



Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)
Cilt 12, Sayı 2, Aralık 2018, sayfa 487-507. ISSN: 1307-6086

Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education
Vol. 12, Issue 2, December 2018, pp. 487-507. ISSN: 1307-6086

Araştırma Makalesi / Research Article

Investigation of Problem Statement Developed by Science Teachers to Perform STEM Focused Activities in Their Courses

Esra BOZKURT ALTAN ¹, Yasemin HACIOĞLU ²

¹ Sinop University, College of Education, Science and Mathematics Education Department, esrabozkurt@sinop.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-5592-1726>

² Giresun University, College of Education, Science and Mathematics Education Department, haciogluyasemin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1184-4204>

Received : 29.08.2018

Accepted : 20.11.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.506462

Abstract – In this study, 30 hours of training were given to 15 science teachers to realize STEM integration in science courses and it was aimed to examine the problem statement developed by science teachers who have STEM education. The model of the research is a holistic case study. The study group of the research is composed of 15 science teachers. Problem statements (documents) that the teachers developed constitute the primary data source of this research. Field notes were used as supporting data sources. Data analyzed by descriptive (documents, field notes) and content analysis (field notes) techniques. It has been determined that the engineering design problem, prepared by only one teacher, can be accepted in all elements, and that it is capable of integrating mathematics and technology disciplines and achieving learning outcome in science courses. It has been found that none of the problem statements prepared by problem-based learning to perform STEM-focused activities in science courses are inappropriate for all elements.

Key words: STEM education, problem statement, science teachers,

Corresponding author: Esra BOZKURT ALTAN, Sinop University, College of Education, Science and Mathematics Education Department, esrabozkurt@sinop.edu.tr

Summary

Problem situations are important in starting the learning process for STEM education. Problem situations need to be structured in relation to the context of the real life and the student's close context, to enable the integration of the disciplines and to encourage the acquisition of the knowledge and skills of the relevant disciplines. It is important for the applicability of STEM education that teachers who will construct the appropriate learning environment for STEM education have the competencies to create these problem situations. However, it is often emphasized in the literature that teachers are hesitant to apply STEM

education or have difficulties in their implementation. In this study, 30 hours of training were given to 15 science teachers to realize STEM integration in science courses and it was aimed to examine the problem statement developed by science teachers who have STEM education.

The model of the research is a holistic case study. In this research, problem statements developed by science teachers are considered as holistic. The study group of the study is composed of 15 science teachers participating in the STEM teacher education program organized by the provincial national education directorate. In this study, the appropriate sample technique was used. Because teachers who voluntarily participated in the training program formed the study group of the research. Science teachers participated in the 30-hour STEM training program. At the end of the program, participants were asked to develop individual problem situations related to the learning outcomes they would choose from the program in order to plan science courses within STEM education. In this process, the documents containing the problematic statements that the teachers developed constitute the primary data source of this research. Field notes held by researchers within the context of the questions most asked, challenged or most easily planned by the teachers when they created the problem situations were used as supporting data sources. In the analysis of the problem statements, descriptive analysis frame was created by using the literature and problem statement analyzed by descriptive analysis. Field notes were analyzed by content analysis and descriptive analysis techniques.

It has been determined that teachers prefer to plan problem situations on the basis of problem-based learning. It has been determined that the engineering design problem, prepared by only one teacher, can be accepted in all elements, and that it is capable of integrating mathematical and technology disciplines and achieving learning outcome in science courses. The teachers who prepared the engineering design problem have chosen the problem statements which are suitable for the student context, the learning outcome of the knowledge and skills for the science course and the integration of the mathematics discipline. However, it has been determined that these problem situations should be developed in order to enable the use of the engineering design process and the scientific inquiry process. Design problems developed by teachers are generally acceptable in terms of constraints, but they need to be improved in terms of criteria and clearness. It has been found that none of the problem statements prepared by problem-based learning to perform STEM-focused activities in science courses are inappropriate for all elements. Teachers who form problem statements based on problem-based learning generally have not been able to relate to other STEM disciplines. It has been determined that teachers who are able to relate problem statements to other STEM disciplines prefer to relate to mathematics.

Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Derslerinde STEM Odaklı Etkinlikler Gerçekleştirmek Üzere Geliştirdikleri Problem Durumlarının İncelenmesi

Esra BOZKURT ALTAN¹, Yasemin HACIOĞLU²

¹ Sinop Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, esrabozkurt@sinop.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-5592-1726>

² Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, haciogluyasemin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1184-4204>

Gönderme Tarihi: 29.08.2018

Kabul Tarihi: 20.11.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.506462

Özet – Bu çalışmada fen derslerinde STEM entegrasyonu gerçekleştirmek üzere 15 Fen bilimleri öğretmenine 30 saatlik eğitim verilmiş ve eğitim sonunda STEM eğitim anlayışına yönelik bu programa katılmış fen bilimleri öğretmenlerinin ortaya koydukları problem durumlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın modeli bütüncül tek durum çalışmasıdır. Araştırmanın çalışma grubunu 15 fen bilimleri öğretmeni oluşturmaktadır. Eğitim sonunda katılımcılardan fen bilimleri dersini STEM odaklı etkinlik kapsamında planlamak üzere programdan kendilerinin seçecekleri kazanımlar ile ilgili bireysel olarak problem durumları oluşturması istenmiştir. Öğretmenlerin oluşturdukları problem durumlarına yönelik dokümanlar ve öğretmenler problem durumlarını oluştururken araştırmacılar tarafından tutulan alan notları araştırmanın veri kaynağıdır. Dokümanlar betimsel analiz, alan notları ise içerik analizi ve betimsel analiz teknikleri ile analiz edilmiştir. Öğretmenlerin çoğunlukla problem dayalı öğrenme ekseninde yürütülecek problem durumları planlamayı tercih ettikleri tespit edilmiştir. Mühendislik tasarım problemi hazırlayan öğretmenlerden sadece birinin tüm unsurlar bakımından kabul edilebilir problem durumu oluşturabildiği tespit edilmiştir. Fen derslerinde STEM odaklı uygulamalar gerçekleştirmek üzere probleme dayalı uygulamalar planlayan öğretmenler tüm ölçütleri karşılayacak problem durumu oluşturamamışlardır.

Anahtar kelimeler: STEM, gerçek yaşam problemleri, fen bilimleri öğretmeni

Sorumlu yazar: Esra BOZKURT ALTAN, Sinop Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, esrabozkurt@sinop.edu.tr

Giriş

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonuna dayanan STEM eğitimi, birbirinden ayrıştırılmış parçalarının gerçek dünya bağlamında bütünleştirme

çabasının bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır (Moore, vd., 2014; Johnson, 2012). Çünkü ancak disiplinlerin arasındaki sınırların ortadan kaldırılması ve bütünleştirilmesi ile gerçek yaşamda karşılaşılan karmaşık problemler anlaşılabilir ve üstesinden gelinebilir (Bybee, 2010). STEM odaklı etkinlikler ile amaç, öğrenenlerin temel bilimlerin ürünü olan bilimsel bilgileri kullanarak teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin uygulamaları ile gerçek yaşam problemlerini çözmesidir (Morrison, 2006; Bybee, 2010). Bu amaç için disiplinlerin arasındaki sınırların kaldırılmasını gerektirmektedir (Chiu, Price & Ovrachim, 2015; Dugger, 2010; Meng, Idris & Eu, 2014). Başka bir ifade ile STEM eğitim anlayışı disiplinler arasında ilişki kurarak, belli bir disiplin/leri odağa alarak gerçek yaşam problemleri bağlamında yapılandırılabilir. Alan yazını incelendiğinde STEM odaklı uygulamalar gerçekleştirmenin bir çok yolu olabildiği görülmektedir (English & King, 2018; Bybee, 2010; Dugger, 2010; Sanders, 2009; English, 2016; Honey, Pearson & Schweingruber, 2014; Moore & Smith, 2014; Moore, vd., 2014; Park, Park & Bates; 2018). Bu yaklaşımlar incelendiğinde özellikle fen ya da matematik gibi disiplinler öğretim programları olan ülkemizde STEM disiplinlerinden birinin içerisine diğer disiplin ya da disiplinleri entegre etmek uygun bir yol olarak görülmektedir (Bybee, 2010). Bir örnek ile ifade etmek gerekirse fen bilimleri dersi için kazandırılması hedeflenen içeriğe dair ders planlanırken diğer STEM disiplinleri bilgi/beceri boyutu ile sürece dair edilmelidir. Ülkemizde disiplinler bir öğretim programı olan fen bilimleri dersinde STEM eğitim anlayışına uygun etkinlikler gerçekleştirmek üzere Tasarım Temelli Öğrenme ve Probleme Dayalı Öğrenme uygulamalarının gerçekleştirilebileceği alan yazınında vurgulanmaktadır (Bozkurt Altan, 2017).

Tasarım temelli öğrenme, mühendislerin tasarım sürecinin derslere entegre edilmesine dayanır. Yaklaşımda öğrenenler, günlük yaşam bağlamında bir mühendislik problemi ile karşı karşıya bırakılır. Problem kriter ve kısıtlamaları olan, öğrencilerin ön bilgileri ve gerçek yaşam bağlamı olan ve birden çok çözüm geliştirmeye uygun bir yapıda olmalıdır (Moore vd., 2014; Marulcu, 2010; Mehalik, Doppelt & Schunn., 2008; Hmelo, Holton & Kolodner, 2000; Sadler, Coyle & Schwartz, 2000; Wendell, 2008). Tasarım sürecinde öğrencilerin fen bilgisini de kazanmaları hedeflendiğinden, öğrencilerin disipline ilişkin hedeflenen kazanımlarla ilgili bilgiye ihtiyaç duyacakları ve onları araştırma- sorgulamaya yönelten bir problem olmasına dikkat edilmelidir (Lewis, 2006, NAE & NRC, 2009; NRC, 2012; Kolodner, 2002; Leonard, 2004).

Probleme dayalı öğrenme süreci bir problemi anlama ve bu probleme çözüm ararken öğrenme üzerine odaklanılır (Duch, Groh & Allen, 2001). Probleme dayalı öğrenme esas alınarak gerçekleştirilecek STEM odaklı öğrenme sürecinde, içinde bulunduğu sosyal ve kültürel çevreye uygun, birden çok çözümü olan, disiplinler arası ve kompleks, günlük yaşam bağlamında karşı karşıya kaldığı problemi anlamak ve çözüm aramakla meşgul olan öğrenci öğrenme merkezindeyken; öğretmen öğrencilerin bu problemi anlamaları, çözmeleri ve çözerken de fen bilimlerine dair kazanımları edinecek bir yol izlemeleri ve süreci arkadaşları ile birlikte işbirliği içinde gerçekleştirmeleri konusunda yol gösterici olmalıdır (Ramsay & Sorrell, 2006; Hung, 2009; Hung, Jonassen & Liu, 2008). Bu nedenle STEM disiplin entegrasyonu sağlamak için bağlama uygun problem durumu oluşturmak kaçınılmazdır (Sanders, 2009).

Gerek tasarım temelli öğrenme gerekse probleme dayalı öğrenme ile gerçekleştirilecek STEM odaklı uygulamalarda en önemli husus birden çok çözüm yolu olan, çözüm yolları denenebilen, en az bir STEM disiplin bilgi ve becerisini araştırmaya ve kullanmaya teşvik edecek öğrencinin kendi çevresinden günlük yaşam problemi ile başlamaktadır (Breiner, Harkness, Johnson & Koehler, 2012; Chiu vd., 2015; NAE & NRC, 2009; Honey, vd., 2014; Wang, Moore, Roehrig, & Park, 2011; Williams, 2011). STEM odaklı uygulamalar için gerçek yaşam ya da bağlam üzerine kurgulanan ve belirtilen özelliklere sahip problem durumu oluşturmak önemlidir. Program geliştiriciler için her bir coğrafi bölgenin bağlamına ya da gerçek yaşama uygun problem durumları oluşturmak zaman alıcı ve zor olacaktır. Öğretmenlerin problem durumlarını oluşturabilecek yeterliklere sahip olması STEM odaklı uygulamalar gerçekleştirebilmeleri ve bu anlayışın uygulanabilirliği için önem arz etmektedir. Nitekim çeşitli araştırmacılar da STEM odaklı etkinlikler gerçekleştirmek için öğretmenlere ve öğretmen adaylarına ihtiyaca dikkat çekmektedir (Bozkurt Altan & Ercan, 2016; Hacıoğlu, Yamak & Kavak, 2016, 2017; Han, Yalvaç, Capraro & Capraro, 2015; Wang vd., 2011). Bununla birlikte öğretmenlerin STEM eğitim anlayışı konusunda eğitim almış olmalarına rağmen yeterli pedagojik bilgiye sahip olmadıklarına (Peterman, Daugherty, Custer & Ross, 2017), bu nedenle de uygulama sürecinde özellikle disiplin entegrasyonu konusunda zorluklar yaşadıklarına (Bryan, Moore, Johnson & Roehrig, 2015; Honey vd., 2014; Moore vd., 2014; Nathan, Srisurichan, Walkington, Wolfgram, Williams & Alibali, 2013) çeşitli araştırmalarda dikkat çekilmektedir. Disipliner yapıda olan, fakat STEM disiplinlerinin entegrasyonunu gerektiren amaçları olan fen bilimleri öğretim programı (MEB, 2018)

ülkümüzde; STEM eğitim anlayışının nasıl uygulanacağı konusunda özellikle yaklaşımın uygulayıcıları olan öğretmenler için endişe ve tereddütler oluşmuştur (Hacıoğlu vd., 2016; 2017). Nitekim bu endişelerle birlikte STEM öğretmenlerinin disiplin bütünleştirilmesi için girişimde bulunmamaları da beklenen bir durumdur (English & King, 2018). Bu sorunun üstesinden ancak öğretmen adayları ya da öğretmenlerinin öğrenme/öğretme bağlarına uygun STEM disiplin entegrasyonunun sağlandığı deneyimler edinmeleri ile gelinebilir (Hacıoğlu vd., 2016; 2017; Bozkurt Altan & Ercan, 2016). Nitekim, araştırmacılar deneyimleri sonucunda gerek yürüttükleri araştırmalarda gerekse de verdikleri hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitimlerinde, STEM odaklı etkinlikler planlamak üzere girişimde bulunmak isteyen öğretmenlerden ya da öğretmen adaylarından, STEM eğitim uygulamalarını nasıl başlatmaları gerektiği, bağlamı nasıl oluşturacakları, öğrencilerine sunacakları disiplinlerin entegrasyonuna yönelik gerçek yaşam problemlerini nasıl oluşturmaları gerektiğine ilişkin sorular ile sıklıkla karşılaşmaktadır. Bu nedenle bu araştırmada hem teorik hem de uygulamalı içeriğe sahip STEM eğitime yönelik mesleki gelişim programına katılım sağlayan öğretmenler tarafından fen bilimleri dersini STEM odaklı etkinlikler planlamak üzere geliştirilen problem durumlarının incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem

Araştırmanın Modeli:

Fen derslerinde STEM odaklı uygulamalar gerçekleştirmek üzere mesleki gelişim programına katılan fen bilimleri öğretmenlerinin bu bağlamda geliştirdikleri problem durumlarının incelenmesinin amaçlandığı bu araştırma bütüncül tekli durum desenindedir. Nitel araştırmada durum çalışması bir olayın yoğun bir şekilde çalışılmasıyla ilgilidir (Glesne, 2013). Yin (2009) “kapsamlı araştırma yöntemi” olarak ifade ettiği durum çalışmasının güncel bir olgunun kendi bağlamı içerisinde, araştırmacı etkisi en az düzeyde olacak şekilde, birden fazla veri kaynağının mevcut olduğu durumlarda kullanıldığını vurgulamaktadır. Bu araştırmada fen bilimleri öğretmenlerinin ortaya koydukları problem durumlarına yönelik dökümanlar incelenmiş ayrıca derinlemesine veri elde etmek üzere problem durumu hazırlama sürecinde gözlem yapılarak alan notları tutulmuştur.

Araştırmanın Çalışma Grubu:

Araştırmanın çalışma grubunu Doğu Karadeniz'deki bir il milli eğitim müdürlüğü tarafından düzenlenen STEM öğretmen eğitimi programına katılan 15 fen bilimleri öğretmeni oluşturmaktadır. Çalışma grubunu oluşturan öğretmenler programa gönüllü olarak katılım sağlamıştır. Öğretmenler Ö1, Ö2,... şeklinde kodlanmıştır. Çalışma grubunu oluşturan öğretmenlerin özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1 Çalışma Grubunu Oluşturan Öğretmenlerin Demografik Bilgileri

Öğretmen	Cinsiyet	Kıdem	Devlet/Özel Okul	Daha önce STEM Eğitimine Katılım
Ö1	E	10-15 yıl	D	Katıldı
Ö2	E	15-20 yıl	D	Katılmadı
Ö3	K	10-15 yıl	D	Katıldı
Ö4	K	10-15 yıl	Ö	Katılmadı
Ö5	K	1-5 yıl	Ö	Katıldı
Ö6	K	20-25 yıl	Ö	Katıldı
Ö7	K	6-10 yıl	D	Katıldı
Ö8	E	20-25 yıl	D	Katılmadı
Ö9	E	15-20 yıl	D	Katıldı
Ö10	K	5-10 yıl	D	Katılması
Ö11	K	20-25 yıl	D	Katıldı
Ö12	K	5-10 yıl	Ö	Katılmadı
Ö13	E	10-15 yıl	D	Katıldı
Ö14	E	10-15 yıl	Ö	Katıldı
Ö15	K	5-10 yıl	Ö	Katılmadı

E: Erkek, K:Kadın, D: Devlet Okulu, Ö: Özel Okul

Tablo 1'de sunulduğu gibi katılımcıların 7'si erkek 8'i kadındır. Katılımcıların çoğu bu araştırma kapsamında ele alınacak eğitim dışında STEM eğitimine katılım sağlamıştır. Katıldıkları eğitimler kısa süreli bilgilendirmeler ve robotik/kodlama içerikli uygulamalı programlardır. Katılımcıların 9'u devlet, 6'sı özel okulda görev yapmaktadır ve çoğu 10 yıl ve üzeri kıdem yılına sahiptir.

Veri Toplama Süreci:

Katılımcılar araştırma kapsamında 30 ders saatlik STEM mesleki gelişim programına katılım sağlamıştır. Program içeriği uygulama sırasıyla Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2 STEM Mesleki Gelişim Programı İçeriği

İçerik	Süre
<i>“STEM Eğitim Anlayışı ile Amaçlanan Nedir? STEM Odaklı Uygulamalar Nasıl Gerçekleştirilebilir” konulu teorik içerik</i>	2*40 dk
<i>“Fen Sınıflarında STEM Odaklı Etkinlikler Nasıl Gerçekleştirilebilir?: Mühendislik Tasarım Problemleri ve Süreci” konulu teorik içerik</i>	2*40 dk
<i>Fen Bilimleri Öğretim Programına Uygun Mühendislik Tasarım Etkinliklerinin İncelenmesi</i>	3*40 dk
<i>Atölye Çalışması 1: Fen Bilimleri Öğretim Programı Kazanımları ile Uyumlu Mühendislik Tasarım Etkinliği</i>	3*40 dk
<i>Atölye Çalışması 2: Fen Bilimleri Öğretim Programı Kazanımları ile Uyumlu Mühendislik Tasarım Etkinliği</i>	4*40 dk
<i>Fen bilimleri öğretmenlerinin grup çalışması ile fen bilimleri öğretim programı kazanımları için mühendislik tasarım problemleri oluşturması ve geri dönüt sağlanması</i>	3*40 dk
<i>“Fen Sınıflarında STEM Odaklı Etkinlikler Nasıl Gerçekleştirilebilir?: Probleme Dayalı Uygulamalar” konulu teorik içerik</i>	3*40 dk
<i>Fen Bilimleri dersinde STEM etkinlikleri gerçekleştirmek üzere kullanılacak problem durumlarının incelenmesi</i>	3*40 dk
<i>Atölye Çalışması 3. Fen Bilimleri Öğretim Programı Kazanımları ile Uyumlu Probleme Dayalı Öğrenme Etkinliği</i>	4*40 dk
<i>Fen bilimleri öğretmenlerinin grup çalışması ile fen bilimleri öğretim programı kazanımları için problemler oluşturması ve geri dönüt sağlanması</i>	3*40 dk

Tablo 2’de sunulan içeriğin son aşamasının ardından fen bilimleri öğretmenlerinden bireysel olarak, fen bilimleri dersi için STEM odaklı etkinlik planlamak üzere programdan kendilerinin seçecekleri kazanımlar ile ilgili problem durumları oluşturmaları istenmiştir. Öğretmenlerin oluşturdukları problem durumlarına yönelik dokümanlar bu araştırmanın birincil veri kaynağını oluşturmaktadır. Öğretmenlerin Tablo 2’deki içerik adımlarından altıncı ve onuncu adımda grup olarak önerdikleri problem durumlarına dair sunumları sırasında ve bireysel problem durumları oluşturma sürecinde öğretmenler tarafından en çok sorulan konular, süreçte kolay ya da zor yürüttükleri aşamalar ve bunlara ilişkin hususlar kapsamında araştırmacılar tarafından alınan alan notları araştırmanın birincil veri kaynağını desteklemek üzere kullanılmıştır.

Verilerin Analizi:

Öğretmenlerin hazırladıkları problem durumlarının analizinde betimsel analiz tekniği kullanılmıştır. Öncelikle hazırlanan problem durumları, fen derslerinde STEM odaklı etkinlik yürütmek için tercih ettikleri yaklaşıma (mühendislik tasarım süreci ya da probleme dayalı uygulamalar) göre tasnif edilmiştir. Ardından problem durumlarının seçtikleri yaklaşıma uygunluğu mühendislik tasarım temelli ve probleme dayalı öğrenme ile STEM odaklı etkinlik gerçekleştirmek üzere hazırlanan/tasarlanan problem durumlarında bulunması gereken

özelliklere göre araştırmacılar tarafından hazırlanan çerçevede betimsel olarak analiz edilmiştir.

Mühendislik tasarım sürecinin kullanılacağı uygulamalarda problemde bulunması gereken özelliklerin neler olması gerektiğine dair betimsel analiz çerçevesinin hazırlanmasında alan yazınından faydalanılmıştır (Brunsell, 2012; NAE & NRC, 2009; Wendell vd., 2010). Bu kapsamda oluşturulan betimsel analiz çerçevesi Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 2 Mühendislik Tasarım Problemlerinin Değerlendirilmesine Yönelik Betimsel Analiz Çerçevesi

<i>Kod</i>	<i>Kodun Anlamı</i>
<i>Kısıtlama</i>	Tasarım probleminde sunulan ürün ya da sistemin başarılı bir şekilde tasarlanmasının önündeki olası engeller tanımlanmıştır.
<i>Kriter</i>	Tasarımı gerçekleştirilecek ürün ya da sistemin başarılı olabilmesi için sahip olması gereken nitelikler tanımlanmıştır.
<i>Açıklık</i>	Tasarım problemi açık ve anlaşılır biçimde ifade edilmiştir.
<i>Öğrenci bağlamı</i>	Tasarım problemi öğrencilerin ön öğrenmeleri ve bağlamı ile ilgilidir.
<i>Birden çok çözüm</i>	Tasarım problemi birden çok çözüm üretmeye olanak tanır.
<i>Fen kazanımları</i>	Tasarım görevi bir ya da birden çok fen kazanımının öğrenilmesine olanak tanır.
<i>Test edilebilir</i>	Tasarım problemi ortaya konulacak çözüm/ürünün başarısını test etmeye olanak tanır.
<i>Diğer STEM disiplinleri</i>	Fen, teknoloji ya da matematik disiplinlerinden en az biri probleme entegre edilmiştir.
<i>Bilimsel araştırma-sorgulama</i>	Mühendislik problemi bilimsel araştırma-sorgulama süreçlerini kullanmaya olanak tanır.
<i>Mühendislik süreci</i>	Tasarım problemi tasarım sürecinin aşamalarını kullanmayı sağlar niteliktedir.

Fen derslerinde STEM odaklı uygulamalar gerçekleştirmek üzere probleme dayalı öğrenme ekseninde uygulamalar planlayan öğretmenlerin hazırladıkları problem durumlarının analiz edilmesi için alan yazından faydalanarak (Bozkurt Altan, 2017) Tablo 3'te sunulan betimsel analiz çerçevesi hazırlanmıştır.

Tablo 3 Probleme Dayalı Öğrenme ile STEM Odaklı Uygulamalar Gerçekleştirmek Üzere Oluşturulan Problemlerin Değerlendirilmesine Yönelik Betimsel Analiz Çerçevesi

Kod	Kodun Anlamı
<i>Fen kazanımları</i>	Problem durumu fen kazanımlarını gerçekleştirmeye olanak tanır.
<i>Açıklık</i>	Problemde nelerin istendiği anlaşılır ve net olarak sunulmuştur.
<i>Öğrenci bağlamı</i>	Gerçek yaşama dahası öğrencilerin içinde bulunduğu sosyal ve kültürel çevreye uygundur.
<i>Birden çok çözüm</i>	Problem durumu birden çok çözüm üretmeye olanak tanır.
<i>Test edilebilir</i>	Problem durumuna yönelik çözümün başarısı test edilebilir.
<i>Araştırma-sorgulama</i>	Problem durumu araştırma-sorgulama süreçlerinin kullanımına olanak tanır.
<i>Diğer STEM disiplinleri</i>	Teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinden en az birine yönelik bilgi ya da beceri gerektirir.

Tablo 2 ve 3'teki kod şemasının problem durumlarını değerlendirmeye uygunluğu ilgili alanda çalışan iki araştırmacı tarafından incelenmiş ve araştırmacıların dönütleri ile güncelleştirmeler yapılmıştır. Problem durumlarının kodlarda belirtilen unsurları içermeye durumu “kabul edilebilir (K)”, “geliştirilmeli (G)” ve “uygun değil (UD)” biçiminde derecelendirilmiştir. Problem durumları iki ayrı araştırmacı tarafından betimsel analiz çerçevesi kapsamında analiz edilmiştir. Öncelikle her bir araştırmacı birkaç gün arayla (iki kez) problem durumlarını analiz etmiştir. Ardından araştırmacılar analizlerini karşılaştırmış ve benzerlik/farklılıklar üzerinde tartışılarak fikir birliğine varılmış ve veri analizi sonlandırılmıştır. Alan notları betimsel ve içerik analizi ile analiz edilmiştir. Her iki araştırmacı alan notlarını analiz etmiş ve karşılaştırılarak analiz süreci tamamlanmıştır.

Bulgular ve Yorumlar

Fen bilimleri öğretmenlerinin hazırladıkları problem durumlarının 5'i (Ö1, Ö3, Ö4, Ö8, Ö10) mühendislik tasarım sürecinin esas alındığı mühendislik tasarım problemleri olmuştur. Öğretmenlerin 10'u (Ö2, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15) ise probleme dayalı öğrenmenin esas alındığı STEM odaklı uygulamalar için problem durumları oluşturmuştur. Mühendislik tasarım problemi hazırlayan öğretmenlerin problem durumlarının değerlendirilmesine yönelik bulgular Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4 Öğretmenlerin Mühendislik Tasarım Problemlerinin Değerlendirilmesine Yönelik Bulgular

Kod	Öğretmenler				
	Ö1	Ö3	Ö4	Ö8	Ö10
Kriter	G	K	G	G	G
Kısıtlama	K	K	G	K	G
Açıklık	K	K	G	G	G
Öğrenci bağlamı	G	K	K	K	K
Birden çok çözüm	UD	K	UD	G	G
Fen kazanımları	UD	K	K	G	K
Test edilebilir	UD	K	G	G	G
Diğer STEM disiplinleri	Mat.	Mat., Tek.	Mat.	Mat.	Mat.
Bilimsel araştırma-sorgulama	G	K	G	G	K
Mühendislik süreci	G	K	G	G	G

(K: Kabul edilebilir, G: Geliştirilmeli, UD: Uygun değil, Mat: Matematik, Tek.: Teknoloji)

Mühendislik tasarım problemi hazırlayan Ö3'ün tasarım problem durumu kriter ve kısıtlama içermeden bilimsel araştırma-sorgulama ve mühendislik sürecini içermeye kadar tüm unsurlar bakımından kabul edilebilir olan tek problem durumu olmuştur. Ö3 bu problem durumunda 6. sınıf elektrik devre elemanları ve şeması, ampul parlaklığını etkileyen etmenler gibi kazanımları ele almıştır. Problem durumu öğrencilerden özel günler için bir tebrik kartı tasarımına ilişkindir. Problem durumu zaman ve boyut kısıtlaması içermektedir. Kriterler ise devre şemasının kartın arkasında gizli kalması, kartın ön yüzünde kullanılacak ledlerin bir kısmının diğerlerinden daha parlak yanması, kartın estetik olmasıdır. Devre şemasının önce bir animasyon programında hazırlanması ile teknoloji disiplininin entegrasyonu sağlanmaya çalışılmıştır. Ledlerin parlaklıkları, iletken telin uzunluğu, kalınlığı gibi ölçümlerden tablo oluşturulması ve verilerin yorumlanması ile bu unsurlara yönelik matematiksel model hazırlanması ile matematik entegrasyonu sağlanmıştır. Kriterler ve kısıtlamalar ile problemin açık olarak sunulması, tasarımların test edilebilir olmasını sağlamıştır. Ayrıca tasarım görevi sunulduktan sonra, ampul parlaklığını etkileyen etmenlere yönelik deneylerin planlanabilir olması, verilerin yorumlanması gibi unsurlar ile problemin bilimsel araştırma sorgulama süreçlerini içermeye yönlendirecek, uygun yapı sergilemiştir. Ayrıca problemin birden çok çözümü içermesi, test edilebilir olması problemin çözüm sürecinde mühendislik tasarım sürecini uygulamaya uygun olduğunu göstermiştir.

Öğretmenlerin oluşturdukları problemler incelendiğinde, kriter ve kısıtlamaları kabul edilebilir olmayan, bu nedenle de açık olmayan problemlerin, birden çok çözüm içermeye ve test edilebilirlik unsurlarını da yansıtmadığı ve mühendislik tasarım sürecine uygunluk olarak geliştirilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Örneğin Ö1, Ö4, Ö8 ve Ö10'un önerdiği tasarım

problemi bu durumu yansıtmaktadır. Ö4'ün hazırladığı problem durumunda ışığın yansımaları ele alınmıştır. Problem; büyük, uzun ve kirişlerin olduğu bir salonun aydınlatılması görevini içermektedir. Ancak salonun büyüklüğü ve krokisi net değildir. Kriter olarak salonun en iyi şekilde aydınlatılması, kısıtlama olarak ise maliyetinin uygun olması sunulmuştur. Bu nedenle problem açık değildir. Birden çok çözüm geliştirmeye uygun bir yapısı olabilir, ancak açık olmadığı için bu noktada da geliştirilmeye ihtiyacı vardır.

Tablo 4 incelendiğinde öğretmenlerin mühendislik tasarım problemlerine fen kazanımlarını entegre edebildikleri görülmektedir. Ancak Ö1, 7. Sınıf uzay kirliliği kazanımını ele aldığını ifade ettiği tasarım probleminde teleskop yapımına yönelik bir tasarım görevi sunmuştur. Bu nedenle fen kazanımı ile problem durumu uyum göstermemiştir.

Problem durumlarının bilimsel araştırma-sorgulamaya olanak tanıyacak biçimde yapılandırılması, öğretmenlerin problem durumlarının geliştirilmeye ihtiyaç duyulması bir diğer husus olmuştur. Ayrıca öğretmenlerin fen disiplinine yönelik bilgi ve becerileri hedefleyen mühendislik problemlerine matematik disiplinini entegre edebildikleri de görülmektedir.

Alan notları ile elde edilen bulgularda öğretmenlerin mühendislik disiplinini işe koşarak öğrencilerin bağlamına uygun problemler oluşturabildikleri tespit edilmiştir. Ancak kriter ve kısıtlama kavramlarını problem durumlarına entegre etmekte zorlandıkları, bu nedenle örnek ifadeler kullanarak kriter ya da kısıtlama olup olmadığını araştırmacılara sıklıkla sormuşlardır. Öğretmenler mühendislik tasarım problemini sınıfta nasıl uygulayacakları konusunda karmaşalara sahip oldukları tespit edilmiştir. İki öğretmenin tasarım problemini ünitenin sonunda verme anlayışına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu öğretmen adayları katıldıkları atölye çalışmalarının doğrudan fen derslerinde kullanılabilecek yapıda olması ve kendilerinin derste uygulayabileceği gibi yürütülmesine karşın, bu anlayışlarını korumuşlardır. Bu nedenle problem durumlarını mühendislik tasarım sürecine uygun olarak nasıl yürütebileceklerini planlamak konusunda sorun yaşadıkları alan notlarında dikkat çekilen hususlar olmuştur. Bu bulgunun problem durumlarının değerlendirilmesi (Tablo 4) ile elde edilen bulguları desteklediği görülmektedir.

Fen derslerinde STEM odaklı uygulamalar gerçekleştirmek üzere probleme dayalı uygulamalar planlayan öğretmenlerin hazırladıkları problem durumlarının değerlendirilmesine yönelik bulgular Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5 Probleme dayalı öğrenme ile STEM odaklı uygulamalar gerçekleştirmek üzere oluşturulan problemlerin değerlendirilmesine yönelik bulgular

Kod	Öğretmenler									
	Ö2	Ö5	Ö6	Ö8	Ö9	Ö11	Ö12	Ö13	Ö14	Ö15
Fen kazanımları	K	K	K	G	UD	G	K	K	K	K
Açıklık	G	G	G	G	G	G	K	G	G	G
Öğrenci bağlamı	K	K	K	G	G	G	G	K	G	G
Birden çok çözüm	K	K	G	UD	UD	G	G	K	UD	UD
Test edilebilir	G	G	G	UD	UD	G	UD	G	UD	UD
Araştırma-sorgulama	G	G	G	G	G	G	K	K	K	K
Diğer STEM disiplinleri	-	-	-	Mat.	Mat.	-	-	Mat.	Mat.	-

(K: Kabul edilebilir, G: Geliştirilmeli, UD: Uygun değil, Mat: Matematik, Tek.: Teknoloji)

Tablo 5 incelendiğinde öğretmenlerin hiçbirinin genel olarak tüm ölçütleri karşılayacak problem durumu oluşturamadıkları görülmektedir. Öğretmenlerin bir kısmı (Ö8, Ö9, Ö13, Ö14) hazırladıkları problem durumlarına yalnızca matematik disiplinini entegre edebilmiştir. Öğretmenlerin yalnızca üçü (Ö2, Ö5, Ö13) hem birden çok çözümü olan, hem de öğrencilerin bağlamına uygun problem oluşturabilmiştir. Ancak bu problem durumlarının da test edilebilirlik unsuru açısından geliştirilmeye (Ö2, Ö5, Ö13) ihtiyaç duyulduğu tespit edilmiştir. Öğretmenlerin hiçbiri problemlerinde test edilebilirlik unsurunu yansıtamamıştır. Bu durumun açıklık unsuru ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Problem durumunda nelerin beklendiğini net oluşturamadıkları için problemin nasıl test edileceği de belirsiz kalmıştır. Örneğin Ö2 ses yalıtımı ile ilgili bir problem durumu oluşturmuştur. Oluşturduğu problemi ses yalıtımından dolayı apartmanda yaşanan bir sorun üzerine kurgulamıştır. Bu sorunu çözmek için neler yapılabileceğinin sorgulandığı çok genel bir ifade kullanmıştır. Problem oldukça açık uçlu bırakılmıştır ve birden çok çözüm bulunabilecek yapıdadır. Ancak öğrencilerin çözümlerini test etmek için problemin yapısının geliştirilmesi gerekmektedir.

İki araştırmacının da alan notlarında en çok dikkat çeken hususlar, öğretmenlerin fen kazanımlarını esas alarak öğrencinin bağlamına uygun ve birden çok çözümü olan problem oluşturmakta zorluk yaşamaları olmuştur. Bağlama uygun olarak belirttikleri dikkat çekici ve orijinal problem durumlarını kazanımlara entegre edememişler ve bu konuda araştırmacılardan yardım talep etmişlerdir. Kazanımları entegre etmeyi ve bağlama uygun problemler oluşturmayı ön plana alan öğretmenler ise (Ö2, Ö5, Ö6) alan notlarında problemleri açık ve net olarak ifade edemedikleri yönünde belirtilmiştir. Bu bulgunun Tablo 5'teki değerlendirme bulguları ile uyumlu olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin en çok sıkıntı yaşadıkları hususlar fen kazanımlarını içeren problem oluşturduktan sonra dersi nasıl yürüteceklerini planlayamamaları olmuştur. Alan notlarında öğretmenlerin 5'inin problemi verdikten sonra probleme yönelik bilgi ve beceriler edinme sürecini öğrencilerin internet

kaynaklarından araştırma yaparak elde edeceğine dair algılarını yıkamadıkları yer almaktadır. Tablo 5'teki bulgular ile birlikte değerlendirildiğinde; öğretmenlerin probleme araştırma-sorgulama süreçlerini dahil etmek konusunda geliştirilebilir olarak değerlendirilmesine, bu durumun sebep olduğu düşünülebilir.

Sonuç ve Tartışma

Fen bilimleri öğretmenlerinin derslerinde STEM odaklı etkinlik gerçekleştirmek üzere oluşturdukları problem durumlarının incelenmesi amacı ile yürütülen bu çalışmada öğretmenlere verilen 30 saatlik STEM eğitimi sonrasında öğretmenlerden problem durumu oluşturmaları istenmiştir.

Bu çalışmada fen bilimleri öğretmenlerinin çoğunun STEM odaklı etkinlik planlamak üzere mühendislik tasarım süreci ile yürütülecek tasarım problemlerinden ziyade probleme dayalı öğrenmenin esas alındığı uygulamalar için problem durumu oluşturmayı tercih ettikleri tespit edilmiştir. Bu bulguların aksine, Üçüncüoğlu (2018) çalışmasında fen bilimleri öğretmen adayları ile STEM odaklı etkinlikler gerçekleştirmiş ve öğretmen adaylarından STEM odaklı etkinlikler geliştirmeleri istediğinde, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecini esas alarak etkinlikler tasarlamayı tercih ettiklerini tespit etmiştir. Öğretmenlerin mühendislik tasarım problemlerini tercih etme nedenleri bu çalışmanın amacı olmamakla birlikte sınırlılığı olarak değerlendirilebilir. Öğretmenlerin bu seçiminde, tercih ettikleri fen bilimleri kazanımlarına uygunluğunun etkili olabileceği düşünülmekle birlikte, Bracey, Brooks, Marlette, & Locke (2013)'ün de desteklediği üzere öğretmenlerin deneyimleri ile ilişkilendirilebilir. Fakat bu yorumun desteklenmesi için öğretmenlerin tercih sebeplerinin derinlemesine inceleyecek çalışmalar yürütülmesi bu alanda çalışacak araştırmacılar için bir öneri olabilir.

Mühendislik tasarım problemi hazırlayan öğretmenlerden sadece birinin tüm unsurlar bakımından kabul edilebilir, hem matematik hem de teknoloji disiplinlerinin entegrasyonuna olanak sağlayan ve fen bilimleri kazanımlarını elde edebilecekleri bir problem durumu oluşturduğu tespit edilmiştir. Mühendislik tasarım problemi hazırlayan öğretmenler genelde öğrenci bağlamına uygun, fen bilimleri dersine yönelik bilgi ve becerilerin kazanımlarının edinilmesine ve matematik disiplininin de entegrasyonuna olanak sağlayan problem durumları seçmişlerdir. Fakat bu bağlamdaki problemleri mühendislik tasarım sürecinin ve bilimsel araştırma sorgulama sürecinin işletilmesine olanak sağlaması açısından geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu sonuç, öğretmenlerin tasarım problemlerinin genellikle kısıtlamalar

bakımından kabul edilebilir, fakat kriter içermesi ve açık olması açısından geliştirilmesi gerektiği ile uyum göstermektedir. Öğretmenlerin gerek teorik bilgilerin sunulduğu, gerekse de örnek uygulamaların yapıldığı, önemli noktaların vurgulandığı ve geri dönütlerin verildiği bir eğitimi katılmış olmalarına rağmen, mühendislik tasarım sürecinin esas alındığı mühendislik tasarım problem durumu oluşturmak için yeterliliklerini geliştirmek üzere daha fazla uygulama yapmaya ve geri bildirim almaya ihtiyaçlarının olduğu ortaya çıkmaktadır. Üçüncüoğlu'nun (2018) öğretmen adayları ile yürüttüğü çalışmasında da -bu çalışmanın hedeflerinden daha genel hedefleri olsa da- öğretmen adaylarına uzun süreli eğitim verilmiş olmasına rağmen öğretmen adaylarından planlamaları beklenen mühendislik tasarım temelli öğretim etkinliklerinde beklenenin altında bir performans gösterdikleri ortaya çıkmıştır. Bu çalışmanın sonuçları ile benzer sonuçlar içeren Kınık Topalsan (2018) çalışmasında, STEM eğitimi almış sınıf öğretmeni adaylarının, mühendislik tasarım temelli öğretim etkinlikleri geliştirirken uygun problem oluşturma konusunda düşük performans gösterdiklerini belirtmiştir. Araştırmacı, bu durumu öğrencilerden beklenen becerilerden olan bilimsel süreç becerisi ve temel- bütünleştirilmiş süreç becerilerine öğretmen adaylarının sahip olmaması ile ilişkilendirmiş ve mühendislik tasarım temelli etkinlikler geliştirecek öğretmen adaylarının öncelikle bu becerilerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmasını önermiştir.

Fen derslerinde STEM odaklı uygulamalar gerçekleştirmek üzere probleme dayalı uygulamalar planlayan öğretmenlerin hazırladıkları problem durumlarının değerlendirilmesi sonucunda, öğretmenlerin genel olarak tüm ölçütleri karşılayacak problem durumu oluşturamadıkları dikkat çekmektedir. Probleme dayalı öğrenme ile gerçekleştirilecek STEM odaklı öğrenme süreci için problem durumu oluşturan öğretmenler genelde diğer STEM disiplinleri ile ilişki kuramamışlardır, kurabilen öğretmenlerin de mühendislik tasarım problemleri hazırlayan öğretmenlere benzer şekilde matematik ile ilişki kurmayı tercih ettikleri dikkat çekmektedir. STEM disiplinlerinin en az ikisinin entegre edildiği uygulamalar, öğrenenlerin hayatı kolaylaştıran ürünlerin ve tasarımların nasıl çalıştığını anlamaları ve teknolojiyi kullanma ve üretmeleri için olanak tanınmalıdır (Bybee, 2010). Bu nedenle teknoloji entegrasyonu da STEM odaklı etkinlikler gerçekleştirmek için önemlidir. STEM eğitim anlayışı disiplinlerin entegrasyonuna dayanmaktadır (Bybee, 2010). Aksi takdirde probleme dayalı öğrenme ile fen disiplinine yönelik içerikten öteye geçilemeyecektir. Probleme dayalı öğrenme ile gerçekleştirilecek STEM odaklı etkinlikler için problem durumu oluşturan öğretmenlerin, mühendislik tasarım problemi hazırlayan öğretmenlerin aksine genellikle bağlamına uygun problemler geliştiremedikleri tespit edilmiştir. Fakat mühendislik

tasarım problemlerindeki gibi test edilebilir, açık/anlaşılır ve entegrasyonu sağlayacak problem durumu ortaya koyamadıkları dikkat çekmektedir. STEM odaklı uygulamalarda sürecin başlaması ve yürütülmesi açısından problem durumu önemlidir (NRC, 2012). Bu nedenle araştırma sonuçları gösteriyor ki, öğretmenlerin daha çok STEM etkinlikleri hazırlama deneyimleri edinmeleri ve süreçte geri dönütler doğrultusunda gelişimlerine katkıda bulunulmalıdır.

Araştırma sonuçları doğrultusunda STEM öğretmen eğitimlerinin daha uzun soluklu ya da sürekli destekleyici düzenlenmesi önerilebilir. Özellikle hizmet içi eğitimde okul-üniversite işbirliği içinde uzmanların öğretmenlere mentör olmaları önerilebilir. Nitekim alan notlarında da öğretmenlerin STEM odaklı etkinlikleri oluşturmanın, özellikle de öğretim sürecini başlatacak problem durumu oluşturmanın zor olduğunu düşündükleri ve uygun etkinlik ve problem durumu oluşturma konusunda tereddüt yaşadıkları tespit edilmiştir. Yine alan notlarından elde edilen bulgular doğrultusunda, öğretmenlerin mevcut öğretimlerinde biçimlendirici ölçme değerlendirmeden ziyade özetleyici değerlendirmeye ilişkin uygulamalar yapmaları, tasarım problemlerini konunun öğretimini yaptıktan sonra değerlendirme etkinliği olarak kullanmaya dair algıları değişmeyen öğretmenler olduğu ortaya çıkmaktadır. Fakat hem probleme dayalı hem de mühendislik tasarım temelli fen eğitiminde amaç öğrencilerin bir günlük yaşam bağlamındaki problemini çözerken, fen bilimleri ya da diğer hedef disiplinle ilgili bilgi ve beceri kazanmalarını sağlayacak çözümü bir ürün, tasarım ya da fikir olarak ortaya koymaktır (English, 2016; 2017; English & King, 2018; Bryan vd., 2015; Shaughnessy, 2013; Wendell & Kolodner, 2014; Wendell, 2008; Guzey, Ring-Whalen, Harwell, & Peralta, 2017; Honey vd., 2014). Araştırma boyunca bu duruma sıklıkla vurgu yapılmış olmasına rağmen bazı öğretmenler aynı tutumu sürdürmede direnç göstermişlerdir. Bracey, vd. (2013); Bozkurt Altan ve Ercan (2016), Capobianco (2011), Capobianco (2013), Nadelson, Callahan, Pyke, Hay ve Matthew (2013), STEM eğitim anlayışına yönelik yoğun bir pedagojik eğitim alan öğretmenlerin STEM odaklı uygulamalar gerçekleştirmeye yönelik yeterlilik ve inançlarının artmasına destek olduğunu belirtmiştir. Bu araştırmanın sonucu araştırmacıların sonuçları ile kısmen uyumludur. Öğretmenlerin bir kısmının STEM odaklı uygulamaları kendi zihinlerindeki yapıya uydurmaya çalışmakta ısrarcı oldukları tespit edilmiştir. Afarah (2011), Sungur Gül ve Marulcu (2014) ise bu çalışmada olduğu gibi kısa süreli eğitimler gerçekleştirildiğinde öğretmenlerin sadece ilgilerinin arttığını, fakat mühendislik tasarım sürecini STEM entegrasyonunda kullanmak üzere yeterlilik algılarının gelişmediğini ortaya koymuşlardır. Bu nedenle gerek kısa süreli, gerek uzun süreli eğitimler verilmekten

vazgeçilmemeli, fakat bu çalışmanın sonuçları ışığında bu eğitimlerin daha çok öğretmenlerin girişimde bulunacağı ve bunlara geri dönütler verilecek şekilde planlanması önerilmektedir.

Kaynakça

- Arafah, M. M. (2011). *But what does this have to do with science? Building the case for engineering in K-12* (Master Thesis). Cleveland State University, United States.
- Bozkurt Altan, E. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM-STEM) eğitimi. Hastürk, H. G. (Ed.), *Teoriden pratiğe fen bilimleri öğretimi* (s. 354-388). Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Bozkurt Altan, E., & Ercan, S. (2016). STEM Education program for science teachers: perceptions and competencies. *Journal of Turkish Science Education, 13*(Special issue), 103- 117.
- Bracey, G., Brooks, M., Marlette, S., & Locke, S. (2013). *Teachers in training: Building formal STEM teaching efficacy through informal science teaching experience*. ASQ Advancing the STEM Agenda Conference.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & 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.
- Brunsell, E. (2012). The engineering design process. Brunsell, E. (Ed.) *Integrating engineering + science in your classroom* (pp. 3-7). Arlington, Virginia: National Science Teacher Association [NSTA] Press.
- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C., & Roehrig, G. (2015). Integrated STEM education. In C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & T. J. Moore (Eds.), *STEM road map: A framework for integrated STEM education* (pp. 23–37). New York, NY: Routledge.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher, 70*(1), 30-35.
- Capobianco, B. M. (2011). Exploring a science teacher's uncertainty with integrating engineering design: an action research study. *Journal of Science Teacher Education, 22*, 645-660.
- Capobianco, B. M. (2013). *Learning and teaching science through engineering design: insights and implications for professional development*. Association for Science Teacher Education, Charleston, SC.

- Chiu, A., Price, A. C., & Ovrachim, E. (2015, April). *Supporting elementary and middle school STEM education*. NARST 2015 Annual Conference, Chicago.
- Duch, B. J., Groh, S. E., & Allen, D. E. (2001). Why problem-based learning? A case study of institutional change in undergraduate education. In B. Duch, S. Groh, & D. Allen (Eds.), *The power of problem-based learning* (pp. 3-11). Sterling, VA: Stylus.
- Dugger, W. (2010). *Evolution of STEM in the united states*. In Technology Education Research Conference, Queensland
- English, L. D., & King, D. (2018). STEM integration in sixth grade: desligning and constructing paper bridges. *International Journal of Science and Mathematics*. July, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9912-0>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>.
- English, L. D. (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 5-24.
- Glesne, C. (2013). *Nitel araştırmaya giriş* (A. Ersoy, çev.). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Guzey, S. S., Ring-Whalen, E. A., Harwell, M., & Peralta, Y. (2017). Life STEM: A case study of life science learning through engineering design. *International Journal of Science and Mathematics Education*, October. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9860-0>
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H., & Kavak, N. (2016). Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(3), 807.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H. & Kavak, N. (2017). The opinions of prospective science teachers regarding STEM education: The engineering design based science education. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(2): 649-684
- Han, S., Yalvac, B., Capraro, M. M., & Capraro, M.R. (2015). In-service teachers' implementation of and understanding from project-based learning (PBL) in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning, *Eurasia Journal of Mathematics, Science ve Technology Education*, 11(1), 63-76.
- Hmelo, C. E., Holton, D., & Kolodner, J. L. (2000). Designing to learn about complex systems. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(3), 247-298.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academy of

- Engineering and National Research Council. Washington D.C.: The National Academies Press.
- Hung, W. (2009). The 9-step problem design process for problem-based learning: Application of the 3C3R model. *Educational Research Review*, 4(2), 118-141.
- Hung, W., Jonassen, D. H., & Liu, R. (2008). Problem-based learning. In J. M. Spector, J. G. van Merriënboer, M. D., Merrill, & M. Driscoll (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 485-506) 3rd Ed.. New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Johnson, C. C. (2012). Letter from the editor: Four key premises of STEM. *School Science and Mathematics*, 112(1), 1-2.
- Kınık Topalsan, A. (2018). Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli fen öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (YYU Journal of Education Faculty)*, 15(1), 186-219.
- 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), 1-28.
- Leonard, M. J. (2004). *Toward epistemologically authentic engineering design activities in the science classroom*. National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, B.C.
- Lewis, T. (2006). Design and inquiry: bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum?. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 255-281.
- 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
- Mehalik, M., Doppelt, Y., & 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.
- Meng, C. C., Idris, N., & Eu, L. K. (2014). Secondary students' perceptions of assessments in science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(3), 219-227.

- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı*.
<http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325>
- Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education, 15*(1), 5–10.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (pp. 35-60). Purdue University Press.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education*. Teaching Institute for Essential Science. Retrieved from <https://www.partnersforpubliced.org>
- Nadelson, L.S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., & Schrader, C. (2009, June). *A systemic solution: Elementary-teacher preparation in STEM expertise and engineering awareness*. Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference & Exhibition, Austin, TX.
- Nathan, M. J., Srisurichan, R., Walkington, C., Wolfgram, M., Williams, C., & Alibali, M. W. (2013). Building cohesion across representations: a mechanism for stem integration. *Journal of Engineering Education, 102*(1), 77-116.
- 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. & Feder, M. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- Park, D., Park, M., & Bates, A. (2018). Exploring young children’s understanding about the concept of volume through engineering design in a STEM activity: A case study. *International Journal of Science and Mathematics Education, 16*(2), 275-294.
- Peterman, K., Daugherty, J. L., Custer, R. L., & Ross, J. M. (2017). Analysing the integration of engineering in science lessons with the engineering-infused lesson rubric. *International Journal of Science Education, 39*(14), 1913–1931.
- Ramsay, J. & Sorrell, E. (2006). Problem-based learning: a novel approach to teaching safety, health and environmental courses. *Journal of SH&E Research, 3*(2), 2-8.

- Sadler, P. M., Coyle, H. P. & Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 9, 299–327.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4): 20-26.
- Shaughnessy, M. (2013). By way of introduction: Mathematics in a STEM context. *Mathematics Teaching in the Middle school*, 18(6), 324.
- Sungur Gül, K. & Marulcu, İ. (2014). Yöntem olarak mühendislik-dizayna ve ders materyali olarak legolara öğretmen ile öğretmen adaylarının bakış açılarının incelenmesi. *International Periodical for The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9(2), 761-786.
- Üçüncüoğlu, İ. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik stem odaklı laboratuvar uygulamalarının tasarlanması ve etkililiğinin araştırılması* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Sinop Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sinop.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H. & Park, M. S. (2011). STEM integration: teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1–13.
- Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Qualifying Paper, Tufts University.
- Wendell, K. B., & Kolodner, J. L. (2014). Learning disciplinary ideas and practices through engineering design. In A. Johri & B. M. Olds (Eds.), *Cambridge handbook of engineering education research* (pp. 243–263). New York, NY: Cambridge University Press.
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). *Incorporating engineering design into elementary school science curricula*. American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Louisville, KY.
- Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education*, 16(1), 26-35.
- Yin R. K. (2009). *Case study research: Design and methods* (4th ed.). California: SAGE Pub. Thousand Oaks.