

STEM Eğitiminde Mühendislik Tasarım Sürecine Dayalı Etkinliklere Yönelik Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşleri

Opinions of Pre-service Science Teachers about Activities Based on Engineering Design Process in the STEM Education

Gonca HARMAN* 
Nisa YENİKALAYCI** 

Öz

Araştırmada STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinliklere yönelik fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri incelenmiştir. Durum çalışması deseni ile yürütülen araştırmaya fen bilgisi öğretmenliği programında ikinci sınıfta öğrenim gören sekiz gönüllü öğretmen adayı katılmıştır. STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecine dayalı olarak araştırmacılar tarafından hazırlanan etkinliklerde fen bilgisi öğretmen adayları kendi verniyerli kumpas ve mikrometrelerini tasarlamışlardır. Bu etkinliklerde öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecinin tanımlama, araştırma, hayal etme, planlama ve yaratma, test etme ve geliştirme, iletişim basamaklarını takip etmişlerdir. Araştırma sonucunda tüm öğretmen adayları etkinliklere yönelik olumlu görüş belirtirken, altı öğretmen adayı hem olumlu hem de olumsuz görüş belirtmiştir. Olumlu görüşler hayal gücünü kullanma, yaratıcılığı geliştirme, görsel hafızayı destekleme, yapılacakları zihinde canlandırma, akıl yürütme ve yeni fikirler üretme olmak üzere etkinliklerin bilişsel etkileri üzerinde yoğunlaşmıştır. Altı fen bilgisi öğretmen adayı ise olumsuz görüşlerini uzun zaman alması, ölçme aracı yapımının zor olması, işlevsel açıdan yetersizliği, hata verebilmesi ve her zaman kullanılamaması olarak ifade etmiştir.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi, mühendislik tasarım süreci, verniyerli kumpas, mikrometre, fen bilgisi öğretmen adayı

* Sorumlu Yazar, Dr. Öğr. Üyesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, E-posta: drgoncaharman@hotmail.com, Orcid ID: 0000-0002-9717-1150

** Arş. Gör., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, E-posta: nisa.yenikalayci@omu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-5676-1488

Abstract

The opinions of pre-service science teachers about activities based on engineering design process in the STEM education were analyzed in this research. Eight volunteer pre-service teachers studying in the second year of the Science Education program participated in the study conducted with the case study design. Pre-service science teachers designed their own vernier caliper and micrometer in the activities, which was prepared by the researchers based on the engineering design process in the STEM education. In these activities, pre-service teachers followed the engineering design process steps of identification, research, imagination, planning and creation, testing and development, and communication. Following the research, all of the pre-service science teachers expressed positive opinions about the activities, while six pre-service science teachers expressed both positive and negative opinions. The positive opinions focused on the cognitive effects of the activity, including the need use imagination, develop creativity, the support provided to visual memory, envisioning what to do, applying reason and generating new ideas. The six pre-service science teachers who expressed negative opinions focused on the time taken for the activity, the difficulty in constructing the measuring tool, the inadequate functionality, the errors produced and cannot always be used.

Keywords: STEM education, engineering design process, vernier caliper, micrometer, pre-service science teacher

Summary

Introduction

The engineering design process comprises applications that incorporate scientific concepts, inner visions of the world of engineering, and 21st century skills such as innovation, problem solving, critical thinking, communication and collaboration (Schnittka, Bell & Richards, 2010).

The opinions of pre-service science teachers about activities based on engineering design process in the STEM education were analyzed in this research.

Method

A case study design, including qualitative research methods, was adopted for the research, which was carried out with the participation of eight volunteer pre-service teachers in the second year of the Science Education program of a state university in the spring semester of the 2017–2018 academic year.

The researchers prepared the opinion form, which included an open-ended question, for use as a data collection tool. The pre-service science teachers were asked to give their opinions about activities that are based on engineering design process in the STEM education.

The activities were organized by the researchers in accordance with the engineering design process. The pre-service science teachers followed the defined engineering design process steps of research, imagination, planning and creation, testing and development, and communication for the

activity, which was held over a period of three hours. The pre-service science teachers worked in four groups, with two pre-service science teachers in each group.

In order to encourage innovation in the pre-service science teachers, the materials that they could use in the design of the vernier caliper and micrometer were placed on the tables on which they would perform the activities. The materials given to the pre-service science teachers included a ruler, a protractor, tape, adhesive, scissors, a rubber band, a honey spoon, a small transparent plastic container, a wooden lath, wooden skewers, flat wooden skewers, a cardboard, a cardboard tube, a small cork stopper, colored felts, eva rubber sheets and corrugated cardboard, paper clips, push pin, a black felt-tip pen and woolen rope. The pre-service science teachers created their own designs by choosing the materials that they thought would be appropriate for their creativity.

The pre-service science teachers were given coin, copper wire, a test tube, a graduated cylinder, a thermometer, a glass marble ball, a hex nut, a rectangular prism, a 1.5-volt battery and a bar magnet to be measured using their vernier caliper and micrometer designs. The pre-service science teachers measured the width of the coin, the thickness/diameter of the copper wire, the depth of the test tube, the inner diameter of the graduated cylinder, the outer diameter of the thermometer, the outer diameter of the glass marble ball, the length of the hex nut, the width of the rectangular prism, the outer diameter of the 1.5-volt battery and the width of the bar magnet.

After each group presented and tested their measurement tools, the tools were evaluated according to a design evaluation rubric (Kuvaç & Koç-Sarı, 2018). At the end of the evaluation, the group that scored the highest was given first place.

The rubric included such design criterias as “defining the problem, creating possible solution suggestions, selecting a solution, prototype creation, prototype testing and analysis, prototype improvement/development, presentation and discussion, time management, and teamwork/cooperation” (Kuvaç & Koç-Sarı, 2018) for the assessment of the design of the measurement tools created by the groups within the scope of the research.

The rubric was used to evaluate the measurement tools that made by the groups. Based on criteria defined in the rubric, the developed measurement tools were scored as excellent (3), adequate (2), partially adequate/developed (1) and inadequate (0).

The opinions of the pre-service science teachers were coded by two researchers working in the field of science education using a content analysis.

Results and Discussion

All of the pre-service science teachers gave positive opinions of the activity, which in the codes were concentrated in the areas of developing material design skills, hand skills and imagination usage. The positive effects expressed by the pre-service science teachers in the context of the cognitive effects.

Of the total, six of the pre-service teachers who expressed negative opinions focused on the time taken for the activity, the difficulty in constructing the measuring tool, the inadequate functionality, the errors produced and cannot always be used.

Of the total, four of the pre-service teachers stated that gaining experience was important in the production of practical ideas and in becoming faster. They said also that the activity should be carried out frequently, that something other than a measurement tool should be designed, the measurement tools should be used as a model, the measurement tools shouldn't be used for measuring, the implementation is useful for middle school students and suggested that the activity should last for four-five hours.

Giriş

Son derece hızlı değişen bir dünya ile çağdaş gençliğin eğitim ihtiyaçları önceki nesillerinkinden çok farklıdır. Öyle ki, birçok endüstri raporunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin günlük yaşamımızda her zamankinden daha fazla rol oynayacağı ifade edilmektedir (Watters ve Diezmann, 2013). Benzer şekilde fen eğitimi uzmanları da öğrencileri araştırma, sorgulama ve problem çözme deneyimleriyle doğal dünya hakkında öğrenmeye teşvik eden bütünlleştirici, disiplinler arası bir STEM eğitiminin önemini vurgulamaktadırlar (Asghar, Ellington, Rice, Johnson ve Prime, 2012).

STEM eğitimi, iç içe geçmiş dört alan arasında karşılıklı etkileşime dayalı bir ilişkiyi temsil eder (Basham ve Marino, 2013). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin İngilizce karşılıklarının (science, technology, engineering, mathematics) baş harflerinin kısaltması olan STEM; bu bileşenlerin okullarda yeni bir konuya disiplinler arası entegrasyonudur. STEM eğitimi, öğrencilere yaratıcı problem çözme tekniklerini aşlamak ve gelecekteki yenilikçi gelişimi sağlamak için eğitime entegre edilen bir yaklaşımdır (Roberts, 2012). STEM öğrencilere ayrılmış bilgi ve uygulamaları öğrenmekten ziyade yaşadığı dünyayı bütüncül bir şekilde anlama fırsatı verir (Dugger, 2010). STEM eğitimi öğrencileri inovasyona (yenilik) ve icat yapmaya teşvik eder. Bu durum öğrencilerin öğrendikleri fen ve matematik bilgilerini bir mühendislik problemine uygulamak ve çözüm bulmak için teknolojiyi kullanmalarını gerekli kılar (Kennedy ve Odell, 2014). Bireysel bağlamda günlük hayatımızda karşılaştığımız problemleri yaratıcı düşünme yoluyla çözmemize yardımcı olurken (Nuangchalerm, 2018), küresel bağlamda ekonomiye katkıda bulunabilecek nitelikli çalışanların yetiştirilmesinde etkilidir (Roberts, 2012).

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematikle zenginleştirilmiş STEM, bilimsel ve teknik araçların, işlemlerin ve olguların kullanımına odaklanan etkinlikleri içerir. Bu etkinliklerde keşif, sorgulama, tekrarlamalı tasarım, test etme ve problem çözme işlemleri gerçekleştirilir (Bevan, Gutwill, Petrich ve Wilkinson, 2015). Öğretmenler, ilgi çekici öğrenme ortamları oluşturarak öğrencileri problemleri tespit etmeye ve çözmeye teşvik edecek şekilde mühendislik tasarım sürecini uygulayabilirler (Basham ve Marino, 2013). Mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinlikler öğrencilerin, fen kavram bilgileri ile analiz ve sentez gibi üst düzey düşünme becerileri geliştirmelerine yardımcı olacak ilgi çekici deneyimler sunar. Erken yaşlardan itibaren çocukların mühendislik tasarım problemleri ile uğraşmalarını sağlamak fen kavramlarını öğrenmeleri üzerinde güçlü ve başarılı bir etki oluşturur

(Cantrell, Pekcan, Itani ve Velasquez-Bryant, 2006). Mühendislik tasarım süreci öğrencilere fen kavramlarını, mühendislik dünyasına ilişkin iç görüşleri, yenilik, problem çözme, eleştirel düşünme, iletişim ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerini içeren bir uygulama ortamı sunar (Schnittka, Bell ve Richards, 2010).

Dijital çağda fen ve matematik disiplinleri önem kazandığından 21. yüzyıl bireylerinin fen ve matematiği teknoloji ve inovasyona uygulayabilmeleri için ilgili konularda içerik bilgilerine sahip olmaları gereklidir. Bu gereklilik dikkate alındığında STEM eğitimi 21. yüzyıl eğitim anlayışına uygun etkinlikler sunmaktadır (Akaygun ve Aslan-Tutak, 2016). Bu etkinlikler öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının etkinliklere yönelik görüşlerinin olumlu olmasından beslenerek nitelik kazanmaktadır. Bununla birlikte olumlu görüşler kadar olumsuz görüşler de değerlidir. Öyle ki, olumsuz görüşlerin kaynaklarının tespit edilmesi öğretmenlere ve öğretmen adaylarına verilecek STEM eğitimi, uygulamalar ve etkinlikler sırasında nelere dikkat edilmesi gerektiğinin anlaşılması bağlamında önemlidir. Bu sayede olumsuz görüşlerin yerini olumlu görüşlerin alması sağlanabilir. Bu düşünce temelinde alanyazında öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimine, uygulamalara ve etkinliklere yönelik görüşlerinin yer aldığı çalışmalar incelenerek sunulmuştur.

Özcan ve Koştur (2018) çalışmalarında fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitiminin üretken bir toplum oluşturulmasında, ülkenin kalkınmasında ve dünyaya katkı sağlayacak bireylerin yetiştirilmesinde etkili olacağını düşündüklerini tespit etmişlerdir. Bakırcı ve Kutlu (2018) tarafından yapılan çalışmada fen bilimleri öğretmenleri STEM yaklaşımının motive etme, ilgi çekme, çok yönlü düşünme, bilimsel süreç becerileri, karar verme, araştırma-sorgulama, yaratıcılık ve disiplinler arası beceriler, yaparak yaşayarak, somutlaştırarak anlamlı öğrenme, problem çözme, ürün tasarlama, teoriği pratiğe dönüştürme ve laboratuvarı daha sık kullanma üzerinde etkili olacağını ifade etmişlerdir. Bunların yanı sıra zaman, maliyet, araç-gereç ve teknoloji bağlamında sıkıntılar yaşanabileceğini belirtmişlerdir.

Asghar vd. (2012) çalışmalarında ortaöğretim fen ve matematik öğretmenlerinin STEM eğitiminin öğrenme, eleştirel düşünme ve mesleki gelişim açısından faydalı olduğunu belirttiklerini tespit etmişlerdir. Buna ilaveten Eroğlu ve Bektaş (2016) fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli etkinliklerin avantajlarını öğrenciyi tanıma, motive etme, aktifleştirme, ufkunu açma, bilimsel süreç ve psikomotor becerileri geliştirme, bakış açısı kazandırma, özgüven verme, üretken bireyler yetiştirme, yaratıcılık, sorumluluk alma, güzel vakit geçirme, öğretimi sıradanlıktan uzaklaştırarak etkili hale getirme olarak ifade ettiklerini ortaya koymuşlardır. Dezavantajlar ise süre, araç-gereç, konuya hâkim olmama, amaç olarak benimsememe, öğrencinin olumsuz algıya sahip olması ve grupla çalışma güçlüğü olarak belirtilmiştir. Ayrıca öğretmenler uygulamalarda yaşadıkları zorluklara süre, araç-gereç, örneklerin yeterli olmaması ve ekonomi açısından dikkat çekmişlerdir.

Özbilen (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada fen bilimleri, matematik ve teknoloji tasarım öğretmenleri STEM'i kendi alanları için son derece gerekli gördüklerini, eğlenceli ve ilgi çekici olduğunu, tüm konularda uygulanabileceğini ifade etmelerine karşın öğretmen yeterlilikleri, araç-gereç ve birlikte çalışma eksikliği nedenleri ile STEM'i uygulamaktan çekindiklerini belirtmişlerdir. Timur ve İnançlı (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada fen bilimleri öğretmenleri ve

öğretmen adayları STEM eğitiminin yaşama uygun olduğunu, öğrencinin aktifleştirilmesi, bilginin yapılandırılması ve kalıcılığında etkili olacağını ifade etmişlerdir. Öğretmenler etkinliklerin sürdürülebilir ve öğrencilerde merak düzeyi, hazırbulunuşluk, motivasyon üzerinde olumlu etkileri olduğunu gözlemlediklerini belirtmişlerdir. Öğretmen adayları STEM eğitiminin bilgiyi somutlaştırarak anlamlı hale getirdiğini, bilgiyi günlük yaşamla ilişkilendirerek bilgi ve becerilerini arttıracığını ifade etmişlerdir. Ayrıca fen bilimleri öğretmenlerinin okullardaki araç-gereç sıkıntısı, sınıf kontrolünü sağlama ve çalışma ortamının verimi konularında kaygı duydukları anlaşılmıştır.

Bölükbaşı ve Görgülü-Arı (2019) fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitiminin fen dersine yönelik ilgiyi arttırdığını düşündüklerini buna ilaveten maliyet, zaman, sınıf yönetimi, fiziksel koşullar, öğretmenden ve öğrenciden kaynaklanan eksiklikler, öğretim ile uyumlu olmayan durumları ise dezavantaj olarak gördüklerini belirlemişlerdir. Doğan ve Saraçoğlu (2019) tarafından yapılan çalışmada fen bilimleri öğretmenleri STEM uygulamalarının öğrencilerde yaparak yaşayarak, eğlenerek, anlamlı ve kalıcı öğrenme, bilgileri yapılandırma ve somutlaştırma, üst düzey zihinsel beceriler, problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme, işbirlikli öğrenme ve pozitif tutum üzerinde etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerde araştırma-sorgulama, disiplinler arası, bütünlendirici, kalıcı ve anlamlı öğrenme, bilgiyi kullanma ve transfer etme, yaratıcılık, problem çözme, kazanım tespiti, araç-gereçleri etkili kullanma, tasarım yapma ve farkındalık kazanmaya katkı sağladığını belirtmişlerdir. Öğretmenler kalabalık sınıfları, maliyeti, ölçme ve değerlendirmedeki güçlükleri, zamanı, araç-gereç ihtiyacını ve kazanımlara uygun olmayan etkinlikleri ise sınırlılık olarak görmüşlerdir.

Açıkgül-Fırat (2020) çalışmasında fen bilgisi öğretmenlerinin STEM eğitiminin öğretmenler, öğrenciler ve fen eğitimi üzerinde pozitif etkileri olacağına inandıklarını belirlemiştir. Ayrıca öğretmenler STEM eğitiminde teknik eksiklikler, ekonomi, zaman, uygulanabilirlik ile öğretmenden kaynaklanan sorunlar yaşanabileceğini ifade etmişlerdir. Hacıoğlu, Yamak ve Kavak (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada fen bilgisi, fizik, kimya ve matematik öğretmenleri mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin mesleki gelişime katkı sağlama, duyuşsal gelişim, problem çözme, yaratıcı, eleştirel, analitik ve bütüncül düşünme, karar verme, araştırma-sorgulama, grupla çalışma, bilimsel süreç ve yaşam becerilerinin gelişimi üzerinde etkili olacağını ifade etmişlerdir. Bu olumlu düşüncelerin yanı sıra öğretmenler öğretim programı, öğretmen yeterliliği, fiziki şartlar, sınıftaki öğrenci sayısı, ders süresi, ekonomi, araç-gereç temini ve sınıf yönetimi bağlamında olumsuz görüş bildirmişlerdir.

Can ve Uluçınar-Sağır (2018) tarafından yapılan çalışmada sınıf öğretmenlerinin STEM uygulamalarının öğrencilerde ürün tasarlama, yaratıcı düşünme, problem çözme, bilimsel süreç becerileri, disiplinler arası düşünme, kalıcı öğrenme ve dersleri ilgi çekici hale getirmede olumlu etkileri olacağını ifade ettikleri ortaya koyulmuştur. Bazı öğretmenler ise öğrencilerin ve öğretmenlerin yeterli bilgilerinin olmamasını, öğrenci seviyelerinin farklılığını, okulların imkân açısından eşit olmamasını, teknoloji yetersizliğini, araç-gereç eksikliğini, sınıftaki öğrenci sayılarının fazlalığını ve ders süresinin yeterli olmamasını dezavantaj olarak belirtmişlerdir. Nuangchalerm (2018) tarafından yapılan çalışmada ilkökul öğretmenleri STEM eğitiminin öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri üzerinde olumlu etkileri olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Çınar ve Kereci (2020) çalışmalarında

sınıf öğretmenlerinin mühendislik tasarım sürecinin problem çözme ve analitik düşünme gibi 21. yüzyıl becerileri ile öğrenme, merak, üretme ve bilginin kullanımı üzerinde olumlu etkileri olduğunu düşündüklerini saptamışlardır. Özdemir ve Cappellaro (2020) çalışmalarında sınıf öğretmenlerinin STEM eğitiminin avantajlarını öğretmenler açısından kişisel ve mesleki gelişime olanak sağlama, öğrenme ortamını eğlenceli ve verimli hale getirme, teknoloji okuryazarlığı; öğrenciler açısından yaparak yaşayarak, kolay, kalıcı ve eğlenceli öğrenme imkânı sunma, STEM alanlarına yönelik farkındalık, yaratıcı düşünme ve yaşam becerisi kazandırma, başarıyı arttırma ve üretime teşvik etme olarak düşündüklerini ortaya koymuşlardır. Öğretmenler STEM eğitiminin dezavantajlarını ise öğretmenler açısından araç-gereç eksikliği, zaman, maliyet, kalabalık mevcutlarda uygulama zorluğu, eğitimsiz olma ve isteksizlik; öğrenciler açısından araç-gereç temini, maliyet, beceri yetersizliği, iletişimde zorlanma olarak sıralamışlardır.

Uğraş (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada okul öncesi öğretmenleri STEM eğitim yaklaşımının disiplinler arası bakış açısı kazandırdığını, bilimsel süreç, problem çözme, mühendislik ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiğini, derse yönelik ilgiyi arttırdığını, günlük yaşam problemlerine ortaya bir ürün koyarak çözüm bulma imkânı verdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmenler öğretmen bilgisinin, hizmet içi eğitimin, bilincin, zamanın ve maliyetin yetersizliğini sınırlılık olarak belirtmişlerdir. Günşen, Uyanık ve Akman (2019) çalışmalarında okul öncesi öğretmenlerinin çocukların küçük yaşlarda bilimle tanışması, yaratıcılığı ve problem çözme becerisini geliştirmesi nedenleri ile okul öncesi dönemde STEM yaklaşımının uygulanması gerektiğini düşündüklerini saptamışlardır. Yıldırım (2020) tarafından yapılan çalışmada okul öncesi öğretmenleri STEM eğitiminin öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme, iletişim, iş birliği, yaratıcılık ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir. Ültay ve Ültay (2020) çalışmalarında okul öncesi öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının STEM yaklaşımının aktif bir öğrenme ortamı oluşturduğunu, çocukların aktif katılımı iş birliği içinde eğlenerek öğrenmelerini ve ürün ortaya koymalarını desteklediğini, çocuklara farklı düşünme becerileri, fen dersine yönelik olumlu tutum ve 21. yüzyıl becerileri kazandırdığını düşündüklerini ortaya koymuşlardır.

Marulcu ve Sungur (2012) tarafından yapılan çalışmada fen bilgisi öğretmen adayları mühendislik tasarım temelli bir dersin öğrencinin ufkunun genişlemesi, anlama, eğitim araçlarının tasarlanması ve mühendislik becerilerinin kazandırılması üzerinde katkıları olabileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca sayısal ve görsel zekâ ile üç boyutlu, çok yönlü ve bilimsel düşünme, yaratıcılık, yansıtma, hayal gücü, problem çözme becerisi, psikomotor beceriler, el-göz koordinasyonu ve çizim yeteneğini geliştirebileceğini belirtmişlerdir. Kızılay (2016) çalışmasında fen bilgisi öğretmen adaylarının olumlu görüşlerinde STEM eğitiminin kalıcı öğrenme, anlama, bilişsel gelişim, ortamın etkinleştirilmesi, araştırmacı ve üretken bireyler yetiştirilmesinde etkili olduğunu düşündüklerini tespit etmiştir. Olumsuz görüşlerde ise sıkıcı ve yararsız olduğu şeklindeki ifadelerin yer aldığını saptamıştır. Bozkurt-Altan, Yamak ve Buluş-Kırıkkaya (2016) çalışmalarında fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitimini yansıtan mühendislik tasarım sürecinin motive etmeye, yaparak yaşayarak ve kalıcı öğrenmeye, sorgulamaya, fen ile yaşam arasındaki ilişkiyi anlamaya katkı sağladığını, tasarım görevlerinin öğretici ve eğlenceli olduğunu düşündüklerini belirlemişlerdir.

Erdogan ve Ciftci (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada fen bilgisi öğretmen adayları STEM eğitim uygulamalarının yüksek seviyede düşünme becerileri, yaparak yaşayarak öğrenme, proje tasarlama, hayal gücü, el becerisi, gözlem, tasarım, mühendislik, üretkenlik, derse yönelik ilgi ve öğrenme sürecinin zevkli olması üzerinde olumlu etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Bunların yanı sıra fiziksel yetersizliği olan bireylerin tasarımları yaparken zorlanabileceklerini, uygulamaların zaman ve maliyet açısından sınırlılıklara neden olabileceğini ifade etmişlerdir. Aslan ve Bektaş (2019) tarafından yapılan çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamalarının öğrenci açısından bilgilerin kalıcılığı, yaratıcılık, problem çözme, eleştirel düşünme becerilerinin gelişimi, mesleki açıdan maddi ve manevi kazanç elde etme, akademik yükselme ve donanımlı hissetme üzerinde etkili olduğunu düşündükleri anlaşılmıştır. Öğretmen adayları olumsuz görüşlerinde ise maliyet, yorulma ve bilgi eksikliği kavramlarına yer vermişlerdir.

Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır (2017) çalışmalarında kimya öğretmen adaylarının STEM uygulamalarının disiplinler arası bakış açısı kazandırma, alan bilgisi, öğrenilenlerin kalıcılığı, kimya konularını günlük yaşam ile ilişkilendirme, araştırma-sorgulama, düşünme becerisi, yaratıcılık, problem çözme, bilgiyi ürün haline getirme, günlük yaşamdaki araç-gereçleri kullanarak ürün tasarlama ve grupla çalışma bağlamında kendilerine katkı sağladığını belirttiklerini ortaya koymuşlardır. Kocakaya ve Ensari (2018) fizik öğretmen adaylarının STEM etkinliklerinin dersleri anlaşılır ve eğlenceli hale getirdiğini, öğrenilenlerin kalıcılığını ve aktif katılımı sağladığını, dikkat çekici olduğunu, uygulama sırasında zorlanmadıklarını ve motivasyonlarını arttırdığını düşündüklerini saptamışlardır.

Özçakır-Sümen ve Çalışıcı (2016) tarafından yapılan çalışmada sınıf öğretmeni adayları STEM eğitimini verimli, sürdürülebilir ve eğlenceli bulduklarını, etkinliklerin etkili, kolay hatırlanan, çevre bilinci oluşturan, yaratıcı düşünceyi destekleyen, anlamayı ve kalıcı öğrenmeyi sağlayan nitelikte olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte çok zaman alması ve kalabalık sınıflarda uygulanmasının zor olmasını da etkinliklerin dezavantajları olarak ifade etmişlerdir. Yıldırım (2018) çalışmasında sınıf öğretmeni adaylarının tasarım temelli öğrenmenin mühendisliğe yönelik ilgiyi ve motivasyonu arttırdığını, problem çözme, eleştirel düşünme, el becerilerini, tartışma yeteneğini, yaratıcılığı, hayal gücünü, sorumluluğu, empati kurmayı, özgüveni ve öz yeterliliği geliştirdiğini, disiplinler arası çalışmaya, kendini eleştirmeye imkan sunduğunu, öğrenme, akademik başarı, iş birliği halinde çalışma üzerinde etkili olduğunu ve derslerde kullanılmasının gerektiğini düşündüklerini ortaya koymuştur. Öğretmen adayları ve yeni mezunlar STEM eğitiminin ilkökul düzeyinde önemli olduğunu belirtirken (Madden, Beyers ve O'Brien, 2016), üniversite öğrencileri gördükleri STEM eğitiminden memnun kaldıklarını dile getirmişlerdir (Lai, 2018).

Uğraş ve Genç (2018) okul öncesi öğretmen adaylarının STEM eğitiminin düşünme becerileri, teorik bilgiyi pratiğe dönüştürme, ürün hazırlama, meslek seçimi ve özgüven üzerinde olumlu etkileri olduğunu; bunun yanı sıra yetersiz bilgi, kalabalık sınıfta disiplini sağlamada güçlük ve zaman kaynaklı zorluklar yaşanabileceğini düşündüklerini ortaya koymuşlardır. Çiftçi, Topçu ve Foulk (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da okul öncesi öğretmen adayları STEM eğitiminin 21. yüzyıl becerileri ile bilişsel, kişisel-sosyal ve kariyer gelişimi, STEM alanlarına karşı olumlu tutum, kalkınma, doğayı ve canlıları sevmeye üzerinde olumlu etkileri olduğunu ifade etmişlerdir.

Alanyazın incelendiğinde STEM etkinliklerinden beklenen verimin elde edilebilmesi ve STEM eğitiminin sürdürülebilirliği için uygulama sürecinde önemli roller üstlenecek geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adaylarının görüşlerin belirlenmesinin, anlaşılmasının ve bu konuda öneriler sunulmasının son derece önemli olduğu düşünülmektedir. Öyle ki, bir bireyin olumsuz görüş sahibi olduğu ve bazı faktörleri sınırlılık olarak ifade ettiği bir hususta verimli bir süreç yaşaması ve verimli bir sonuç elde etmesi mümkün değildir. Bu bağlamda araştırmada STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinliklere yönelik fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmada “Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinliklere yönelik görüşleri nelerdir?” sorusuna yanıt aranmıştır.

STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinliklerde basit malzemeler kullanılarak farklı tasarımlar yapılabilmektedir. Fakat alanyazında bu araştırmada olduğu gibi basit malzemelerle ölçme araçlarının tasarlatıldığı etkinliklerin ve bu etkinliklere yönelik görüşlerin alındığı benzer bir çalışma bulunmamaktadır. Bu araştırma kapsamında STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecine dayalı olarak gerçekleştirilen etkinlikler öğretmen adaylarının kendi tasarladıkları ölçme araçları ile ölçüm yapmalarına ve veri elde etmelerine imkân sunduğu, öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri, mühendislik ve tasarım becerilerinin gelişimine katkı sağladığı için değerlidir. Gerek bu değer temelinde gerekse etkinliklere yönelik öğretmen adaylarının belirttikleri görüşler dikkate alınarak yeni etkinliklerin hazırlanması bağlamında araştırmanın alanyazındaki boşluğu dolduracağı ve alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yöntem

Araştırmanın modeli

Bu araştırmada durum çalışması deseni kullanılmıştır. Durum çalışmalarında birey, grup, organizasyon, etkinlik, süreç veya bir olaydan meydana gelen sınırları tanımlanabilen bir veya daha fazla durum yoğun ve ayrıntılı bir şekilde tanımlanır ve analiz edilir (Christensen, Johnson ve Turner, 2015).

Araştırma grubu




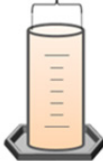


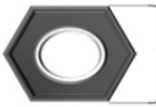


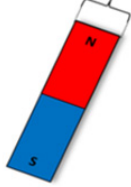
Araştırma 2017-2018 bahar yarıyılında bir devlet üniversitesinin fen bilgisi öğretmenliği programında ikinci sınıfta öğrenim gören sekiz gönüllü öğretmen adayının katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının mikrometre ve verniyerli kumpasın ne olduklarının farkında olarak etkinliğe katılmaları için amaçlı örnekleme yöntemi ile Genel Fizik Laboratuvarı-I dersini almış ve bu derste başarılı olmuş öğretmen adayları arasından gönüllü olan sekiz öğretmen adayı etkinliklerde yer almıştır.

Uygulama süreci

Araştırmacılar tarafından mühendislik tasarım sürecine uygun olacak şekilde düzenlenen etkinlikleri öğretmen adayları iki kişiden oluşan dört grup halinde üç saatte yapmışlardır.

Öğretmen adaylarının inovatif (yenilikçi) düşüncelerini sağlamak için verniyerli kumpas ve mikrometre tasarımında kullanabilecekleri “cetvel, iletke, bant, yapıştırıcı, makas, paket lastiği, bal kaşığı, küçük şeffaf plastik kap, tahta çıta, tahta çöp şiş, tahta yassı şiş, mukavva, mukavva boru, küçük mantar tıpa, renkli keçeler, eva kâğıtları, oluklu mukavva, ataş, raptiye, keçeli siyah kalem, yün ip” etkinlik masalarına koyulmuştur. Öğretmen adayları yaratıcılıklarını kullanarak verilen materyallerin içinden uygun olacaklarını düşündüklerini seçerek kendi tasarımlarını oluşturmuşlardır. Oluşturulan tasarımların fotoğrafları çekilerek kaydedilmiştir.

Öğretmen adaylarına tasarladıkları verniyerli kumpas ve mikrometreleri kullanarak ölçüm yapmaları için “madeni para, bakır tel, deney tüpü, dereceli silindir, termometre, bilye, vida somunu, dikdörtgenler prizması, 1,5 voltluk pil, çubuk mıknatıs” verilmiştir. Öğretmen adaylarının cisimlerin hangi uzunluğunu ölçecekleri Şekil 1’de belirtilmiştir.

Madeni paranın eni 	Bakır telin kalınlığı / çapı 	Deney tüpünün derinliği 	Dereceli silindirin iç çapı 	Termometrenin dış çapı 
Bilyenin dış çapı 	Vida somununun boyu 	Dikdörtgenler prizmasının eni 	1,5 voltluk pilin dış çapı 	Çubuk mıknatısın eni 

Şekil 1. Ölçülen cisimler

Mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinlikler sırasında aşağıdaki basamaklar (Engineering is Elementary Team, 2013) takip edilmiştir. Gruplardan tüm basamaklarda gerçekleştirdikleri işlemleri yazmaları istenmiştir.

Tanımlama. Öğretmen adaylarına etkinlikle ilgili bir problem durumu verilmiştir. Problem durumunda çeşitli cisimler ile cisimlerin hangi uzunluklarını ölçeceklerini gösteren renkli çalışma kâğıdı ile birlikte ölçülmesi planlanan cisimler tablo halinde listelenerek öğretmen adaylarına “Aşağıdaki tabloda verilen uzunlukları hangi ölçme aracı / ölçme araçları ile ölçersiniz?” sorusu yöneltmiştir.

Araştırma. Öğretmen adayları çalışma kâğıtlarını doldurmaya başlamışlardır. Problem durumunun çözümü ile ilgili grup tartışması yaparak çözüm ile ilgili veriler toplamışlardır. Etkinlikte öğretmen adaylarına ilgili cisimler dağıtılmıştır. Öğretmen adaylarından bu cisimlerin istenilen uzunluklarını ölçmeleri istenmiştir. Etkinlikten sonra öğretmen adayları ölçüm sırasında kullanmaları gereken ölçme aracı bağlamında gerekli terminolojiye giriş yapmışlardır.

Hayal Etme, Planlama ve Yaratma. Öğretmen adayları yapacakları ölçme aracı için tasarımlarını hayal etmişlerdir. Bununla ilgili planlarını yaptıktan sonra yaratma aşamasına geçmişlerdir. Öğretmen adaylarına malzemeler dağıtılarak onlara mühendislik görevleri verilmiştir. Gruplar yaptıkları ölçme araçlarını grup 1, grup 2, vb. olmak üzere adlandırmışlardır.

Test Etme ve Geliştirme. Öğretmen adayları yaptıkları ölçme araçlarını test etmişlerdir. Test etme basamağında hem kendi yaptıkları ölçme aracı ile hem de gerçek ölçme aracı ile aynı cisimi ölçmüşlerdir. Her grup kendi yaptığı ölçme aracını test ettikten sonra gruplara “Ölçme aracınızda değişiklik yapmak isteseydiniz neyi değiştirdiniz?” sorusu yöneltilmiştir. İsteyen gruplara yaptıkları ölçme aracında değişiklik yapmaları ya da ölçme aracını geliştirmeleri için 20 dakika ek süre verilmiştir.

İletişim. Öğretmen adaylarının yaptıkları ölçme araçları tahtaya yapıştırılarak öğretmen adayları ile birlikte değerlendirilmiştir.

Veri toplama aracı

Veri toplama aracı hazırlanırken önce alanyazın taraması yapılmıştır. Alanyazın taraması sonucunda hazırlanan açık uçlu soru için fen eğitimi alanından bir uzmandan görüş alınmıştır. Araştırmacılar tarafından hazırlanan görüş formundaki “STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecine göre düzenlenen etkinliklere yönelik görüşlerinizi yazınız.” açık uçlu sorusu ile öğretmen adaylarından gerçekleştirilen etkinliklere yönelik görüşlerini yazmaları istenmiştir.

Verilerin analizi

Grupların yaptıkları ölçme araçlarının değerlendirilmesinde “problemi tanımlama, olası çözüm önerileri oluşturma, çözüm önerisi seçme, prototip oluşturma, prototipi test etme ve analiz, prototipi iyileştirme/geliştirme, sunum ve tartışma, zaman yönetimi, takım çalışması/iş birliği” kriterlerini içeren tasarım değerlendirme rubriği (Kuvaç ve Koç-Sarı, 2018) kullanılmıştır. Rubrikteki tüm kriterler temel alınarak mükemmel (3), yeterli (2), kısmen yeterli/geliştirilmeli (1), yetersiz (0) olarak ölçme araçları puanlanmıştır. Her grup yaptığı ölçme aracını sunduktan ve test ettikten sonra ölçme araçları değerlendirilmiştir.

İç geçerlik (inandırıcılık) için çalışmanın gerçek değerini ve “Yapılan çalışmanın geçerli bir değeri var mıdır?” sorusunu irdelemek gerekmektedir (Akar, 2017). Bu açıdan oluşturulan tasarımlar, gerçek ölçme araçlarında bulunan kısımlar ile kıyaslanarak inandırıcılık sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarından tasarladıkları ölçme araçlarıyla ölçümler yapmaları istenerek oluşturulan ürünün değerinin ortaya koyulması hedeflenmiştir.

Dış geçerlik (aktarılabirlik) için araştırmacı çalışmasında elde ettiği sonuçları temel olarak doğrudan genelleme yapılamayacağının bilincinde olmalı ve çalışmaya ait detayların yanında sınırlılıklardan da söz etmelidir (Akar, 2017). Bu bağlamda araştırma 8 gönüllü öğretmen adayı, veri toplama aracı olan görüş formu, tasarımlarını oluşturmaları için öğretmen adaylarına sunulan materyal eşitleri ve ölçme araçlarını hazırlamaları için verilen üç saatlik süre ile sınırlıdır.

Öğretmen adaylarının görüşlerinin analizinde dış geçerliliği sağlamak için ayrıntılı betimleme yapılmıştır. Veriler iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı içerik analizi ile kodlanarak sunulmuştur. Ayrıca öğretmen adaylarının cevaplarından doğrudan alıntılar ($\text{ÖA}_{1,2}$ - 1_1 : öğretmen adayının grubu, 2_1 : öğretmen adayının gruptaki sırası) verilmiştir.

Elde edilen veriler araştırmacılar tarafından olumlu görüşler, olumsuz görüşler ve öneriler şeklinde kategorilere ayrılmıştır. Güvenirliği sağlamak için kodlayıcılar arasında karşılaştırma yapılmıştır. Kodlayıcılar arasında tam bir uyum olduğu görülmüştür. Ayrıca ham veriler ile kodlar fen eğitimi alanından bir uzman tarafından da incelenmiştir.

Bu araştırmanın verileri 2017-2018 bahar yarıyılında toplanmıştır. Makalede 2020 yılı öncesinde elde edilen araştırma verileri kullanıldığı için etik kurul izni gerektirmeyen çalışmalar arasında yer almaktadır.

Bulgular

Grupların yaptıkları verniyerli kumpas ve mikrometreler şekil 2'de verilmiştir.



şekil 2. Grupların yaptıkları verniyerli kumpas ve mikrometreler

Gerçek verniyerli kumpas ve mikrometre Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Gerçek verniyerli kumpas ve mikrometre

Şekil 2 ve 3 incelendiğinde, grupların genelinin verniyerli kumpas ve mikrometre için gerekli yapıları hazırlamış oldukları materyaller üzerinde gösterebildikleri görülmektedir.

STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinliklere yönelik bütün öğretmen adayları olumlu görüş belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının olumlu görüşleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1.
Olumlu Görüşler

Kategori	Kod	f
Bilişsel etki	Hayal gücünü kullanma	2
	Yaratıcılığı geliştirme	1
	Görsel hafızayı destekleme	1
	Yapılacakları zihinde canlandırma	1
	Akl yürütme	1
	Yeni fikirler üretme	1
Beceri geliştirme	Materyal tasarlama becerisini geliştirme	2
	El becerisini geliştirme	2
	Problem çözme becerisi kazanma	1
Öğrenme	Kalıcı öğrenme	1
	Anlamli öğrenme	1
	Yaparak öğrenme	1
	Görerek öğrenme	1
Ürün	Etkili	1
	Yapılan ölçümde hatanın az olması	1
	Güzel bir ürün ortaya koyma	1
Süreç	Yapımının kolay olması	1
	Yapımının eğlenceli olması	1
İş birliği ve iletişim	İş birliği yaparak çalışma	1
	Fikir alışverişi yapma	1

Tablo 1 incelendiğinde öğretmen adaylarının olumlu görüşleri hayal gücünü kullanma ile materyal tasarlama ve el becerilerini geliştirme kodlarında yoğunlaşmaktadır. Öğretmen adayları olumlu görüşlerini daha çok etkinliklerin birey üzerindeki bilişsel etkileri bağlamında ifade etmişlerdir. Ayrıca ÖA₁₋₂ tarafından verilen cevapta yapımı kolay ve eğlenceli olan, ölçümde az hata veren ifadesinin sadece verniyerli kumpas için geçerli olduğu anlaşılmıştır.

“Yaratıcılığı geliştirmek için çok olumlu bir eğitimidir. Basit yapılmış malzemelerden işe yarar materyaller hazırlama becerisini geliştiriyor.” (ÖA₁₋₁)

“Daha önceden var olan icatları yeniden modellemek el becerisi geliştiriyor. Bu modelleri yaparken yeni fikirler aklı gelebilir. Grup ortamıyla iş birliği içerisinde çalışmayı sağladık. Karşılaştığım sorunlara çözüm bulma becerisi sağladı.” (ÖA₂₋₂)

“... etkinlik ile mikrometre ve verniyerli kumpasın kısımlarının daha iyi öğrenildiğini ve şekillerinin yapım aşamasında daha akılda kalıcı bıraktığımı düşünüyorum.” (ÖA₃₋₂)

STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinliklere yönelik altı öğretmen adayı olumlu görüşlerine ilaveten olumsuz görüşler de belirtmiştir. Öğretmen adaylarının olumsuz görüşleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2.

Olumsuz Görüşler

Kategori	Kod	f
Süreç	Uzun zaman alması	3
	Ölçme aracının yapımının zor olması	2
Ürün	Ölçüm aracının işlevsel açıdan yetersiz olması	2
	Ölçme aracının hata verebilmesi	2
	Her zaman kullanılamaması	1

Tablo 2 incelendiğinde öğretmen adayları olumsuz görüşlerini uzun zaman alması, yapımının zor olması, işlevsel açıdan yetersiz olması, hata verebilmesi ve her zaman kullanılamaması olarak ifade etmişlerdir. Bununla birlikte ÖA₁₋₂ mikrometre, ÖA₂₋₁ ise hem mikrometre hem de verniyerli kumpas yapımının zor olduğunu ifade etmiştir. Ölçme aracının hata verebileceğini düşünen öğretmen adaylarından ÖA₁₋₂ sadece mikrometre, ÖA₁₋₁ ise hem mikrometre hem de verniyerli kumpası kastetmiştir. Öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

“... yapılması amaçlanan araç gereç yapıldıktan sonra bazı teknik veya ölçüm açısından hatalar vermesi gösterilebilir.” (ÖA₁₋₁)

“... yapmak oldukça zaman aldı. Kumpas ve mikrometre, yaparken çok zorlanarak yaptığım noktalar oldu.” (ÖA₂₋₁)

“... her zaman kullanılamaz olması olabilir. Süre anlamında uzun bir zaman alacağı için ...” (ÖA₄₋₁)

STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinliklere yönelik dört öğretmen adayı önerilerde bulunmuşlardır. Öğretmen adaylarının önerileri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3.

Öneriler

Kod	f
Pratik fikirler üretmek ve hız kazanmak için tecrübenin önemli olması	1
Sık sık yapılması gerektiği	1
Ölçüm aleti yerine başka bir şey tasarlanması gerektiği	1
Yapılan ölçüm aletlerinin model olması, ölçme amacı ile kullanılmaması	1
Ortaokul öğrencilerine de uygulanmasının yararlı olması	1
Etkinliğe dört-beş saat ayrılması gerektiği	1

Tablo 3 incelendiğinde öğretmen adaylarının etkinliklerle ilgili önerileri görülmektedir. Öğretmen adaylarının önerilerinden bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

"... bu tür etkinlikleri daha çok yapmış olsaydım bunları yaparken daha pratik fikirler ortaya atabilir ve daha çabuk yapabiliirdim..." (ÖA_{2,1})

"Mühendislik açısından ölçüm aleti tasarlamak yerine farklı şeyler tasarlanması daha iyi olurdu diye düşünüyorum..." (ÖA_{3,1})

"... materyallerle oluşturduğumuz ölçüm aletlerinin doğru ölçümler çıkarmayacağını model olarak kalınması gerektiğini ölçüm yapılmaması gerektiğini düşünüyorum." (ÖA_{3,2})

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonucunda tüm öğretmen adaylarının görüşlerinin olumlu olduğu saptanmıştır. Olumlu görüşler daha çok hayal gücünü kullanma, yaratıcılığı geliştirme, görsel hafızayı destekleme, yapılacakları zihinde canlandırma, akıl yürütme ve yeni fikirler üretme olmak üzere etkinliklerin bilişsel etkileri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Alanyazında da fen bilgisi öğretmen adayları STEM eğitiminin bilişsel gelişimi sağladığını (Kızılay, 2016), ortaokul öğrencileri bilişsel becerileri geliştirdiğini (Baran, Canbazoglu-Bilici, Mesutoglu ve Ocak, 2016); fen bilimleri öğretmenleri (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Eroğlu ve Bektaş, 2016), sınıf öğretmenleri (Can ve Uluçınar-Sağır, 2018), fen bilgisi, fizik, kimya ve matematik öğretmenleri (Hacıoğlu vd., 2016), sınıf öğretmeni adayları (Özçakır-Sümen ve Çalışıcı, 2016; Yıldırım, 2018), kimya öğretmen adayları (Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır, 2017) ve ortaokul öğrencileri (Uğras, 2018; Yıldırım ve Selvi, 2018) yaratıcı düşünmeyi desteklediğini; fen bilimleri öğretmenleri (Doğan ve Saraçoğlu, 2019), okul öncesi öğretmenleri (Yıldırım, 2020), fen bilgisi öğretmen adayları (Aslan ve Bektaş, 2019) ve ortaokul öğrencileri (Aydın ve Karşı-Baydere, 2019) yaratıcılık üzerinde etkili olduğunu; sınıf öğretmeni adayları hatırlamayı kolaylaştırdığını (Özçakır-Sümen ve Çalışıcı, 2016); fen bilgisi öğretmen adayları (Erdogan ve Ciftci, 2017; Marulcu ve Sungur, 2012) ve sınıf öğretmeni adayları (Yıldırım, 2018) hayal gücünü genişlettiğini; ortaokul öğrencileri ise hayal kurma bağlamında faydalı olduğunu

(Şimşek, 2019) ifade etmişlerdir. Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının etkinliklerin yeni fikirler üretme üzerinde etkili olduğunu ifade etmelerinin aksine ilkokul öğrencileri fikir geliştirme sürecini STEM etkinlikleri sırasında yaşanabilecek bir problem olarak belirtmişlerdir (Karakaya, Yantırı, Yılmaz ve Yılmaz, 2019).

İki öğretmen adayı beceri geliştirme kategorisinde etkinliklerin materyal tasarlama becerilerini geliştirme üzerinde etkili olduğunu ifade etmiştir. Alanyazında da fen bilimleri öğretmenleri (Bakırcı ve Kutlu, 2018), sınıf öğretmenleri (Can ve Uluçınar-Sağır, 2018) ve ortaokul öğrencileri (Aydın ve Karşı-Baydere, 2019; Güldemir ve Çınar, 2017) ürün tasarlama; fen bilimleri öğretmenleri tasarım yapma (Doğan ve Saraçoğlu, 2019), fen bilgisi öğretmen adayları eğitim araçları tasarlama (Marulcu ve Sungur, 2012), kimya öğretmen adayları günlük yaşamdaki araç-gereçleri kullanarak ürün tasarlama (Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır, 2017), ortaokul öğrencileri tasarım becerileri (Baran vd., 2016) üzerinde etkili ve faydalı olduğunu ifade etmişlerdir.

İki öğretmen adayı beceri geliştirme kategorisinde etkinliklerin el becerilerini geliştirme üzerinde etkili olduğunu ifade etmiştir. Alanyazında da fen bilgisi öğretmen adayları (Erdogan ve Ciftci, 2017), sınıf öğretmeni adayları (Yıldırım, 2018) ve ortaokul öğrencileri (Baran vd., 2016) STEM etkinliklerinin el becerilerini geliştirdiğini ifade etmişlerdir.

Bir öğretmen adayı beceri geliştirme kategorisinde etkinliklerin problem çözme becerilerini geliştirme üzerinde etkili olduğunu ifade etmiştir. Alanyazında da fen bilimleri öğretmenleri (Doğan ve Saraçoğlu, 2019), sınıf öğretmenleri (Can ve Uluçınar-Sağır, 2018; Çınar ve Kereci, 2020), fen bilgisi, fizik, kimya ve matematik öğretmenleri (Hacıoğlu vd., 2016), okul öncesi öğretmenleri (Günşen vd., 2019; Uğraş, 2017; Yıldırım, 2020), fen bilgisi öğretmen adayları (Aslan ve Bektaş, 2019; Marulcu ve Sungur, 2012), kimya öğretmen adayları (Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır, 2017), sınıf öğretmeni adayları (Yıldırım, 2018), ortaokul öğrencileri (Aydın ve Karşı-Baydere, 2019) ve ilkokul öğrencileri (Karakaya vd., 2019) ise problem çözme becerilerini geliştirme üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Bir öğretmen adayı etkinliklerin kalıcı öğrenmeyi sağladığını ifade etmiştir. Alanyazında da fen bilimleri öğretmenleri (Doğan ve Saraçoğlu, 2019), sınıf öğretmenleri (Can ve Uluçınar-Sağır, 2018; Özdemir ve Cappellaro, 2020), fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adayları (Timur ve İnançlı, 2018), fen bilimleri öğretmen adayları (Bozkurt-Altan vd., 2016), fen bilgisi öğretmen adayları (Aslan ve Bektaş, 2019; Kızılay, 2016), fizik öğretmen adayları (Kocakaya ve Ensari, 2018), kimya öğretmen adayları (Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır, 2017), sınıf öğretmeni adayları (Özçakır-Sümen ve Çalışıcı, 2016), ortaokul öğrencileri (Yıldırım ve Selvi, 2018) ve ilkokul öğrencileri (Karakaya vd., 2019) STEM eğitiminin kalıcı öğrenme üzerinde etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Bir öğretmen adayı etkinliklerin anlamlı öğrenmeyi sağladığını ifade etmiştir. Benzer şekilde fen bilimleri öğretmenleri (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Doğan ve Saraçoğlu, 2019), fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adayları (Timur ve İnançlı, 2018), fen bilgisi öğretmen adayları (Yıldırım ve Altun, 2015) ve ortaokul öğrencileri (Yıldırım ve Selvi, 2018) anlamlı öğrenmeyi sağladığını belirtmişlerdir.

Bir öğretmen adayı etkinliklerin yaparak ve bir öğretmen adayı ise görerek öğrenmeye imkân sunduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde fen bilimleri öğretmenleri (Doğan ve Saraçoğlu, 2019), sınıf öğretmenleri (Özdemir ve Cappellaro, 2020), fen bilimleri öğretmen adayları (Bozkurt-Altan vd., 2016) ve fen bilgisi öğretmen adayları (Erdogan ve Ciftci, 2017) da STEM etkinliklerinin yaparak yaşayarak öğrenmeye fırsat verdiğini belirtmişlerdir.

Öğretmen adayları iş birliği ve iletişim kategorisinde STEM etkinliklerinin iş birliği yaparak çalışma ve fikir alışverişi yapmayı sağladığını ifade etmişlerdir. Alanyazında da okul öncesi öğretmenlerinin (Yıldırım, 2020), okul öncesi öğretmenlerinin ve öğretmen adaylarının (Ültay ve Ültay, 2020), sınıf öğretmeni adaylarının (Yıldırım, 2018) ve ortaokul öğrencilerinin (Yıldırım ve Selvi, 2018) STEM uygulamalarına yönelik benzer görüşlere sahip oldukları ortaya koyulmuştur. Olumlu görüşlerin aksine ortaokul öğrencileri STEM etkinliğinde iş birliğinde aksaklıklar yaşandığını (Baran, Canbazoglu-Bilici ve Mesutoğlu, 2015), kişilerarası ve iş birliği becerileri bağlamında sorunlar yaşanabileceğini (Yıldırım ve Selvi, 2018) ifade etmişlerdir.

Altı öğretmen adayının görüşlerinde hem olumlu hem de olumsuz ifadeler olduğu belirlenmiştir. Üç öğretmen adayı etkinliklerin uzun zaman aldığını ifade ederek olumsuz görüş bildirmiştir. Benzer şekilde alanyazında da fen bilimleri öğretmenleri (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Bölükbaşı ve Görgülü-Arı, 2019; Doğan ve Saraçoğlu, 2019; Eroğlu ve Bektaş, 2016), fen bilgisi öğretmenleri (Açıkgül-Fırat, 2020), sınıf öğretmenleri (Can ve Uluçınar-Sağır, 2018; Özdemir ve Cappellaro, 2020), fen bilgisi, fizik, kimya ve matematik öğretmenleri (Hacıoğlu vd., 2016), okul öncesi öğretmenleri (Uğraş, 2017), fen bilgisi öğretmen adayları (Erdogan ve Ciftci, 2017), sınıf öğretmeni adayları (Özçakır-Sümen ve Çalışıcı, 2016), okul öncesi öğretmen adayları (Uğraş ve Genç, 2018) ve ortaokul öğrencileri (Baran vd., 2015; Karakaya, Alabaş, Akpınar ve Yılmaz, 2020; Şimşek, 2019) zamanı ve ders süresinin kısıtlı olmasını eğitim olanakları açısından bir sınırlılık olarak belirtmişlerdir.

Bazı öğretmen adayları ise olumsuz görüşlerini ölçme aracının yapımının zor olması, işlevsel açıdan yetersizliği, hata verebilmesi ve her zaman kullanılamaması olarak ifade etmişlerdir.

Ayrıca dört öğretmen adayı etkinliklerle ilgili pratik fikirler üretmek ve hız kazanmak için tecrübenin önemli olması, sık sık yapılması, ölçüm aleti yerine başka bir şey tasarlanması, yapılan ölçüm aletlerinin model olması, ölçme amacı ile kullanılmaması, ortaokul öğrencilerine de uygulanmasının yararlı olması ve etkinliğe dört-beş saat ayrılması şeklinde önerilerde bulunmuşlardır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar ışığında ortaya çıkan öneriler şu şekildedir:

- Öğrencilerin inovatif (yenilikçi) düşüncelerini sağlamak için fırsatlar her öğrenciye eşit sunulmalı ve onlardan istedikleri malzemeleri kullanarak ürünlerini oluşturmaları beklenmelidir.
- Bu tür etkinlikleri bireysel yapacak öğrencilerin zorlanabileceği düşünüldüğünden grup halinde yapılması önerilebilir.
- Ayrıca, bu tür etkinliklerin öğrencilerin pedagojik alan bilgilerine, bilimsel süreç becerileri ile teknik becerilerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle benzer etkinliklerin yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

- Açıkgül-Fırat, E. (2020). Science, technology, engineering, and mathematics integration: Science teachers' perceptions and beliefs. *Science Education International*, 31(1), 104-116. doi: <https://doi.org/10.33828/sei.v31.i1.11>
- Akar, H. (2017). Durum çalışması. A. Saban ve A. Ersoy (Ed.), *Eğitimde nitel araştırma desenleri içinde*, (Genişletilmiş 2. Baskı), (ss. 139-177). Ankara: Anı Yayıncılık.
- 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 (IJEMST)*, 4(1), 56-71. doi:10.18404/ijemst.44833
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 85-125. doi: <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1349>
- Aslan, F., & Bektaş, O. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamaları hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 17-50.
- Aydın, E., & Karşlı-Baydere, F. (2019). Yedinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri: Karışımın ayrıştırılması örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(1), 35-52. doi: 10.7822/omuefd.439843
- Bakırcı, H., & Kutlu, E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 9(2), 367-389.
- Baran, E., Canbazoğlu-Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(2), 60-69.
- Baran, E., Canbazoglu-Bilici, S., Mesutoglu, C., & Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 4(1), 9-19. doi: 10.18404/ijemst.71338
- Basham, J. D., & Marino, M. T. (2013). Understanding STEM education and supporting students through universal design for learning. *TEACHING Exceptional Children*, 45(4), 8-15. doi: <https://doi.org/10.1177/004.005.991304500401>
- Bevan, B., Gutwill, J. P., Petrich, M., & Wilkinson, K. (2015). Learning through STEM-rich tinkering: Findings from a jointly negotiated research project taken up in practice. *Science Education*, 99(1), 98-120. doi: 10.1002/sce.21151
- 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.
- Bölükbaşı, G., & Görgülü-Arı, A. (2019). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM eğitimi ve etkinliklerine yönelik görüşleri. *Academic Perspective Procedia*, 2(1), 47-56. doi: <https://doi.org/10.33793/acperpro.02.01.11>
- Can, K., & Uluçınar-Sağır, Ş. (2018). Sınıf öğretmenlerinin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik (FeTeMM) uygulamalarına ilişkin görüşleri. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(11), 62-83.
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A., & Velasquez-Bryant, N. (2006). The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(4), 301-309. doi: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00905.x>
- Christensen, L. B., Johnson, R. B., & Turner, L. A. (2015). Nitel ve karma yöntem araştırmaları. *Araştırma yöntemleri desen ve analiz içinde* (A. Aypay, Çev. Ed.). (2. Baskı), Ankara: Anı Yayıncılık (Orijinal Basım 2014).

- Çınar, S., & Kereci, N. (2020). Sınıf öğretmenlerinin mühendislik tasarım uygulamalarının fen bilimleri öğretimine entegrasyonu hakkındaki görüşleri: Ordu örneği. *Uluslararası Eğitimde Yenilikçi Yaklaşımlar Dergisi*, 4(2), 23-45. doi: <https://doi.org/10.29329/ijiape.2020.261.1>
- Çiftçi, A., Topçu, M. S., & Foulk, J. A. (2020). Pre-service early childhood teachers' views on STEM education and their STEM teaching practices. *Research in Science & Technological Education*, 1-27. doi: 10.1080/02635.143.2020.1784125
- Doğan, E., & Saraçoğlu, S., (2019). Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli fen eğitimi hakkındaki görüşleri. *HAYEF: Journal of Education*, 16(2), 182-220. doi: 10.5152/hayef.2019.19016
- Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.5804&rep=rep1&type=pdf> adresinden alınmıştır.
- Engineering is Elementary Team (2013). Here comes the sun: Engineering insulated homes. United States of America: Museum of Science. https://bgcutah.org/wp-content/uploads/2014/08/herecomesthesun2014_1.pdf adresinden alınmıştır.
- Erdogan, I., & Ciftci, A. (2017). Investigating the views of pre-service science teachers on STEM education practices. *International Journal of Environmental & 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 (ENAD)*, 4(3), 43-67. doi: 10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s3m
- Güldemir, S., & Çınar, S. (2017). Fen bilimleri öğretmenleri ve ortaokul öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri. ULEAD 2017 Annual Congress: ICRE, 280-286.
- Günşen, G., Uyanık, G., & Akman, B. (2019). Okul Öncesi öğretmenlerinin STEM semantik algılarının ve STEM yaklaşımına yönelik düşüncelerinin belirlenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 27(5), 2173-2186. doi: 10.24106/kefdergi.3387
- 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. doi: 10.14686/buefad.v5i3.500.019.5411
- Karakaya, F., Alabaş, Z. E., Akpınar, A., & Yılmaz M. (2020). Determination of middle school students' views about STEM activities. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 7(2), 537-551.
- Karakaya, F., Yantırı, H., Yılmaz, G., & Yılmaz, M. (2019). İlkokul öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkında görüşlerinin belirlenmesi: 4. sınıf örneği. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(13), 1-14.
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Kızılay, E. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının FeTeMM alanları ve eğitimi hakkındaki görüşleri. *The Journal of Academic Social Science Studies (JASSS)*, 47, 403-417. doi: <http://dx.doi.org/10.9761/JASSS3464>
- Kocakaya, S., & Ensari, Ö. (2018). Physics pre-service teachers' views on STEM activities. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 19(1), 1-15.
- Kuvaç, M., & Koç-Sarı, I. (2018). *E-STEM, STEM öğretmenleri için çevre konularına yönelik ortaokul etkinlik kitabı*. (1. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Lai, C. S. (2018). Using inquiry-based strategies for enhancing students' STEM education learning. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESSEH)*, 4(1), 110-117. doi:10.21891/jeseh.389740
- Madden, L., Beyers, J., & O'Brien, S. (2016). The importance of STEM education in the elementary grades: Learning from pre-service and novice teachers' perspectives. *Electronic Journal of Science Education*, 20(5), 1-18.

- Marulcu, İ., & Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12, 13-23.
- Nuangchalerm, P. (2018). Investigating views of STEM primary teachers on STEM education. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, 27(2), 208-215.
- Özbilen, A. G. (2018). STEM eğitimine yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalıkları. *Scientific Educational Studies*, 2(1), 1-21.
- Özcan, H., & Koştur, H. İ. (2018). Fen bilimleri dersi öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik görüşleri. *Sakarya University Journal of Education*, 8(4), 364-373. doi: 10.19126/suje.466841
- Özçakır-Sümen, Ö., & Çalıışıcı, H. (2016). Pre-service teachers' mind maps and opinions on STEM education implemented in an environmental literacy course. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16(2), 459-476. doi: 10.12738/estp.2016.2.0166
- Özdemir, A. U., & Cappellaro, E. (2020). Sınıf öğretmenlerinin FeTeMM farkındalıkları ve FeTeMM eğitimi uygulamalarına yönelik görüşleri. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 8(1), 46-75.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 1-5.
- Schnittka, C., Bell, R., & Richards, L. (2010). Save the penguins: Teaching the science of heat transfer through engineering design. *Science Scope*, 34(3), 82-91.
- Şimşek, F. (2019). FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin fen tutum, ilgi, bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi ve öğrenci görüşleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 10(3), 654-679.
- Tarkın-Çelikkıran, A., & Aydın-Günbatır, S. (2017). Kimya öğretmen adaylarının FeTeMM uygulamaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1624-1656. doi: <http://dx.doi.org/10.23891/efdyyu.2017.58>
- Timur, B., & İnançlı, E. (2018). Fen bilimleri öğretmen ve öğretmen adaylarının stem eğitimi hakkındaki görüşleri. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi*, 1(1), 48-66.
- Uğras, M. (2018). The effects of STEM activities on STEM attitudes, scientific creativity and motivation beliefs of the students and their views on STEM education. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(5), 165-182. doi: <http://dx.doi.org/10.15345/iojes.2018.05.012>
- Uğraş, M. (2017). Okul öncesi öğretmenlerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşleri. *Eğitimde Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, 1(1), 39-54.
- Uğraş, M., & Genç, Z. (2018). Investigating preschool teacher candidates' STEM teaching intention and the views about STEM education. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 7(2), 724-744. doi: 10.14686/buefad.408150
- Ültay, N., & Ültay, E. (2020). A comparative investigation of the views of preschool teachers and teacher candidates about STEM. *Journal of Science Learning*, 3(2), 67-78. doi: 10.17509/jsl.v3i2.20796
- Watters, J. J., & Diezmann, C. M. (2013). Community partnerships for fostering student interest and engagement in STEM. *Journal of STEM Education*, 14(2), 47-55.
- Yıldırım, B. (2018). Sınıf öğretmeni adaylarının tasarım temelli öğrenmeye yönelik görüşleri. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 12(24), 272-293. doi: <https://doi.org/10.29329/mjer.2018.147.15>
- Yıldırım, B. (2020). Preschool STEM activities: Preschool teachers' preparation and views. *Early Childhood Education Journal*. doi: <https://doi.org/10.1007/s10643.020.01056-2>
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2018). Ortaokul öğrencilerinin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(STEMES'18), 47-54.

Bu araştırmanın verileri 2017-2018 bahar yarıyılında toplanmıştır. Makalede 2020 yılı öncesinde elde edilen araştırma verileri kullanıldığı için etik kurul izni gerektirmeyen çalışmalar arasında yer almaktadır.