

Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Eğitimi Tasarlama ve Uygulama Deneyimlerinin İncelenmesi ** (Examination of Prospective Primary Teachers' STEM Education Design and Implementation Experiences)

Esra SARAÇ ^{1,*} ve Mustafa DOĞRU ²

¹ Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Kilis, ORCID No: 0000-0001-9047-4434

² Akdeniz Üniversitesi, Antalya, ORCID No: 000-0003-0405-4789

(Cilt: 9, Sayı: 1, Haziran 2021, s. 1-37)

Öz:

Araştırmanın amacı, sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimi tasarlama ve uygulama sürecinde yaşadıkları deneyimlerin incelenmesidir. Bu amaçla çalışmada, öğretmen adaylarına STEM eğitimine ilişkin bir etkinlik tasarlama ve uygulama fırsatı verilmiş ve bu süreçte yaşadıkları deneyimler incelenmiştir. Çalışmada, olgu bilim deseni kullanılmıştır. Veriler, yansıtıcı yazı formu uygulanarak elde edilmiştir. Verilerin analizi sonucunda STEM eğitime ilişkin altı kategori ortaya çıkmıştır. Bunlar; STEM eğitimi özellikleri, STEM eğitimi tasarlama süreci özellikleri, STEM eğitimi uygulama süreci özellikleri, STEM eğitiminde fırsatlar, STEM eğitiminde zorluklar ve STEM öğretimi öz yeterlik algılarıdır. Genel olarak sonuçlar değerlendirildiğinde, öğretmen adaylarının STEM eğitimi tasarlama ve uygulama sürecini olumlu değerlendirdikleri görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının, yaşanan sürecin STEM öğretimi öz yeterlik algılarına olumlu etki ettiği ile ilgili ifadeler ortaya koydukları görülmüştür. Bu sonuçlardan hareketle, öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulamalarına fırsat veren çalışmaların artırılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi, STEM etkinlikleri, olgu bilim, sınıf öğretmeni adayları

Abstract:

The purpose of the study is to explore the opinions of the prospective primary teachers in their experiences in designing and implementing STEM education. For this purpose, the study was given the opportunity to apply STEM education and their opinions about the process were taken. Phenomenology design was used in the study. The data were obtained by applying a reflective

* Sorumlu Yazar: E-posta: esrasarac@kilis.edu.tr

** Bu çalışmanın bir kısmı, 19-22 Haziran 2020 tarihlerinde Ankara'da düzenlenen VIth International Eurasian Educational Research Congress'de sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

writing form. As a result of the analysis of the data, six categories of STEM education emerged. These; STEM education features, STEM education design process features, STEM education implementation process features, opportunities in STEM education, difficulties in STEM education and STEM teaching self-efficacy perceptions have emerged. When the results were evaluated in general, it was revealed that the prospective teachers positively evaluated the STEM education design and implementation process. They made statements that practicing has a positive effect on STEM teaching self-efficacy perception. Based on these results, it can be suggested to increase the number of studies that allow teachers and prospective teachers to practice STEM education.

Keywords: *STEM education, STEM activities, phenomenology, prospective primary teachers*

Giriş

Yirmi birinci yüzyılda bilim ve teknoloji baş döndürücü bir hızla gelişmektedir. Meydana gelen değişimler toplumların yapısını, ekonomiyi ve eğitimi şekillendirmektedir. Bu değişimlere paralel olarak 21. yy becerileri ve endüstri 4.0 gibi kavramlar karşımıza çıkmaktadır. Bu kavramlar hem ekonomi hem de eğitimle ilişkilidir. Bu kavramlarla beraber disiplinlerin bütünleştirilmesi ve uygulanması eğitim dünyasında oldukça fazla tartışılan bir konudur. Disiplinlerin bütünleştirilmesi ile ortaya çıkan en önemli yaklaşım da STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitimi olarak karşımıza çıkmaktadır (Akgündüz, 2018). Bu kavram Türkiye’de STEM ve FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) olarak iki farklı şekilde fakat aynı anlamlarda kullanılmaktadır. En yalın tanımıyla STEM eğitimi yaklaşımı, fen ve matematik alan disiplinlerinin içerisine teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin de entegre edilmesini içeren bütüncül bir yaklaşımdır (Bybee, 2010). Eğitimciler olarak bizim anlamamız gereken STEM’i oluşturan disiplinleri farklı ve ayrı düşünmek yerine disiplinler arası bir anlayışla iki veya daha fazla alanın birlikte öğrenimi ve öğretimidir (Karataş, 2018).

STEM’in amacı akademik disiplinleri gerçek hayattan konularla ilişkilendirerek, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik konularını okul, toplum, iş ve girişimlerinde kullanan; küresel ekonomide iyi derecede rekabet edebilecek bilimsel yaratıcılığı yüksek, inovasyon yapabilecek bireyler yetiştirmektir (Sanders, 2009). STEM eğitimi doğası gereği öğrenci merkezli olduğu için öğrenciler yaşamlarında karşılaşılan sorunlara çözüm bulmak için uğraşırken aynı zamanda işbirlikli çalışmayı, problem çözmeyi ve eleştirel düşünmeyi öğrenirler. Başka bir ifadeyle, STEM’i uygulayan öğrenciler gerçek hayattaki problemlerle uğraşırken aynı zamanda dünyadaki problemleri de araştırırlar (Soylu, 2016).

Görüldüğü gibi STEM eğitimi ile ilgili literatürde farklı tanımlar vardır. Bununla birlikte sınıf içerisinde STEM entegrasyonunun nasıl yapılması gerektiği konusu da net bir şekilde tanımlanmış ve sınırları belirlenmiş bir konu değildir. Öncelikle bu eğitim yaklaşımında iki veya daha fazla disiplinin birlikte uygulanması ön şart olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kapsamda yaklaşımı oluşturan disiplinler arasında fen ve matematik, matematik modelleme ve mühendislik gibi farklı kombinasyonlarda modeller ortaya atılmıştır (Karataş, 2018). Günümüzde bu modellerden mühendislik tasarım sürecini içine alan modeller dikkat çekmektedir. Çünkü Moore ve Smith (2014)’e göre mühendislik tasarım süreci, gerçek yaşam problemleri ile bireyleri yüzleştirerek disiplinler arası bir bakış açısı ile fen, matematik ve

teknolojiyi kullanmayı zorunlu kılmaktadır (Akt. Karataş, 2018). Yıldırım ve Altun (2015) da STEM eğitiminin mühendislik tasarım süreçleri ile kullanılmasının öğrencilerin eleştirel ve üst düzey düşünme becerilerini desteklediğini, yaratıcılarını geliştirdiğini, disiplinler arası bakış açısı sağladığını, tasarım yapma ve prototip geliştirme olanağı sağladığını belirtmişlerdir. Bu bağlamda, fen bilimleri programında yer alan konu ve kavramların öğretilmesinde mühendislik temelli STEM uygulamalarının yer almasının etkili bir yol olacağı düşünülmektedir. Nitekim Türkiye’de 2018 yılında yenilenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları yer almıştır. Ayrıca mühendislik ve tasarım becerileri eklenmiştir. Bu kapsamda öncelikle öğrencilerden ünitelerde ele alınan konulara ilişkin günlük hayattan bir ihtiyaç veya problemi tanımlamaları beklenmektedir. Problemin günlük hayatta kullanılan veya karşılaşılan araç, nesne veya sistemleri geliştirmeye yönelik olması beklenir (MEB, 2018). Fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları ilkökul 4. sınıf ve ortaokul programında uygulanmaktadır. Bu kapsamda öğrencilerden, yönergelere uygun olarak eğitim-öğretim dönemi içerisinde uygulamalar yapmaları ve dönem sonunda yıl boyunca yaptıkları ürünleri sunmaları beklenmektedir.

Fen bilimleri programında, mühendislik ve tasarım becerileri ile fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarından bahsedilmekle beraber bunların hangi kazanımlarla ilişkilendirileceği, hangi materyallerin kullanılacağı, hangi yöntem ve tekniklerle desteklenebileceği ve nasıl uygulanacağı ile ilgili açıklayıcı bilgiler bulunmamaktadır. Bu durum öğretmenlerin son beş yıldır oldukça popüler olan STEM eğitimi ile ilgili yanlış ya da eksik bilgi kaynaklarına yönelmelerine neden olabilir. Başka bir ifadeyle, STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin neyin veya nelerin STEM olduğunu bilmeleri kadar, neyin veya nelerin STEM olmadığını da bilincinde olmaları son derece önemlidir. Nitekim Türkiye’de STEM adı altında sunulan etkinliklerde yapılmaya başlanan köklü yanlışlar dikkat çekmektedir. Bunlar kısaca, “maker” hareketinin “kodlama” eğitimlerinin STEM’in vazgeçilmez faaliyetleri olarak sunulması; hazır elektronik devreler (arduino), robot, 3D yazıcı olmadan STEM olmaz imajının oluşturulması, STEM adı altında reklama dönük deneylerin ve görsellerin her geçen gün sayılarının artması olarak sıralanabilir (Çepni, 2018). Çorlu, Capraro ve Capraro (2014)’ya göre de STEM eğitimi ile ilgili en önemli sorunların başında bu eğitime uygun yetiştirilmiş nitelikli öğretmen ihtiyacı ve okullardaki uygulama güçlükleri gelmektedir. Bu bağlamda öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının STEM eğitimini kazanımlarla nasıl ilişkilendirecekleri, derse nasıl entegre edecekleri ile ilgili öğretmen ya da öğretmen adaylarının sürece dahil edildiği uygulamalı çalışmalar yapılması önemli görülmektedir.

Alan yazında konu ile ilgili öğretmen ya da öğretmen adayları ile yapılan çalışmalar incelendiğinde, çoğu çalışmada STEM’e ilişkin görüş (Erdoğan & Çiftçi, 2017; İnançlı & Timur, 2018; Özcan & Koştur, 2018; Özbilen, 2018), farkındalık (Bakırcı & Karışan, 2018; Tezsezen, 2017), kavramlar (Breiner, Harkness, Johnson & Koehler, 2012; Radloff & Guzey, 2017), algı (Pimthong & Williams, 2018; Nadelson vd., 2013), yönelim-niyet (Hacıömeroğlu, 2018; Li, Kevin Kam & Zhang, 2019) gibi faktörlerin incelendiği görülmüştür. Bunların yanında alan yazında, konu ile ilgili uygulamalı çalışmalar da yer almaktadır. Bu çalışmaların bazılarında

öğretmen adaylarının, araştırmacılar tarafından hazırlanmış olan STEM etkinliklerine katılımcı oldukları görülmüştür (Duygu, 2018; Gökbayrak & Karışan, 2017; Yıldırım & Altun, 2015). Bu çalışmalarda katılımcılar STEM eğitimi etkinliklerini öğretmen rolünde tasarlama ve uygulama sürecini deneyimlememişlerdir. Öğretmenlerin ya da öğretmen adaylarının STEM eğitimi tasarlama ya da uygulama sürecine aktif olarak katıldıkları bazı çalışmalar da mevcuttur (Bozkurt-Altan & Ucuncuoğlu, 2019; Eroğlu & Bektaş, 2016; Han, Yalvac, Capraro & Capraro, 2015; Ryu, Mentzer & Knobloch, 2019). Buradan hareketle, uygulamalı çalışmaların sayısının nispeten az olduğu söylenebilir. Bunlara ek olarak alan yazındaki bu çalışmalar incelendiğinde çoğunluğunun çalışma grubunu fen bilimleri alanları (fen bilgisi, fizik, kimya, biyoloji) ile ilgili öğretmenlerin ya da öğretmen adaylarının oluşturması dikkat çekmiştir (Bozkurt-Altan & Ucuncuoğlu, 2019; Ensari, 2017; Erdoğan & Çiftçi, 2017; Eroğlu & Bektaş, 2016; Gökbayrak & Karışan, 2017; Han, Yalvac, Capraro & Capraro, 2015; Li, Kevin Kam & Zhang, 2019; Yıldırım & Altun, 2015). Bununla birlikte alan yazında, sınıf öğretmenleri ya da sınıf öğretmeni adayları ile yapılan çalışmalar da mevcuttur (Ayaz & Sarıkaya, 2019; Ersoy, 2018; Hacıömeroğlu, 2018; Nadelson vd., 2013; Schmidt & Fulton, 2016). Bu bağlamda, sınıf öğretmenleri ile yapılan çalışmaların diğerlerine göre az olduğu söylenebilir.

Bleicher (2006), STEM öğretimine hazırlıklı olmayan öğretmenlerin STEM öğretimine yönelik öz yeterlik inançlarının ve özgüvenlerinin düşük olduğunu belirtmektedir. Millî Eğitim Bakanlığı (2016) STEM eğitim raporunda, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının hizmet içi eğitim kapsamında ve eğitim fakültelerinde alacakları bütünsel öğretmenlik bilgilerini güçlendirici eğitimlerle STEM eğitimi becerilerini artırmak için yapılan çalışmaların çok yetersiz olduğu belirtilmiştir. STEM eğitimi adı altında olmamakla birlikte bu yaklaşımla ilgili olan fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları olarak ilkökul 4. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programında yer almasından dolayı sınıf öğretmenlerinin bu uygulamaları derslerine nasıl entegre edeceklerinin önemi karşımıza çıkmaktadır. Çünkü öğrenciler ilk defa bu yaklaşım ile ilgili uygulamaları sınıf öğretmenleri ile deneyimleyeceklerdir. Şüphesiz ki göz ardı edilmemesi gereken önemli nokta, bu yaklaşımın sadece derslere entegre edilmesi değil, doğru ve etkili bir şekilde entegre edilmesidir. Bu nedenle geleceğin öğretmeni olan sınıf öğretmeni adaylarının bu yaklaşımı sınıflarında nasıl uygulayabileceklerine ilişkin çalışmaların sayısının artması önemlidir. Bu bağlamda, sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimi tasarlama ve uygulama süreçlerine katılmaları ve bu süreçteki deneyimlerine ilişkin düşüncelerinin ortaya çıkarılarak incelenmesi bu araştırmanın odak noktası olmuştur. Araştırmada, sınıf öğretmeni adaylarına STEM eğitimi tasarlama ve uygulama fırsatı verilerek süreci tecrübe etmeleri sağlanmıştır. Öğretmen adaylarının yaşadıkları deneyimlere ilişkin düşüncelerini ortaya çıkarmanın özellikle ilkökul düzeyindeki STEM eğitimi uygulamaları ile ilgili gelecekteki çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışma, alanla ilgilenen araştırmacılara ve öğretmenlere örnek STEM eğitimi ders planı ve etkinlik örnekleri sunmaktadır. "Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimi tasarlama ve uygulama süreci deneyimlerine ilişkin görüşleri nelerdir?" sorusu çalışmanın araştırma sorusunu oluşturmaktadır.

Metodoloji

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının STEM eğitimi etkinliklerini tasarlama ve uygulama sürecine ilişkin deneyimlerini anlamak amacıyla olgu bilim deseni kullanılmıştır. Olgu bilim deseninde araştırmacı, bireylerin bir olguya ilişkin deneyimlerini ortaya çıkarmaya yönelik çalışmalar yürütmektedir (Creswell, 2007).

Araştırmanın Çalışma Grubu

Araştırmada çalışma grubu kolay ulaşılabilir durum örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu yöntem, araştırmacıya hız ve pratiklik kazandırır. Çünkü bu yöntemde araştırmacı yakın olan ve erişilmesi kolay olan bir durumu seçer. Kolay ulaşılabilir durum örnekleme nitel araştırmalarda yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Araştırmanın çalışma grubunu 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer alan bir devlet üniversitesinin Sınıf Eğitimi Bilim Dalı 3. sınıfta öğrenim gören, Fen ve Teknoloji Öğretimi II dersini alan 44 öğretmen adayı oluşturmaktadır. 4'er kişilik 11 grup oluşturulmuş ve her hafta 4. sınıf Fen Bilimleri dersi öğretim programında yer alan farklı bir konu ve kazanım ile ilgili STEM eğitimi uygulaması mikro öğretim yolu ile gerçekleştirilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veriler yansıtıcı yazı formu uygulanarak elde edilmiştir. Yansıtıcı yazma, kişilerin deneyimlere, olaylara, yeni bilgilere ilişkin görüşlerini ortaya koyan yazım türüdür. Aynı zamanda kişilerin öğrendiklerini keşfetmelerinin ve açıklamalarının bir yoludur (URL 1). Yansıtıcı yazma, sadece düşünce ve duyguları ortaya koymayı değil aynı zamanda varsayımları sorgulamayı, ortaya çıkan sonuçları mantıksal olarak değerlendirmeyi ve birden çok perspektifi dikkate almayı içeren bir eleştirel inceleme sürecidir (McGuire, Lay & Peters, 2009). Öğretmen eğitiminde yansıtıcı yazma uygulamalarının kullanılması önemlidir. Öğretmen adaylarının bir olay ya da konu hakkındaki algıları, anlayışları, deneyimleri farklı yansıtıcı yazma uygulamaları ile ortaya çıkarılabilir (Hatton & Smith, 1995).

Bu bağlamda, çalışma için oluşturulan yansıtıcı yazı formu, öğretmen adaylarının STEM eğitimi tasarlama-uygulama sürecine ilişkin duygu, düşünce ve deneyimlerini ortaya koymayı amaçlayan sorulardan oluşmaktadır. STEM eğitimi yansıtıcı yazı formu oluşturulurken konu ile ilgili çalışmaları olan iki öğretim üyesinden uzman görüşü alınmıştır. Taslak form çalışma grubu dışında kalan 5 öğretmen adayına pilot uygulama yapılarak formdaki soruların açık ve anlaşılır olup olmadıkları kontrol edilmiştir. Uzman görüşü ve pilot uygulama sonucu gerekli düzeltmeler yapılarak yansıtıcı yazı formuna son hali verilmiştir. Yansıtıcı yazı formunda aşağıdaki sorular yer almıştır.

- Yaşadığım bu deneyimden sonra STEM eğitimi genel olarak nasıl değerlendirebilirim?
- STEM eğitimi tasarlama sürecinde yaşadığım/yaşadığımız olumlu durumlar nelerdir?
- STEM eğitimi tasarlama sürecinde yaşadığım/yaşadığımız olumsuz durumlar nelerdir?
- STEM eğitimi uygulama sürecinde yaşadığım/yaşadığımız olumlu durumlar nelerdir?
- STEM eğitimi uygulama sürecinde yaşadığım/yaşadığımız olumsuz durumlar nelerdir?

- Yaşadığım bu deneyim, öğretmen olduğum zaman sınıfımda STEM eğitimi uygulaması yapıp yapamayacağıma yönelik duygu ve düşüncelerimi değiştirdi mi? Duygu ve düşüncelerimin değişmesine/değişmemesine neler neden oldu?

Öğretmen adaylarına 11 hafta sonunda form dağıtıldıktan sonra, formdaki sorularla STEM eğitimi tasarlama ve uygulama sürecine ilişkin duygu, düşünce ve deneyimlerini paylaşımlarının istendiği açıklanmıştır. Bu nedenle, formdaki soruları cevaplarken kendi duygu ve düşüncelerini içten bir şekilde yansıtmalarının önemi belirtilmiştir. Formda yer alan *“yaşadığım bu deneyim öğretmen olduğum zaman sınıfımda, STEM eğitimi uygulaması yapıp yapamayacağıma yönelik duygu ve düşüncelerimi değiştirdi mi? Duygu ve düşüncelerimin değişmesinin/değişmemesinin nedenleri nelerdir?”* sorusunu cevaplarken; bu yaklaşımı derslerinde kullanıp kullanamayacaklarına yönelik kendilerine ilişkin değerlendirmelerini mutlaka *“süreci yaşamadan önce ve sonra”* olmak üzere karşılaştırarak ifade etmeleri istenmiştir. Öğretmen adayları yansıtıcı yazı formlarını 45-60 dakika arasında doldurmuşlardır.

Uygulama Süreci

Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimi uygulaması Fen ve Teknoloji Öğretimi II dersi kapsamında toplam 11 hafta sürmüştür. Ancak uygulamalara başlamadan önce STEM eğitimi yaklaşımının ne olduğunun anlaşılması için Fen ve Teknoloji Öğretimi II dersinin ilk iki haftasında öğretmen adaylarına konu ile ilgili bilgi verilmiştir. İki haftalık süreçte 3'er saat olmak üzere toplam 6 saatte STEM eğitimi ile ilgili alan yazında yer alan teorik bilgiler sunulmuştur. Bu amaçla, çalışmada araştırmacı olarak yer alan dersin öğretim elemanı tarafından ulusal ve uluslararası kaynaklardan yararlanılarak STEM ile ilgili kavramsal çerçeve sunulmuş, STEM etkinliklerinin yer aldığı örnek videolar izletilmiş, ders planı örnekleri incelenmiş ve STEM eğitiminin ne olup ne olmadığına ilişkin tartışma ve değerlendirme ortamı sağlanmıştır. Adayların STEM yaklaşımı ile ilgili sordukları sorular, sorumlu öğretim elemanı tarafından cevaplanmıştır. 6 saatlik eğitim sürecinde aşağıdaki başlıklar yer almaktadır.

- STEM eğitimi nedir?
- STEM eğitiminin tarihsel gelişimi nasıldır?
- STEM eğitimi neden önemlidir?
- STEM ders etkinliklerinin tasarlanması ve uygulanması (örnek ders ve etkinlik planları inceleme, örnek uygulama videoları izleme)

Eğitim sürecinden sonra öğretmen adaylarının yer aldığı 4'er kişilik gruplar oluşturulmuştur. Daha sonra her gruba rastgele 4. sınıf Fen Bilimleri dersi öğretim programında yer alan konu ve kazanımlar dağıtılmıştır. Her hafta bir grup mikro öğretim yoluyla STEM etkinliği uygulayacak şekilde süreç planlanmıştır.

Her konu alanı ile ilgili STEM eğitimi uygulaması yapılabilmesi amacıyla programda yer alan yedi konunun tamamı ile ilgili kazanımlar öğretmen adaylarına dağıtılmıştır. Bu konular programda sırasıyla, yer kabuğunun yapısı, besinlerimiz, dünyamızın hareketleri, maddenin özellikleri/maddenin doğası, kuvvetin etkileri, aydınlatma ve ses teknolojileri ve basit elektrik devresi olarak yer almaktadır. STEM eğitimi tasarlama ve ders planı oluşturma sürecinde

öğretmen adayları sorumlu öğretim elemanı ile sürekli iletişim halinde bulunmuşlar, zorlandıkları noktada destek almışlardır.

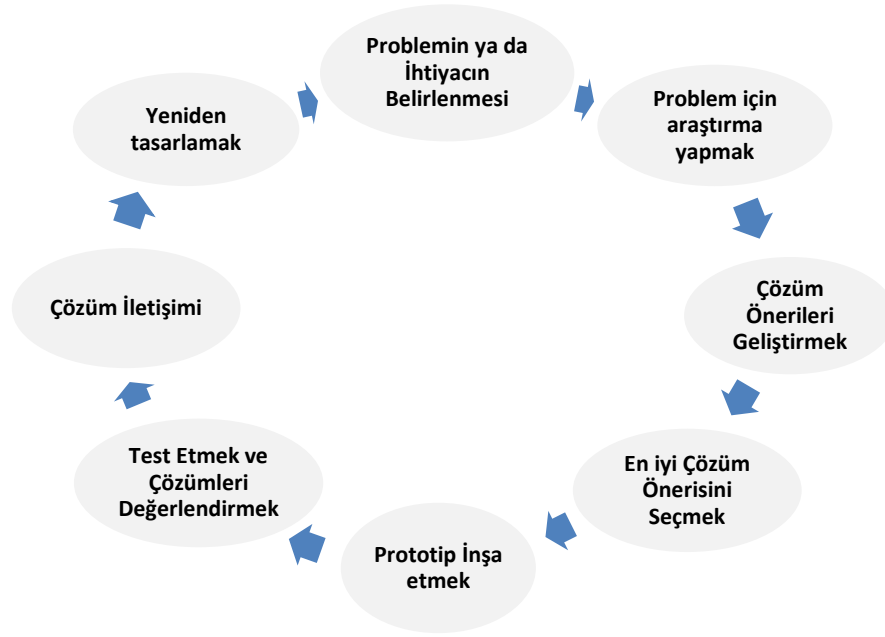
STEM eğitimi tasarlama sürecinde iki grubun elemanları, yer kabuğunun yapısı ve besinlerimiz konularına ilişkin kazanımlara yönelik STEM eğitime uygun etkinlikler tasarlamada zorlandıklarını araştırmacıya bildirmişlerdir. Öğretmen adayları ve araştırmacı tarafından yapılan fikir alışverişleri, literatür taraması ve değerlendirmeler sürecinde ortaya çıkan etkinliklerin kazanımlarla ilişkili olsa da 4. sınıf seviyesinin üzerinde olduğu ve sınıfta bir ürün ortaya konulabilmesi özelliğinden uzak olduğu görülmüştür. Bunun üzerine, STEM eğitimi ile ilgili çalışan bir uzmandan görüş alınarak bu iki konunun çalışma dışında bırakılmasına karar verilmiştir. Sonuç olarak tasarım sürecinde zorlanan iki gruba maddenin özellikleri ve kuvvetin etkileri konuları ile ilgili kazanımlar STEM eğitimi etkinlikleri hazırlamak üzere tekrar verilmiştir. Etkinlikler uygulanırken grup üyeleri kendi aralarında görev dağılımı yapmışlardır. Etkinlikleri uygulayanlar öğretmen adayları oldukları için her bir etkinliği uygulama süresi ortalama 90 dakika sürmüştür. Ancak uygulamaların ilkökul öğrencileri ile biraz daha uzun sürebileceği düşünülerek ders planlarında bu süre 40+40+40 dakika olarak önerilmiştir.

Uygulamada yer alan ünite, konu, STEM etkinlikleri ve eğitim sonucu ortaya çıkan ürün tasarımları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 1. STEM eğitimine ilişkin konu ve etkinlikler

Hafta	Ünite Adı	Konu	STEM etkinliği	Ortaya çıkan ürün tasarımları
1	Dünya'mızın hareketleri	Dünya'nın dönme ve dolanma hareketleri	Güneş sistemini keşfediyorum	Güneş modeli tasarımı
2		Maddeyi niteleyen özellikler	Gemimiz yüzecek mi?	Basit gemi tasarımı
3	Maddenin özellikleri /	Maddenin ölçülebilir özellikleri	Terazim doğru tartacak mı?	Eşit kollu terazi tasarımı
4	Maddenin doğası	Maddenin halleri	Hedefimiz gökyüzü	Roket tasarımı
5		Saf madde ve karışım	Çevre dostu çöp konteynırı	Atık suları ayrıştıran konteynır tasarımı
6	Kuvvetin etkileri	Kuvvetin cisimler üzerindeki etkileri	Yerdeki engelleri nasıl aşabiliriz?	Basit teleferik tasarımı
7		Mıknatısların uyguladığı kuvvet	Atıkları ayrıştıralım	Atık ayrıştıran vinç tasarımı
8		Aydınlatma teknolojileri	Karanlıkta kalmayalım	El feneri tasarımı
9	Aydınlatma ve ses teknolojileri	Işık kirliliği	Mahallemizin sokak lambaları	Sokak lambası tasarımı
10		Geçmişten günümüze ses teknolojileri	Müzik dinleme keyfi	Hoparlör tasarımı
11	Basit elektrik devresi	Elektrik devresi elemanları	Kendi vantilatörümüzü yapalım	Vantilatör tasarımı

STEM eğitimi tasarlama sürecinde öğretmen adayları için bir çerçeve sunması ve standart sağlaması için bir ders planı şablonu belirlenmiştir. Ders planı şablonu, STEM eğitimi mühendislik-tasarım döngüsünü içerecek şekilde yapılandırılmıştır. Öğretmen adaylarından bu döngüyü içerecek şekilde bir etkinlik tasarımları istenmiştir. Örnek ders planları ve etkinlik kağıtları Ek 1’de verilmiştir. Araştırmanın kavramsal çerçevesinin sunulduğu giriş bölümünde, mühendislik tasarım süreçlerini içeren STEM eğitimi uygulamalarının avantajlarından bahsedilmiştir. Hem literatürde yer alan avantajları hem de Türkiye’de fen bilimleri dersi öğretim programında bu konunun fen-mühendislik-girişimcilik uygulamaları olarak yer alması nedeniyle bu çalışmada STEM eğitimi, mühendislik tasarım süreçlerini içerecek şekilde ele alınmıştır. Kullanılan mühendislik-tasarım döngüsü aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 1. STEM Eğitiminde kullanılan mühendislik-tasarım döngüsü (Mangold & Robinson, 2013)

Öğretmen adaylarının STEM eğitimini uygulama süreci araştırmacı tarafından gözlem formu ile değerlendirilmiştir. Her öğretmen adayının kendisinin yer aldığı aşamadaki performansı gözlenerek gözlem formuna araştırmacı tarafından not edilmiştir. Gözlem notları etkinlikten sonra tüm sınıfla paylaşılmıştır. Araştırmacı tarafından notlar paylaşılmadan önce grup üyelerinin, etkinliği uygulama süreci ile ilgili kendilerine ilişkin duygu ve düşüncelerine yönelik kendilerini kısaca sözlü olarak değerlendirmeleri istenmiştir.

Gözlem formunda, sınıf yönetimi ve mühendislik-tasarım döngüsü basamaklarının uygulanması olmak üzere iki ana başlık yer almaktadır. Gözlem formunda yer alan maddeler ve temel olarak gözlenen noktalar aşağıda verilmiştir. Bunlara ek farklı gözlemler varsa onlar da not edilmiştir.

- a. Sınıf yönetimi (genel)
- b. Mühendislik-tasarım döngüsü adımlarının uygulanması:

- Problemin belirlenmesi (Etkinliğe ilgi çekici, merak uyandırıcı şekilde girildi mi? Problem durumu öğrencilere etkili şekilde sunuldu mu? Problem durumunu destekleyici görsellere yer verildi mi?)
- Problem için araştırma yapmak ve çözüm önerileri geliştirmek (Öğrencilerin araştırma yapmaları için gerekli süre verildi mi? Grup içindeki öğrencilerin fikirlerini ortaya koyması sağlandı mı?)
- Prototip inşa etmek (Öğrenci grupları sıklıkla ziyaret edilerek uygun sorularla bu basamak yönetildi mi? Öğrenci grupları tarafından yapılan hatalar varsa nasıl müdahale edildi?)
- Test etmek ve çözümleri değerlendirmek (Öğrenci gruplarının ürünlerini test etmeleri için gerekli zaman verildi mi? Sınıfta buna uygun mekân oluşturuldu mu? Öğrenci grupları ziyaret edilerek test süreci izlendi mi? Öğrencilerin ortaya çıkan ürünlerini problem durumunda belirtilen kriterlere uygunluğunu değerlendirmelerine yönelik rehberlik edildi mi? Eğer ürünün uygun olmadığı düşünülüyorsa nasıl müdahale edildi?)
- Çözüm iletişimi/çözümleri paylaşmak (Ürünlerin sunumlarının gruplar tarafından etkili bir şekilde sunulması sağlandı mı? Öğrencilerin en iyi ürününün belirlenmesi ve ilan edilmesi süreci nasıl yürütüldü? Ürünlerinde eksiklikler olan grupların hatalarının neler olabileceği ile ilgili konuşulup bu gruplar yeniden tasarlama basamağı için cesaretlendirildi mi?)

Verilerin Analizi

Nitel veri analizi türlerinde çalışmadaki olayın baskın özellikleri olan temalar için arayış mevcuttur. Çoğu nitel analiz tekniği araştırmacının topladığı kendine özgü bilgilerin incelenmesiyle gelişen beklenmedik temaları oluşturmayı kapsar (Teddle & Tashakkori, 2015). Bu çalışmada elde edilen veriler tematik olarak analiz edilmiştir. Tematik analiz, verilerdeki örüntüleri (temaları) belirleme, analiz etme ve raporlama için kullanılan bir yöntemdir. Tematik analiz, veri setini en küçük boyutlarda düzenlemeyi ve derinlemesine betimlemeyi sağlar (Boyatzis, 1998; akt. Braun & Clarke, 2019).

Çalışmada uygulanan tematik analiz süreci şu şekilde gerçekleştirilmiştir (Braun & Clarke, 2019):

- Araştırmacılar tarafından verinin içerisindeki anlam örüntüleri aranarak veriler tekrar tekrar okunmuş ve ilk fikirler not edilmiştir.
- Veri seti boyunca verinin dikkat çeken özelliklerinin sistematik bir şekilde kodlanması, her bir kodla alakalı olan verilerin bir araya toplanması ile ilk kodlar oluşturulmuştur.
- Kodlar potansiyel temalar altında toplanmış ve tüm veriler ilişkili oldukları olası temaların altında not edilmiştir.
- Temaların, kodlanmış veri içeriğiyle uyumu kontrol edilerek oluşturulan temalar gözden geçirilmiştir.
- Her bir temaya ait özellikler açık bir şekilde tanımlanarak isimlendirilmiştir.
- Son olarak doğrudan alıntı örnekleri ile desteklenerek raporlaştırılmıştır. Alıntılar, öğretmen adaylarına verilen kod isimlerle sunulmuştur.

Verilerin analizi sürecinde güvenilirlik için kodlayıcılar arası uyuma bakılmıştır. Veriler, iki araştırmacı tarafından tekrar tekrar okunarak kodlar ortaya çıkarılmıştır. Araştırmacılar tarafından ayrı ayrı yapılan kodlamalar daha sonra karşılaştırılarak farklı düşünülen bazı kodlamalarda değişiklikler yapılarak son hali verilmiştir. Benzer şekilde temalar da araştırmacılar tarafından ayrı ayrı tanımlanarak isimlendirilmiştir. Fikir ayrılığı yaşanan kodların ilişkili oldukları temalar için araştırmanın dışında kalan nitel araştırma desenleri ile ilgili çalışmaları olan başka bir uzmanın görüşlerine başvurulmuştur. Nihayetinde kodları en iyi temsil ettiği düşünülen temalar üzerinde araştırmacılar ve uzman tarafından uzlaşma sağlanmıştır.

Etik ile İlgili Hususlar

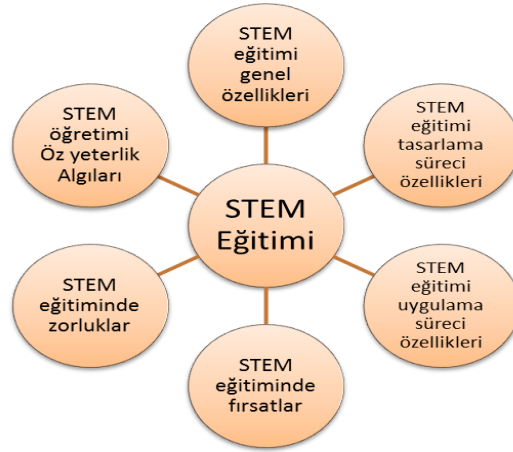
Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Araştırma etiği çerçevesinde, öğretmen adaylarına ders kapsamında bilimsel bir çalışma yapılacağı söylenmiş, çalışma ile ilgili kısa bir bilgi verilmiştir. Çalışmada yer aldıkları takdirde isimlerinin deşifre edilmeyeceği konusunda güvence verilmiştir. Çalışmaya katılmanın gönüllük esasına dayandığı isterlerse yansıtıcı yazı formunu doldurmayabilecekleri söylenmiştir. Tüm adaylar gönüllü olarak çalışmaya katıldıklarını beyan etmişlerdir. Çalışmanın yürütülmesi için gerekli resmi izinler alınmıştır. Çalışma için gerekli etik kurul belgesi alınmıştır.

Tablo 2. Etik kurul bilgileri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı	: Kilis 7 Aralık Üniversitesi Etik Kurulu
Etik değerlendirme kararının tarihi	: 17.07.2020
Etik değerlendirme belgesi sayı numarası	: 2020/20

Bulgular

STEM eğitimi tasarlama ve uygulama sürecine yönelik yansıtıcı yazı formundan elde edilen verilerin analizi sonucunda STEM eğitime ilişkin altı tema ortaya çıkmıştır. Bunlar; STEM eğitimi özellikleri, STEM eğitimi tasarlama süreci özellikleri, STEM eğitimi uygulama süreci özellikleri, STEM eğitiminde fırsatlar, STEM eğitiminde zorluklar ve STEM öğretimi özyeterlik algıları olarak ortaya çıkmıştır. Bu alt temalar Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. STEM eğitime ilişkin temalar

STEM eğitimi tasarlama ve uygulama sürecinde öğretmen adaylarının deneyimlerine ilişkin ifadelerinden ortaya çıkan bu temalar ve ilişkili olan kodların tamamı genel bir fikir vermesi için Tablo 3’te verilmiştir. Ayrıca her bir temaya ilişkin bulgular ayrı bir başlık altında sunulmuş ve öğretmen adaylarının ifadelerinden alıntılarla desteklenerek açıklanmıştır. Örnek alıntılarının ilgili olduğu kodlar, alıntılarının sonunda parantez içinde verilmiştir.

Tablo 3. STEM eğitime ilişkin temalar ve kodlar

Tema	Kodlar
STEM eğitimi genel özellikleri	Ürün ortaya koyma, problem durumu oluşturma, tasarım temelli, yaratıcı süreç, araştırma temelli, mühendislik tasarım becerileri, günlük yaşamla ilişki, prototip çizme, disiplinler arası ilişki, işbirlikli öğrenme
STEM eğitimi tasarlama süreci özellikleri	Kazanımlarla ilişki, günlük hayatla ilişkili, tasarım odaklı, atık malzemeler kullanma, problem durumu oluşturma, ekonomik, ürün ortaya koyma, sınıf ortamında yapılabilir olma, öğrenci düzeyi, STEM disiplinleri arası ilişki
STEM eğitimi uygulama süreci özellikleri	İşbirlikli çalışma, sınıf yönetimi, malzeme temini, tüm fikirlerin tartışılması, araştırma basamağı, problem durumunun anlaşılması, prototip çizimi, prototip ve ürün arasındaki uyum, sürecin tekrar edilmesi
STEM eğitiminde fırsatlar	Problem çözme becerileri, derinlemesine düşünme, iş birlikli öğrenme, aktif katılım, farklı fikirler, 21. yy becerileri, teoriden pratiğe dönüşme, bilimsel süreç becerileri, sorgulama, ürün ortaya koyma, eğlenceli, ilgi çekici, hayal gücü, küçük bilim insanları
STEM eğitiminde zorluklar	Alan bilgisi, sınıf yönetimi, kalabalık sınıflar, fiziksel ortam, bazı öğrenciler için zor olma, güvenlik tedbirleri, her kazanıma uygun olmama, ilkökul düzeyi uygun olmama, örnek/kaynak yetersizliği
STEM öğretimi öz yeterlik algıları	Derse yönelik motivasyon, alan bilgisine katkı, derinlemesine düşünme, yaratıcılık, özgüven, anlamlı hale gelme, keyif alma, yapılabileceğini anlama, stres yaratma, hazırlıkta zorluk, yetersiz hissetme, STEM’i özümseyememe

STEM Eğitimi Genel Özellikleri

Öğretmen adaylarının STEM eğitimi tasarlama ve uygulama süreçlerindeki deneyimlerine ilişkin değerlendirmeleri incelendiğinde benzer ifadeler kullandıkları görülmüştür. STEM eğitimi genel özellikleri teması incelendiğinde bu tema altında ürün ortaya

koyma, problem durumu oluşturma, tasarım temelli, işbirlikli öğrenme, yaratıcı süreç, araştırma temelli, günlük yaşamla ilişki, disiplinler arası kodları karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 4. STEM eğitimi genel özellikleri temasına ilişkin kodlar ve sıklık

Tema	Kodlar	Sıklık
STEM Eğitimi Genel Özellikleri	Fen-Teknoloji-Matematik-Mühendislik	44
	Disiplinler arası	38
	Araştırma temelli	25
	İşbirlikli öğrenme	35
	Yaratıcı süreç	24
	Günlük yaşamla ilişki	32
	Tasarım temelli	15
	Problem durumu	8

Tablo 4 incelendiğinde öğretmen adaylarının tamamının STEM eğitiminin genel özellikleri ile ilgili fen-teknoloji-matematik-mühendislik disiplinlerini bir arada ifade ettikleri görülmektedir. Bunun yanında öğretmen adaylarının çoğunluğu STEM eğitiminin özelliklerini disiplinler arası, araştırma temelli olma, işbirlikli öğrenmeyi sağlama, günlük yaşamla ilişki kurma ifadeleri ile tanımlamışlardır. Öğretmenlerin ifadelerinden doğrudan alıntılar aşağıda verilmiştir.

Cemre: “STEM eğitimi fen-teknoloji-mühendislik ve matematiğin bir arada kullanılması ile üretken ve kapsamlı düşünen öğrenciler yetiştirmektir. Tek düze bir fen anlatımı ve dinleyen öğrenci profilinden sıyrılmaya düşüncesi güzel. Dersin başında keşfetme kısmını yaparken deneyler yaptırarak aslında sınıfa. Deney etkinlikleri de zevkliydi ve çok önemli fen dersleri için ama STEM’de daha çok tasarım ve ortaya bir ürün koyma var ve bunları öğrenciler kendileri yapıyorlar. Yani deneyler de ister istemez belli bir sıra izlenerek yapılıyor ama bu etkinliklerde öğrenci daha serbest ve kendisi düşünmek ve araştırmak zorunda...” (Tasarım temelli, araştırma temelli)

Rana: “STEM bence günlük hayatla ilgili bir problem durumu üzerinden bu problemi fen-teknoloji-mühendislik ve matematik disiplinleri ile ilişkilendirerek çözüm üreten, öğrenciler tarafından tasarlanmış ürünler ortaya koymaktır. Öğrenciler bu süreçte grup çalışmaları yaparlar, araştırmalar yaparlar, fikirler ortaya koyarlar, fikirlerini arkadaşlarıyla tartışır, tasarım yaparlar” (Problem durumu, disiplinler arası, işbirlikli öğrenme, araştırma temelli, tasarım temelli).

STEM Eğitimi Tasarlama Süreci Özellikleri

STEM eğitimi tasarlama süreci özellikleri teması incelendiğinde, bu tema altında iki alt tema karşımıza çıkmıştır. Bunlardan birisi tasarım sürecinde dikkat edilen özellikler diğeri ise tasarım sürecinde yaşanan zorluklar alt temalarıdır. Dikkat edilen özellikler alt temasında; kazanımlarla ilişki, günlük hayatla ilişkili, tasarım temelli, atık malzemeler kullanma, problem durumu oluşturma, ekonomik/basit malzemeler, öğrenci düzeyi, STEM disiplinleri kodları karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte bu alt temada yer alan iki kod, tasarım sürecinde yaşanan zorluklar olarak da ifade edilmiştir. Bunlar konu/kazanımlarla ilişki ve öğrenci düzeyine uygunluk kodlarıdır.

Tablo 5. STEM eğitimi tasarlama süreci özellikleri temasına ilişkin kodlar ve sıklık

Tema	Alt Tema	Kodlar	Sıklık	
STEM Eğitimi Tasarım Süreci Özellikleri	Dikkat edilen özellikler	Tasarım temelli	35	
		Günlük hayatla ilişki kurma	32	
		Atık malzemeler	17	
		Ekonomik/basit malzemeler	12	
		Problem durumu oluşturma	28	
		STEM disiplinleri	16	
		Öğrenci düzeyi	24	
		Konu/kazanımlarla ilişki	18	
		Yaşanan zorluklar	Konu/kazanımla ilişki kurma	15
		Öğrenci düzeyine uygunluk	12	

Tablo 5 incelendiğinde öğretmen adaylarının tasarım sürecinde en çok dikkat ettikleri özellikleri tasarım temelli olma, günlük hayatla ilişki kurma, problem durumu oluşturma ve öğrenci düzeyine uygunluk olarak ifade ettikleri görülmektedir. 15 öğretmen adayı ise tasarım sürecinde konu/kazanımla ilişki kurmakta; 12 öğretmen adayı ise öğrenci düzeyine uygun etkinlik tasarlamakta zorlandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmenlerin ifadelerinden doğrudan alıntılar aşağıda verilmiştir.

Buse: “Başlangıçta bizim konumuz besinler konusuydu. Onunla ilgili etkinlik tasarlayamadık, gerçekten çok zorlandık. Sonra konumuz değişince bizim için daha kolay oldu. STEM eğitiminin özellikleri ile ilgili derste öğrendiğimiz şeylere dikkat ettik etkinliğimizi ve ders planımızı tasarlarken. Öncelikle kendimiz bir problem durumu oluşturduk. Öğrencilerin tasarım yapabilecekleri bir problem durumu ortaya koymaya çalıştık. Problem durumunu yazarken öğrencilerin normal hayatlarında karşılaşılabilecekleri bir sorun olmasına dikkat ettik. Çevremizde çok karşılaşılan bir sorun olan çöplerdeki kirli suları ele aldık ve kirli atık suların çöplerden nasıl ayrıştırılabileceği ile ilgili çözümler geliştirmelerini sağlamak istedik. Bir de yapacakları tasarımların ve prototiplerin atık malzemelerle yapılabilmesine dikkat ettik” (Problem durumu oluşturma, kazanımla ilişki kurma, tasarım temelli, atık malzemeler).

Kerim: “Etkinliğimizi tasarlarken en çok kazanımla ilgili olmasına dikkat ettik. Maddenin halleri konusunda bir etkinlik tasarlamakta zorlandık. En sonunda roket tasarımı yaptırmaya karar verdik. Bu etkinlikte en iyi roketi seçebilmek için farklı farklı tasarımlar yapmalarını sağlamak istedik. Bunun için bazı kriterler koyduk. Sınıfın roket yapımını araştırmaları için süre verdik. Farklı atık malzemeler seçtik amacımız her grubun istediği malzemeyi seçmesini sağlamaktı. Yani şöyle düşündük, bazısı plastik şişeyi seçecek bazısı teneke kutuyu seçecek ve bunların fırlatılma hızı farklı olacak. Farklı seçenekler sunacak şekilde ayarladık ki farklı tasarımlar farklı ürünler ortaya çıksın” (Kazanımla ilişki kurma, tasarım temelli, atık malzemeler).

Tuğba: “İlk olarak STEM eğitimi etkinliğini tasarlama sürecinde verilen kazanıma uygun etkinlik tasarlamaya dikkat ettik. Tasarladığımız etkinliğin 4. sınıf öğrencilerine uygun olması için uğraştık. Acaba “bu sınıfta yapılabilir mi” diye düşündük. Aslında mıknaşlar konusu ile ilgili daha çok problem durumu yazdık ve etkinlik tasarladık. Hem sizinle hem grup arkadaşlarımızla tartıştık bu etkinlik örneklerini ve bunların ilkökul öğrencileri için uygun olmayacağına karar verdik. Sonra çocuklar için daha uygulanabilir olan başka bir etkinlik tasarladık. Etkinliği tasarım sürecinde en zoru buydu. Bence sadece

biz değil diğer gruplar da en çok bunda zorlandı. Bazı konular hariç. Örneğin kuvvet konusu ile ilgili daha çok yaptırılabilir şey var ilkokul öğrencileri için. İnternette de daha çok örnek var. Ama miktatlar için öyle değil” (Kazanımla ilişki kurma, öğrenci düzeyi).

STEM Eğitimi Uygulama Süreci Özellikleri

STEM eğitimi uygulama süreci özellikleri teması incelendiğinde bu tema altında iki alt tema karşımıza çıkmıştır. Bunlardan birisi uygulama sürecinde dikkat edilen özellikler diğeri ise uygulama sürecinde yaşanan zorluklar alt temalarıdır. Dikkat edilen özellikler alt temasında; mühendislik-tasarım döngüsü, işbirlikli çalışma, sınıf yönetimi, farklı fikirlerin tartışılması, tüm öğrencilerin katılımı, problem durumunun anlaşılması, prototip çizimi, prototip çizimi ve prototip arasındaki uyum, yönlendirme yapmama kodları karşımıza çıkmaktadır. Yaşanan zorluklar alt temasında ise, tüm öğrencilerin katılımı, sınıf yönetimi, prototip çizimi kodları karşımıza çıkmıştır.

Tablo 6. STEM eğitimi uygulama süreci özelliklerine ilişkin kodlar ve sıklık

Tema	Alt Tema	Kodlar	Sıklık
STEM Eğitimi Uygulama Süreci Özellikleri	Dikkat edilen özellikler	Mühendislik-tasarım döngüsü	40
		İşbirlikli çalışma	38
		Farklı fikirlerin tartışılması	32
		Problem durumunun anlaşılması	35
		Prototip çizimi	15
		Prototip çizimi ve prototip arasındaki uyum	27
		Yönlendirme yapmama	25
	Yaşanan zorluklar	Tüm öğrencilerin katılımı	12
		Sınıf yönetimi	15
		Prototip çizimi	8

Tablo 6 incelendiğinde öğretmen adaylarının neredeyse tamamının uygulama sürecinde mühendislik-tasarım döngüsünün basamaklarını kullanmaya dikkat ettiklerini belirten ifadeler ortaya koydukları görülmektedir. İşbirlikli çalışma, farklı fikirlerin tartışılması ve problem durumunun anlaşılması ifadeleri de çoğu öğretmen tarafından belirtilmiştir. Bunların yanında 12 öğretmen adayının uygulama sürecinde gruplardaki tüm öğrencilerin sürece eşit bir şekilde katılım göstermelerinde zorlandıklarına yönelik ifadeler kullandıkları görülmektedir. 15 öğretmen adayının ise sınıf yönetiminde zorlandıklarını belirten ifadeler kullandıkları görülmektedir. Az sayıda öğretmen adayının da öğrenci rolündeki arkadaşlarının zihinlerindeki prototip tasarımını çizerken zorlandıkları şeklinde ifadeler ortaya koydukları görülmüştür. Öğretmenlerin ifadelerinden doğrudan alıntılar aşağıda verilmiştir.

Damla: “Uygulama süreci tasarlamaktan daha kolay oldu. Çünkü ders planı yazarken epey uğraştık. Ama yapacaklarımız adım adım belli olduğu için uygularken çok zorlanmadık. Uygularken mühendislik tasarım döngüsünün basamaklarını takip ettik. Yazdığımız problem durumunu tahtaya yansıttık. Herkes okudu. Problem durumunun anlaşılması dikkat ettik. Sonra sorun ile ilgili çözüm önerilerinin ortaya konulması için araştırma yapılması için süre verdik. Gruplarla birebir görüşüp ne yapmaya çalıştıklarını, fikirlerini öğrenmeye çalıştık. Herkesin çizdiği tasarıma uygun prototip

yapmasına dikkat ettik. Çok az farklılıklar oldu bazı gruplarda ancak çok önemli derecede değildi. Herkesin yaptıkları prototipleri sunmalarını sağladık” (Mühendislik tasarım döngüsü, problem durumunun anlaşılması, farklı fikirlerin tartışılması, prototip çizimi ve prototip arasındaki uyum).

Faruk: “Etkinliği uygularken planda yazdıklarımızı yaptık sırayla. Araştırma yapma ve tasarım çizme için gerekli süreyi vermeye çalıştık. Bu süreçte tüm gruplarla konuştuk. En çok getirdiğimiz malzemeler içinden arkadaşların yapacakları prototip için malzemeleri kendilerinin seçmelerine dikkat ettik. Ortaya çıkan ürünlerin hangisinin kriterlere uyduğu konusunda test etmeye çalıştık” (Prototip çizimi, yönlendirme yapmama).

STEM Eğitiminde Fırsatlar

STEM eğitiminde fırsatlar teması incelendiğinde problem çözme becerileri, derinlemesine düşünme, işbirlikli öğrenme, yaparak yaşayarak öğrenme, aktif katılım, 21. yy becerileri, teoriden pratiğe dönüşme, günlük yaşamla ilişkili kurma, bilimsel süreç becerileri, sorgulama, ürün ortaya koyma, eğlenceli/ilgi çekici dersler, yaratıcılık becerisi, kalıcı öğrenme, küçük bilim insanları kodları karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 7. STEM eğitiminde fırsatlar temasına ilişkin kodlar ve sıklık

Tema	Kodlar	Sıklık
STEM Eğitiminde Fırsatlar	Problem çözme becerileri	18
	Derinlemesine düşünme	12
	İşbirlikli öğrenme	40
	Yaparak yaşayarak öğrenme	32
	Aktif katılım	34
	21. yy becerileri	15
	Teoriden pratiğe dönüşme	36
	Günlük yaşamla ilişki kurma	32
	Bilimsel süreç becerileri	12
	Sorgulama becerileri	8
	Ürün ortaya koyma	34
	Eğlenceli/ilgi çekici dersler	30
	Yaratıcılık becerisi	17
	Kalıcı öğrenme	26
Küçük bilim insanları	9	

Tablo 7 incelendiğinde, öğretmen adaylarının STEM eğitiminin sağladığını düşündükleri fırsatlar ile ilgili ortaya koydukları ifadelerde çeşitlilik olduğu görülmektedir. Bununla birlikte bazı ifadeler çoğu öğretmen adayı tarafından ortaya konulmuştur. Eğlenceli/ilgi çekici dersler, ürün ortaya koyma, günlük yaşamla ilişki kurma, teoriden pratiğe dönüşme, işbirlikli öğrenme, aktif katılım, yaparak yaşayarak öğrenme ifadelerinin 30 ve üstü öğretmen tarafından kullanılmış olması dikkat çekici bir bulgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğretmenlerin ifadelerinden doğrudan alıntılar aşağıda verilmiştir.

İsmail: “STEM eğitimi bence öğrencilerin birçok becerisinin gelişmesini sağlar. En başta bir probleme çözüm üretme becerilerini geliştirir. Örneğin bizim yaptığımız

uygulamalarda işbirlikli çalışma ortamı oluştu. Herkes derse aktif katıldı, öneriler sundu. Eğlenceli geçti. Normal derslerin aksine ders sonunda bir ürün ortaya kondu. Hep derslerde yaratıcılık, hayal gücü önemli deriz. Bu etkinliklerde hayal gücümüzü ve yaratıcılığımızı kullandık. Bence çocuklar bize göre çok daha yaratıcılar. Onlarla bizim hiç aklımıza gelmeyen daha güzel şeyler ortaya çıkabileceğini düşünüyorum” (Problem çözme becerileri, aktif katılım, eğlenceli/ilgi çekici dersler, ürün ortaya koyma, yaratıcılık).

Gözde: “STEM eğitimi yaklaşımının sınıfta uygulanması öğrenciler için eğlencelidir. Fen derslerine karşı ilgiyi artırır bence. Öğrencilerin fen derslerini genelde zor bulduklarını düşünüyorum. Böyle bir uygulama ile ön yargılar kırılabilir. Ayrıca kendileri sürece dâhil oldukları için ve sürecin basamaklarında araştırma yapma, fikir alışverişinde bulunma, çözüm üretme, tasarlama gibi adımlar olduğu için öğrencilerin bilimsel süreç becerileri gelişir” (Eğlenceli/ilgi çekici dersler, aktif katılım, bilimsel süreç becerileri).

Eda: “STEM yaklaşımı 21. yy becerileri açısından sisteme uygun ve öğrencinin kendisini göstermesi açısından çok güzel bir yaklaşım. Çünkü öğrenciyi farkında olmadan çeşitli alanları birlikte kullanmaya teşvik ediyor ve öğrenci kendisini geliştiriyor, becerilerinin farkına varıyor” (21. yy becerileri).

STEM Eğitiminde Zorluklar

STEM eğitiminde zorluklar kategorisi incelendiğinde Alan bilgisi, sınıf yönetimi, kalabalık sınıflar, fiziksel ortam, bazı öğrenciler için zor olma, her kazanıma uygun olmama, ilkökul düzeyine uygun olmama kodları karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 8. STEM eğitiminde zorluklar temasına ilişkin kodlar ve sıklık

Tema	Kodlar	Sıklık
STEM Eğitiminde Zorluklar	Alan bilgisi eksikliği	15
	Sınıf yönetimi	22
	Kalabalık sınıflar	25
	Fiziksel ortam uygunluğu	18
	Bazı öğrenciler için zor olma	16
	Her konu/kazanıma uygun olmama	26
	İlkokul düzeyine uygun olmama	9

Tablo 8 incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM eğitiminde zorluklarla ilgili en çok sınıf yönetimi, kalabalık sınıflar ve her konu/kazanıma uygun olmama şeklinde ifade ettikleri görülmektedir. Bununla birlikte nispeten az sayıda öğretmen adayı alan bilgisi eksikliği, fiziksel ortam uygunluğu, bazı öğrenciler için zor olma ve ilkökul düzeyine uygun olmama şeklinde STEM eğitimindeki zorluklara yönelik düşüncelerini ortaya koymuşlardır. Öğretmenlerin ifadelerinden doğrudan alıntılar aşağıda verilmiştir.

Aslı: “Sınıfımız kalabalık olduğu için, etkinlik sırasında gruptaki öğrencilerden kim ne yaptı, bütün öğrenciler fikirlerini paylaştı mı, hepsi araştırma yapıp fikirlerini sundu mu bunları kontrol etmekte zorlandım... Bizim konumuzda olmadı ancak bazı etkinliklerde sınıfta bir kargaşa oldu, arkadaşlarım tam olarak sınıfı idare edemedi. Gerçek sınıf ortamında da böyle durumlar yaşanabilir diye düşünüyorum” (Kalabalık sınıflar, sınıf yönetimi).

Cemal: “Bence her öğrencinin sürece aynı oranda katılması mümkün değil. Bizim sınıfta da gruplarda bazı kişiler öne çıktı genellikle. Her öğrenci düzeyi için uygun değil bence. Bazı daha zorlanan öğrenciler dersten kopabilir. Bazı öğrenciler ise öne çıkabilir. Öğretmenin bunu hep kontrol etmesi zor bence” (Bazı öğrenciler için zor olma, ilkökul düzeyine uygun olmama).

STEM Öğretimi Öz Yeterlik Algıları

STEM öğretimi öz yeterlik algıları teması incelendiğinde derse yönelik motivasyon, alan bilgisine katkı, derinlemesine düşünme, yaratıcılık, özgüven, anlamlı hale gelme, özgüven, keyif alma, yapılabileceğini anlama, stres yaratma, uzun hazırlık süreci, yetersiz hissetme, STEM’i özümseyememe kodları karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 9. STEM öğretimi öz yeterlik algıları temasına ilişkin kodlar ve sıklık

Tema	Öz Yeterlik Algısı			Kodlar	Sıklık
	Uygulama Öncesi	Uygulama Sonrası	N		
STEM Öğretimi Öz Yeterlik Algıları	Olumsuz	Olumlu	22	Motivasyon sağlama	29
				Alan bilgisine katkı	24
				Kendini geliştirme	30
				Derinlemesine düşünme	21
				Yaratıcılığı geliştirme	18
				Özgüven kazanma	20
	Olumlu	Olumlu	15	Anlamlandırma	12
				Keyif alma	15
				Yapılabileceğini anlama	9
				Hazırlık sürecindeki zorluklar	7
Olumsuz	Olumsuz	7	STEM’i özümseyememe	6	
			Stres yaratma	3	

Tablo 9 incelendiğinde, çalışmaya katılan 44 öğretmen adayından 7’sinin uygulama öncesi olumsuz olan öz yeterlik algılarının uygulama sonrasında değişmediği görülmektedir. Geriye kalan 37 öğretmen adayının öz yeterlik algılarının uygulama başında ve sonunda olumlu olduğu görülmektedir. STEM öğretime yönelik öz yeterlik algıları olumlu olan bu öğretmen adaylarından 22’sinin uygulamanın başında STEM öğretimi öz yeterliliklerine ilişkin olumsuz düşüncelerinin; 15’inin ise uygulamanın başında ve sonunda bu konudaki algılarının olumlu olduğu görülmektedir. STEM öğretime yönelik olumsuz öz yeterlik algısına sahip öğretmen adayları bu konu ile ilgili düşüncelerini stres yaratma, hazırlık sürecindeki zorluklar, STEM’i özümseyememe, yetersiz hissetme ifadeleri ile ortaya koymuşlardır. Olumlu algılara sahip olduklarına yönelik ifadeler ortaya koyan diğer öğretmen adaylarının ise bu düşüncelerini motivasyon sağlama, alan bilgisine katkı, derinlemesine düşünme, yaratıcılığı geliştirme, özgüven kazanma, anlamlandırma, keyif alma, yapılabileceğini anlama ifadeleri ile belirtmişlerdir. Öğretmenlerin ifadelerinden doğrudan alıntılar aşağıda verilmiştir.

Rana: “Açıkçası ben uygulamayı pek düşünmem. Ben üniversite öğrencisi olduğum halde bazı etkinlikleri yaparken çok zorlandım. Hem öğrenci olarak diğer arkadaşlar

uygularken zorlandım hem de kendim etkinlik tasarlarırken ve sınıfta uygularken zorlandım resmen strese girdim bence diğer türlü fen dersleri daha eğlenceli. Yani ben çok yaptırabileceğimi zannetmiyorum öğrencilere” (Stres yaratma).

Cemre: “Uygulamalardan önce STEM ile ilgili yapılamayacağı yani başarılı olunamayacağı ile ilgili ön yargılarım vardı fakat yapınca gayet keyifli olabileceğini gördüm. Hem kendim de daha çok araştırmak zorunda kaldım. Normalde kuvvet konusu ile ilgili bu kadar çok şey okumazdım bence. STEM etkinliği yazabilmek için daha çok araştırma yapmak zorunda kaldık. Bildiğim bir konu olmasına rağmen farklı bilgiler de çıktı karşıma kendimi geliştirmeme neden olduğunu düşünüyorum... Ben öğretmen olduğum zaman mümkün olduğu kadar böyle etkinlikler yaptırabileceğimi düşünüyorum” (Alan bilgisine katkı, kendini geliştirme, keyif alma).

Zehra: “Uygulamadan önce böyle bir ders işlemenin zor olacağını ve çok etkili olmayacağını düşünmüştüm. Uyguladıktan sonra düşüncelerimde olumlu değişiklikler oldu. Ben öğretmen olunca yaptırmayı düşünüyorum artık. Başlangıçta korktuğum kadar olmadı. Aksine eğlenceli oldu” (Keyif alma, yapılabileceğini anlama).

Gamze: “Uygulama yapmadan önce STEM eğitimi ile ilgili farklı örnekler görmüştük, videolar izlemiştik. Bunlar bana zaten bu eğitimle ders yapılabileceği ile ilgili fikir vermişti. Ancak tabii uygulamadan sonra bu fikirlerim pekişti. Çünkü bazen teori ile pratik örtüşmüyor. Hem kendim yaptım hem arkadaşlarımdan yaptıklarını gördüm. Aksilikler de oldu. Onları da görmek iyi bence. Bazı gruplar başta kazanımları ile ilgili etkinlik hazırlayamadılar. Bunları da tartıştık. Yani olumlu olumsuz birçok şey gördük. Bunların hepsinin bana STEM ile ilgili katkı sunduğunu düşünüyorum. Uygulamadan sonra daha çok yapabileceğimi düşünüyorum” (Alan bilgisine katkı, özgüven kazanma).

Gözde: “İlk başta STEM eğitimi ile aram hiç iyi değildi. Fakat sonradan üstünde düşünmeye başladım. Sınıfta yapıldıkça ilgim ve derse yönelik motivasyonum arttı. Özellikle bazı etkinlikler çok keyifli geçti. Sadece şu var bence bunu sınıfta yapmak için önceden düşünmek planlamak gerekiyor. Kitaplardaki hazır deneyleri yaptırmaktan daha zor kesinlikle ama daha faydalı olabilir. Ben öğretmen olduğum zaman en azından bir ya da iki konuda hazırlanıp yaptırabilirim. Hatta bu derslerde bazı yapılanlardan örnek alabilirim” (Keyif alma, motivasyon sağlama).

Ece: “Ben öğretmen olunca uygulamayı kesinlikle düşünüyorum. Üniversitede okuyan öğretmen adayı olarak bana çok şey kattı. Çok eksik olduğumu düşündüm. Bu uygulamaların okul öncesinden başlayıp üniversiteye kadar devam ettirilmesi lazım. Biz de bu şekilde eğitim alsaydık şu anda çok daha yaratıcı bir öğretmen olurdu. Ama çok geç olduğunu düşünmüyorum” (Kendini geliştirme, yaratıcılığı geliştirme).

Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada, sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimi yaklaşımını tasarlama ve uygulama sürecinde yaşadıkları deneyimleri incelenmiştir. Öğretmen adaylarının cevapladığı yansıtıcı yazı formlarından elde edilen verilerin analizi sonucunda; STEM eğitimi özellikleri, STEM eğitimi tasarlama süreci özellikleri, STEM eğitimi uygulama süreci özellikleri, STEM eğitiminde fırsatlar, STEM eğitiminde zorluklar ve son olarak STEM öğretimi öz yeterlik algıları temaları ortaya konmuştur.

Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitiminin genel özelliklerine ilişkin yansıtıcı yazı formlarındaki ifadeleri incelendiğinde ürün ortaya koyma, problem durumu oluşturma, tasarım temelli, yaratıcı süreç, araştırma temelli, günlük yaşamla ilişki, disiplinler arası, işbirlikli

öğrenme ifadelerini kullandıkları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının STEM eğitiminin genel özellikleri ile ilgili görüşlerinin bu yaklaşımın literatürde yer alan özellikleri ile örtüştüğü görülmektedir. Öğrencilerin iş birliği içinde çalışmaları, günlük yaşamlarında karşılaşılabilecekleri problem durumlarının ortaya konması, bu problem durumlarının çözümüne ilişkin araştırma, tasarlama becerilerinin kullanılmasına yönelik durumların bir arada kullanılması STEM eğitiminin doğasında vardır. Çalışmanın kavramsal çerçevesinin sunulduğu giriş kısmında da belirtildiği gibi günümüzde STEM eğitimi denilince, birbirinden bağımsız şekilde disiplinlerin öğretilmesi değil karmaşık bir problemin disiplinler arası bir yaklaşımla çözümüne ilişkin eğitim yaklaşımı akla gelmektedir (Karataş, 2018). STEM eğitimi ile öğrencilerin gerçek hayattaki problemleri disiplinler arası bir anlayışla çözmelerini sağlayacak öğrenme ortamları oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bu bağlamda çalışmaya katılan öğretmen adaylarının STEM eğitiminin doğasına uygun özellikler ortaya koydukları söylenebilir.

Öğretmen adaylarının STEM eğitimini tasarlama sürecindeki deneyimlerine ilişkin görüşleri incelendiğinde kazanımlarla ilişki, günlük hayatla ilişkili, tasarım temelli, atık malzemeler kullanma, problem durumu oluşturma, ekonomik/basit malzemeler, öğrenci düzeyi, STEM disiplinleri arası ilişki, malzeme temini ifadeleri karşımıza çıkmaktadır. Öğretmen adaylarının STEM eğitim etkinliği tasarlama süreci için ortaya koydukları problem durumu oluşturma, günlük hayatla ilişki kurma, STEM disiplinleri arası ilişki kurma, mühendislik-tasarım döngüsü ile ilgili ifadelerinin STEM eğitimi tanımıyla örtüştüğü görülmektedir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili etkinlik tasarlama sürecini STEM eğitiminin literatürde yer alan özelliklerine uygun şekilde yapılandırdıkları söylenebilir. Bunların yanında, bu temayla ilgili ortaya çıkan ifadelerden bazılarının etkinliklerin tasarlanması sürecinde yaşanan zorluklarla ilgili olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının çoğunluğu STEM eğitimi ile ilgili etkinlik tasarlarken kazanımla ilişki kurma ve öğrenci düzeyine uygun etkinlik hazırlama aşamalarında zorluk yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bununla birlikte az sayıda öğretmen adayı etkinliklerle ilgili malzeme temin etme noktasında zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Tasarım sürecinde yaşanan bu zorlukların fen bilimleri öğretiminde eğitimcilere çerçeve sunan fen bilimleri dersi öğretim programında bu konuya yönelik eksik açıklamalardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Programda fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarından bahsedilmekle beraber bunların hangi kazanımlarla ilişkilendirileceği, hangi materyallerin kullanılacağı, hangi yöntem ve tekniklerle desteklenebileceği ve nasıl uygulanacağı ile ilgili açıklamalar bulunmamaktadır. Nitekim ders kitaplarında da konu ile ilgili doğrudan etkinlikler yer almamaktadır. Bu gibi etkenler, süreci tasarlayan öğretmen adaylarının zorluk yaşamalarına neden olmuş olabilir.

STEM eğitiminin uygulanması süreci ile ilgili öğretmen adaylarının görüşleri incelendiğinde ise, tasarlama süreci ile ilgili düşüncelerde olduğu gibi hem olumlu hem de olumsuz bazı ifadelerin ortaya konduğu görülmüştür. STEM eğitimi uygulama süreci özellikleri ile ilgili ifadeler; mühendislik-tasarım döngüsü, işbirlikli çalışma, sınıf yönetimi, farklı fikirlerin tartışılması, araştırma basamağı, tüm öğrencilerin katılımı, problem durumunun anlaşılması,

prototip çizimi, prototip ve ürün arasındaki uyum, yönlendirme yapmama olarak ortaya çıkmaktadır. Öğretmen adaylarının çoğunluğu uygulama sürecinde mühendislik tasarım döngüsünün adımlarını uygulamaya, araştırma basamağı için yeterli süre vermeye, problem durumunun anlaşılmasına, yönlendirme yapmamaya, prototip tasarımının çizilmesine ve çizilen prototip tasarımı ile ortaya çıkan prototip ürün arasındaki uyuma dikkat ettiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının tamamına yakını uygulama sürecinin işbirlikli öğrenme yaklaşımı ile yürütüldüğünü ifade etmişlerdir. Ortaya konan bu ifadelerden hareketle, öğretmen adaylarının uygulama sürecine ilişkin STEM eğitimin doğasına uygun özellikler ifade ettikleri söylenebilir. Bunların yanında, sınıf yönetimi, tüm öğrencilerin sürece katılımının sağlanması ve prototip çizimi ile ilgili ifadeler uygulama sürecinde yaşanan zorluklara ilişkin ifadeler olarak karşımıza çıkmıştır. Öğretmen adaylarının yarısına yakını uygulama sürecinde sınıf yönetiminde ve her öğrencinin grup içinde eşit şekilde etkinliklere katılımını sağlamada zorlandıklarını belirtmişlerdir. Literatürde öğretmen ya da öğretmen adaylarının STEM eğitimi tasarlayıp uyguladıkları bu araştırmaya benzer çalışmalarda benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Bozkurt-Altan, Yamak ve Buluş Kırıkkaya (2016) bir çalışmada, STEM eğitimi yaklaşım tasarımı ve uygulama sürecini fen bilgisi öğretmen adaylarının değerlendirmelerini amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda STEM yaklaşımının en güçlü yanının yaparak yaşayarak öğrenmeyi ve kalıcı öğrenmeyi sağladığı, motive edici olması, sorgulamaya dayalı olması, fen ve günlük yaşam arasındaki ilişkiyi anlamaya yardımcı olma, eğlenceli olma gibi olumlu görüşler tespit etmişlerdir Bunun yanında, öğretmen adaylarının uygulama sürecinde; olası çözümlerin geliştirilmesi, prototipin yapılması, en iyi çözümün belirlenmesi, problemin tanımlanması gibi mühendislik tasarım süreci basamaklarında zorluk yaşadıklarını ortaya koymuşlardır. Bozkurt-Altan, Yamak ve Buluş Kırıkkaya (2016) fen öğretmen adayları ile yaptıkları tasarım tabanlı FeTeMM eğitiminin öğretmen adayları tarafından değerlendirilmelerini inceledikleri çalışma sonucunda, tasarım sürecinin yaparak öğrenmeyi sağladığı, motive edici olduğu ve kalıcı öğrenmeyi sağladığı ile ilgili görüşlere ulaşmışlardır. Benzer şekilde, Siew, Amir ve Chong (2015), öğretmen ve öğretmen adaylarının fen derslerinde uygulanan STEM yaklaşımına yönelik görüşlerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, öğretmen ve öğretmen adaylarının bir model tasarlamadan yaratıcılığı, düşünme becerilerini ve bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğine yönelik görüşler ortaya çıkmıştır. STEM eğitiminin tasarlanması ve uygulanması süreçlerine ilişkin özelliklerle ilgili ortaya çıkan bu sonuçlar çalışmada STEM eğitiminde fırsatlar ve STEM eğitiminde zorluklar temaları ile ilgili ortaya çıkan sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Öğretmen adaylarının çoğunluğu, STEM eğitimi yaklaşımının eğitimde sunduğu fırsatlar ile ilgili bu yaklaşımın eğitimde kullanılmasının pek çok olumlu özelliğinin olduğunu ortaya koymuşlardır. STEM eğitiminde fırsatlar ile ilgili; problem çözme becerileri, derinlemesine düşünme, işbirlikli öğrenme, yaparak yaşayarak öğrenme, aktif katılım, 21. yy becerileri, teoriden pratiğe dönüşme, günlük yaşamla ilişki kurma, bilimsel süreç becerileri, sorgulama, ürün ortaya koyma, eğlenceli, ilgi çekici dersler, yaratıcılık becerisi, kalıcı öğrenme, küçük bilim insanları ifadeleri karşımıza çıkmaktadır. Literatürde araştırmanın bu sonucu ile benzer sonuçlar ortaya koyan pek çok çalışma olduğu görülmektedir. Hacıoğlu, Yamak ve Kavak (2016)

mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşlerini ortaya çıkarmayı amaçladıkları çalışmada, mühendislik tasarım temelli fen eğitimi hizmet içi kursu alan 65 fen bilgisi öğretmeninden etkinlik sürecine katılan 55 fen bilgisi öğretmeni ile çalışmışlardır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin etkinlikler sonrasında, kendilerinin mesleki gelişim gösterdiklerini ifade etmişlerdir. Bunun yanında, öğrencilerin sorgulama, yaratıcı düşünme, problem çözme, grup halinde çalışabilme gibi 21. Yy becerilerinin gelişebileceğini ayrıca kariyer bilincinin ve bilim-toplum ilişkisinin daha iyi kavrayabileceklerine yönelik ifadeler kullandıkları belirlenmiştir. Ensari (2017), fizik öğretmen adaylarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitimi ve FeTeMM etkinlikleri hakkındaki görüşlerini ortaya koymayı amaçladığı tez çalışmasında fizik öğretmenliği 5. Sınıfta öğrenim gören sekiz öğretmen adayı ile çalışmıştır. Bu öğretmen adaylarına ders kapsamında FeTeMM eğitimi ve FeTeMM etkinlikleri üzerine araştırmalar yaptırılmıştır. Daha sonra bu öğretmen adaylarının 20 ortaokul öğrencisi ile altı FeTeMM etkinliği yapmaları sağlanmıştır. Süreç sonunda öğretmen adayları, FeTeMM etkinliklerinin dersi daha eğlenceli ve dikkat çekici hale getirdiğini, öğrenilenleri daha kalıcı kıldığını, derse aktif katılımı sağladığını ve bu tarz etkinliklerin ders konularını daha anlaşılır hale getirdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, öğretmen adayları, FeTeMM etkinliklerini hazırlarken zorluk çekmediklerini, motivasyonlarının olumlu yönde arttığını ve öğretmenliğe başladıklarında benzer uygulamaları kendi derslerinde kullanmak istediklerini belirtmişlerdir. Eroğlu ve Bektaş (2016)'ın yaptıkları bir çalışmada ise çalışma grubunu oluşturan öğretmenler STEM eğitime yönelik olumlu görüşler ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, STEM eğitimi almış fen öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinliklerine yönelik görüşlerini incelemeyi amaçladıkları çalışmada, STEM eğitimi ile ilgili beş günlük bir eğitim almış ve öğrencileri ile örnek uygulamalar yapmış olan beş fen bilimleri dersi öğretmeni ile çalışmışlardır. Fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda ortaya çıkan olumlu ifadeler, motivasyon ve ilgiyi arttırma, bilimsel süreç becerilerini ve psikomotor beceri geliştirme, yaratıcılık ve üretkenliği geliştirme, olumlu bakış açısı kazandırma, fen derslerinde verimli /keyifli vakit geçirmelerini sağlama, başka alanlarda başarılı olmalarını sağlama ve sorumluluk bilinci kazandırma şeklinde sıralanmıştır. Benzer şekilde Özçakır-Sümen ve Çalışıcı (2016) yaptıkları çalışma sonucunda FeTeMM etkinliklerinin derse aktif katılımı sağladığına bu nedenle derslerin daha verimli olduğuna vurgu yapmışlardır. Bozkurt-Altan, Yamak ve Buluş Kırıkkaya (2016) ise yaptıkları çalışmada FeTeMM eğitiminin kalıcı öğrenmeler sağladığı, motive edici ve eğlenceli olduğu sonucuna varmışlardır.

Çalışmada elde edilen sonuçlardan bir diğeri, öğretmen adaylarının STEM eğitiminde yaşanan zorluklara ilişkin ortaya koydukları görüşlerdir. Öğretmen adaylarının çoğunluğu STEM eğitiminde karşılaşılan zorlukları ortaya koyan benzer ifadeler kullanmışlardır. Bu ifadeler; alan bilgisi, sınıf yönetimi, kalabalık sınıflar, fiziksel ortam, bazı öğrenciler için zor olma, her kazanıma uygun olmama, ilkökul düzeyi uygun olmama olarak karşımıza çıkmaktadır. Literatürde benzer şekilde STEM eğitimi ile ilgili yaşanan ya da yaşanabilecek olumsuz durumları ortaya koyan çalışmalar vardır. Eroğlu ve Bektaş (2016) da yaptıkları çalışmada STEM temelli ders etkinliklerinin birtakım zorluklarının da olduğunu tespit etmişlerdir. Bu zorlukları; zaman, malzeme sıkıntısı, amaç haline getirme ve konuya hâkim

olma zorunluluğu olarak belirtmişlerdir. Bagiati ve Evangelou (2015) da STEM eğitiminde mühendislik disiplinini uygulayan okul öncesi öğretmenleri bu eğitimi yaklaşımının zorluğu olarak zamanın yetersizliğini vurgulamışlardır. Ryu, Mentzer ve Knobloch (2019), STEM disiplinleri ile ilişkili farklı alanlardaki 6 ortaöğretim öğretmen adayı ile çalışmışlardır. Bu araştırma için araştırmacılar tarafından öğretmen adaylarına yönelik bütünleşmiş bir STEM eğitim yöntemleri kursu geliştirilmiştir. Kursun sonunda, öğrencilerin STEM entegrasyonu deneyimlerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda öğrenciler, STEM entegrasyon derslerini başarıyla geliştirip öğretirken, birtakım zorluklar ile karşı karşıya kaldıklarını belirtmişlerdir. Bunlar, mevcut okul yapısı, müfredat ve öğretim yaklaşımları, bütünleşmiş STEM derslerini geliştirmek ve uygulamak için gerekli olan zaman, sınırlı disiplinler arası anlayış rol modellerin eksikliği olarak ortaya çıkmıştır. Bunlarla birlikte araştırmacılar, katılımcıların sadece belirli konuların ve konu alanlarının STEM entegrasyonu için fırsatlar sunduğuna inandıklarını belirtmişlerdir.

Çalışmada STEM eğitimi ile ilgili zorluklara ilişkin öğretmen adayları tarafından en çok vurgulanan nokta konu ve kazanımlara uygun etkinlikler hazırlamada yaşanan zorluklarla ilgilidir. Bu durumun Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında doğrudan STEM ile ilişkilendirilmiş kazanımların olmamasından ve ders kitaplarında kazanımlara yönelik STEM ile ilgili etkinlik örneklerinin yer almıyor olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca iki grup öncelikle belirlenen “yer kabuğunun yapısı” ve “besinlerimiz” konuları ve bu konulara ilişkin kazanımlara yönelik STEM etkinliği tasarlayamadıkları için konularını değiştirmek zorunda kalmışlardır. Bu durum öncelikle etkinliklerin ilkökul 4. sınıf seviyesine uygun olması zorunluluğundan kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim bu konularla ilgili öğretmen adayları tarafından önerilen bazı etkinliklerin ilkökul 4. sınıf seviyesinde olmadığı belirlenmiş ve uygulanmamıştır. Bu durum, konularla ilgili etkinlik tasarlamaya çalışan öğretmen adaylarının ve onlara rehberlik eden araştırmacıların sınırlılığı ile ilgili olabileceği şeklinde yorumlanabilmekle birlikte bu konularla ilgili ilkökul 4. sınıf düzeyinde literatürde herhangi bir STEM etkinliğine rastlanılmadığına dikkat çekmek gerekmektedir. Mercan Hübek (2014), çalışmasında ortaokul 6., 7. ve 8. sınıf fen ve teknoloji öğretim programında mühendislik tasarım yönteminin uygulanabileceği konuların analizini yapmış ve alternatif enerji kaynakları öğretim materyalleri hazırlamıştır. Çalışma sonucunda mühendislik tasarım kriterlerine ve fen eğitimi literatürüne göre 6., 7. ve 8. sınıf Fen ve Teknoloji Öğretim programında “Canlılar ve Hayat, Hücre Bölünmesi ve Kalıtım, Kuvvet ve Hareket, Ses, Vücudumuzdaki Sistemler, Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme, Madde ve Isı, Yaşamımızdaki Elektrik, Maddenin Halleri ve Isı, Canlılar ve Enerji İlişkisi, İnsan ve Çevre ve yer kabuğu nelerden oluşur?” ünitelerinin mühendislik tasarım yöntemine uygun olduğunu belirtmiştir. Bu çalışma sonuçlarından STEM eğitimi ile ilgili konu ve kazanımlara yönelik etkinliklerin oluşturulmasında sınıf düzeyi faktörünün önemli bir etkisinin olduğu söylenebilir.

Çalışmanın dikkat çeken sonuçlarından birisi STEM eğitimi tasarlama ve uygulama sürecinin sınıf öğretmeni adaylarının STEM öğretimi öz yeterlik algılarını nasıl etkilediği ile ilgili düşüncelerinde ortaya çıkan ifadelerdir. Çalışmaya katılan 44 öğretmen adayından yedisi

öğretmen oldukları zaman bu yaklaşımla ders işleyişi gerçekleştirebileceklerini düşünmediklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının STEM öğretimine yönelik bu algılarının nedenleri olarak stres yaratma, hazırlık sürecindeki zorluklar, STEM'i özümseyememe, yetersiz hissetme ifadelerini kullanmışlardır. 15 öğretmen adayı ise sürecin başlangıcında STEM ile ilgili verilen eğitim sırasında öğrendikleri teorik bilgilerden ve sınıfta incelenen örneklerden dolayı zaten bu yaklaşım ile ilgili olumlu düşüncelere sahip olduklarını ve öğretmen oldukları zaman derslerinde kullanabileceklerini düşündüklerini ancak kendilerinin tasarlama ve uygulama yapmış olmalarının bu yöndeki algılarını pekiştirdiğini ve süreç sonunda kendilerini daha yeterli hissettiklerini ifade etmişlerdir. 22 öğretmen adayı ise sürecin başında kendilerine çok yakın hissetmedikleri bu yaklaşıma karşı süreç sonunda sonra görüşlerinde olumlu bir değişiklik olduğunu ifade etmişlerdir. Bu görüşlerinin nedenleri olarak derse yönelik motivasyon sağlama, alan bilgisine katkı, kendini geliştirme, derinlemesine düşünme, yaratıcılığı geliştirme, özgüven kazanma, anlamlandırma, keyif alma, yapılabileceğini anlama ifadelerini kullanmışlardır. STEM eğitimi tasarlama ve uygulama sürecinin öğretmen adaylarının çoğunluğunun STEM eğitimi öz yeterlik algılarını olumlu şekilde etkilediği söylenebilir. Öğretmen oldukları zaman bu yaklaşımı derslerine entegre edebileceklerine inanan öğretmen adaylarının bu entegrasyonu STEM eğitimi yapılabilecek konu ve kazanımlarda kullanabileceklerini ifadelerinde belirttiklerini vurgulamak gerekmektedir. Nitekim bunun çok daha gerçekçi bir sonuç olduğu düşünülmektedir. Araştırmadan elde edilen bu sonuçtan hareketle STEM eğitimi tasarlama ve uygulama sürecini deneyimleyen öğretmen adaylarının STEM öğretimine yönelik öz yeterlik algılarının olumlu etki ettiği söylenebilir. Öğretmen adaylarının çoğunluğunun algılarını olumlu olarak etkilemesinde süreçte uygulanan STEM eğitiminin basit malzemelerle, sınıf ortamında, ders saatlerinde yapılabilecek etkinlikler şeklinde tasarlanıp uygulanmalarının sağlanmış olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Literatürde araştırmanın sonuçları ile benzerlik gösteren çalışmalar yer almaktadır. Bozkurt (2014) FeTeMM laboratuvar uygulamalarının sonunda, fen bilgisi öğretmen adaylarının, mühendislik tabanlı FeTeMM eğitimini öğretmenlik mesleğine başladığında kullanmaya istekli olduklarını belirlemiştir. Uğraş (2017)'in okulöncesi öğretmenlerle yapmış olduğu çalışmada ilk öğretmenlere 8 haftalık STEM eğitimi verilmiştir. Bu eğitimden sonra okulöncesi öğretmenlerden STEM yaklaşımı hakkındaki görüşleri alınmıştır. Çalışmanın sonucunda öğretmenler STEM temalı bir eğitim almak istediklerini, STEM eğitimini sınıflarında uygulamak istediklerini belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Akaygun ve Aslan-Tutak (2016) kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimine ilişkin bakış açılarının olumlu yönde geliştiğini vurgulamaktadır.

Radloff ve Guzey (2017), iki sınıf öğretmeni adayı ile gerçekleştirdikleri durum çalışmasında, öğretmen adaylarının video analizi ve yansıtma sonrası STEM eğitim anlayışlarındaki değişiklikleri incelemişlerdir. Bulgular bu uygulamanın öğretmen adaylarının entegre STEM eğitimi ile ilgili kavramlarını geliştirebildiğini ortaya koymuştur. Araştırmacılar, uygulamadan önce öğretmen adaylarının STEM disiplinleri arasındaki entegrasyondan bahsetmediklerini, uygulamadan sonra ise entegrasyonu yaptıklarını ayrıca yeniden tasarım ve mühendislik tasarım süreci gibi kavramları ifade ettiklerini ortaya koymuşlardır. Bununla

birlikte her iki öğretmen adayının da kendi sınıflarında bütünleşmiş STEM'i nasıl kullanabileceklerini düşünebildiklerini ve içselleştirebildiklerini tespit etmişlerdir.

Araştırmanın sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, ortaya çıkan önemli sonuçlardan birisi öğretmen adaylarının STEM eğitimi tasarlama ve uygulama sürecinde yaşadıkları deneyimlere ilişkin daha çok olumlu düşünceler ortaya koymuş olmalarıdır. Bununla birlikte öğretmen adaylarının süreçte yaşadıkları bazı olumsuz durumlar da ifadeleri doğrultusunda belirlenmiştir. STEM eğitimi ile ilgili olumlu durumların pekiştirilmesi ve süreçte kullanılması, olumsuz durumların ise giderilmeye çalışılması için gelecekte bu yaklaşımı derslerine entegre etmeleri beklenen öğretmen adaylarının deneyimleri sonucu ortaya çıkan bu görüşler tartışmasız çok önemlidir. Bununla birlikte araştırmada ortaya çıkan bir diğer dikkat çekici sonuç, STEM eğitimi tasarlama ve uygulama fırsatı sunulan öğretmen adaylarının süreç sonunda, STEM öğretimi öz yeterliklerine ilişkin görüşlerinde ortaya çıkan olumlu ifadelerdir. Bu noktada STEM eğitimi tasarlama ve uygulama deneyimlerinin öğretmen adaylarının bu yaklaşımı kullanabilmeye yönelik öz yeterlik algılarını olumlu etkilediği söylenebilir. Ayrıca bu durum, olumlu algılara sahip öğretmen adaylarının bu yaklaşımı ileride kendi sınıflarına entegre etme eğilimlerinin olduğu şeklinde yorumlanabilir. Araştırmada elde edilen sonuçlardan hareketle aşağıda bazı öneriler sunulmuştur.

Öneriler

Bu araştırmada elde edilen sonuçlar, çalışmanın doğası gereği genellenebilir olmasa da STEM'in öğretim programlarına ve sınıf ortamlarına entegrasyonu ile ilgili süreçler açısından fikir vermektedir. Öğretmen adaylarının STEM eğitimi tasarlama ve uygulamada yaşadıkları zorluklara ilişkin ifadelerinden hareketle bazı değişiklikler ve iyileştirmeler için bazı adımlar atılması önemli görülmektedir. Örneğin, fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan kazanımlar STEM kazanımları ile ilişkilendirilerek yer alabilir. Ders kitaplarındaki bu konu ile ilgili etkinliklerin sayısı ve niteliğinin artırılması ile ilgili çalışmalar yapılabilir.

STEM etkinlikleri tasarlama ve uygulama deneyimlerinin STEM öğretimi öz yeterlik algılarına olan olumlu yansımalarından hareketle eğitim fakültelerinde bu konu ile ilgili uygulamalı derslerin yer alması sağlanabilir. Buna ek olarak öğretmenlik uygulaması dersleri öğretmen adaylarının STEM ile ilgili ders planlayarak gerçek sınıf ortamlarında uygulama yapmaları için fırsat sunabilir. Tüm bunların öğretmen adaylarının öğretmen oldukları zaman kendilerini STEM konusunda daha etkin ve rahat hissetmelerini sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte alanda bu konu ile ilgili çalışmalar yapan araştırmacıların daha çok kazanımlarla ilişkilendirilmiş STEM etkinlik örnekleri üreterek uygulamalı çalışmalar yapmaları, bu yaklaşımın sınıf ortamlarında uygulanmasına yönelik önemli katkı sağlayacaktır.

STEM eğitiminde dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan birisi STEM'i gerçek anlamda yansıtmayan popüler uygulamalardan kaçınmaktır. Bu nedenle bu alanda gerek program geliştirme uzmanları gerek okullar ve eğitim fakülteleri gerekse araştırmacılar tarafından STEM'in gerçek doğasını yansıtmaya hizmet edecek çalışmalar yapılması önemli görülmektedir.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Çalışmaya birinci yazar %60, ikinci yazar %40 oranında katkıda bulunmuştur.

Çıkar Beyanı

Çalışmada gerek çalışmanın planlanması gerek yürütülmesi gerekse verilerin toplanması sürecinde yazarlar ve diğer taraflar arasında herhangi bir çıkar çatışması söz konusu değildir.

Destek Beyanı

Bu çalışma hiçbir kurum ve kuruluş tarafından desteklenmemiştir.

Etik Beyanı

Bu çalışmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş olduğunu; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış olduğunu, karşılaşılabilecek tüm etik ihlallerde “*Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi Yayın Kurulunun*” hiçbir sorumluluğunun olmadığını, tüm sorumluluğun sorumlu yazarlara ait olduğunu ve bu çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğunu taahhüt ederiz.

Kaynakça

Akaygun, S. & Aslan-Tutak, F. (2016). STEM images revealing stem conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 56-71.

Akgündüz, D. (2018). *Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi*. Anı Yayıncılık, Ankara.

Ayaz, E. & Sarıkaya, R. (2019). The effect of engineering design-based science teaching on the perceptions of classroom teacher candidates towards STEM disciplines. *International Journal of Progressive Education*, 15(3), 13-27.

Bagiati, A. & Evangelou, D. (2015). Engineering curriculum in the preschool classroom: the teacher’s experience. *European Early Childhood Education Research Journal*, 23(11), 112-128.

Bakırcı, H. & Karışan, D. (2018). Investigating the preservice primary school mathematics and science teachers’ stem awareness. *Journal of Education and Training Studies*, 6(1), 32-42.

Bleicher, R. (2006). Nurturing confidence in preservice elementary science teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 40, 841-860.

Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Bozkurt-Altan, E. & Ucuncuoğlu, İ. (2019). Examining the development of pre-service science teachers’ STEM-focused lesson planning skills. *Eurasian Journal of Educational Research*, 83, 103-124.

Bozkurt-Altan, E., Yamak, H. & Buluş Kırıkkaya, E. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.

Braun, V. & Clarke, V. (2019). Psikolojide tematik analizin kullanımı. (Çev. Şad, S. N., Özer, N. & Atli, A. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 873-898.

Breiner, J., Harkness, M., Johnson, C.C. & Koehler, C. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3–11.

Bybee, R.W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996-996.

Creswell, J.W. (2007). *Qualitative Inquiry & Research Design* (2nd Edition). CA: Sage.

Çepni, S. (2018). *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi*. (2. Baskı), Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.

Çorlu, M.S., Capraro, R.M. & Capraro, M.M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.

Duygu, E. (2018). *Simülasyon tabanlı sorgulayıcı öğrenme ortamında FeTeMM eğitiminin bilimsel süreç becerileri ve FeTeMM farkındalıklarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.

Ensari, Ö. (2017). *Öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi ve FeTeMM etkinlikleri hakkındaki görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

Erdoğan, İ. & Çiftçi, A. (2017). Investigating the views of pre-service science teachers on STEM education practices. *International Journal of Environmental and Science Education*, 12(5), 1055-1065.

Eroğlu, S. & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin stem temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67.

Ersoy, Z. (2018). *İlkokullar için stem programını uygulayan okulöncesi ve sınıf öğretmenlerinin STEM öğretimi öz yeterliklerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul.

Gökbayrak, S. & Karışan, D. (2017). Stem etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.

Hacıoğlu, Y., Yamak, H. & Kavak, N. (2016). Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(3),807-830.

Hacıömeroğlu, G. (2018). Examining elementary pre-service teachers' science, technology, engineering, and mathematics (STEM) teaching intention. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(10), 1-11.

Han, S., Yalvaç, B., Capraro, M.M. & Capraro, R.M. (2015). USA in-service teachers' implementation and understanding of STEM project-based learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1), 63-76.

Hatton, N. & Smith, D. (1995). Reflection in teacher education: Towards definition and implementation. *Teaching and Teacher Education*, 11(1), 33-49.

İnançlı, E. & Timur, B. (2018). Fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi hakkındaki görüşleri. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi*, 1(1), 48-68.

Karataş, F.Ö. (2018). *Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi*. (Edt. Çepni, S.), Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.

Li, C., Kam, W.K.K. & Zhang, M. (2019). Physical education teachers' behaviors and intentions of integrating STEM education in teaching. *The Physical Educator*, 76(4), 1086-1101.

Mangold, J. & Robinson, S. (2013). The engineering design process as a problem solving and learning tool in K12 classrooms. file:///C:/Users/pc/Downloads/the-engineering-design-process-as-a-problem-solving-and-learning-tool-in-k-12-classrooms.pdf [15.11.2020].

McGuire, L., Lay, J. & Peters, J. (2009). Pedagogy of reflective writing in professional education. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 9(1), 93-107.

MEB. (2016). STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Eğitim raporu. Erişim adresi: [http://yegitek.meb.gov.tr/STEM Egitimi Raporu.pdf](http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf)

MEB. (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı*. Ankara.

Mercan Höbek, M.K. (2014). *Ortaokul 6., 7., 8. sınıf fen ve teknoloji öğretim programında mühendislik-dizayn yönteminin uygulanabileceği konuların analizi: Alternatif enerji kaynakları öğretim materyalleri hazırlama*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

Nadelson, L.S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M. & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based STEM professional development for elementary teachers. *The Journal of Educational Research*, 106(2), 157-168.

Özbilen, A. (2018). STEM eğitime yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalıkları. *Scientific Educational Studies*, 2(1), 1-21.

Özcan, H. & Koştur, H.İ. (2018). Fen bilimleri dersi öğretmenlerinin STEM eğitime yönelik görüşleri. *Sakarya University Journal of Education*, 8(4), 364-373.

Özçakır-Sümen, Ö. & Çalışıcı, H. (2016). Pre-service teachers' mind maps and opinions on STEM education implemented in an environmental literacy course. *Educational Sciences: Theory ve Practice*, 16, 459-476.

Pimthong, P. & Williams, J. (2018). Preservice teachers' understanding of STEM education. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 16(2), 1-7.

Radloff, J. & Guzey, S. (2017). Investigating changes in preservice teachers' conceptions of STEM education following video analysis and reflection. *School Science and Mathematics*, 117(3-4), 158-167.

Ryu, M., Mentzer, N. & Knobloch, N. (2019). Pre-service teachers' experiences of STEM integration: challenges and implications for integrated STEM teacher preparation. *International Journal of Technology & Design Education*, 29(3), 493-512.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, stemmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.

Schmidt, M. & Fulton, L. (2016). Transforming a traditional inquiry-based science unit into a STEM unit for elementary pre-service teachers: A view from the trenches. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 302-315.

Siew, N.M., Amir, N. & Chong, C.L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *Springer Plus*, 4(8), 1-20.

Soylu, Ş. (2016). STEM education in early childhood in Turkey. *Journal of Educational and Instructional Studies*, 6(1), 38-47.

Teddle, C. & Tashakkori, A. (2015). *Karma Yöntem Araştırmalarının Temelleri*. (Çev. Dede, Y. & Beşir, S.D.), Anı Yayıncılık, Ankara.

Tezsezen, S. (2017). *An investigation of preservice teachers' stem awareness through definitions and relationships of STEM areas*. Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

Uğraş, M. (2017). Okul öncesi öğretmenlerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşleri. *Eğitimde Yeni Yaklaşım Dergisi*, 1(1), 39-54.

URL 1. (2021). <https://student.unsw.edu.au/reflective-writing> [14.05.2021].

Yıldırım, B. & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi: El-Cezeri. *Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (8. Baskı), Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Ekler

Ek 1. STEM eğitimi ders planı ve etkinlik kâğıdı örnekleri

Etkinlik 1.

Dersin Adı	Fen Bilimleri
Sınıf	4
Ünite	Basit Elektrik Devreleri/ Fiziksel Olaylar
Konu	Devre elemanları, basit elektrik devresi kurulumu
Etkinlik	Kendi vantilatörümüzü yapalım
Etkinliğin amacı	Öğrencilerin fen bilimleri dersinde elde ettikleri basit elektrik devresi kazanımlarını matematik, mühendislik ve teknoloji kazanımları ile bütünleşik şekilde kullanarak basit bir vantilatör üretmeleridir.
Önerilen süre	40+40+40 dk.

STEM Entegrasyonu Kazanımları

Fen Bilimleri Kazanımları	Matematik Kazanımları	Mühendislik Kazanımları	Teknoloji Kazanımları	21. yy Becerileri
- Elektrik devresini oluşturan	- Şekil modelleri kullanarak yapılar oluşturur,	- Çözüm üretmek ve bir ürün geliştirmek için akılcı düşünür.	- Teknolojik ürünlerin kullanımını bilir.	-Bir problemi çözmek için sanal ya da yüz

devre elemanlarını işlevleri ile tanır. - Çalışan bir elektrik devresi kurar.	oluşturduğu yapıları çizer. - Uzunlukları standart araçlar kullanarak metre veya santimetre cinsinden ölçer. - Cetvel kullanarak uzunluğu verilen bir doğru parçasını çizer.	- Seçilmiş çözümlerin kâğıt üzerinde model çizimlerini yapar. - Uygun araç ve gereçleri kullanarak prototip yapar. - Bir tasarımın olumlu ve olumsuz özelliklerini değerlendirir.	- Teknolojiyi probleme yönelik bilgiyi araştırmak ve aktarmak için bir araç olarak kullanır. - Karşılaştığı problemi çözmek için işine yarayacak malzemeleri fark eder ve kullanır. - Günlük hayatta işini kolaylaştıran araç ve gereçlerin birer teknolojik ürün olduğunun farkına varır.	yüze ortamda bir takımda çalışır. -İyi bir takım lideri ve takım üyesi özelliklerini ortaya koyar. -Takım arkadaşlarıyla iletişim ve iş birliği içinde olur. -Eleştirel düşünür ve karşılaştığı problemleri çözer. -Yaratıcılık ve yenilikçilikle yeni ürünler tasarlar.
--	--	---	--	--

Mühendislik Tasarım Sürecinin Uygulanması

Problemin belirlenmesi	Problem durumunu içeren senaryo tahtaya yazılır ya da yansıtılır. Problem durumu okunur. Problemi ya da ihtiyacı daha iyi tanımlamak için öncelikli gereksinimler ya da kriterler belirtilir. Öğrencilerin problem durumunun farkına varmaları sağlanarak problemi tanımlamaları istenir.
Problem için araştırma yapmak ve çözüm önerileri geliştirmek	Problem durumunu inceleyen öğrencilerin çözüm önerileri geliştirebilmeleri için beyin fırtınası yapmaları istenir. Bu doğrultuda internet ya da kitaplardan araştırma yapabilmeleri için zaman verilir. Araştırma notlarını ve çözüm önerilerini grupça tartışarak etkinlik kâğıdındaki ilgili kısma yazmaları istenir.
En iyi çözüm önerisini seçmek	Üretilen çözüm önerileri içinde kriterleri en iyi karşılayan tasarımın hangisi olduğuna grup olarak tartışılarak karar verilmesi istenir. En iyi çözüm önerisi belirlendikten sonra tasarıma ilişkin çizim ve hesaplamaların yapılması istenir. Bu doğrultuda seçilen en iyi çözüm önerisine uygun tasarımı verilen kâğıda (kareli, noktalı ya da düz A4 kâğıt olabilir) çizimleri söylenir. Bu süreçte tasarladıkları vantilatör için kullanılacak malzemeleri listelemeleri istenir.
Prototip inşa etmek	Öğrencilerin kendi belirledikleri malzemelerle tasarladıkları ürünün prototipini yapmaları istenir. Prototip yapımı esnasında yapılacak matematiksel hesaplamalara dikkat çekmek için süreçte yaptıkları tüm matematiksel hesaplamaları tasarım kâğıdının arkasına yazmaları söylenir. Bu şekilde farklı disiplinlerle kurulan ilişkilere yönelik farkındalık sağlanmaları amaçlanır.
Test etmek ve çözümleri değerlendirmek	Gruplar prototiplerini tamamladıktan sonra ortaya çıkan ürünün çalışıp çalışmadığı gözden geçirilir. Ayrıca ürünün test edilmesi için etkinlik kâğıdında yer alan mühendislik tasarım süreci değerlendirme kısmını cevaplamaları istenir.

**Çözüm
iletişimi/çözümleri
paylaşmak**

Gruplar prototipi tamamlayıp, kendi değerlendirmelerini yaptıktan sonra grup sözcülerine ürünlerini tanıtmaları için 3-4 dakikalık süre verilir. Ortaya çıkan çözümlerin (ürünlerin) başlangıçtaki problemi ve fırsatları en iyi nasıl karşıladığının tartışıldığı bir mühendislik sunumu yapmaları sağlanır.

Yeniden tasarlamak

Gruplar arası tartışmalar sonucunda kriterlere en uygun ve problemi en iyi karşıladığı düşünülen prototip ya da prototiplere karar verilir. Eksiklikleri olduğu düşünülen ürünler için ilgili grupların tasarımlarını yeniden gözden geçirmeleri istenir.

**Kendi Vantilatörümüzü Yapalım
Etkinlik Kâğıdı**

Sıcak havalarda ders işleme vakti geldi çattı! Öğretmeniniz bu sıcak günlerde derse dikkatinizi vermekte zorlandığınızı fark ediyor. Çünkü sınıfınızda serinlemeniz için klima ya da vantilatör yok. Öğretmeniniz, fen bilimleri dersinde öğrendiklerinizi kullanarak sizin bu soruna çözüm üretebileceğinizi düşünüyor. Bu nedenle herkesin, sırasında ders dinlerken kullanabileceği küçük bir vantilatör tasarlamasını istiyor. Yalnız, öğretmeninizin bu vantilatör için bazı kriterleri var. Bunları şu şekilde tahtaya yazıyor:

- Basit elektrik devresi elemanları kullanılacak
- Vantilatörün çalışması için şehir elektriğine ihtiyaç olmayacak
- En iyi serinletme hissini verecek
- Taşınabilir boyutta olacak
- Hem elde tutularak hem de sıra üzerine konularak çalışabilecek
- Prototip, elektrik devre elemanları hariç atık malzemeler kullanılarak yapılacak

Şimdi aşağıdaki adımları izleyerek takım arkadaşlarınızla bu özelliklere uygun en iyi vantilatörü tasarlama zamanı!

1. Öncelikle takım arkadaşlarınızla problem durumunu tartışınız. Problemin nasıl çözülebileceği ile ilgili öneriler sununuz. Ortaya çıkan öneriler doğrultusunda araştırma yapınız. Çözüm önerisi geliştirirken öğretmeninizin söylediği kriterlere dikkat ediniz. Çözüm önerilerinizi ve araştırma notlarınızı aşağıdaki ilgili yerlere yazınız.

Çözüm Önerilerimiz

Araştırma Notlarımız

2. Grup tartışması ve araştırmalarınız sonunda yapmaya karar verdiğiniz tasarımı planlayınız ve ayrıntılarıyla size verilen kâğıda çiziniz. Belirlediğiniz malzemeleri aşağıya listeleyiniz.

Kullanılacak malzemeler:

.....
.....

3. Şimdi tasarımınızı hayata geçirme vakti! Belirlediğiniz malzemelerle tasarımınızın prototipini yapınız. Bu süreçte yaptığınız matematiksel hesaplamaları yazmayı unutmayınız.

4. Ortaya çıkan ürününüzü test etmelisiniz. Öncelikle ürünün çalışıp çalışmadığını kontrol edebilirsiniz. Ayrıca ürününüzü değerlendirmek için aşağıdaki tablo size yardımcı olacaktır.

Ölçütler	Yeterli	Orta Seviyeli	Geliştirilmeli
Ürün, tasarladığınız ölçülere uygun olarak yapıldı mı?			
Ürün yeni fikirler içeriyor mu?			
Yaptığınız ürünle amacınıza ulaştınız mı?			

5. Bir takım sözcüsü belirleyerek diğer takımlardaki arkadaşlarınıza tasarladığınız vantilatörü tanıtır.

Etkinlik 2.

Dersin Adı	Fen Bilimleri
Sınıf	4
Ünite/Konu Alanı	Yer Kabuğu ve Dünya'mızın Hareketleri / Dünya ve Evren
Konular	Güneş Sistemi, Dünya'mızın hareketleri
Etkinlik	Güneş Sistemi'ni keşfediyorum
Etkinliğin amacı	Öğrencilerin, gezegenlerin gerçek büyüklüklerini göz önünde bulundurarak bir Güneş Sistemi modeli yapmaları ve bu modelde Dünya'nın dönme ve dolanma hareketlerini göstermeleridir.
Malzemeler	Oyun hamuru, balon, ip, cetvel, etkinlik kâğıdı, öğrencilerin belirlediği diğer malzemeler.
Önerilen süre	40+40+40 dk.

STEM Entegrasyonu Kazanımları

Fen Bilimleri Kazanımları	Matematik Kazanımları	Mühendislik Kazanımları	Teknoloji Kazanımları	21. yy Becerileri
-Güneş sisteminde yer alan gezegenleri bilir. -Dünya'nın dönme ve dolanma hareketleri arasındaki farkı açıklar. -Dünya'nın hareketleri sonucu gerçekleşen olayları açıklar.	- Şekil modelleri kullanarak yapılar oluşturur, oluşturduğu yapıları çizer. - Bütün ve yarım modellerinin kesir gösterimlerini kullanır. - Bir çokluğun, belirtilen birim kesir kadarını belirler. -Çarpma ve bölme işlemlerini kullanır.	- Çözüm üretmek ve bir ürün geliştirmek için akılcı düşünür. - Seçilmiş çözümlerin kâğıt üzerinde model çizimlerini yapar. - Uygun araç ve gereçleri kullanarak prototip yapar. - Bir tasarımın olumlu ve olumsuz özelliklerini değerlendirir.	- Teknolojiyi probleme yönelik bilgiyi araştırmak ve aktarmak için bir araç olarak kullanır. - Karşılaştığı problemi çözmek için işine yarayacak malzemeleri fark eder ve kullanır.	-Bir problemi çözmek için sanal ya da yüz yüze ortamda bir takımda çalışır. -İyi bir takım lideri ve takım üyesi özelliklerini ortaya koyar. -Takım arkadaşlarıyla iletişim ve iş birliği içinde olur. -Yaratıcılık ve yenilikçilikle yeni ürünler tasarlar.

Mühendislik Tasarım Sürecinin Uygulanması

Problemin belirlenmesi	Öğrencilere Güneş Sistemini anlatan bir video izletilir. Videonun içeriği ile ilgili kısaca konuşulduktan sonra problem durumunu içeren senaryo tahtaya yazılır ya da yansıtılır. Problem durumu okunur. Problemi ya da
-------------------------------	---

ihtiyacı daha iyi tanımlamak için öncelikli gereksinimler ya da kriterler belirtilir.

Problem için araştırma yapmak ve çözüm önerileri geliştirmek

Problem durumunu inceleyen öğrencilerin kriterlere uygun Güneş Sistemi modeli yapabilmeleri için grup arkadaşları ile fikir alışverişi yapmaları istenir. Bu doğrultuda, Güneş Sisteminde yer alan gezegenlerin büyüklükleri ve Güneş'e olan uzaklık sıraları ile ilgili internet ya da kitaplardan araştırma yapabilmeleri için zaman verilir. Araştırma notlarını ve çözüm önerilerini grupça tartışarak etkinlik kâğıdındaki ilgili kısma yazmaları istenir. Bu basamakta öğrencilerin araştırmaları sonucunda Güneş Sistemi'nde yer alan gezegenlerin büyüklükleri ve Güneş'e olan uzaklıkları ile ilgili bilgilere ulaşmaları beklenmektedir. Her grubun araştırmaları sonucunda elde ettikleri bilgileri etkinlik kâğıdında ilgili yere not etmeleri istenir. Bu basamakta öğrencilerin dikkatinin çekileceği nokta; gezegenlerin büyüklükleri arasındaki farklar ve büyüklüklerine göre sıralanmalarıdır. Kısaca çap teriminden bahsedilebilir (Asıl konu bu kavram değildir bu nedenle çok üzerinde durulmasına gerek yoktur). Oyun hamurundan yapılan bir kürenin en geniş noktasından çevresine ip dolanarak kürenin çevresinin uzunluğu ölçülür. Bu şekilde küçük kürelerin çevre uzunluklarının kolayca ölçülebileceği söylenir (Sınıfınızdaki öğrencilerin düzeyine göre, ip ile kürenin çevre uzunluğunun ölçülebileceği bilgisine kendilerinin ulaşmalarını sağlayabilirsiniz). Daha sonra aşağıdaki tablo gösterilir. Gezegenlerin Dünya'ya göre büyüklük oranlarına dikkat çekilir. Öğrencilerin bu oranların bölme işlemi yapılarak hesaplandığını belirlemeleri beklenmektedir. Buna yönelik cevaplar alındıktan sonra tablodaki bilgiler ışığında, bu kadar büyük gezegenlerin bir modelle nasıl gösterilebileceği ile ilgili her grubun kendi içinde tartışmaları ve çözüm önerilerini etkinlik kâğıdındaki ilgili yere yazmaları istenir.

Gezegenlerin çapları ve Dünya'ya kıyasla görelî büyüklükleri

Gezegenler	Gezegenin Çapı (km)	Dünya'nın çapına kıyasla gezegenin çapının görelî büyüklüğü	Dünya'nın çevresine kıyasla gezegenin çevresinin görelî büyüklüğü
Merkür	4,880	1/3	1/3
Venüs	12,104	x1	x1
Dünya	12,742	1	1
Mars	6,780	1/2	1/2
Jüpiter	139,822	x11	x11
Satürn	116,464	x9	x9
Uranüs	50,724	x4	x4
Neptün	49,244	x4	x4

(Tablodaki bilgiler <https://solarsystem.nasa.gov/resources/686/solar-system-sizes/> adresinden alınmıştır. Büyüklük oranları en yakına yuvarlanarak verilmiştir.)

En iyi çözüm önerisini seçmek	<p>Bu basamakta öğrencilerden beklenen adımlar sırasıyla şunlardır (Bu adımlar doğrudan öğrencilere söylenmemeli, kendilerinin ulaşması beklenmelidir):</p> <ul style="list-style-type: none">- Dünya'yı küçük bir küre olarak hayal ederek hamurdan bir Dünya modeli yapmaları ve ip yardımıyla Dünya modelinin çevresini ölçmeleri,- Dünya'ya göre büyüklük oranlarını hesaplayarak diğer gezegenlerin modellerini yapmaları (Jüpiter ve Satürn gibi büyük gezegenler için oyun hamuru yerine balon kullanılabilir),- Güneş'i en büyük küre olacak şekilde modellemeleri (Balon kullanılabilir),- Güneş ve gezegenler modellendikten sonra Güneş Sistemi modelini tasarımları. <p>Üretilen çözüm önerileri içinde kriterleri en iyi karşılayan tasarımın hangisi olduğuna grup olarak tartışılarak karar verilmesi istenir. En iyi çözüm önerisi belirlendikten sonra tasarıma ilişkin çizim ve hesaplamaların yapılması istenir. Bu doğrultuda seçilen en iyi çözüm önerisine uygun tasarımı verilen kâğıda (kareli, noktalı ya da düz A4 kâğıt olabilir) çizimleri söylenir. Bu süreçte tasarladıkları Güneş Sistemi modeli için hamur ve balon dışında kullanılacak malzemeleri listelemeleri istenir.</p>
Prototip inşa etmek	<p>Öğrencilerin verilen malzemeleri ve kendi belirledikleri diğer malzemeleri kullanarak tasarladıkları ürünün prototipini yapmaları istenir. Prototip yapımı esnasında yapılacak matematiksel hesaplamalara dikkat çekmek için süreçte yaptıkları tüm matematiksel hesaplamaları tasarım kâğıdının arkasına yazmaları söylenir. Bu şekilde farklı disiplinlerle kurulan ilişkilere yönelik farkındalık sağlanmaları amaçlanır.</p>
Test etmek ve çözümleri değerlendirmek	<p>Gruplar prototiplerini tamamladıktan sonra ortaya çıkan Güneş Sistemi modelinin başlangıçta belirtilen kriterlere uygun olup olmadığı değerlendirilir. Bu aşamada ortaya konan prototip üzerinde Dünya'nın kendi etrafında dönme ve Güneş'in etrafında dolanma hareketlerinin gösterimi test edilir. Gezegenlerin büyüklükleri ve sıralamaları da değerlendirilir. Öğrencilerden etkinlik kâğıdında yer alan mühendislik tasarım süreci değerlendirme kısmını cevaplamaları istenir.</p>
Çözüm iletişimi/çözümleri paylaşmak	<p>Gruplar prototipi tamamlayıp, kendi değerlendirmelerini yaptıktan sonra grup sözcülerine ürünlerini tanıtmaları için 3-4 dakikalık süre verilir. Ortaya çıkan çözümlerin (ürünlerin) başlangıçtaki problemi nasıl çözdüğü ile ilgili bir mühendislik sunumu yapmaları sağlanır. Ayrıca gruplar ürünlerini tanıtırken Dünya'nın dönme ve dolanma hareketlerinin sonuçlarından bahsedilir.</p>
Yeniden tasarlamak	<p>Gruplar arası tartışmalar sonucunda kriterleri karşılayarak probleme çözüm sunan prototip ya da prototiplere karar verilir. Eksiklikleri olduğu düşünülen ürünler için ilgili grupların tasarımlarını yeniden gözden geçirmeleri istenir.</p>

Güneş Sistemi'ni Keşfediyorum Etkinlik Kâğıdı

İzlediğiniz videoda Güneş Sistemi'nin büyüklüğünü ve içinde yer alan gezegenleri gördünüz. Öğretmeniniz Güneş Sistemi'ni daha iyi incelemeniz için bir Güneş Sistemi modeli tasarlamanızı istiyor. Tasarlayacağınız modelin Güneş Sistemi'ni daha iyi yansıtmaları için bazı özelliklere sahip olması gerekiyor. Bu özellikler:

- Gezegenlerin Güneş'e olan uzaklıklarına göre sıralamaları gerçek Güneş Sistemi'ndeki gibi olmalı,
- Gezegenlerin gerçek büyüklükleri Dünya'nın gerçek büyüklüğüne oranlanarak modellenmeli,
- Dünya'nın dönme ve dolanma hareketlerini göstermeye uygun olmalıdır.

Takım arkadaşlarınızla aşağıdaki adımları izleyerek bu özellikleri içeren bir Güneş Sistemi modeli tasarlamalısınız.

1. Öncelikle problemi takım arkadaşlarınızla tartışınız. Çözüm önerilerinizi listeleyiniz. Ortaya çıkan öneriler doğrultusunda araştırma yapınız. Araştırma yaparken tasarlayacağınız Güneş Sistemi modelinin sahip olması gereken özellikleri unutmayınız. Araştırmanız için takım arkadaşlarınızla görev dağılımı yapabilirsiniz. Çözüm önerilerinizi ve araştırma notlarınızı aşağıdaki ilgili yerlere yazınız.

Araştırma Notlarımız	Çözüm Önerilerimiz

2. Takım arkadaşlarınızla yaptığınız fikir alışverişleri ve araştırmalarınız sonunda yapmaya karar verdiğiniz tasarımı planlayınız. Ayrıntılarıyla size verilen kâğıda çiziniz. Belirlediğiniz malzemeleri aşağıya listeleyiniz.

Kullanılacak malzemeler:

.....

3. Belirlediğiniz malzemelerle tasarımınızın prototipini yapınız. Bu süreçte yaptığınız matematiksel hesaplamaları yazmayı unutmayınız.
4. Ortaya çıkan ürününüzü test etmelisiniz. Ayrıca ürününüzü değerlendirmek için aşağıdaki tablo size yardımcı olacaktır.

Ölçütler	Yeterli	Orta Seviyeli	Geliştirilmeli
Ürün, tasarladığınız ölçülere uygun olarak yapıldı mı?			
Ürün yeni fikirler içeriyor mu?			
Yaptığınız ürünle amacınıza ulaştınız mı?			

5. Bir takım sözcüsü belirleyerek diğer takımlardaki arkadaşlarınıza tasarladığınız sokak lambasını tanıtınız.

Etkinlik 3.

Dersin Adı	Fen Bilimleri
Sınıf	4
Ünite	Aydınlatma ve Ses Teknolojileri / Fiziksel Olaylar
Konu	Uygun aydınlatma, ışık kirliliği
Etkinlik	Mahallemizin sokak lambaları
Etkinliğin amacı	Öğrencilerin, ışığın uygun kullanılmadığında insan hayatına olumsuz etkilerine yönelik bir problem durumuna karşı bir aydınlatma aracı tasarlayarak çözüm üretmeleri
Materyaller	Küçük boy el feneri (Her grup için bir tane), siyah fon kağıdı, etkinlik kâğıdı, öğrencilerin belirlediği malzemeler.
Önerilen süre	40+40+40 dk.

STEM Entegrasyonu Kazanımları

Fen Bilimleri Kazanımları	Matematik Kazanımları	Mühendislik Kazanımları	Teknoloji Kazanımları	21. yy Becerileri
-Uygun aydınlatma hakkında araştırma yapar. - Işık kirliliğinin nedenlerini sorgular. - Işık kirliliğinin, doğal hayata ve gök cisimlerinin gözlenmesine olan olumsuz etkilerini açıklar. - Işık kirliliğini azaltmaya yönelik çözümler üretir.	- Şekil modelleri kullanarak yapılar oluşturur, oluşturduğu yapıları çizer. - Açılar standart açı ölçme araçlarıyla ölçerek dar, dik, geniş ve doğru açı olarak belirler.	- Çözüm üretmek ve bir ürün geliştirmek için akılcı düşünür. - Seçilmiş çözümlerin kâğıt üzerinde model çizimlerini yapar. - Uygun araç ve gereçleri kullanarak prototip yapar. - Bir tasarımın olumlu ve olumsuz özelliklerini değerlendirir.	- Teknolojiyi probleme yönelik bilgiyi araştırmak ve aktarmak için bir araç olarak kullanır. - Karşılaştığı problemi çözmek için işine yarayacak malzemeleri fark eder ve kullanır.	-Bir problemi çözmek için sanal ya da yüz yüze ortamda bir takımda çalışır. -İyi bir takım lideri ve takım üyesi özelliklerini ortaya koyar. -Takım arkadaşlarıyla iletişim ve iş birliği içinde olur. -Eleştirel düşünür ve karşılaştığı problemleri çözer. -Yaratıcılık ve yenilikçilikle yeni ürünler tasarlar.

Mühendislik Tasarım Sürecinin Uygulanması

Problemin belirlenmesi

Problem durumunu içeren senaryo tahtaya yazılır ya da yansıtılır. Problem durumu okunur. Problemi ya da ihtiyacı daha iyi tanımlamak için öncelikli gereksinimler ya da kriterler belirtilir. Öğrencilerin problem durumunun farkına varmaları sağlanarak problemi tanımlamaları istenir. Her gruba el fenerleri dağıtılır ve ışık kaynağı olarak bu fenerleri kullanacakları söylenir (El fenerinin şeklinden ya da aydınlatma gücünden kaynaklanabilecek farklı sonuçları engellemek için her gruba aynı el fenerinden verilmelidir (Küçük boy el fenerleri kırtasiyelerde kolaylıkla bulunmaktadır).

Problem için araştırma yapmak ve çözüm önerileri geliştirmek	<p>Problem durumunu inceleyen öğrencilerin çözüm önerileri geliştirebilmeleri için beyin fırtınası yapmaları istenir. Bu doğrultuda internet ya da kitaplardan araştırma yapabilmeleri için zaman verilir. Araştırma notlarını ve çözüm önerilerini grupça tartışarak etkinlik kâğıdındaki ilgili kısma yazmaları istenir. Bu basamakta öğrencilerin tasarımları beklenen sokak lambasının sahip olması gereken özellikleri göz önünde bulundurarak araştırma yapmalarına rehberlik edilmelidir. Bunun için öğrencilerin;</p> <ul style="list-style-type: none">- Bir sokak lambasının görüşü engellememesi ne demektir?- Uygun aydınlatmanın özellikleri nelerdir?- Uygun aydınlatmayı sağlayan sokak lambalarının özellikleri nelerdir?- Sokak lambalarının aydınlatması ile ışık kirliliği arasındaki ilişki nedir? gibi sorulara odaklanmaları beklenmektedir. <p>Detaylı bilgi için http://www.isikkirliligi.org/index.php/dogru-aydinlatma adresi incelenebilir.</p>
En iyi çözüm önerisini seçmek	<p>Üretilen çözüm önerileri içinde kriterleri en iyi karşılayan tasarımın hangisi olduğuna grup olarak tartışılarak karar verilmesi istenir. En iyi çözüm önerisi belirlendikten sonra tasarıma ilişkin çizim ve hesaplamaların yapılması istenir. Bu doğrultuda seçilen en iyi çözüm önerisine uygun tasarımı verilen kâğıda (kareli, noktalı ya da düz A4 kağıt olabilir) çizimleri söylenir. Bu süreçte tasarladıkları sokak lambası için kullanılacak malzemeleri listelemeleri istenir.</p>
Prototip inşa etmek	<p>Öğrencilerin kendi belirledikleri malzemelerle tasarladıkları ürünün prototipini yapmaları istenir. Prototip yapımı esnasında yapılacak matematiksel hesaplamalara dikkat çekmek için süreçte yaptıkları tüm matematiksel hesaplamaları tasarım kâğıdının arkasına yazmaları söylenir. Bu şekilde farklı disiplinlerle kurulan ilişkilere yönelik farkındalık sağlamaları amaçlanır.</p>
Test etmek ve çözümleri değerlendirmek	<p>Gruplar prototiplerini tamamladıktan sonra ortaya çıkan ürünün çalışıp çalışmadığı gözden geçirilir. Bunun için siyah fon kâğıdı üzerinde aydınlatılması planlanan belirli bir alan ve sokak lambasının konulacağı yer işaretlenir. Ürün bunun üzerinde test edilir. Bu test etme sürecinin daha sağlıklı olabilmesi için ortamın mümkün olduğu kadar karanlık olması sağlanmalıdır. Ayrıca öğrencilerden etkinlik kâğıdında yer alan mühendislik tasarım süreci değerlendirme kısmını cevaplamaları istenir. Bu basamakta öğrencilerden, sokak lambasından çıkan ışığın düşey doğrultu (lamba direği) ile yaptığı açığı standart açı ölçme aracıyla ölçerek dar, dik, geniş ve doğru açı olarak belirlemeleri istenir. Hangi açıyla gelen ışığın daha uygun aydınlatma sağladığı, daha geniş ya da daha dar bir açıyla gelen ışığın nasıl bir aydınlatmaya neden olabileceği ile ilgili tartışma ortamı sağlanır.</p>
Çözüm iletişimi/çözümleri paylaşmak	<p>Gruplar prototipi tamamlayıp, kendi değerlendirmelerini yaptıktan sonra grup sözcülerine ürünlerini tanıtılmaları için 3-4 dakikalık süre verilir. Ortaya çıkan çözümlerin (ürünlerin) başlangıçtaki problemi nasıl çözdüğü ile ilgili bir mühendislik sunumu yapmaları sağlanır.</p>
Yeniden tasarlamak	<p>Gruplar arası tartışmalar sonucunda kriterleri karşılayarak probleme çözüm sunan prototip ya da prototiplere karar verilir. Eksiklikleri olduğu düşünülen ürünler için ilgili grupların tasarımlarını yeniden gözden geçirmeleri istenir.</p>

Mahallemizin Sokak Lambaları Etkinlik Kâğıdı

Yaşadığınız mahalledeki sokak lambalarının aydınlatması yüzünden geceleri yıldızlar çok zor görünüyor. Bu nedenle mahallenizdeki sokaklar için uygun aydınlatma özelliklerine sahip bir sokak lambası tasarlamamız isteniyor. Tasarlayacağınız sokak lambasının aşağıdaki özelliklere sahip olması beklenmektedir.

- Araba kullananlar ya da yayalar için görüşü engellememeli
- Işık kirliliğine neden olmamalı
- Aydınlatması planlanan alanı en iyi şekilde aydınlatmalı

Takım arkadaşlarınızla aşağıdaki adımları izleyerek bu özelliklere uygun bir sokak lambası tasarlamalısınız.

1. Öncelikle problemi takım arkadaşlarınızla tartışınız. Çözüm önerilerinizi listeleyiniz. Ortaya çıkan öneriler doğrultusunda araştırma yapınız. Araştırma yaparken tasarlayacağınız sokak lambasının sahip olması gereken özellikleri unutmayınız. Araştırmanız için takım arkadaşlarınızla görev dağılımı yapabilirsiniz. Çözüm önerilerinizi ve araştırma notlarınızı aşağıdaki ilgili yerlere yazınız.

Çözüm Önerilerimiz	Araştırma Notlarımız

2. Takım arkadaşlarınızla yaptığınız fikir alışverişleri ve araştırmalarınız sonunda yapmaya karar verdiğiniz tasarımı planlayınız. Ayrıntılarıyla size verilen kâğıda çiziniz. Belirlediğiniz malzemeleri aşağıya listeleyiniz.

Kullanılacak malzemeler:

.....
.....

3. Belirlediğiniz malzemelerle tasarımınızın prototipini yapınız. Bu süreçte yaptığınız matematiksel hesaplamaları yazmayı unutmayınız.

4. Ortaya çıkan ürününüzü test etmelisiniz. Bunun için öğretmeninizin rehberliğinde siyah fon karton üzerinde ürününüzü test ediniz. Ayrıca ürününüzü değerlendirmek için aşağıdaki tablo size yardımcı olacaktır.

Ölçütler	Yeterli	Orta Seviyeli	Geliştirilmeli
Ürün, tasarladığınız ölçülere uygun olarak yapıldı mı?			
Ürün yeni fikirler içeriyor mu?			
Yaptığınız ürünle amacınıza ulaştınız mı?			

5. Bir takım sözcüsü belirleyerek diğer takımlardaki arkadaşlarınıza tasarladığınız sokak lambasını tanıtınız.
-