleri tarafından kullanılabilir ve ücretsiz olarak erişim sağlanabilecek daha fazla sayıda etkinliklerin geliştirilmesi önerilmektedir.

## Kaynaklar

- Akar, H. (2019). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FETEMM) temelli etkinliklerin 5. Sınıf öğrencilerinin madde ve değişim ünitesindeki kavramları günlük yaşamla ilişkilendirmelerine etkisi.* (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Akkaya, M. M. (2019). *Kuvvet ve hareket ünitesinde uygulanan STEM etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin başarı, tutum ve görüşleri üzerine etkisi.* (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Alan, Ü. (2020). *Okul öncesi dönem çocuklarına yönelik geliştirilen STEM eğitimi programının etkililiğinin incelenmesi.* (Doktora Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Arık, M. ve Topçu, M. S. (2020). Implementation of engineering design process in the K-12 science classrooms: Trends and issues. *Research in Science Education*, 1-23. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09912-x>
- Aydın, M. (2011). *Fen ve teknoloji öğretmenleri için geliştirilen proje tabanlı öğretim yöntemi konulu bir destek programının etkilerinin araştırılması.* (Doktora Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Aydın-Günbatır, S., Tarkın-Çelikkıran, A., Kutucu, E. S., ve Ekiz-Kıran, B. (2018). The influence of a design-based elective STEM course on pre-service chemistry teachers’ content knowledge, STEM conceptions, and engineering views. *Chemistry Education Research and Practice*, 19, 954-972.
- Aydın-Günbatır, S. ve Tabar, V. (2019). Content analysis of science, technology, engineering and mathematics (STEM) research conducted in Turkey. *YYU Journal of Education Faculty*, 16(1), 1054- 1083.
- Barrett, B. S., Moran, A. L. ve Woods, J. E. (2014). Meteorology meets engineering: An interdisciplinary STEM module for middle and early secondary school students. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 1-6.
- Behram, M. (2019). *STEM eğitiminin okul öncesi dönemi öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi.* (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.

- Bek Gümüş, E. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin STEM eğitimine yönelik ilgi ve görüşlerinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Berlin, D. F. ve Lee, H. (2005). Integrating science and mathematics education: Historical analysis. *School Science and Mathematics*, 105 (1), 15–24.
- Bilekyiğit, Y. (2018). *Biyoloji dersinde gerçekleştirilen STEM etkinliğinin meslekî ve teknik anadolu lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına ve kariyer ilgilerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Bircan, M. A. (2019). *STEM eğitimi etkinliklerinin ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına, 21. yüzyıl becerilerine ve matematik başarılarına etkisi*. (Doktora Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algularına etkisi*. (Doktora Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., ve Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Brunsell, E. (2012). The engineering design process. In Brunsell, E. (Ed.), *Integrating engineering + science in your classroom* (pp. 3-5). Arlington, Virginia: National Science Teacher Association [NSTA].
- Buyruk ve Korkmaz (2016). FETEMM farkındalık ölçeği (FFÖ): geçerlik ve güvenilirlik çalışması. Part B: *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 13(2), 61-76.
- Bybee, R. W. (2010a). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996-996.
- Bybee, R. W. (2010b). "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 (FETEMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Chiu, A., Price, A. C. ve Ovrachim, E. (2015). *Supporting elementary and middle school STEM education at the whole school level: A review of the literature*. In NARST 2015 Annual Conference. [https://www.msichicago.org/fileadmin/assets/educators/science\\_leadership\\_initiative/SLI\\_Lit\\_Review.pdf](https://www.msichicago.org/fileadmin/assets/educators/science_leadership_initiative/SLI_Lit_Review.pdf) adresinden erişilmiştir.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A. ve Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.
- Çetin, S. (2019). *STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Çil, E., Özlen, S. (2019). Beşinci sınıf öğrencilerinin mühendis ve mühendislik algularının incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(4), 1272-1287. <https://doi:10.17240/aibuefd.2020>.
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10.

- Dass, P.M. (2015). Teaching STEM effectively with the learning cycle approach. *K12 STEM Education*, 1(1), 5-12.
- Dedetürk, A., Kirmizigül, A. S. ve Kaya, H. (2021). The Effects of STEM Activities on 6th Grade Students' Conceptual Development of Sound. *Journal of Baltic Science Education*, 20(1), 21-37.
- Doğan, İ. (2019). *STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve STEM tutumlarına ve elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına etkisi*. (Doktora Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Doppelt, Y., Mehalik, M., Schunn, C., Silk, E. ve Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: A case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22-39.
- Edelson, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *The Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 105-121.
- English, L. D., Hudson, P. ve Dawes, L. (2013). Engineering-based problem solving in the middle school: Design and construction with simple machines. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 3(2), Article 5.
- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: tasarım temelli fen eğitimi*. (Doktora Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Febrianto, T., Ngabekti, S. ve Saptono, S. (2021). The effectiveness of schoology-assisted PBL-STEM to improve critical thinking ability of junior high school students. *Journal of Innovative Science Education*, 10(2), 222-229.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajck, J. S., Marx, R. W. ve Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- González-Peña, O. I., Morán-Soto, G., Rodríguez-Masegosa, R. ve Rodríguez-Lara, B. M. (2021). Effects of a thermal inversion experiment on STEM students learning and application of damped harmonic motion. *Sustainability*, 13(2), 919.
- Gök, B. (2019). *Mühendislik tasarım sürecine dayalı bilimsel oyuncak tasarımı etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin mühendislik becerileri algılarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620. [şahinhttps://j-humansciences.com/ojs/index.php/IJHS/article/view/3447](https://j-humansciences.com/ojs/index.php/IJHS/article/view/3447) sayfasından erişilmiştir.
- Gürbüz, F., Gökçe, Y., Töman, U., Gürbüz, S. ve Gökçe, F. (2019). Fen bilimleri dersi güneş sistemi ve ötesi ünitesinde STEM uygulamalarının akademik başarıya ve kalıcılığa etkisi. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 8(2), 30-39.
- Hacıömeroğlu, G. ve Bulut, A.S. (2016). Integrative STEM teaching intention questionnaire: A validity and reliability study of the Turkish form. *Journal of Theory and Practice in Education*, 12(3), 654-669.
- Hacioglu, Y., Sahin Cakir, C., Karsli Baydere, F. ve Yamak, H. (2020). The views of prospective teachers on the science spot preparation process. *Turkish Journal of Teacher Education*, 9(1), 64-87.

- Han, J., Kelley, T. ve Knowles, J. G. (2021). Factors influencing student STEM learning: Self-efficacy and outcome expectancy, 21st century skills, and career awareness. *Journal for STEM Education Research*, 4(2), 117-137.
- Hertel, J. D., Cunningham, C. M. ve Kelly, G. J. (2017). The roles of engineering notebooks in shaping elementary engineering student discourse and practice. *International Journal of Science Education*, 39(9), 1194-1217. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2017.1317864>.
- Higde, E. (2022). An interdisciplinary renewable energy Education: Investigating the influence of STEM activities on perception, attitude, and behavior. *Journal of Science Learning*, 5(2), 373-385.
- Hmelo, C. E., Holton, D. ve Kolodner, J. L. (2000). Designing to learn about complex systems. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247-298.
- Honey, M., Pearson, G. ve Schweingruber, H. (Eds). National academy of engineering and national research council (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington DC: The National Academies.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. ve Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into high school STEM courses. <http://ncete.org/flash/pdfs/Infusing%20Engineering%20Hynes.pdf>
- Irak, M. (2019). 5. sınıf fen bilimleri dersi ışığın yayılması ünitesine yönelik STEM uygulamalarının akademik başarı ve STEM'e karşı tutum üzerine etkisinin incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Isdianti, M., Nasrudin, H. ve Erman, E. (2021). The effectiveness of STEM based inquiry learning packages to improving students' critical thinking skill. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 9(3), 223-232.
- İzgi, S. (2020). Fen bilimleri dersi elektrik enerjisinin dönüşümü konusuna 5E modeli ile temellendirilmiş bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yaklaşımının 7.sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Karşlı Baydere, F. K., ve Bodur, A. M. (2022). 9th grade students' learning of designing an incubator through instruction based on engineering design tasks. *Journal of Science Learning*, 5(3), 500-508.
- Karşlı Baydere, F., Hacıoğlu, Y. ve Kocaman, K. (2019). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi etkinlik örneği: pıhtı önleyici ilaç. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27(5), 1935-1946. <https://doi:10.24106/kefdergi.3051>
- Karşlı Baydere, F., Şahin Çakır, Ç., Hacıoğlu, Y. ve Kocaman, K. (2021). Lisansüstü öğrencilerinin Stem eğitimi ile ilgili görüşleri: İki üniversite örneği. *Trakya Eğitim Dergisi*, 11(2), 568-587.
- Kavacık, İ. (2019). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) uygulamalarının; Öğrencilerin öğrenme yaklaşımlarına, sorgulayıcı öğrenme becerisi algılarına ve STEM'e yönelik tutumlarına etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Koehler, C., Faraclas, E., Sanchez, S., Latif, K., ve Kazarounian, K. (2005). *Engineering frameworks for a high school setting: guidelines for technical literacy for high school students*. Proceedings of the 2005 American Society for Engineering Education Annual Conference and Exposition. June, 2005. Washington, DC: American Society for Engineering Education.

- Kolodner, J. L. (2002). Facilitating the learning of design practices: lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3).
- Köngül, Ö. ve Yıldırım, M. (2021). Effects of STEM applications on the scientific process skills and performance of secondary school students. *Journal of Human Sciences*, 18(2), 159-184.
- Kurniawati, H. (2021). The development of a simple solar energy heater as a stem based instructional material for high school students. In *Journal of Physics: Conference Series* (Cilt 1918, sayı 2, p. 022044). IOP.
- Kurt, M. (2019). *STEM uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine ve STEM'e karşı tutumlarına etkisi üzerine bir araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Kurtoğlu, S. ve Karşlı Baydere, F. (2021). "Diş Çürüklerini Önleyici" isimli STEM etkinliği hakkında fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 10(2), 481-509.
- 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. (UMI No. 3456933).
- Küçükylmaz A. E. (2003). *Fen bilgisi dersinde öğrenme halkası yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına ve hatırlama düzeylerine etkisi*. (Doktora Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Leonard, M. J. (2004). *Toward epistemologically authentic engineering design activities in the science classroom*. National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, B.C.
- Lie, R., Aranda, M. L., Guzey, S. S. ve Moore, T. J. (2019). Students' views of design in an engineering design-based science curricular unit. *Research in Science Education*, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9813-9>.
- Lin, K. Y., Hsiao, H. S., Chang, Y. S., Chien, Y. H. ve Wu, Y. T. (2018). The effectiveness of using 3D printing technology in STEM project-based learning activities. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14 (12), 1-13. <https://doi.org/10.29333/ejmste/97189>
- Lin, K. Y., Wu, Y. T., Hsu, Y. T. ve Williams, P. J. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1-15.
- Marulcu, İ. (2010). *Investigating the impact of a lego-based, engineering-oriented curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders' content learning of simple machines*. Doctoral dissertation, Lynch School of Education, Boston College.
- McKenney, S. ve Reeves, T. C. (2013). Systematic review of design-based research progress: Is a little knowledge a dangerous thing? *Educational Researcher*, 42(2), 97-100.
- Mehalik, M., Doppelt, Y., ve Schunn, C. D. (2008). Middle school science through design based learning versus scripted inquiry: better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, 97(1), 71-85.
- Mesutoglu, C. ve Baran, E. (2020). Examining the development of middle school science teachers' understanding of engineering design process. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(8), 1509-1529.



- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2018). PISA 2018 Türkiye ön raporu. 06.11.2022 tarihinde [https://www.meb.gov.tr/meb\\_iys\\_dosyalar/2019\\_12/03105347\\_PISA\\_2018\\_Turkiye\\_On\\_Raporu.pdf](https://www.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_12/03105347_PISA_2018_Turkiye_On_Raporu.pdf) adresinden erişilmiştir.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., ve Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* içinde (ss. 35-60). Indiana: Purdue University.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education*. Baltimore, MD: TIES.
- Murat, A. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri yeterlik algıları ile STEM'e yönelik tutumlarının incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Nağaç, M. (2018). *6. sınıflar fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinin öğretiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FETEMM) eğitimi'nin öğrencilerin akademik başarıları ve problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC] (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Edt. Katehi, L., Pearson, G. ve Feder, M. Washington, DC: National Academies.
- National Aeronautics and Space Administration (NASA), (2015). Let it glide: Engineering Design Challenge Facilitation Guide. URL adres: <https://www.nasa.gov/glennedcs-let-it-glide> sayfasından erişilmiştir.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic.
- National Research Council. (2010). *Standards for K-12 engineering education?* Washington DC: The National Academic.
- Ozkan, G. ve Umdu Topsakal, U. (2021). Investigating the effectiveness of STEAM education on students' conceptual understanding of force and energy topics. *Research in Science & Technological Education*, 39(4), 441-460.
- Pleasants, J., Olson, J. K. ve De La Cruz, I. (2020). Accuracy of elementary teachers' representations of the projects and processes of engineering: Results of a professional development program. *Journal of Science Teacher Education*, 1-22. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2019.1709295>.
- Plomp, T. (2007). Educational design research: An introduction. In T. Plomp ve N. Nieveen (Ed.), *An introduction to educational design research*. Enschede: SLO.
- Reiss, M. and Holman, J. (2007). *S-T-E-M working together for schools and colleges*. 1-8, The Royal Society.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 71(8), 1-4.
- Sadler, P. M., Coyle, H. P., ve Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 299-327.
- Sanders, M. E. (2009). Technology education in the middle level school: Its role and purpose. *NASSP Bulletin*, 83(608), 34-44.

- Sandoval, W.A. ve Bell, P. (2004). Design-based research methods for studying learning in context: introduction, *Educational Psychologist*, 39(4), 199-201, [http://doi:10.1207/s15326985ep3904\\_1](http://doi:10.1207/s15326985ep3904_1).
- Sarıcan, G. (2017). *Bütünleşik STEM eğitiminin akademik başarıya, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerisine ve öğrenmede kalıcılığa etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Schnittka C. ve Bell R. (2011). Engineering design and conceptual change in science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade, *International Journal of Science Education*, 33(13), 1861-1887.
- Schnittka, C. G. (2011). Engineering education in the science classroom: A case study of one teacher's disparate approach with ability-tracked classrooms. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 35-48. <http://dx.doi.org/10.5703/1288284314654>.
- Siew, N. M., Goh, H. ve Sulaiman, F. (2016). Integrating Stem in an engineering design process: The learning experience of rural secondary school students in an outreach challenge program. *Journal of Baltic Science Education*, 15(4). 477-493. <http://journals.indexcopernicus.com/abstract.php?icid=1217790>
- Stohlmann, M., Moore, T., Roehrig, G. ve McClelland, J. (2011). Year-long impressions of a middle school STEM integration program. *Middle School Journal*, 43(1), 32-40.
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394.
- Şentürk, F. K. (2017). *FETEMM etkinliklerinin fen bilimleri dersindeki kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılık üzerindeki etkileri ve öğrenci görüşleri*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Tal, T., Krajcik, J. S., ve Blumenfeld, P. C. (2006). Urban schools' teachers enacting project-based science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(7), 722-745.
- Tayal, S.P. (2013). Engineering design process. *International Journal of Computer Science and Communication Engineering IJCSCE Special issue on "Recent Advances in Engineering ve Techlogy"* NCRAET-2013, 1-5.
- Uçar, R. (2019). *Argümantasyonla zenginleştirilmiş STEM etkinliklerinin 7.sınıf öğrencilerinin "güneş sistemi ve ötesi" ünitesindeki akademik başarılarına, astronomi'ye yönelik tutumlarına, eleştirel düşünme eğilimlerine ve STEM kariyer ilgilerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., ve Park, M. S. (2011). STEM integration: teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1-13.
- Wang, M. T. (2012). Educational and career interests in math: a longitudinal examination of the links between perceived classroom environment, motivational beliefs, and interests. *Developmental Psychology*, 48, 1643-1657.
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., ve Marulcu, I. (2010). *Incorporating engineering design into elementary school science curricula*. American Society for Engineering Education Annual Conference ve Exposition, Louisville, KY.

- Wendell, K. B., Swenson, J. E. ve Dalvi, T. S. (2019). Epistemological framing and novice elementary teachers' approaches to learning and teaching engineering design. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(7), 956-982. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21541>.
- Williams, J. (2011). STEM education: proceed with caution. *Design and Technology Education*, 16(1), 26-35.
- Winarno, N., Rusdiana, D., Samsudin, A., Susilowati, E., Ahmad, N. J. ve Afifah, R. M. A. (2020). The steps of the engineering design process (EDP) in science education: A systematic literature Review. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(4), 1345-1360. DOI: <http://dx.doi.org/10.17478/jegys.766201>.
- Yamak, H., Bulut, N., ve Dündar, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FETEMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yıldırım, B. (2018). Bağlam temelli öğrenmeye uygun olarak hazırlanmış STEM uygulamalarının etkilerinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (36), 1-20.
- Yu, K. C., Wu, P. H. ve Fan, S. C. (2019). Structural relationships among high school students' scientific knowledge, critical thinking, engineering design process, and design product. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10007-2>.

### **Yazarların Katkı Oranı Beyanı**

Bu bölümde yazarlar araştırmaya eşit oranda katkı sunmuşlardır.

### **Destek ve Teşekkür Beyanı**

Yazarlar dışında destek alınan kurum, kuruluş ya da kişi bulunmamaktadır.

### **Çatışma Beyanı**

Araştırmacıların araştırma ile ilgili diğer kişi ve kurumlarla yaşanabilecek herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### **Etik Bildirim**

Bu çalışmada herhangi bir canlıdan veri toplanmadığından ve sadece geliştirilen etkinliğin tanıtımı yapıldığından etik kurul izni alınmamıştır. Bununla birlikte makalenin yazımında etik ilkelere uygun davranılmıştır.