



SDU International Journal of Educational Studies

Pre-Service Teachers' Views On STEM Education And Arduino Practices

Uğur Sarı¹, Yasin Yaşar Yazıcı²

¹ Kırıkkale University

² Şehit Murat Düğeri Secondary School

To cite this article:

Sarı, U., & Yazıcı, Y.Y. (2020). Pre-service teachers' views on STEM education and Arduino practices. *SDU International Journal of Educational Studies*, 7(2), 246-261 Doi: 10.33710/sduijes.701220

[Please click here to access the journal web site...](#)

SDU International Journal of Educational Studies (SDU IJES) is published biannual as an international scholarly, peer-reviewed online journal. In this journal, research articles which reflect the survey with the results and translations that can be considered as a high scientific quality, scientific observation and review articles are published. Teachers, students and scientists who conduct research to the field (e.g. articles on pure sciences or social sciences, mathematics and technology) and in relevant sections of field education (e.g. articles on science education, social science education, mathematics education and technology education) in the education faculties are target group. In this journal, the target group can benefit from qualified scientific studies are published. The publication languages are English and Turkish. Articles submitted the journal should not have been published anywhere else or submitted for publication. Authors have undertaken full responsibility of article's content and consequences. *SDU International Journal of Educational Studies* has all of the copyrights of articles submitted to be published.

STEM Eğitimi ve Arduino Uygulamaları Hakkında Öğretmen Adaylarının Görüşleri

Pre-service teachers' views on STEM education and Arduino practices

Uğur Sarı^{1*}, Yasin Yaşar Yazıcı²

¹Kırıkkale Üniversitesi

Orcid ID:0000-0002-3469-8959

²Şehit Murat Düğer Ortaokulu

Orcid ID:0000-0002-9486-3901

Geliş Tarihi: 09/03/2020

Kabul Ediliş Tarihi: 27/05/2020

Öz

Bilim ve teknolojinin hızla geliştiği günümüzde ülkeler, problem çözebilen, araştıran-sorgulayan, topluma katkı sağlayan üretken bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir. Bu hedefle birçok ülke yeni eğitim reformları ve projeler başlatmış ve bu düşünceyle STEM eğitimi popülerliğini kazanmıştır. Türkiye’de de öğrencilerin STEM eğitimi ve STEM işgücünün iyileştirilmesi konusunda bilgi ve becerilerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu bağlamda çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının TÜBİTAK BİDEB 2237A Programı kapsamında gerçekleştirilen STEM eğitimi ve Arduino ile fiziksel programlama etkinlikleri hakkında görüşlerini belirlemektir. Araştırmanın çalışma grubunu, üniversitelerin fen bilgisi öğretmenliği programı 4. sınıfında okuyan 26 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma, etkinlik programı kapsamında 6 gün süreyle yürütülmüştür. Betimsel araştırma yönteminde gerçekleştirilen araştırmada özel durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın verileri yarı yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmış ve içerik analizi tekniği ile değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve Arduino ile fiziksel programlama hakkında olumlu görüşlere sahip olduğu ve uygulanan programın bilgi, beceri ve deneyim anlamında önemli kazanımlar sağladığı belirlenmiştir. Katılımcılar bu tarz uygulamaların öğrencilerde problem çözme, yaratıcılık, girişimcilik becerileri gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirebileceğini, öğrenme ortamlarında disiplinlerarası yaklaşımı benimseme, motivasyonu artırma, kariyer bilinci oluşturma gibi olumlu etkilere sahip olabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları mesleki yeterlikleri anlamında, bu tarz proje, kurs ve eğitimlere ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi, Arduino, fiziksel programlama, fen öğretimi

Abstract

In nowadays where science and technology are developing rapidly, countries aim to raise productive individuals who can solve problems, investigate and question and contribute to society. To achieve this goal, many countries have initiated new educational reforms and projects, and STEM education has gained popularity with this idea. STEM education and workforce improvement activities are carried out in Turkey, too. In this context, the aim of the study is to determine the opinions of science teacher candidates about STEM education and physical programming activities with Arduino within the scope of TÜBİTAK BİDEB 2237A. The study group consisted of 26 students in the 4th grade of the science teaching program of the universities. The study lasted 6 days under the activity program. One of the descriptive research methods, special case method was used. The data of the study was collected with semi-structured interview form and evaluated with content analysis technique. As a result of the analysis, it was determined that the students had positive opinions about STEM education and physical programming with

*İletişim: Uğur SARI, Kırıkkale Üniversitesi, usari05@yahoo.com

Arduino and the program implemented provided significant gains in terms of knowledge, skills and experience. The participants stated that such practices can improve 21st century skills such as problem solving, creativity and entrepreneurship skills, adopting interdisciplinary approach in learning environments, increasing motivation and creating career awareness. The teacher candidates also stated they need such projects, courses and trainings in terms of their professional competencies.

Keywords: STEM education, Arduino, physical programing, science teaching

GİRİŞ

21.yüzyıl, artan bilimsel bilgi ve gelişen teknolojinin etkisinin küresel anlamda hissedildiği dijital bir çağdır. Günümüzde, artan bilimsel bilgi ve teknoloji ülkeleri de etkilemekte özellikle gelişmekte olan ülkeler; bu gelişmelere açık, araştırma ve sorgulama yapabilen, problem çözebilen, girişimci ve inovasyonu kullanabilen kısacası 21. yüzyıl becerilerine sahip toplumlar yetişmeyi amaçlamaktadırlar. Bu doğrultuda eğitim politikaları güncellemekte ve reformlar gerçekleştirilmektedir (NRC, 2011). Başta ABD ve AB ülkeleri olmak üzere birçok ülke bu hedef doğrultusunda yeni eğitim reformları ve projeler başlatmış ve bu düşünceyle STEM eğitimi popülerliğini kazanmıştır. Son yıllarda Türkiye’de yayınlanan raporlarda, öğrencilerin STEM eğitimi ve ülkedeki STEM işgücünün iyileştirilmesi konusundaki bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi ihtiyacı ve bu ihtiyaca uygun olarak reforma dayalı eğitim politikalarının önemi vurgulanmıştır (TUSİAD, 2017, Akgündüz vd., 2015). Bu bağlamda STEM eğitimi gerek Türkiye’de gerekse tüm dünyada araştırmacı ve öğretmenler tarafından araştırmaların ilgi odağında bulunmaktadır.

STEM kelimesi, Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kelimelerinin İngilizce baş harflerinden oluşmuş bir kısaltmadır. Türkiye’de FeTeMM kısaltması ile de kullanılmaktadır (Çorlu vd., 2012). STEM eğitimi ise gerçek yaşam problemlerine çözüm arayan, teorik bilginin uygulama ve ürüne dönüşmesine olanak tanıyan disiplinlerarası bir eğitim yaklaşımıdır (Cooper ve Haverlo, 2013; Moore ve Guzey 2014). STEM eğitiminin teorik tabanı, 1900’lü yılların başına ilerlemeci eğitim hareketleri ve yapılandırmacılık teorisine dayanmaktadır. Ancak daha yakın zamanda sosyo-bilişsel araştırma hareketi (NRC, 2000), STEM eğitiminin yerleşmesinde oldukça etkili olmuştur (Moore vd., 2014). Moore vd. (2014) bütünleşik STEM eğitimi, dört disiplinin tümünü veya bir kısmını, konularla gerçek yaşam problemleri arasındaki bağlantılara dayanan bir ders, ünite veya sınıf hâline getirme çabası olarak tanımlamıştır. Bu çabada amaç, disiplinleri bağlayan bütüncül bir yaklaşımla öğrenmenin öğrenciler için bağlantılı ve anlamlı hâle gelmesidir (Smith ve Karr-Kidwell, 2000). STEM eğitiminde, farklı uygulamalar içeren özel bilgi ve beceriler kullanılır. Bu uygulamalar, bilim adamları, matematikçiler ve mühendislerin oluşturduğu kuramlar, sistemler ve modellerle birlikte araştırma, tasarlama ve problem çözme girişimleridir. Bu tarz uygulamalar hem disiplin bilgisi hem de her uygulamaya özgü becerileri kullanmayı gerektirir (Johnson, Peters-Burton ve Moore, 2016). Bu nedenle STEM öğretimi, öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin çeşitli uygulamalarındaki bilgiyi anlama, geliştirme ve kullanmalarını kolaylaştırır. Böylece STEM eğitimi, STEM alanlarına ilgili, disiplinler arasında ilişkiler kurabilen, 21. yüzyıl becerilerine sahip STEM okuyucuları bireyler yetiştirilmesine olanak tanır (Sarı, 2018). STEM eğitiminde temel vurgu teknoloji ve mühendisliktir. Mühendislik, doğası gereği disiplinlerarası bir yapıdadır ve matematik ve fenni kullanmayı gerektirir. Dolayısıyla mühendislik tasarım çerçevesinde STEM disiplinlerinin entegrasyonu sağlanabilir. Mühendislik tasarım süreci, mühendislerin karşılaştıkları problemleri çözebilmek için kullandığı bir dizi adımdır (ITEA, 2007). Bu süreç; problem kapsamı, arka planın öğrenilmesi, bir çözüm planlaması, çözümün uygulanması, çözümün test edilmesi ve test edilen çözümlerin değerlendirilmesi gibi tasarım aşamalarında tekrarlı ve yansıtıcı uygulamalar içerir (English ve King, 2015). Böylece öğrenciler problemin çözümünde birçok disiplini kullanırken aynı zamanda mühendislik tasarım süreci sayesinde de buluş ve yenilikçi fikirlerle ürün ortaya koyabilirler (Akgündüz vd., 2015; Bozkurt ve Hacıoğlu, 2018).

Son yıllarda programlama ve robotik, STEM eğitiminde etkili bir pedagojik yaklaşım olarak ön plana çıkmaktadır (McDonald, 2016; Sarı, 2018). Özellikle programlama, STEM eğitimiyle birlikte yeni bir anlam kazanmış ve yalnızca kod yazma uygulamalarından daha çok fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarını da içine alan bir yapıya bürünmüştür (Rubio vd., 2013; Junior vd., 2013). Böylece programlama ile sadece bir programlama diline ait kavram ve süreçler değil, 21. yüzyılın gereklilikleri olan becerilerin kazanılması da beklenir hale gelmiştir (Gültepe, 2018). Bu becerileri kazanmaya dönük farklı yaklaşımlar olmakla birlikte fiziksel programlama sıklıkla tercih edilmektedir. Fiziksel programlama, sensörler gibi çeşitli donanımlar aracılığıyla fiziksel dış dünyadan bilgi alarak bu bilgiyi kullanan akıllı fiziksel sitemler tasarlamayı hedefleyen bir yöntemdir ve bu haliyle STEM eğitiminin vazgeçilmez parçası olarak görülmektedir (Kuzu ve Türk, 2018). Teknolojik üretimin STEM eğitiminde temel vurgu olduğu düşünüldüğünde fiziksel programlamanın önemi anlaşılmaktadır. Algoritmik ve tasarım odaklı düşünmeyi ön plana çıkaran bu yaklaşım; problem çözme, eleştirel düşünme, yaratıcılık, girişimcilik, takım çalışması, dijital okur-yazarlık ve mühendislik tasarım becerileri gibi birçok becerinin gelişiminde etkilidir (Zengin, 2016). Ayrıca bu tarz uygulamalar dış dünya ile bağlantı sağlayarak öğrencilere fen ve matematik disiplinlerini gerçek yaşama uygulama imkânı sunmaktadır. Öte yandan Arduino, fiziksel programlama alanında ucuz ve esnek yapısıyla en çok tercih edilen popüler bir mikroşemledir. Arduino ile fiziksel programlama sayesinde bireyler farklı alan ve teknolojileri bir arada kullanarak hayal edebildikleri bir fikri gerçeğe dönüştürme imkânı bulabilir. Yani bireyler programlama ile birlikte ürün odaklı çalışarak güncel hayatta karşılaşılabilecek bir probleme yönelik işbirliğine dayalı çözüm geliştirme faaliyetleri gerçekleştirebilirler. Bu olanaklar Arduino ile fiziksel programlamayı STEM eğitiminin önemli bir parçası haline getirir.

Tüm dünya da olduğu gibi Türkiye’de de son yıllarda STEM eğitimi ve programlama eğitimi yoğun ilgi görmekte ve bu alana kaynaklar ayrılmaktadır. Okulöncesi dönemden yükseköğretime tüm kademelerde gerek okul ortamında gerekse okul dışı ortamlarda uygulamalı eğitimler ve etkinlikler düzenlenmektedir. Eğitim politikası anlamında ise 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programına “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” adı altında çatı ünite eklenerek bu eğitim anlayışı öğretim programına yansıtılmıştır (MEB, 2018). Şüphesiz STEM eğitimi ve bir parçası olarak Arduino uygulamalarının yaygınlaştırılmasında, eğitim sisteminin uygulayıcısı öğretmenlerin yeterliliği ayrı bir öneme sahiptir. Bu anlamda gerek hizmet öncesi gerekse hizmet-İçi eğitimlerinde öğretmenlerin yeterliklerini arttıracak programlara ihtiyaç vardır. Bu programların sürece katkı sağlayabilmesi için içeriğinin sorgulanması ve uygulama sürecinde karşılan problemlere çözüm aranması önemlidir. Bu bağlamda oluşturulacak programların içeriği ve amaca uygunluğu, niteliği, eğitimcilerle katkıları ve süreçte yaşanan problemlerin belirlenmesi için öğretmen adaylarının bu tarz uygulamalar hakkında görüşlerinin alınması elzemdir. Ulusal ve uluslararası boyutta STEM eğitimiyle ilgili öğretmen adayları ve öğretmen görüşlerinin değerlendirildiği araştırmalar mevcuttur (Tekerek ve Karakaya, 2018; Yıldırım ve Türk, 2018; Sarı ve Yazıcı, 2018; Geng, Jong ve Chai, 2019; Siew, Amir ve Chong, 2015). Ayrıca robotik ve kodlama eğitimine yönelik öğrenci ve öğretmen görüşlerinin alındığı çalışmalar da görülmektedir (Çömek, ve Avcı, 2016; Uzun ve Uz, 2018). Ancak STEM eğitimi ve bir parçası olarak Arduino ile fiziksel programlama hakkında görüşlerin değerlendirildiği çalışma yapılmamıştır. Özellikle STEM odaklı etkinliklerde ve disiplinlerarası fen öğretiminde Arduino araçlarının kullanılması hakkında öğretmen adaylarının görüşlerinin alınması bu alanda yapılacak benzer çalışmalara kaynak olacak ve bu alanda çalışan araştırmacılara yol gösterecektir. Çalışmanın bu noktada literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu gerekçe ile araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve bir parçası olarak Arduino ile fiziksel programlama kapsamında uygulamalı etkinliklerle tanışılarak yaşadıkları deneyimler hakkında görüşlerini belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın problemi “Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve Arduino ile fiziksel programlama etkinlikleri hakkında görüşleri nelerdir?” şeklinde oluşturulmuştur.

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Bu çalışmada, betimsel araştırma yöntemlerinden özel durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Özel durum çalışması belirli bir yapının iç yüzünü anlamak, derinlemesine incelemek, ayrıntıları ortaya çıkarmak olaylara açıklık getirmek için olguları tanımlamak üzere yapılan bir araştırma yöntemidir (Merriam, 2013; Özden ve Duru, 2016). Bu araştırmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının katıldıkları STEM eğitimi ve Arduino ile fiziksel programlama hakkındaki görüşleri belirlemektir. Bu kapsamda öğretmen adaylarının görüşlerini belirlemek için kullanılacak en uygun yöntemin özel durum çalışması yöntemi olacağı düşünülmüştür. Çünkü özel durum çalışması kişisel algıları ortaya çıkarmak, ne, nasıl, niçin sorularına cevaplayabilmek için kullanılan bir yöntemdir (Karasar, 2012). Ayrıca özel durum çalışması küçük katılımcılı gruplarda derinlemesine inceleme fırsatı sağlamanın yanında araştırmanın kısa sürede tamamlanmasını sağlayan bir yöntemdir (Tekin ve Ayaş, 2005). Araştırmada çeşitli üniversitelerden 26 fen bilgisi öğretmen adayıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiş ve özel durum yöntemi kullanılmıştır (Cresswell, 2012).

Çalışma Grubu

Araştırma, 16-21 Eylül 2019 tarihinde Kırıkkale Üniversitesi'nde TÜBİTAK BİDEB 2237A Bilimsel Eğitim Etkinlikleri Destek Programı kapsamında gerçekleştirilen “STEM Eğitimi ve Arduino ile Fiziksel Programlama” isimli etkinliğe katılan 26 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemi ve gönüllülük ilkesine göre belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme yönteminde katılımcılar araştırmacı tarafından belirlenen kriterler doğrultusunda belirlenir. Bu sayede araştırmacı araştırdığı konu üzerine derinlemesine araştırmalar gerçekleştirebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu kapsamda katılımcılar daha önce TÜBİTAK etkinliklerine katılmayan ve akademik ortalaması 2,5 ve üzeri olan Fen Bilgisi Öğretmenliği 4. sınıf öğrencileri arasından gönüllülük esasına göre seçilmiştir. 4. sınıf öğrencilerin seçilmesinde “Özel Öğretim Yöntemleri I” dersi ve “Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I ve II” derslerini almış olmaları katılımcıların fen öğretim yöntemleri anlamında teorik alt yapılarının oluştuğu düşüncesi etkilidir. Ayrıca öğretmen adaylarının görüşleri fen bilgisi öğretmeni yetiştirme sürecinde de önemli bir dönüt olacağı düşünülmüştür. Çalışmada etik açısından öğretmen adaylarının isimlerini kullanmak yerine K1, K2, K3... şeklinde isimlendirmeler kullanılmıştır. Katılımcı öğretmen adaylarına ait bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcılara ait bilgiler

		Frekans
Cinsiyet	Kadın	24
	Erkek	2
Toplam		26
Üniversite	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	2
	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	2
	Düzce Üniversitesi	2
	Gazi Üniversitesi	2
	Hacettepe Üniversitesi	2
	Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi	2
	İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi	1
	Kırıkkale Üniversitesi	3
	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	1
	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi	1
	Necmettin Erbakan Üniversitesi	1
	Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi	2
	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	1
	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi	1
	Uşak Üniversitesi	1
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	2	
Toplam		26

Etkinliklerin Uygulama Süreci

Bu çalışmada, öğretmen adayları 1 hafta boyunca toplamda 51 ders saati süresince STEM eğitimi ve bir parçası olarak Arduino ile fiziksel programlama kapsamında 16 farklı etkinlik gerçekleştirmişlerdir. Etkinlikler kapsamında öncelikle STEM eğitimi yaklaşımı ve entegrasyonu tartışılarak sınıf içi uygulama örnekleri gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamalar, fen bilimleri öğretim programı ile uyumlu olup öğrencilerin kolaylıkla temin edebileceği basit ve geri dönüştürülebilir araç-gereçlerle gerçekleştirilmiştir. Arduino ile fiziksel programlama bölümünde ise probleme çözüm arama, çözüme uygun tasarım ve tasarıma yönelik algoritma geliştirme, algoritmaya uygun kodlama yapma çalışmaları uygulamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Arduino platformu ve programlama dili tanıtımı, bazı sensörlerin kullanımı ve mBlock ile blok tabanlı Arduino uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bazı etkinliklerde ise aynı problem durumuna yönelik önce basit araçlarla tasarım ve çözüm gerçekleştirilmiş, sonra Arduino ile akıllı sistemler geliştirilmiştir. Böylece Arduino araçları ile STEM eğitimi uygulama örnekleri deneyimlemişlerdir. Katılımcılar etkinlikleri genel olarak 4 kişilik işbirlikçi gruplar halinde gerçekleştirmekle birlikte temel Arduino becerileri kazandırmaya yönelik etkinlikte bireysel olarak çalışmışlardır. Uygulama sürecine ait görüntüler Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Uygulama sürecine ait görüntüler

Veri Toplama Araçları ve Verilerin Analizi

Yapılan çalışmada veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formu belirlenmiş sorular çerçevesinde bireyin konu hakkındaki duygu ve düşüncelerini belirlemek amacıyla kullanılan bir veri toplama aracıdır (Çepni, 2014). Görüşme formu araştırmacı tarafından hazırlanmış ve kapsam geçerliliği için uzman görüşleri alınarak son hali verilmiştir. Görüşme formunun son hali 5 sorudan oluşmuş, katılımcılara cevaplaması için 30 dakika süre verilmiştir. Nitel araştırma yöntemlerinde toplanan verilerin nasıl toplandığı hakkında ayrıntılı bilgi verilmesi ve araştırmanın sonuçlara nasıl ulaştığını açıklaması araştırmanın geçerliliğinin önemli ölçütlerinden biridir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Toplanan verilerin analizinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. İçerik analizinde birbirine benzeyen veriler, belirli kategoriler ve temalar çerçevesinde bir araya getirilerek okuyucunun anlayabileceği şekilde sınıflandırılır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Yapılan içerik analizinde kodlar, temalar ve frekanslar belirlendikten sonra uzman görüşleri alınmış

ve gerekli düzenlemeler yapılarak son hali verilmiştir. Bunun yanında yorumlarda öğretmen adaylarının görüşlerinden de doğrudan alıntılar da yapılmıştır. Veri analizlerinin güvenilirliği, Miles ve Huberman (1994)'in formülü (Güvenirlik = Görüş Birliği \ [Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı] *100) kullanılarak hesaplanmış ve 83.33 olarak bulunmuştur. Miles ve Huberman güvenilirlik katsayısının 70'in üzerinde olması, araştırma için güvenilir olarak kabul edilmektedir (Miles ve Huberman, 1994).

BULGULAR

Öğretmen adaylarının “*STEM Eğitimi ve Arduino ile Fiziksel Programlama*” kapsamında gerçekleştirilen etkinlikler hakkındaki görüşleri değerlendirilerek temalar ve kodlar belirlenmiş ve bu kodlar üzerinden kendi ifadelerine de doğrudan atıf yapılarak yorumlanmıştır. Öğretmen adayları genel olarak STEM eğitimini fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerini içine alan bir eğitim yaklaşımı olarak değerlendirmekle birlikte problemlere disiplinlerarası çözüm bulma süreci ve araştırma-sorgulamaya dayalı eğitim anlayışı şeklinde tanımlamalar da kullanmışlardır (Tablo 2). Konu ile ilgili bazı görüşler; “*STEM eğitimi, fen derslerinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği kullanarak öğrencilerin bir konuyu farklı disiplinleri bir araya getirerek anlamasını sağlamaktır.*” (K8). “*STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematikten oluşan disiplinler arası bir yaklaşımdır.*” (K22) şeklindedir. Öğretmen adayları aldıkları eğitimin kendileri üzerindeki etkilerini değerlendirdikleri soruya yanıt olarak STEM eğitiminin nasıl yürütüleceği hakkında bilgi ve deneyim kazandıklarını ve yeterliklerinin arttığını belirtmektedir (Tablo 2). Konu ile ilgili olarak öğretmen adayları; *Bu proje sayesinde STEM eğitiminin nasıl uygulanacağı hakkında bilgi edindim.*” (K17). *“Bu proje benim için çok özverili oldu, ileride öğrencilerimi nasıl yönlendirebileceğimi ve bir probleme nasıl çözüm aramam gerektiğini öğrendim (K23)* ifadeleriyle gerçekleştirilen etkinliklerin faydasını belirtmişlerdir.

Tablo 2.“STEM Eğitimi nedir? Tanımlayınız. Bu projenin STEM eğitimi hakkındaki düşüncelerinizi nasıl etkilediğini açıklayınız.” sorusuna yönelik bulgular

Tema	Kodlar	Frekans	Örnek İfadeler
STEM eğitimi	Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendisliği içeren eğitim yaklaşımı	18	<i>Bilim, teknoloji, mühendislik, matematik bilimlerini entegre ederek öğrencilerin algoritmik düşünme yetilerini geliştirmedir (K1).</i>
	Farklı disiplinleri birleştirerek problemlere çözüm bulma süreci	4	<i>Fen, matematik, teknoloji, mühendislik birleşmesiyle oluşan bir eğitim anlayışıdır (K15).</i>
	Araştırma ve sorgulamaya dayalı eğitim anlayışı	2	<i>Herhangi bir probleme fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerini bir arada kullanarak çözüm bulma eğitimidir (K11).</i>
Proje faydası	Uygulama yeterliği kazandırma	15	<i>Projeye katılmadan önce STEM hakkında çok eksik bilgilere ve tanımlara sahiptim. Bu proje sayesinde STEM'in kapsamlı bir eğitim programı olduğunu fark ettim(K5).</i>
	Kapsamını fark ettirme	4	<i>Bu proje STEM eğitimi kavratarak ve bir temel oluşturarak ileride nasıl kullanmam gerektiğini öğretti (K25).</i>
	Farklı deneyimler sağlama	4	
	Problem çözme becerisi kazandırma	2	

Arduino ile fiziksel programlama hakkında hazırbulunuşluk durumları sorgulanan katılımcıların büyük çoğunluğu daha önceden bilgi ve deneyimlerinin olmadıklarını belirtmişlerdir (Tablo 3). Gerçekleştirilen etkinliklerin bilgi ve deneyimlerine etkisi olarak ise Arduino ile programlamayı öğrenme ve deneyim kazanma, fen öğretimi ve STEM alanlarında Arduino kullanımına yönelik deneyim kazanma şeklinde olumlu ifadeler belirtmişlerdir. Konu ile ilgili bazı katılımcı görüşleri şu şekildedir: “*Bu proje sayesinde Arduino ve fiziksel programla da daha çok geliştiğime inanıyorum.*” (K19). “*Proje kapsamında yapmış olduğumuz etkinlikler sayesinde Arduino 'yu fen öğretiminde nasıl*

kullanacağım hakkında bilgi sahibi oldum.” (K18). “Proje sayesinde kodlama sistemini, kod yazmayı, program dilini öğrendim.” (K15).

Tablo 3. “Arduino ile fiziksel programlama hakkında daha önce bilgi ve deneyimleriniz olup olmadığını yazınız. Bu projenin bilgi ve deneyiminizi nasıl etkilediğini açıklayınız.” sorusuna yönelik bulgular

Tema	Kodlar	Frekans	Örnek İfadeler
Arduino ile fiziksel programlama	Bilgi ve deneyim yok	19	<i>Bilgim yoktu (K2). Daha önce Arduino ile ilgili hiçbir deneyim ve bilgin yoktu(K26).</i>
	Bilgi ve deneyim var	7	<i>Arduino hakkında biraz bilgin vardı(K11). Arduino ile ilgili önceden bilgin vardı(K22).</i>
Proje kazanımları	Arduino programını öğrenme	17	<i>Arduino programını daha önce duymadım ve kullanmamıştım, proje sayesinde</i>
	Arduino ile fiziksel programlamada deneyim kazanma	12	<i>Arduino hakkında çok fazla bilgiye sahip oldum (K21).</i>
	Problemlere çözüm amaçlı ürün geliştirebilme	6	<i>Bu proje sayesinde mesleğe başladığımda Arduino nasıl kullanacağımı öğrendim (K6).</i>
	Fen öğretiminde Arduino kullanabilme	3	<i>Proje beni tahmin ettiğinden daha çok etkiledi bu sayede Arduino kullanarak artık günlük yaşamda kullandığımız materyallerin nasıl üretildiğini öğrendim (K4).</i>
	STEM eğitiminde Arduino kullanabilme	3	

Katılımcı öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu STEM eğitimi ve Arduino ile fiziksel programlama konusunda kendini yeterli görmemektedirler (Tablo 4). Bu konuda bazı katılımcı görüşleri; “STEM eğitimi ve Arduino konusunda kendimi yeterli hissetmiyorum çünkü bu konular hakkında hiçbir bilgin yoktu.” (K14). “Daha önce kullanmadığım ve bu proje sayesinde deneyimlediğim için hiçbir yeterliliğim yok.” (K25) “STEM eğitimi ve Arduino ile fiziksel programlama eğitimi ilk defa aldığım için kendimi yeterli hissetmiyorum.” (K4) şeklinde olmuştur. Bazı katılımcılar (f:9) ise “Tabi ki de yeterli değildir ama hiçbir şey bilmiyorum anlamına gelmez.” (K5). “Kısmen çünkü bu konuda burada destek aldım.” (K16) ifadeleriyle kendilerini belirli bir seviyede gördüklerini belirtmişlerdir. 4 katılımcı ise kendilerini yeterli görmektedirler: “STEM hakkında kendimi yeterli görüyorum.” (K3). “Evet, yeterli hissediyorum.” (K26). Katılımcıların görüşleri değerlendirildiğinde fen bilgisi öğretmen adayları genel olarak STEM ve Arduino ile fiziksel programla hakkında kendilerini geliştirmek istedikleri yönünde görüş belirtmişlerdir. Bu kapsamda almak istedikleri destek olarak ise alanında uzmanlardan eğitim almak, STEM ve Arduino eğitimi ile ilgili projelere katılmak ve bireysel çabalarla kendilerini geliştirmek yönünde olmuştur. Bazı katılımcıların görüşme formuna verdiği cevaplar şöyledir: “Kendimi geliştirmek için ilk olarak Arduino set ve kılavuz kitap alacağım.” (K26). “Kendime bir başlangıç seti ve kitap alıp öğrenmeye devam edeceğim.” (K9). “Becerilerimi geliştirmek için daha uzun süreli projelere katılmayı düşünüyorum.” (K6).

Tablo 4. “STEM Eğitimi ve Arduino ile fiziksel programlama konusunda kendinizi yeterli hissediyor musunuz? Bu konuda becerinizi geliştirmek için ne çeşit destek almak isterdiniz?” sorusuna yönelik bulgular

Tema	Kodlar	Frekans	Örnek İfadeler
STEM eğitimi ve Arduino yeterliği	Yeterli değil	13	<i>Şuan için kendimi yeterli hissetmiyorum (K17).</i>
	Kısmen yeterli	9	<i>Kendimi dört dörtlük bir beceriye sahip hissetmesem de belli bir seviyede olduğumu düşünüyorum (K18).</i>
	Yeterli	4	<i>Evet, kendimi yeterli hissediyorum (K23).</i>
Eğitim gereksinimi	Kişisel olarak uygulama yapma	16	<i>Becerilerimi geliştirmek adına bu gibi projelerde fazlaca yer almak isterdim (K22).</i>
	Kurslara katılım	8	<i>Bir Arduino set alıp öğrendiğim becerileri geliştirmeyi düşünüyorum (K20).</i>
	Proje eğitimlerine katılım	5	<i>Kendimi geliştirmek için başlangıç seti almayı düşünüyorum (K8). STEM eğitimi ya da Arduino etkinlikleri yapılan kurslara kayıt yaptırmayı düşünüyorum (K25).</i>

STEM eğitimi ve Arduino ile fiziksel programlamanın bireyde beceri gelişimine etkisini değerlendirmeye yönelik sorulan soruya öğretmen adayları problem çözme, yaratıcılık, tasarım becerisi, analitik düşünme, eleştirel düşünme gibi üst düzey becerilerinin gelişeceği yönünde görüş belirtmişlerdir (Tablo 5). Konu ile ilgili bazı katılımcı görüşleri; “STEM eğitimi alan bir bireyin kesinlikle yaratıcılığı artar çünkü ben şahsen bu eğitimi aldım ve olaylara bakış açımın değiştiğini düşünüyorum.” (K9). “STEM uygulamaları bireyde araştırma ve sorgulama becerilerini geliştirir.” (K6). “Problem çözme becerisini, analitik düşünme, yorumlama ve tasarlama becerilerini geliştirir.” (K15). “Yaratıcılık ve girişimcilik becerilerinin geliştiğini düşünüyorum.” (K3). Öğretmen adaylarına bu becerilerin gelişmesinin beklenme nedenleri sorulduğunda ise STEM ve Arduino etkinliklerinin, birden fazla disipline vurgu yapması, problemlerin çözümüne yönelik olması, çok yönlü düşünmeyi sağlaması gibi etkilerini belirtmişlerdir. Konuyla ilgili bazı öğretmen adayları; “Çünkü STEM 4 temel disiplini barındırır ve hepsinde problem çözme durumu vardır.” (K20). “Yaratıcılığı geliştirme nedeni bir problemi çözmek için çok yönlü düşünmeyi sağlamasıdır.” (K21). “Algoritmik düşünme becerisi, çünkü bir problemi bilgisayara yazarken olayları tüm sırasıyla yazmamız gerekiyor.” (K8) ifadelerini kullanmışlardır.

Tablo 5. “Sizce Arduino ile programlama ve STEM uygulamaları eğitimi alan bir bireyde hangi becerilerin gelişmesi beklenir. Nedeni ile birlikte açıklayınız.” sorusuna yönelik bulgular

Tema	Kodlar	Frekans	Örnek İfadeler
Beceri gelişimi	Problem çözme	16	<i>Algoritmik düşünme, takım çalışmasına uyum sağlama, problem çözme becerisi çünkü STEM ve Arduino'nun felsefesi bu olduğunu düşünüyorum (K1).</i>
	Yaratıcılık	10	
	Düşünme becerisi	10	
	Tasarım becerisi	6	<i>STEM yaşam problemlerini konu alır ve problemleri çözmek için oluşturulur (K13).</i>
	Algoritmik düşünme	3	<i>Analitik düşünme, problem çözme, eleştirel düşünme (K19).</i>
	Analitik Düşünme	3	
	Eleştirel Düşünme	2	<i>Problem durumu çözümleri sayesinde algoritmik düşünme becerisi gelişir (K26).</i>

Araştırma - sorgulama becerisi	2	Tasarım yapma yeteneği, yaratıcılık bu uygulamalar sayesinde artmaktadır (K5).
Yenilikçi Düşünme	2	Yaratıcılık becerisinin gelişmesi beklenir çünkü yeni bir program yazarken bireyin özgün olması beklenir (K8).
Girişimcilik	2	Bir problemin kriter ve sınırlılıklarını belirledikten sonra o probleme çözüm araması problem çözme becerisini geliştirir (K23).
İletişim becerisi	1	Yenilikçi olurlar, her problem çözme sonucunda daha üstüne ne katabiliriz düşüncesi ile yenilikçi düşünmeye başlarlar(K21).
Takım çalışması	1	

Öğretmen adaylarına proje kapsamında gerçekleştirilen etkinlikleri sınıflarında uygulayıp uygulamayacakları sorulduğunda katılımcıların tamamı etkinlikleri ileride sınıflarında kullanmak istediklerini belirtmiştir (Tablo 6). Bunun nedeni olarak etkinliklerin öğrencilerde kariyer bilinci oluşturmaları, kalıcı öğrenme sağlama, problem çözme becerisi geliştirme, dersi eğlenceli hale getirmesi, etkinliklerin yaratıcılığı ortaya çıkarması, ilgi ve merak uyandırıcı olması, konu ve kavramların daha iyi öğretileceği düşüncesinde olmaları yönünde görüşler belirtmişlerdir. Konu ile ilgili bazı öğretmen görüşleri; “Araştırma ve sorgulama teşvik eder, ilgi ve merak uyandırır.” (K6). “Konu ve kavramların çocukların aklına daha iyi yerleşeceğini düşündüğüm için kullanmayı düşünüyorum.” (K2). “Gelişen ve değişen günümüze uyum sağlamak açısından bu tarz uygulamaları kullanmayı düşünüyorum.” (K20). “Bu tarz uygulamalar sayesinde öğrenciler sıkılmadan fen bilimlerinin ne demek olduğunu ve neler içerdiğini anlayabilecek daha kolay öğrenebilecektir.” (K19).

Tablo 6. “Öğretmen olduğunuzda bu tarz uygulamaları sınıfınızda kullanmak ister misiniz? Nedenini açıklayınız.” sorusuna yönelik bulgular

Tema	Kodlar	Frekans	Örnek İfadeler
Öğrenme-öğretme sürecine etki	Kariyer bilinci oluşturma	9	Öğrencilerin öğrendikleri bilgilerin kalıcı olmasını sağlar (K5).
	Kalıcı öğrenme sağlama	9	Öğrencilerin öğrendiklerini pekiştirerek, kalıcı öğrenmeyi sağlar (K24).
	Problem çözme becerisi geliştirme	8	Fen ve mühendislik bilgileri kullanabilen iyi bir nesil geliştirmeyi sağlar (K14).
	Disiplinler arası ilişkiyi vurgulama	6	Bu tarz uygulamalar günlük yaşam problemlerini çözmeyi sağlar (K18).
	Motivasyonu artırma	5	Öğrenciler günlük hayatta karşılaştıkları problemleri daha kolay çözebilirler (K4).
	21.yüzyıl becerileri kazandırma	4	STEM eğitimi alan bireylerde mühendislik alanlarına yönelim artar(K23).
	Günlük yaşamla ilişki kurma	4	
	Yaratıcılığı geliştirme	3	
	İletişim ve işbirliği becerisi geliştirme	3	
	Özgüven sağlama	3	
Dersi eğlenceli hale getirme	2		

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının katıldıkları *TÜBİTAK BİDEB 2237A “STEM Eğitimi ve Arduino ile Fiziksel Programlama”* isimli etkinlik uygulamaları hakkındaki görüşleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda katılımcıların STEM eğitimi nasıl tanımladıkları, uygulanan programın STEM eğitimi ve Arduino uygulamaları hakkında bakış açılarını, bilgi, beceri ve yeterliklerini nasıl etkilediği, öğrenme öğretme sürecine ve bireyde beceri gelişimine etkileri irdelenmiştir. Genel olarak öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve Arduino ile fiziksel programlama uygulamaları hakkında olumlu görüşlere sahip olduğu ve uygulanan programın bilgi, beceri ve deneyim anlamında önemli kazanımlar sağladığı belirlenmiştir. Katılımcılar bu tarz uygulamaların öğrencilerde problem çözme, yaratıcılık, tasarım becerileri gibi beceri gelişimini desteklediğini, öğrenme ortamlarında disiplinlerarası vurguyu ön plana çıkarma, motivasyonu artırma, öğrencilerde kariyer bilinci oluşturma gibi olumlu etkilere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve Arduino uygulamalarına karşı olumlu görüşlere sahip olmaları, çağın gereksinimlerine uygun disiplinlerarası eğitim anlayışının benimsenmesi ve beraberinde gelecek girişimci ve üretken bireyler yetiştirilmesi anlamında oldukça değerlidir. Mevcut fen bilimleri öğretim programında öğrencilerden fen bilimlerini, matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirmeleri, bilgi ve becerilerini kullanarak ürün oluşturmaları ve bu ürünü pazarlamaya yönelik girişimcilik faaliyetleri geliştirmeleri beklenmektedir (MEB, 2018). Öğretim programının bu hedefine ulaşması ise programın uygulayıcısı olan öğretmenlerin bu tarz uygulamalara karşı olumlu bakış açısı geliştirmesi ve benimsemesi ile mümkün olacaktır. Bu görüşleri destekler şekilde, Timur ve İnançlı (2018) çalışmalarında gerek fen bilimleri öğretmen adaylarının, gerekse öğretmenlerin STEM eğitime yönelik olumlu görüşlere sahip olduğunu ve bu alanda kendilerini geliştirmek istediklerini tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise öğretmenlerin STEM yaklaşımı hakkında, öğrencilerin derse karşı motivasyonlarını ve ilgilerini artıracak, çok yönlü düşüncelerini sağlayacak ve beceri gelişimlerini destekleyeceği şeklinde olumlu görüşlere sahip olduğu tespit edilmiştir (Bakırcı ve Kutlu, 2018).

Çalışmaya katılan öğretmen adayları STEM eğitimi genel olarak disiplinlerarası bir eğitim anlayışı olarak değerlendirmekte ve fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini içeren bir yaklaşım olarak tanımlamaktadır. Ayrıca 4 katılımcı problem çözme sürecine dikkat çekerken 2 katılımcı araştırma-sorgulamaya dayalı yaklaşım olarak tanımlamaktadır. Uygulanan programın katılımcıların gelişimlerine etkisi sorgulandığında ise STEM eğitimi uygulama süreci hakkında bilgi ve deneyim sağlaması şeklinde kazanımlar belirtilmiştir. Bu çalışmada uygulanan programın içeriği teorik bilgi ve sunumdan ziyade katılımcıların işbirlikçi gruplar halinde gerçekleştirdiği, fen kazanımlarını içeren STEM odaklı etkinlik uygulamaları ve sınıf içi uygulama örneklerinden oluşmuştur. Öğretmen adayları etkinliklerde aktif olarak rol almış ve bizzat süreci deneyimlemiştir. Görüşlerden elde edilen bulgular uygulanan etkinlik programının amacına ulaştığını gösterir niteliktedir. Literatüre göre STEM eğitim anlayışının fen sınıflarına taşınabilmesi için öğretmenlerin öncelikle hizmet öncesi bu süreci deneyimlemiş olmaları önemlidir (NRC, 2012; Bozkurt, Yamak ve Kırıkkaya, 2016). STEM odaklı etkinlikleri deneyimleyerek bütünleşik STEM öğretim bilgisi ile mezun olan öğretmen adayları, STEM'in gerçek yaşamla ilişkisini anlar, STEM eğitimi yaklaşımını benimseyebilir ve öğrencilerinin tutumlarını olumlu yönde etkileyerek STEM alanlarına yönlendirebilir (Corlu, Capraro ve Capraro, 2014).

Öğretmen adaylarının STEM eğitiminin bir parçası olarak Arduino ile fiziksel programlama hakkında görüşleri değerlendirildiğinde, program öncesi büyük çoğunluğunun (f:19) bilgi ve deneyime sahip olmadığı ancak etkinlikler sonrasında bilgi, beceri ve deneyim kazanıldığı belirlenmiştir. Öğretmen adayları program kapsamında gerçekleştirilen uygulamalı etkinliklerle STEM eğitiminde ve fen öğretiminde Arduino kullanımına yönelik önemli kazanımlar sağlandığını ifade etmişlerdir. Etkinlik programında eğik düzlemde hareketin incelenmesi ve stadyum aydınlatma sistemi tasarımı gibi fen öğretiminde Arduino uygulamaları gerçekleştirmişlerdir. Fen kazanımlarına yönelik disiplinlerarası uygulamalar içeren bu etkinliklerde Arduino araçları veri toplama işlemlerinde kullanılmış ve bu durum katılımcılarda olumlu etkiler yaratmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda bu bulguları destekler şekilde Arduino araçlarının fen öğretiminde kullanımının öğrenciler üzerinde olumlu etkiler yarattığı belirtilmektedir (Arslan ve Tanel, 2017; Cakir ve Guven, 2019). Arduino mikroişlemcisi,

sensörler ve analog araçlar tek bir sisteme entegre edilerek veri toplama, işleme ve görselleştirme süreçlerinde önemli kolaylık sağladığı tespit edilmiştir (Russell, Lucas ve McRobbie, 2004; Chen, Lo, Lin vd., 2012). Öğretmen adaylarının fen öğretiminde Arduino kullanımına yönelik olumlu görüşleri ve bu anlamda deneyim kazanmaları oldukça önemlidir. Zira Arduino araçları düşük maliyet, esnek ve kolay uygulanabilir bir yapıya sahip olması ve hızlı veri toplama avantajlarıyla fen laboratuvarlarında tercih edilmeye başlanmış ve gelecekte de laboratuvarlarda yerini alacağı düşünülmektedir (Sarı ve Kırındı, 2019; Sarı, 2019). Öte yandan STEM eğitiminde temel vurgunun teknolojik üretim olduğu düşünüldüğünde, öğretmen adaylarının Arduino ile fiziksel programlamaya karşı olumlu görüşleri ve bu anlamda beceri ve deneyim kazanmaları ayrı bir önem kazanmaktadır. STEM eğitiminin bir parçası olarak Arduino ile fiziksel programlama sayesinde farklı alan ve teknolojiler bir arada kullanılarak hayal edilen bir fikir gerçeğe dönüştürülebilir, ürün odaklı çalışarak güncel yaşam problemlerine çözüm geliştirilebilir (Zengin, 2016).

Katılımcı öğretmen adaylarının yarısı (f:13) STEM eğitimi ve Arduino ile fiziksel programlama hakkında kendilerini yeterli görmezken diğerleri kısmen yeterli (9) ve yeterli (4) durumda görmektedir. Görüşme formuna verilen cevaplar değerlendirildiğinde katılımcılar 6 günlük bir eğitim programıyla kendilerinin belirli bir seviye geldiğini ancak gelişime devam etmek istediklerini belirtmektedirler. Bu çalışmada uygulanan 6 günlük etkinlik programının temel amacı öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve Arduino ile programlama hakkında temel bilgi ve becerilerle birlikte farkındalık ve deneyim kazandırmaktır. Öğretmen adaylarının olumlu görüşleri ve bu alanda gelişime devam etmek istemeleri nedeniyle konuyla ilgili farkındalık düzeylerinin arttığı söylenebilir. Farkındalık bireyin tutum ve davranışları arasındaki ilişkiyi olumlu yönde etkileyerek kişileri doğru tutum ve davranışlara yöneltir. Dolayısıyla uygulanan program ile öğretmen adaylarının farkındalık düzeyinin artması tutum ile davranış ilişkisinin güçlendirildiğini gösterir (Buyruk ve Korkmaz, 2016). Öte yandan öğretmen adayları gelişimlerini devam ettirmek için kişisel olarak uygulamalara devam etme, kurslara katılma ve proje etkinliklerinde yer alma gibi destek programlarına ihtiyaç duyduklarını belirtmektedirler. Etkinlik programında bir taraftan basit araçlarla STEM uygulamaları gerçekleştirilirken diğer tarafta Arduino ile fiziksel programlama eğitimi ve uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğu (f:19) Arduino programlama dili ile ilk defa karşılaşmış ve 6 günlük süreçte deneyimler yaşamıştır. Yeni bir programlama dili öğrenmek yeterli zaman gerektiren bir süreçtir. Bu çalışmada öğretmen adaylarının yaklaşık yarısının uygulamalar sonrası kendilerini yeterli hissetmemesi özellikle Arduino uygulamaları anlamında yeterli beceri kazanımı için eğitim süresinin yeteri kadar uzun tutulması gerektiği sonucunu göstermektedir.

Öğretmen adaylarına STEM eğitimi ve Arduino ile fiziksel programlamanın bireyde geliştireceği beceriler sorgulandığında problem çözme, yaratıcılık, düşünme becerisi, algoritmik düşünme ve tasarım becerisi, girişimcilik becerisi gibi üst düzey becerilerin gelişimine katkı sağlayacağı yönünde görüş belirtmişlerdir. 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek STEM eğitiminin temel amaçlarından biri (NRC, 2012) olarak düşünüldüğünde öğretmen adaylarının bu farkındalığa sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca fen bilgisi öğretmen adaylarının bu görüşleri güncel fen bilimleri öğretim programıyla örtüşmektedir. Zira öğretim programında alana özgü beceriler olarak nitelendirilen bu becerileri kazandırmak için fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarına yer verilmiştir (MEB, 2018). Bu durum uygulanan etkinlik programının fen bilimleri öğretim programı amaç ve hedeflerine uyumlu olduğunu göstermektedir. Arduino ile programlama hakkında yapılan araştırmalarda, öğretmen adaylarının bu görüşlerini destekler şekilde bu tarz uygulamaların öğrencilerde problem çözme, analiz ve sentez yapabilme, işbirlikçi öğrenme, yaratıcı düşünebilme ve ürün odaklı çalışabilme gibi beceriler geliştirdiği belirtilmektedir (Günüç vd., 2013; Cakir ve Guven, 2019). Arduino ile STEM uygulamaları konusunda yapılan çalışmalarda ise Arduino'nun STEM okuryazarlığı alanlarına hizmet ettiği, öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını artırdığı, yenilik yapma ve problemleri çözme yeteneklerini geliştirdiği bulguları görülmektedir (Dönmez, 2017; Wang vd., 2016).

Öğretmen adaylarının tamamı proje etkinliklerinde yaşadıkları deneyimler doğrultusunda STEM eğitim ve Arduino ile programlama etkinliklerini gelecekteki meslek hayatlarında kullanacağını belirtmiştir. Bu tarz uygulamaları derslerinde kullanmak isteme nedeni olarak ise etkinliklerin öğrencilerde kariyer bilinci oluşturmaya, kalıcı öğrenme sağlamaya, problem çözme becerisi

geliştirmesi, dersi eğlenceli hale getirmesi, yaratıcılığı ortaya çıkarması, ilgi ve merak uyandırıcı olması, günlük yaşamla ilişkilendirme ve öğrencide özgüven sağlama gibi faydaları belirtmişlerdir. Bu bağlamda öğretmenlerin bu tarz uygulamaları gelecekte kullanabilmesi için bu etkinlikleri gerçekleştirecek yeterliklere sahip olması gerekmektedir. Bu ise STEM eğitim ve Arduino ile fiziksel programlamanın amaçlarına hizmet edecek ve katılımcıların doğrudan deneyimler yaşayabileceği belli bir süreci kapsayan uygulamalı programlar ile mümkün olacaktır. Bu bağlamda öncelikle öğretmenlere hizmet öncesi lisans eğitimlerinde bu tarz uygulamalara yönelik bilgi, beceri ve deneyim kazanmalarına imkân tanıyacak uygulamalı eğitimlere yer verilebilir. Mevcut öğretmenler için ise STEM eğitimi ve Arduino uygulamalarına yönelik etkileşimli etkinlikler içeren ve yeteri kadar süreye yayılmış hizmet içi eğitimler düzenlenmeli ve bu tarz eğitimlere katılımları teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M.S., Öner, T., & Özdemir, S. (Eds.) (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: "Günün modası mı? Yoksa gereksinim mi?"* İstanbul: STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi, İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Arslan, K. ve Tanel Z. (2017). Arduino ile dinleyen öğrencilerden yapan öğrencilere geçiş. *In 11th International Computer & Instructional Technologies Symposium (ICITS)*, Malatya, Turkey (pp. 664-674).
- Bakırcı, H, Kutlu, E. (2018). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin FeTeMM Yaklaşımı Hakkındaki Görüşlerinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9 (2), 367-389. DOI: 10.16949/turkbilmat.417939
- Bozkurt Altan, E, Hacıoğlu Y. (2018). Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Derslerinde STEM Odaklı Etkinlikler Gerçekleştirmek Üzere Geliştirdikleri Problem Durumlarının İncelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12 (2), 487-507. DOI: 10.17522/balikesirnef.506462
- Bozkurt- Altan, E., Yamak, H., Buluş- Kırıkçaya, E. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Buyruk, B. ve Korkmaz, Ö. (2016). FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. Part B: *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(2), 61-76.
- C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & T. J. Moore (Eds.), (2016) *STEM Road Map: A Framework for Integrated STEM Education*. New York: Routledge.
- Chen S, Lo H C, Lin J W, Liang J C, Chang H Y, Hwang F K and Wang C Y 2012 *Development and implications of technology in reform-based physics laboratories Physical Review Special Topics-Physics Education Research* 8, 020113, 1-12.
- Cooper, R., & Heaverlo, C. (2013). Problem solving and creativity and design: What influence do they have on girls' interest in STEM subject areas? *American Journal of Engineering Education*, 4(1), 27- 38.
- Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research Planning, Conducting and Evaluating* (4. Baskı). Boston: Pearson Education
- Çepni, S. (2014). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş* (7. baskı). Trabzon 2011.
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education (TURJE)*, 3(1), 4-10.
- Çömek, A. & Avcı, B. (2016). Fen eğitiminde robotik uygulamaları hakkında öğretmen görüşleri. *Uluslararası yükseköğretimde yeni eğilimler kongresi: Değişime ayak uydurmak*. 12-13 Nisan. İstanbul. 104-116.
- English, L.D., King, D.T. STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *IJ STEM Ed* 2, 14 (2015) doi:10.1186/s40594-015-0027-7
- Geng, J., Jong, M.S. & Chai, C.S. Hong Kong Teachers' Self-efficacy and Concerns About STEM Education. *Asia-Pacific Edu Res* 28, 35-45 (2019) doi:10.1007/s40299-018-0414-1
- Gültepe, A. A. Kodlama Öğretimi Yapan Bilişim Teknolojileri Öğretmenleri Gözüyle Öğrenciler Kodluyor. *Uluslararası Liderlik Eğitimi Dergisi-International Journal of Leadership Training*, 2(2), 50-60. 2018
- Günüç, S., Odabaşı, H.F. ve Kuzu, A. (2013). 21. Yüzyıl öğrenci özelliklerinin öğretmen adayları tarafından tanımlanması: Bir Twitter uygulaması, *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 9 (4), 436-455.
- ITEA. (2007). Standards for technological literacy: Content for the study of technology. Reston, VA: Author <https://www.iteea.org/File.aspx?id=42513&v=2a53e184> adresinden 29 Mart 2018 tarihinde edinilmiştir.

- İnançlı, E, Timur, B. (2018). Fen Bilimleri Öğretmen Ve Öğretmen Adaylarının Stem Eğitimi Hakkındaki Görüşleri. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi*, 1 (1), 48-68. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ubed/issue/39599/438856>
- Junior, L. A., Neto, O. T., Hernandez, M. F., Martins, P. S., Roger, L. L., & Guerra, F. A. (2013). A low-cost and simple arduino-based educational robotics kit. *Cyber Journals: Multidisciplinary Journals in Science and Technology, Journal of Selected Areas in Robotics and Control (JSRC)*, December edition, 3(12), 1-7.
- Karasar, N. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (23. Basım). Ankara: Nobel.
- Kozcu Çakır, N, Güven, G. (2019). Effect of 5E Learning Model on Academic Achievement and Attitude towards the Science Course: A Meta-Analysis Study. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 48 (2), 1111-1140. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cuefd/issue/49528/544825>
- Kuzu, A. ve Türk, M. (2018) *Fiziksel Programlama, Kuramdan Uygulamaya Programlama Öğretimi* s.339 - 390, Editör: Gülbahar, Y., Karal, H., Ankara: Pegem Akademi.
- Mcdonald, Cv. (2016). STEM education: a review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics, *Science Education International*, 27(4), 530-569.
- Merriam SB. (2013). *Nitel Araştırma: Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber*. (S Turan Çev.) Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M., *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks, CA: SAGE, 1994.
- Milli Eğitim Bakanlığı 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı www.meb.gov.tr
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K12 STEM education. *In Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (pp. 35-60). Purdue University Press.
- Moore, T.J., Guzey, S.S., & Brown, A (2014). *Greenhouse desing to increase habitable land: An engineering unit. Science Scope*, 37(7), 51-57.
- National Research Council (NRC). (2011). Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. *National Academies Press*.
- National Research Council (NRC). (2012). A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington DC: *The National Academic Press*.
- National Research Council, 2000 Clean Coastal Waters: Understanding and Reducing the Effects of Nutrient Pollution. *National Academies Press*, Washington, DC.
- Özden, M. Y., ve Duru, L. (2016). *Eğitimde Üretim Tabanlı Çalışmalar İçin Nitel Araştırma Yöntemleri*, Ankara, Anı Yayıncılık.
- Rubio, M. A., Hierro, C. M., & Pablo, A. P. D. M. (2013). Using arduino to enhance computer programming courses in science and engineering. *In Proceedings of EDULEARN13 conference* (pp. 1-3).
- Russell D W, Lucas K B and McRobbie C J 2004 Role of the microcomputer-based laboratory display in supporting the construction of new understandings in thermal physics *Journal of Research in Science Teaching* 41(2), 165-185.
- Sarı, U, Yazıcı, Y. (2019). Fen bilgisi öğretmenlerinin fen ve mühendislik uygulamaları hakkında görüşleri. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 5 (2), 157-167. DOI: 10.24289/ijsser.51944.
- Sarı, U. & Kırındı, T. Using Arduino in Physics Teaching: Arduino-based Physics Experiment to Study Temperature Dependence of Electrical Resistance. *Journal of Computer and Education Research*, 7(14), 698-710.
- Sarı, U. (2018). *Disiplinlerarası Fen Öğretimi: FeTeMM Eğitimi. Güncel Yaklaşım ve Yöntemlerle Etkinlik Destekli Fen Öğretimi*, s. 285-328. Editörler; Karamustafaoğlu, O., Tezel, Ö. & Sarı, U., Ankara: Pegem Akademi.
- Sarı, U. (2019). Using the Arduino for the experimental determination of a friction coefficient by movement on an inclined plane. *Physics Education*, 54(3), 035010.
- Siew, N.M., Amir, N. & Chong, C.L. The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *SpringerPlus* 4, 8 (2015) doi:10.1186/2193-1801-4-8
- Smith, J., & Karr-Kidwell, P. (2000). The interdisciplinary curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers. [Çevrim içi: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443172.pdf> adresinden 15.03 2018 tarihinde erişilmiştir.
- Tekerek, B., & Karakaya, F. (2018). STEM education awareness of pre-service science teachers. *International Online Journal of Education and Teaching*, 5(2), 348-359.
- Tekin, S. ve Ayağ, A. (2005). Kimya öğretmenlerine yönelik bir hizmet içi eğitim kursunun yansımaları: Akçaabat örneği. *Milli Eğitim Dergisi*, Sayı 165.
- Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği (TUSİAD). (2017). *TÜSİAD Faaliyet Raporu 2017 2017* [Çevrim içi: <https://www.tusiad.org.tr/faaliyet-raporlari/item/9911-tusiad-faaliyet-raporu-2017> adresinden 15/12/2019 tarihinde erişilmiştir.

- Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği (TUSİAD). (2017). TÜSİAD Faaliyet Raporu 2017.
- Uzun, A., & Uz, R. Gömülü Sistemler ve Robotik Uygulamalar Dersine İlişkin Öğrenen Özellikleri ve Görüşleri: Bir Öğretim Tasarımına Doğru. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 533-559.
- Wang, H., Zhou, C., & Wu, Y. (2016, July). Smart Cup, Wisdom Creation: A Project-Based Learning Initiative for Maker Education. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2016 IEEE 16th International Conference on* (pp. 486-488). IEEE.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. (8. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B, Türk, C. (2018). Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Eğitime Yönelik Görüşleri: Uygulamalı Bir Çalışma. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 195-213. DOI: 10.24315/trkefd.310112
- Zengin, E. (2016). Ortaokul 8. sınıflarda hücre bölünmeleri konusunun öğretiminde 5E öğrenme modelinin öğrenci başarısına etkisi. Unpublished master's thesis, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Pre-Service Teachers' Views On STEM Education And Arduino Practices

Uğur Sarı^{1*}, Yasin Yaşar Yazıcı²

¹ Kirikkale University

² Şehit Murat Duger Secondary School

Extended Abstract

Purpose and Significance. In recent years, in Turkey as well as all over the world, seeing intense interest in STEM education and programming and resources are allocated to this area. STEM-focused activities are organized in both school and out-of-school environments at all levels from preschool to higher education. In terms of education policy, this education concept was reflected in the curriculum by adding a roof unit under the name of “Science, Engineering and Entrepreneurship Applications” to the 2018 Science Education Program (MEB, 2018). Undoubtedly, the competence of teachers implementing the education system has a special importance in the dissemination of STEM education and Arduino applications. In this sense, there is a need for programs that will increase teachers' competencies both in pre-service and in-service trainings. In order for these programs to contribute to the process, it is important to question their content and seek solutions to the problems encountered during the implementation process. In this context, it is essential to get the opinions of pre-service teachers about such practices in order to determine the content and suitability of the programs to be created, their quality, contribution to the trainers and the problems encountered in the process. There are researches evaluating teacher candidates and teacher opinions about STEM education at national and international level (Tekerek and Karakaya, 2018; Yıldırım and Türk, 2018; Sarı and Yazıcı, 2018; Geng, Jong and Chai, 2019; Siew, Amir and Chong, 2015). In addition, there are studies in which students and teachers are asked about robotics and coding education (Çömek, and Avcı, 2016; Uzun and Uz, 2018). However, there was no study evaluating views about STEM education and physical programming with Arduino as part of it. Obtaining the opinions of teacher candidates about the use of Arduino tools especially in STEM focused activities and interdisciplinary science teaching will be a resource for similar studies in this field and will guide the researchers working in this field. It is thought that the study will contribute to the literature at this point. For this reason, the aim of the research is to introduce science teacher candidates to practical activities within the scope of physical programming with Arduino as a part of STEM education and as a part, to determine their opinions about their experiences. For this purpose, the problem of the research was created as "What are the opinions of science teacher candidates about STEM education and physical programming activities with Arduino?"

Methodology. Case study method, one of the descriptive research methods, was used in the research. Case study is a research method conducted to understand the insides of a particular structure, to examine it in depth, to reveal the details, to clarify the facts (Merriam, 2013; Özden and Duru, 2016). It is thought that the most appropriate method that can be used to determine the opinions of prospective teachers will be the special case study method. Because special case study is a method used to reveal personal perceptions, to answer what, how and why (Karasar, 2012). In addition, special case study is a method that enables the completion of the research in a short time, as well as providing an opportunity for in-depth examination in small participant groups (Tekin and Ayaş, 2005).

The research was carried out with 26 science teacher candidates. The participants were determined according to the purposeful sampling method and the principle of volunteering. In the purposeful sampling method, the participants are determined according to the criteria determined by the researcher. In this way, the researcher can carry out in-depth research on the subject he is researching (Yıldırım and Şimşek, 2011). Pre-service teachers carried out 16 different activities within the scope of physical programming with Arduino as part of STEM education and as part of a total of 51 lesson hours for 1 week.

In this study, a semi-structured interview form was used as a data collection tool. Semi-structured interview form is a data collection tool used to determine the feelings and thoughts of the individual on the subject within the framework of the specified questions (Çepni, 2014). The interview form was prepared by the researcher and finalized by receiving expert opinions for the validity of the scope. The final form of the interview form consisted of 6 questions, and participants were given 30 minutes to answer. Providing detailed information

* Corresponding Author: *Ugur Sari, Kirikkale University, usari05@yahoo.com*

about how the data collected in qualitative research methods are collected and explaining how the research reached the results is one of the important criteria of the validity of the research (Yıldırım and Şimşek, 2011). Content analysis technique was used to analyze the collected data. After the codes, themes and frequencies were determined in the content analysis, expert opinions were received and the necessary arrangements were made and finalized. The reliability of data analysis was calculated using the formula of Miles and Huberman (1994) ($\text{Reliability} = \frac{\text{Consensus}}{[\text{Consensus} + \text{Disagreement}]} * 100$) and was found as 83.33. The reliability coefficient of Miles and Huberman above 70 is considered reliable for research (Miles and Huberman, 1994).

Results, Discussions, and Conclusion. In this study, the opinions of science teacher candidates about TÜBİTAK BİDEB 2237A “STEM Education and Physical Programming with Arduino” were tried to be determined. In this context, how the participants define STEM education, how the applied program affects their perspectives, knowledge, skills and competencies about STEM education and Arduino applications, their effects on learning and teaching process and individual development. In general, it has been determined that pre-service teachers have positive opinions about STEM education and physical programming applications with Arduino, and the applied program provides significant gains in terms of knowledge, skills and experience. Participants stated that this kind of applications support skill development such as problem solving, creativity and design skills in students. They also stated that these practices have positive effects such as highlighting interdisciplinary emphasis in learning environments, increasing motivation and creating career awareness in students. Similarly, Timur and Inancli (2018) found that both pre-service science teachers and teachers have positive opinions about STEM education and they want to improve themselves in this field.

When the opinions of preservice teachers about physical programming with Arduino as a part of STEM education were evaluated, it was determined that the vast majority (f: 19) did not have knowledge and experience before the program but gained knowledge, skills and experience after the activities. Preservice teachers stated that with the activities carried out within the scope of the program, significant gains were made in the use of Arduino in STEM education and science education. In recent studies, it is stated that the use of Arduino tools in science teaching has positive effects on students, supporting these findings (Arslan and Tanel, 2017; Cakir and Guven, 2019). It has been found that the Arduino microprocessor, sensors and analog tools are integrated into a single system, providing significant convenience in data collection, processing and visualization processes (Russell, Lucas and McRobbie, 2004; Chen, Lo, Lin and other., 2012). Considering that the main emphasis is technological production in STEM education, the positive opinions of teacher candidates against physical programming with Arduino and gaining skill and experience in this sense gain a special importance. With Arduino as part of STEM education, an imagined idea can be made a reality by using different fields and technologies together, and a solution can be developed for current life problems by working product-oriented (Zengin, 2016). They expressed their opinions to preservice teachers that STEM education and physical programming with Arduino will contribute to the development of high-level skills such as problem solving, creativity, thinking skills, algorithmic thinking and design skills, and entrepreneurship skills. Considering 21st century skills as one of the main objectives of STEM education (NRC, 2012), it can be said that pre-service teachers have this awareness. In researches about programming with Arduino, it is stated that such practices support skills such as problem solving, analysis and synthesis, cooperative learning, creative thinking and product-oriented work in support of teacher candidates (Günüç et al. 2013; Cakir and Guven, 2019). In studies on STEM applications with Arduino, it is observed that Arduino serves STEM literacy areas, increases students' interests and motivations, and improves their ability to innovate and solve problems (Dönmez, 2017; Wang et al., 2016).

All of the teacher candidates stated that they will use STEM education and Arduino programming activities in their future professional lives in line with their experiences in project activities. However, in order for teachers to use such practices, they must have the competencies to perform these activities. This will be possible with applied programs covering a certain process that will serve the purposes of STEM education and physical programming with Arduino and where participants can have direct experiences. In this context, first of all, there may be applied trainings that will enable teachers to gain knowledge, skills and experience for such practices during their pre-service undergraduate education. For existing teachers, on-the-job trainings involving STEM training and interactive activities for Arduino practices and spread over a sufficient period should be organized and their participation in such trainings should be encouraged.

Keywords: STEM education, Arduino, physical programming, science teaching, teacher opinions