

Ortaokul Öğretmenlerinin Fiziksel Programlamaya Yönelik Algıları ve Deneyimleri

 Halit KARALAR

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

halit@mu.edu.tr

Gönderilme Tarihi: 05/07/2019

Kabul Tarihi: 17/09/2019

Yayınlanma Tarihi: 10/10/2019

DOI: [10.30855/gjes.2019.os.01.008](https://doi.org/10.30855/gjes.2019.os.01.008)

Makale Bilgileri	ÖZET
<p>Anahtar Kelimeler:</p> <p>Fiziksel programlamaya yönelik algı, Fiziksel programlamaya yönelik deneyim, Ortaokul öğretmenleri, Arduino, Fiziksel programlama, FeTeMM</p>	<p>Bu çalışmada ortaokul öğretmenleri için bir profesyonel gelişim programı hazırlanmış ve onların fiziksel programlamaya yönelik algılarını ve deneyimlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Tek durum çalışması deseninde yürütülen araştırma, yedi ortaokul öğretmenin gönüllü katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Fiziksel programlama ortamı olarak Arduino'nun kullanıldığı çalışmada, öğretmenlerinin profesyonel gelişimini sağlamaya yönelik olarak onlara on saatlik bir eğitim verilmiştir. Araştırma verileri yarı yapılandırılmış görüşme ve araştırmacının gözlemlerinin yer aldığı günlük notlar ile elde edilmiştir. İçerik analizi ile verilerin analiz edildiği araştırma sonucunda, öğretmenlerin fiziksel programlamaya yönelik algılarının olumlu olduğu, eğlenerek öğrendikleri ve yaşadıkları öğrenme deneyiminden memnun oldukları bulunmuştur. Araştırmada ayrıca öğretmenlerin değişkenler, operatörler, kontrol yapıları ve döngüler gibi programlamanın soyut kavramlarını öğrendikleri, devrelerde ya da kodlardaki hataları tespit edip düzelttikleri bulunmuştur. Araştırmaya katılan tüm öğretmenlerin Arduino ile fiziksel programlama becerisi kazandıkları, verilen projeleri tamamladıkları, projeleri ilk tamamlayanları kutladıkları, birbirleriyle işbirliği içerisinde oldukları, projeleri tamamlamaya bağlı olarak öz güvenlerinin geliştiği ve projelerini sosyal medya ortamlarında paylaştıkları görülmüştür. Öğretmenlerin fiziksel programlamaya yönelik deneyimleri ve duyuşsal tepkileri birlikte ele alındığında, öğretmenlerin eğlenerek öğrendikleri, etkileşimli nesnelere tasarlamaktan mutlu oldukları, öğrenme sürecinde kendilerini heyecanlı ve meraklı hissettikleri, öğrenme sürecinden memnun oldukları ve benzer öğrenme etkinliklerine katılmayı istedikleri sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmada elde edilen bir diğer sonuç ise öğretmenlerin derslerinde ve TÜBİTAK tarafından desteklenen projelerde Arduino ile fiziksel programlamaya yer vermek ve ortak bir proje grubu oluşturmak istemeleri olmuştur.</p>

Middle School Teachers' Perceptions and Experiences Towards Physical Computing

Article Info	ABSTRACT
<p>Keywords:</p> <p>Physical computing perception, Physical computing experience, Middle school teachers, Arduino, Physical computing, STEM</p>	<p>In this study, a professional development program has been prepared for middle school teachers to reveal their perceptions and experiences towards physical computing. As a single case study, the research was conducted with seven volunteer middle school teachers. Arduino was used as a physical computing environment, and the teachers were given ten hours of training for the related purpose. The research data were obtained by semi-structured interview and daily notes of the researcher. As a result, it was found that teachers' perceptions on physical programming were positive, they learned with fun and they were satisfied with the experience itself. The study also found that teachers learned abstract concepts of programming as variables, operators, control structures, loops, and were able to detect and correct errors in circuits or codes. It was seen that all teachers who participated in the study gained physical computing skills with Arduino, completed the given projects, celebrated the first completed projects, cooperated with each other, developed self-confidence depending on completing the projects and shared their projects in social media environments. When the teachers' experiences and emotions were considered together, it was concluded that the teachers learned with fun, were happy to design interactive objects, felt excited, curious and pleased during the process, and wanted to participate in similar activities. Additionally, it was cleared out that teachers wanted to include physical programming with Arduino in their courses and projects supported by TUBITAK and to form a joint project group.</p>

GİRİŞ

Her geçen gün yeni teknolojiler fiziksel, dijital ve biyolojik ortamlara entegre edilmekte ve bunun sonucunda ekonomi, iş dünyasının talepleri ve eğitim ihtiyaçları değişmektedir. Endüstri 4.0 olarak adlandırılan günümüz sanayi devriminde (Schwab, 2016), yakın bir gelecekte rutin olarak tanımlanabilen tüm iş kollarından robotların kullanılacağı, birçok günümüz mesleğinin kaybolacağı ve bilinmeyen yeni mesleklerin ortaya çıkacağı öngörülmektedir. Bu gelişmelere paralel olarak günümüz eğitimcilerinin karşı karşıya kaldığı ve acilen çözülmesi gereken en temel iki soru bulunmaktadır: (1) Öğrenciler bu bilinmez geleceğe nasıl hazırlanacak? (Trust, 2017), (2) Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik (FeTeMM) alanlarına yönelik profesyonellere olan ihtiyaç her geçen gün artarken (Grover ve Pea, 2013; Wilson, Sudal, Stephenson ve Stehlik, 2010), öğrencilerin bu alanlara yönelik kariyer seçimlerinin giderek azalması nasıl önlenecek?

“Öğrenciler bilinmez geleceğe nasıl hazırlanacak?” sorusu ele alındığında, öğrencilerin geleceğe iyi hazırlanabilmesi için öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerisine (ISTE, 2018; Wing, 2006), tasarım becerisine ve farklı disiplinlerin bir arada kullanıldığı bilişimle üretim becerilerine sahip olmaları önemli görülmektedir. Öğrencilere bu becerilerin kazandırılabilmesi için araştırmacılar ve eğitimciler tarafından önerilen alternatif yöntemlerden biri de öğrencilere programlama becerisinin kazandırılmasıdır (Akcaoglu ve Koehler, 2014; Akpınar ve Altun, 2014; Fessakis, Gouli ve Mavroudi, 2013; Grover ve Pea, 2013; Kafai ve Burke, 2013).

Programlamanın FeTeMM ve bilgi işlemsel düşünmenin merkezinde yer alması (Brennan ve Resnick, 2012; Lee, 2015; Ling Koh, Chai ve Tay, 2014), tasarım becerilerinin gelişimine katkıda

bulunması (Clements ve Gullo, 1984; Fessakis ve diğerleri, 2013; Kafai ve Burke, 2013), çağımızın okuryazarlık türlerinden biri olarak görülmesi (Hagge, 2017), programlamayı önemli bir beceri haline getirmektedir. Bu nedenle, pek çok ülkede öğretim programları FeTeMM uygulamaları ile birlikte programlamayı içine alacak şekilde güncellenmiştir. Ülkemizde de Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan MEB 2023 Eğitim Vizyonu belgesinde (MEB, 2018) “Tasarım-Beceri Atölyeleri” ile benzer bir yaklaşım ön plana çıkarılmıştır. Tüm bu çabalar, öğretmenlerin üzerindeki sorumluluğun ve öğretmenlerden beklentilerin her zamankinden daha fazla olacağını göstermektedir.

Programlama, belirli bir problemin çözümü için bilgisayara adım adım ne yapacağını söyleyen sıralı talimatlardan oluşmaktadır. Programlama için öncelikle problemin tanımlanması, problemin parçalarına ayrılması, her bir parçanın çözümüne yönelik olarak algoritmaların geliştirilmesi, algoritmaların bilgisayarın anlayabileceği programlama dilleri ile kodlara dönüştürülmesi, kodların derlenmesi ve test edilmesi, hataların yakalanması ve düzeltilmesi gereklidir. Bu nedenle, programlama üst düzey düşünme becerileri gerektiren, problem çözme ve üretim odaklı, öğrenilmesi zor ve karmaşık bir süreç olarak görülmektedir. Dahası, programlama öğrenmeyi zorlaştıran birçok içsel ve dışsal faktör bulunmaktadır (Gunbatar ve Karalar, 2018). Karşılaşılan bu olumsuzlukları en aza indirmek ve programlama öğrenmeyi kolaylaştırmak için birçok organizasyon ve kurum tarafından blok tabanlı görsel programlama ortamları (Code.org, Scratch, Alice vb.) geliştirilmiştir.

Görsel programlama ortamlarında öğrenciler, komut isimlerini hatırlamak zorunda kalmadan, kod yazım hataları ile karşılaşmadan sadece tasarıma ve üretime odaklanabilmektedir (Grover ve Pea, 2013; Grover, Pea ve Cooper, 2016; Kelleher ve Pausch, 2005; Lye ve Koh, 2014). Görsel programlama ortamları, programlama ortamlarında yaşanan birçok engelin ortadan kaldırılmasında etkili olmasına (Grover, Pea ve Cooper, 2015; Gunbatar ve Karalar, 2018; Meerbaum-Salant, Armoni ve Ben-Ari, 2013) rağmen görsel programlama ortamlarının belirli platformlara bağlı olduğu (her platformda çalışmadığı), yapılanların ve program çıktılarının soyut ekranlardaki soyut nesnelere sınırlı kaldığı kabul edilmektedir (Park, Hiroyuki ve Kim, 2018). Bu sınırlılıkların ortadan kaldırılması için fiziksel programlama ortamlarının kullanılması önerilmektedir (Rubio, Romero-Zaliz, Mañoso ve de Madrid, 2014).

Fiziksel programlama, programlamanın sanal ekranlardan öğrencilerin etkileşimde bulunabileceği dokunulabilir somut fiziksel ortamlara taşınması yaklaşımını benimsemektedir (Banzi ve Shiloh, 2015; Richard, 2008; Rubio, Hierro ve Pablo, 2013). Fiziksel programlama, eğitsel robotik setlerini ve mikroişlemcileri içine alan çok geniş bir uygulama alanına sahiptir (Green, Wagner ve Green, 2018). Günümüzde oldukça popüler hale gelen ve FeTeMM uygulamalarında kullanılmak üzere geliştirilen birçok eğitsel robotik seti bulunmaktadır. Ancak, bu eğitsel robotik setlerin kullanımı için mekanik, elektrik, elektronik ve programlama gibi dört farklı karmaşık alan bilgisine (Peixoto ve diğerleri, 2018) ve tasarım becerisine sahip olunması (Rubio ve diğerleri, 2014) gerekli olduğu için eğitimde kullanımı kolay değildir. Buna ek olarak, eğitsel robotik kitlelerinin çok pahalı olması kitlelere erişimi ve kitlelerin sınıflarda kullanımını sınırlandırmaktadır. Bu nedenle birçok araştırmacı (Junior ve diğerleri, 2013; Mozo, Quintero ve Ariza, 2017), daha ucuz olması nedeniyle Arduino ile kendi eğitsel robotlarını geliştirmekte ve Arduino’yu elektronik projeler tasarlamak için bir platform olarak kullanmaktadır.

Arduino, bilgisayar üzerindeki yazılımlarla ya da tek başına çalışabilen etkileşimli nesnelere oluşturmak için kullanılan açık kaynak bir fiziksel programlama platformudur (Banzi ve Shiloh, 2015). Arduino teknik bilgi ve beceriye sahip olmadan, etkileşimli nesnelere tasarlamak isteyen

herkes tarafından kullanılabilir şekilde tasarlanmıştır. Arduino'nun merkezinde, etkileşimli fiziksel nesnelere tasarlanma olarak tanımlanan ve bir tasarım disiplini olan Etkileşim Tasarımı (Interaction Design) yer almaktadır (Banzi ve Shiloh, 2015). Etkileşim tasarımı sonucunda, tasarımın ilk ürünü olan prototipler Arduino ile hızlı bir şekilde geliştirilebilmektedir.

Arduino'nun donanım tasarımları açık kaynak bir lisans ile dağıtıldığı için Arduino gereksinimlere uygun olarak özgürce değiştirilebilmektedir (Banzi ve Shiloh, 2015). Arduino ayrıca yazılım geliştirmek için Arduino IDE adı verilen ücretsiz bir tümleşik geliştirme ortamı sunmaktadır. Sahip olduğu bu özellikler nedeniyle Arduino, hem son kullanıcıların teknoloji tüketicisi olmanın ötesinde teknoloji üreticisi olmaları için fırsatlar sunmakta hem de öğrenme ortamları için yeni olanaklar sunmaktadır. Arduino sahip olduğu bu özellikler sayesinde son yıllarda eğitimcilerin dikkatlerini üzerine çekmeyi başarmış ve oldukça popüler hale gelmiştir.

"Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik (FeTeMM) alanlarına yönelik profesyonellere olan ihtiyaç her geçen gün artarken öğrencilerin bu alanlara yönelik kariyer seçimlerinin giderek azalması nasıl önlenecek?" sorusu günümüz eğitimcilerin karşı karşıya kaldığı bir diğer önemli sorudur. Yapılan araştırmalar öğrencilerin FeTeMM alanlarına yönelik ilgileri için ortaokul döneminin kritik dönem olduğuna dikkat çekmektedir (Armoni, Meerbaum-Salant ve Ben-Ari, 2015; Bulunuz ve Jarrett, 2010; Denner, Werner ve Ortiz, 2012). İlgi kuramcıları, ilgiyi anlık-durumsal ilgi ve bireysel ilgi olmak üzere ikiye ayırmakta (Hidi, 1990; Krapp, Hidi ve Renninger, 1992) ve kariyer seçiminde bireysel ilginin belirleyici olduğunu belirtmektedir (Ainley ve Ainley, 2011; Buccheri, Gürber ve Brühwiler, 2011; Krapp, 2002). Bu nedenle, öğrencilerin ortaokul döneminde FeTeMM alanlarına yönelik bireysel ilgilerinin oluşmasında ortaokul öğretmenlerine kritik görevler düşmektedir. Bu görev, yapacakları öğretimsel müdahalelerle öğrencilerde FeTeMM alanlarına yönelik anlık-durumsal ilgi oluşturmak ve bu ilginin sürekliliğini sağlayıp bireysel ilgiye dönüşmesini sağlamak olmalıdır (Krapp, 2002). Öğretmenlerin yapacakları öğretimsel müdahalelerde de FeTeMM alanları ile programlamayı birleştiren pedagojik yaklaşımlar önemli bir yer tutmaktadır.

FeTeMM uygulamaları ile programlamayı birleştiren ve FeTeMM'in farklı disiplinlerindeki kavramların öğrenilmesini kolaylaştıran en önemli yaklaşımlardan biri fiziksel programlamadır (Peixoto ve diğerleri, 2018; Schulz ve Pinkwart, 2015). Yapılan çalışmalar, fiziksel programlamanın öğrencilerin FeTeMM alanlarına yönelik ilgilerini artırdığını (Post, 2016), programlamanın mantığının öğrenilmesini kolaylaştırdığını ve yaratıcılığı artırdığını (Gupta, Tejovanth ve Murthy, 2012), öğrencilerin iyi ve nitelikli bir öğrenme deneyimi yaşadıklarını, kullanılan farklı sensörlerin öğrencilerin yaratıcılıklarını artırdığını, öğrencilerin akademik başarılarının artırdığını, teorik bilgiyi daha iyi öğrendiklerini ve tasarım becerilerini geliştirdiğini (Hertzog ve Swart, 2016) göstermektedir.

Günümüzde eğitimcilerin karşı karşıya kaldığı temel iki soru bir bütün olarak incelendiğinde, özellikle ortaokul öğretmenlerine öğrencilerin bilinmez geleceğe hazırlanmasında ve öğrencilerin FeTeMM alanlarında kariyer seçimi yapmalarını etkileyecek FeTeMM alanlarına yönelik ilgilerinin canlı tutulmasında büyük sorumluluk düşmektedir. Ortaokul öğretmenlerinin fiziksel programlama becerisine sahip olmaları bu sorumluluğu yerine getirebilmelerinde yardımcı olabilir. Ancak, öğretmenlerin bu becerileri kazanabileceği profesyonel gelişim programları sınırlıdır (Neutens ve Wyffels, 2016). Bu çalışmada ortaokul öğretmenleri için bir profesyonel gelişim programı hazırlanmış ve onların fiziksel programlamaya yönelik algılarını ve deneyimlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Çalışmanın, öğretmenlere fiziksel programlama becerisi kazandırmaya yönelik geliştirilecek profesyonel

gelişim programlarının hazırlanmasına katkı sağlayacağı beklenmektedir. Araştırmada aşağıdaki sorular araştırılmıştır:

1. Ortaokul öğretmenlerinin fiziksel programlamaya yönelik algıları nelerdir?
2. Ortaokul öğretmenlerinin fiziksel programlama sürecinde yaşadıkları öğrenme deneyimlerine ilişkin algıları nelerdir?

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Durum çalışması yöntemi, tek bir durumun ya da birden fazla durumun gerçek hayattaki bağlamı içerisinde derinlemesine anlaşılması ya da ortaya çıkarılması amacıyla kullanılmaktadır (Yin, 2012). Bu çalışmada ortaokul öğretmenlerinin fiziksel programlamaya yönelik algılarının ve deneyimlerinin kendi bağlamlarında ortaya çıkarılması amaçlandığı için durum çalışması yöntemi tercih edilmiştir. Araştırmada katılımcılar bir bütün olarak ele alındığı için (brans, kıdem ya da yaş vb. farklılıkları dikkate alınmaksızın) ve birden fazla bağlam olmadığı için araştırma deseni olarak *tek durum deseni* (Yin, 2012) tercih edilmiştir.

Katılımcılar

Araştırmanın katılımcıları amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir durum örnekleme ve maksimum çeşitlilik ile belirlenmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Katılımcılar belirlenirken, kolay ulaşılabilir durum örnekleme ile kolay ulaşılabilir bir ortaokuldaki öğretmenler belirlenmiştir. Devamında maksimum çeşitliliğin sağlanması için bu okuldaki öğretmenlerden mümkün olduğunca çok farklı branştan öğretmenin araştırmaya katılımı sağlanmaya çalışılmıştır.

Araştırma öncesinde öğretmenlerle bir toplantı yapılmış ve araştırma hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Araştırmaya gönüllü olarak yedi öğretmen katılmıştır. Belirli bir durumun ayrıntılı ve derinlemesine incelendiği durum çalışmalarında genellikle katılımcı sayısı az olmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2013), bu nedenle katılımcı sayının yeterli olduğu düşünülmektedir. Araştırmaya katılan bir öğretmen hariç diğerlerinin daha önceden bir programlama deneyimi bulunmamaktadır. Tamamı eğitim fakültelerinden mezun olan öğretmenler deneyimli öğretmenlerdir; yaş ortalamaları 35, hizmet sürelerinin ortalaması ise 13 yıldır. Öğretmenlerin *kendi ifadeleri ile* üç öğretmen sözelci, 5 öğretmen sayısalcıdır. Üç sayısalcı ve bir sözelci öğretmen yüksek lisans derecesine sahiptir. Katılımcıların demografik özellikleri Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1.

Katılımcıların Demografik Bilgileri

Branşı	Yaşı	Cinsiyeti	Hizmet Yılı	Mezun Olduğu Fakülte	Yüksek Lisans Eğitimi
Matematik	31	Kadın	9	Eğitim Fakültesi	Var
Fen Bilimleri	38	Kadın	15	Eğitim Fakültesi	Var
Sosyal Bilgiler	39	Kadın	17	Eğitim Fakültesi	Yok
Türkçe	33	Erkek	12	Eğitim Fakültesi	Yok
Matematik	36	Erkek	13	Eğitim Fakültesi	Yok
Türkçe	37	Kadın	15	Eğitim Fakültesi	Var
Matematik	34	Erkek	10	Eğitim Fakültesi	Var

İşlem Basamakları

Araştırmada fiziksel programlama ortamı olarak Arduino kullanılmıştır. Arduino'nun seçilme nedeni ise açık kaynak donanım ve yazılım platformuna sahip olması, ucuz olması, kullanımının kolay olması, İnternet üzerinde dokümantasyon desteğinin iyi olması ve bol miktarda örnek bulunabilmesidir. Araştırmada yazılım geliştirme ortamı olarak ise mBlock 3.0 yazılımı tercih edilmiştir. mBlock 3.0 yazılımının tercih edilme nedeni hem bilgisayarla etkileşim halinde hem de bilgisayara bağlı olmadan uygulamaların çalıştırılabilmesi, Türkçe dil desteğinin olması, Scratch 2.0 altyapısını kullanması ve kodların doğrudan Arduino'ya yüklenebilmesi olmuştur.

Öğretmenler gönüllü olarak 5 gün boyunca her gün saat 16.00 ile 18.00 saatleri arasında iki saatlik süre ile eğitime katılmışlar ve eğitim toplam 10 ders saatinde tamamlanmıştır. Uygulama süreci Tablo 2'de açıklanmıştır. Öğretmenlerin daha önce bir programlama deneyimi olmaması nedeniyle, araştırmanın ilk üç günü öğretmen merkezli bir pedagoji benimsenmiştir. İlk gün araştırmacı tarafından devre, devre elemanları ve elektriğin temel yasaları açıklanmıştır. Devamında, Board kullanımı ve direnç renk kodları detaylı olarak açıklanmıştır. Araştırmacı tarafından TinkerCad ortamında board üzerinde 9V pil, 330 ohm direnç ve LED kullanarak basit bir devrenin nasıl kurulacağı açıklanmış ve öğretmenler tarafından gerçek ortamda bu devrenin kurulması sağlanmıştır. Daha sonra öğretmenlerin bilgisayarlarına mBlock 3.0 yazılımının kurulumu yapılmıştır. Arduino kartlar klon olduğu için bilgisayarlara CH341 sürücü yüklenerek bilgisayarların Arduino kartları tanımları sağlanmıştır.

Tablo 2.
Uygulama Süreci

Günler	İçerik	Uygulamalar
1. Gün (2 saat)	Devre, devre elemanları, elektriğin yasaları	Devre, devre elemanları ve elektriğin temel yasaları, Board kullanımı ve direnç renk kodları, TinkerCad ortamında devre tasarımı ve simülasyonu, Pil, direnç ve LED kullanarak, board üzerinde basit bir devre kurma, mBlock 3.0 kurulumu.
2. Gün (2 saat)	Arduino Dijital Değerler	Arduino'nun dijital I/O pinlerini kullanma, Belirli aralıklarla yanıp sönen LED yakma, Kara şimşek devresi yapma, Buton ile LED yakma, Buton ile LED yakma ve Buzzer'dan ton çalma.
3. Gün (2 saat)	Analog Değerler	Arduino'nun analog sensörlerinden değer okuma, LDR Işık sensörü ile LED yanma şiddetini değiştirme, Potansiyometre ile LED yanma şiddetini değiştirme, LM35 sıcaklık sensörü kullanımı, HC-SR04 ultrasonic mesafe sensörü kullanımı
4. Gün (2 saat)	Projeler	Proje #1. Karanlık olunca otomatik olarak yanan aydınlatma sistemleri ve otomobil farları nasıl çalışır? Proje #2. Çarpışma önleyici sistemler ve park sensörleri nasıl çalışır?
5. Gün (2 saat)	Projeler	Proje #3. Otomatik olarak ortam sıcaklığını ayarlayan klimalar nasıl çalışır? Proje #4. Otonom seralarda bitkiler nasıl sulanır?

İkinci gün Arduino kartının genel özellikleri ve çalışma yapısı tanıtılmış, dijital ve analog sinyal değerleri arasındaki farklılıklar açıklanmıştır. Arduino'nun dijital I/O pinlerinin kullanıldığı belirli aralıklarla yanıp sönen LED yakma, kara şimşek devresi yapma, buton ile LED yakma, buton ile LED yakma ve Buzzer'dan ton çalma uygulamaları yapılmıştır. Her bir uygulama sürecinde devre öncelikle araştırmacı tarafından TinkerCad ortamında oluşturulmuş ve öğretmenlerden fiziksel ortamda bu devreleri kurmaları istenmiştir. Daha sonra algoritmalar (sözde kodlar) oluşturulmuş ve bu algoritmalar mBlock 3.0 yazılımı ile koda dönüştürülmüştür. Oluşturulan kodlar Arduino karta yüklenmiş ve devrenin düzgün çalışıp çalışmadığı test edilmiştir. Bu uygulamalar sayesinde öğretmenler, değişken tanımlama, değişkene değer atama, operatörler, döngüler ve koşullu ifadeler gibi programlamanın temel yapılarını öğrenmişlerdir. Ayrıca öğretmenler LED, buzzer ve direnç gibi temel devre elemanlarının ve dijital sensörlerden biri olan butonun nasıl kullanılacağını öğrenmişlerdir.

Üçüncü gün dijital ve analog sinyal değerleri arasındaki farklılıklar hatırlatılmış ve Arduino üzerindeki analog pinler tanıtılmıştır. Arduino'nun analog sensörlerinden değer okumaya yönelik olarak, LDR ışık sensörü ile LED yanma şiddetini değiştirme, potansiyometre ile LED yanma şiddetini değiştirme, LM35 sıcaklık sensörü kullanımı ve HC-SR04 ultrasonic mesafe sensörü kullanımı uygulamaları yapılmıştır. Her bir uygulama sürecinde devre öncelikle araştırmacı tarafından TinkerCad ortamında oluşturulmuş ve öğretmenlerden fiziksel ortamda bu devreleri kurmaları istenmiştir. Daha sonra algoritmalar (sözde kodlar) oluşturulmuş ve bu algoritmalar mBlock 3.0 yazılımı ile koda dönüştürülmüştür. Oluşturulan kodlar Arduino karta yüklenmiş ve devrenin düzgün çalışıp çalışmadığı test edilmiştir. Bu uygulamalar sayesinde öğretmenler analog sensörler ile devre kurma becerisi kazanmışlar ve değişken tanımlama, değişkene değer atama, operatörler, döngüler ve koşullu ifadeler gibi programlamanın temel yapılarına ilişkin kazandıkları becerileri pekiştirmişlerdir. Algoritma oluşturma ve algoritmayı koda dönüştürme becerilerini de uygulama ve geliştirme fırsatı bulmuşlardır.

Dördüncü ve beşinci günler öğrenen merkezli bir pedagojiye geçilmiş ve öğretmenlerden ilk üç gün öğrenmiş oldukları bilgi ve becerileri kullanabilecekleri Tablo 2'de belirtilen projeleri kendilerinin yapması istenmiştir. Bu süreçte araştırmacı bireysel olarak öğretmenlerle ilgilenmiş ve onlara rehberlik yapmıştır. Beşinci günün sonunda, öğretmenlere hazırlanan çevrimiçi görüşme formunun linki verilmiş ve istedikleri yer ve zamanda bu formu doldurmaları istenmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada ortaokul öğretmenlerinin fiziksel programlamaya yönelik algılarının ve deneyimlerinin kendi bağlamlarında ortaya çıkarılması amaçlandığı için durum çalışması yönteminde yaygın olarak kullanılan doğrudan gözlemler ve görüşmeler aracılığıyla veriler toplanmıştır. Bu bağlamda, araştırmada veri toplama araçları olarak yarı yapılandırılmış görüşme ve araştırmacının günlük gözlemlerini içeren gözlem kayıtları kullanılmıştır.

Doğrudan ortaokul öğretmenlerin fiziksel programlamaya yönelik algılarını belirlemek için alanyazında kullanılacak bir ölçme aracı olmaması nedeniyle, araştırmacı tarafından alanyazına dayalı olarak yarı yapılandırılmış bir görüşme formu geliştirilmiştir. Görüşme formu demografik bilgilerin (brans, yaş, cinsiyet, mezun olunan fakülte vb.) yer aldığı ilk bölüm ve açık uçlu soruların yer aldığı ikinci bölümden oluşmaktadır. Açık uçlu sorular belirlenirken Davis'in (1989) Teknoloji Kabul Modeli ve ilgili araştırmalar temele (Rubio, Romero-Zaliz, Mañoso ve de Madrid, 2015) alınmıştır. Davis (1989) tarafından geliştirilen Teknoloji Kabul Modeli, yeni bir bilişim teknolojisinin ya da yeniliğin bireyler tarafından kabulünü ve kullanımını belirleyen

faktörleri dört temel unsurda incelemektedir: (1) Algılanan Kullanım Kolaylığı: Bir teknolojinin kullanımının kolay olmasına ve çok fazla çaba gerektirmemesine ilişkin algıdır. (2) Algılanan Fayda: Yeni teknolojinin kullanımının yapılan işteki performansı arttırıp arttırmayacağına ilişkin algıdır. (3) Tutum: Teknolojinin algılanan kullanımı kolaylığı ve algılanan faydası, teknolojiye ilişkin tutumu açıklamaktadır. (4) Davranışsal Niyet: Davranışsal niyetin oluşmasında teknolojiye ilişkin tutum belirleyici olmaktadır. Davranışsal niyet, birey tarafından teknolojinin gerçekte kullanılıp kullanılmaması durumunu belirlemektedir.

Öğretmenlerin öğrenme ortamına yönelik algılarını ortaya çıkarmak amacıyla görüşme formunda, fiziksel programlamanın algılanan kullanım kolaylığı ile ilgili olarak, “Arduino ile çalışmak kolay mıydı? Kısaca nedenlerini açıklar mısınız?” ve “Arduino ile çalışırken zorlandığınız yönler oldu mu? Varsa bunlar nelerdi açıklar mısınız?” sorularına yer verilmiştir. Fiziksel programlamanın algılanan faydası ile ilgili olarak, “Arduino ile çalışmak programlamanın mantığını anlamanıza yardımcı oldu mu? Nedenini açıklar mısınız?”, “Arduino ile çalışmak sizi çevreleyen birçok elektronik cihazın çalışma prensibini anlamanıza yardımcı oldu mu? Nedenini açıklar mısınız?”, “Arduino’yu ilerideki öğretme-öğrenme etkinliklerinizde (derslerinizde/projelerinizde) kullanmayı düşünüyor musunuz? Nedenini açıklar mısınız?” sorularına yer verilmiştir.

Öğretmenlerin öğrenme ortamına yönelik deneyimlerini ve duygularını ortaya çıkarmak için ayrıca görüşme formunda, ilgili araştırmalara (Giannakos, Jaccheri ve Leftheriotis, 2014; Martin, Hughes ve Richards, 2017) dayalı olarak açık uçlu sorulara yer verilmiştir. Sorular görüşme formunda, “Arduino ile çalışmak eğlenceli miydi? Nedenini açıklar mısınız?”, “Yaptığımız projelerde en çok hangisini beğendiniz? Nedenini açıklar mısınız?”, “Yaptığımız projelerde en az hangisini beğendiniz? Nedenini açıklar mısınız?”, “Genel olarak eğitim süresince kendinizi nasıl hissettiniz (memnun, heyecanlı, meraklı, güvensiz, çaresiz vb.)? Nedenlerini kısaca açıklar mısınız?”, “Gelecekte benzer etkinliklere katılmayı ister misiniz? Nedenini açıklar mısınız?” şeklinde yer almıştır. Görüşme formunda yer alan sorular üç alan uzmanının görüşlerine sunulmuş ve onların istekleri doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapıp, sorulara son şekli verilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formu, öğretmenlerin görüşlerini belirli bir zaman dilimi ile sınırlandırmamak ve araştırmacının öğretmenlerin görüşlerini etkilemesini engellemek için çevrimiçi form (Google Form) haline getirilmiştir. Araştırma sonunda, öğretmenlere çevrimiçi formun erişim linki verilmiş ve formu istedikleri yer ve zamanda doldurmaları istenmiştir.

Doğrudan gözlemler durum çalışmalarında en etkili ve ayırt edici özellik olup yapılan gözlemler saha ortamında insan faaliyetlerine, fiziksel çevreye ve gerçek olaylara odaklanmaktadır (Yin, 2012). Bu çalışmada da araştırmacı tarafından doğrudan gözlemlere dayalı olarak günlük gözlem kayıtları tutulmuş ve bu gözlemlerde öğretmenlerin öğrenme deneyimlerini, öğrenme ortamında yaşadıkları zorlukları ve duyuşsal tepkilerini daha detaylı olarak ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Ayrıca bu kayıtlar öğretmenlerin ne söyledikleri ile ne yaptıkları arasında tutarlı bir bağ kurulması amacıyla kullanılmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler içerik analizi ile analiz edilmiştir. İçerik analizinde birbirine benzeyen veriler mümkün olduğunca belirli temalar altında toplanır ve okuyucunun kolay anlayabileceği şekilde düzenlenerek yorumlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Araştırmanın güvenilirliğini ve geçerliliğini sağlamak için araştırma süreci olabildiğince detaylı olarak açıklanmış, öğretmenlerin görüşleri mümkün olduğunca detaylı ve doğrudan alıntılarla

sunulmuş, öğretmenlerin görüşleri okuyucunun kolay anlayabileceği şekilde düzenlenerek yorumlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2013).

BULGULAR

Ortaokul Öğretmenlerinin Fiziksel Programlamaya Yönelik Algıları

Ortaokul öğretmenlerinin fiziksel programlamanın kullanım kolaylığına ilişkin algıları

Öğretmenlerin tamamı Arduino ile programlamanın kolay olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir. Öğretmenlerin görüşleri, *“Programlama kısmı çok kolay ve eğlenceliydi. Birden fazla sensörün kullanılabilmesi ve gerekli malzemelerin ucuz olması güzeldi.”*, *“Mantığını anlayınca hem devre kurmak hem de kodlama çok kolaydı”*, *“Son derece kolaydı. Burada eğitmenin süreci somutlaştırmasının rolü büyüktü”*, *“İlk aşamada devre elemanlarını oluşturmak zor geliyor ancak işin mantığını kavrayınca kolay ve zeokli hale geliyor”*, *“Kolaydı. Devreleri kurabildik ve kodlama yapabildik, devrelerin çalışmasını ise anında gözlemleyebildik”*, *“Programlama kısmı kolay ve eğlenceliydi”* şeklindedir.

Öğretmenlerin görüşleri incelendiğinde, mBlock 3.0 ortamında kodlama yapma ile ilgili herhangi bir zorluk yaşamadıkları görülmüştür. Yapılan gözlemler de bunu desteklemektedir. Öğretmenler daha çok yazılım boyutunda değil donanım boyutunda zorluklar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Öğretmenler bu durumu, *“Devre kurma kısmı zordu ve mantığını anlamak zaman aldı.”*, *“Devre kurarken biraz zorlandım ama uygulama yaptıkça alıştım”*, *“Kabloların sayısı arttıkça kafam karıştı”*, *“Sensörlerle çalışmak biraz zordu”*, *“Devre kurma kısmı zordu”* şeklinde açıklamışlardır.

Araştırmacı tarafından yapılan doğrudan gözlemler öğretmenlerin açıklamaları ile tutarlıdır. Araştırmanın ilk günü öğretmenlerin board kullanımını tam anlayamadıkları gözlenmiştir. İlk gün board üzerindeki basit devreyi kurmada zorluk yaşadıkları, kabloları hatalı bağladıkları gözlenmiştir. Araştırmacı tarafından bu hataların nedenleri açıklanmış ve nasıl düzeltilebileceği gösterilmiştir. İkinci gün yapılan uygulamalarda kablo sayısı arttıkça karışıklığın arttığı ve devre kurmanın zorlaştığı gözlenmiştir. Bu nedenle araştırmacı tarafından devre elemanlarının bağlantısı TinkerCad ortamında adım adım en az sayıda kablo kullanılacak şekilde açıklanmış ve öğretmenlerin fiziksel olarak kurdukları devreler her bir adımdan sonra tek tek kontrol edilip hataların düzeltilmesi sağlanmıştır. İkinci günün sonunda devre kurma ile ilgili yapılan basit hataların en aza indiği gözlenmiştir. Üçüncü, dördüncü ve beşinci günler devre kurma ile ilgili hataların çok fazla yaşanmadığı, yaşanan küçük hataların ise öğretmenler tarafından işbirliği halinde çok hızlı çözüldüğü gözlenmiştir. Araştırmada ayrıca öğretmenlerin değişkenler, kontrol yapıları ve döngüler gibi programlamanın soyut kavramlarını öğrendikleri, devrelerde ya da kodlardaki hataları tespit edip düzeltebildikleri gözlenmiştir.

Öğretmenlerin belirtmediği ve gözlemler sonucu ortaya çıkan zorluklar da yaşanmıştır. Öğretmenler ilk başlarda devre elemanları hassas olduğu için onlara zarar verebilecekleri konusunda (örneğin direncin ve LED'in bacaklarının kopacağından korkan öğretmenlerin olduğu gözlenmiştir) kaygı yaşamışlardır. Diğer gözlenen bir zorluk ise yakını görme sorunu yaşayan öğretmenlerin devre kurmada zorlanmalarıdır. Bir öğretmenin büyüteç kullanarak devreyi kurduğu gözlenmiştir. Bu durum, özellikle 35 yaş ve üstü öğretmenlerin Arduino ile çalışırken zorluk yaşayabileceğini, Arduino'nun kredi kartı büyüklüğünde olmasının bir avantaj değil dezavantaj oluşturabileceğini göstermektedir.

Ortaokul öğretmenlerinin fiziksel programlamanın faydalarına ilişkin algıları

Ortaokul öğretmenlerinin fiziksel programlamanın faydalarına ilişkin algıları, programlama öğrenmeyi kolaylaştırma, günlük hayatta karşılaşılan birçok sistemin çalışma yapısının anlaşılmasını kolaylaştırma ve pedagojik faydaları temaları altında toplanmaktadır.

Öğretmenlerin tamamı Arduino ile programlamanın, programlama öğrenmeyi kolaylaştırdığı yönünde görüş bildirmişlerdir. Öğretmenler bu durumu, *“Programlamanın mantığını öğrenmemizi sağladı”, “Arduino ile programlama girdi, işlem ve çıktı süreçleri ile programlamanın nasıl yapıldığını öğrenmemizi sağladı”, “Programlama Arduino ile çok daha anlaşılırdı”, “Programlama ve devre elemanlarının bağlantısı programlamanın mantığını kavramayı sağlıyor”, “Yazdığımız programların dönütünü hemen aldık ayrıca bu durum dikkat çekmede oldukça başarılıydı.”*, *“Programlamaya karşı önyargılıyım, programlamanın çok zor olduğunu düşünüyordum ancak oldukça kolaymış”, “Programlamanın çok zor olmadığını sadece dikkatli ve belli kurallar çerçevesinde yapılabileceğini gördüm”, “Kod yazmanın çok zor ve karmaşık bir iş olduğunu düşünüyordum. Arduino ile şu anda kodlama yapabiliyorum”* şeklinde ifade etmişlerdir.

Öğretmenlerin tamamı Arduino ile programlamanın, günlük hayatta karşılaşılan birçok sistemin nasıl çalıştığının anlaşılmasını kolaylaştırdığı yönünde görüş bildirmişlerdir. Öğretmenler bununla ilgili olarak, *“Birçok elektronik cihazın nasıl çalıştığını ve nasıl programlandığını anladım”, “Devre kurabiliyorum ve birçok teknolojik ürünün çalışma prensibini kavradığıma inanıyorum”, “Günümüzde karşılaştığımız birçok cihazın nasıl yapıldığı örneklerle yapınca çalışma prensipleri hakkında bilgi sahibi oldum. Aslında hepsinin çalışma prensibi birbirine benziyor”, “Günlük hayatta karşılaştığımız özellikle otomobillere konulan özelliklerin çalışma prensibini anlayabiliyorum artık.”* şeklinde görüş bildirmişlerdir.

Öğretmenlerinin tamamı Arduino ile programlamanın pedagojik faydaları olduğunu belirtmiştir. Buna ilişkin olarak öğretmenlerin görüşleri, *“Arduino ile programlama, öğrencilerde genelleme ve soyutlama becerisini kazandırmada, tümdengelimsel bakış açısından kodlama yapabilmeyi kolaylaştırmada etkili olacağını düşünüyorum”, “Öğrencilerime bu eğitimde öğrendiklerimi öğreterek, onlarla birlikte keşifler yapmak istiyorum”, “Arduino ile programlamanın çocukların ilgisini çekeceğini ve kolaylıkla öğrenebileceğini düşünüyorum”, “Basit nesnelere hareket ettirme türündeki projelerde kesinlikle kullanmayı düşünüyorum”, “Kesinlikle derslerimde Arduino ile programlamayı kullanmak istiyorum. Öğretim programlarının da bu yönde tekrar düzenlenmesi gerektiğini düşünüyorum”, “Öğrenciler bizden daha meraklı, çok daha iyi projeler yapacaklarını düşünüyorum”, “Arduino ile programlamada ortaya somut bir ürün çıktığı için öğrencilerin ilgisini çekeceğini ve onları eğlendireceğini düşünüyorum”, “Öğrencilerimin Arduino ile programlamayı çok seveceklerini düşünüyorum. Onlarla birlikte TÜBİTAK 4006 projelerinde ve TÜBİTAK Ortaokul Araştırma Projesi yarışmalarında Arduino ile çok fazla proje yapabileceğimizi düşünüyorum. Hatta arkadaşlarımızla ortak bir ekip kurmayı bile düşünüyoruz”* şeklindedir. Sadece Türkçe öğretmeni Arduino’yu branşı ile ilişkilendirmedi zorluk yaşadığını vurgulamıştır.

Ortaokul Öğretmenlerinin Fiziksel Programlama Sürecinde Yaşadıkları Öğrenme Deneyimleri

Öğretmenlerin tamamı yaşadıkları öğrenme deneyiminin eğlenceli olduğunu ve ürün geliştirme sonucunda mutlu olduklarını belirtmişlerdir. Öğretmenler memnuniyetlerini, *“Arduino ile çalışmak gerçekten çok eğlenceliydi”, “Çok eğlendim, çünkü çevremdeki elektronik aletlere hükmedebileceğimin farkına vardım”, “Projeleri tamamlayınca çok mutlu oldum”, “Arduino ile programlama yaparken çocuklar gibi eğlendik, başarmanın mutluluğunun yaşla ilgili olmadığını gördük”, “Farklı projeler yapabilmek başarıma duygusu oluşturuyor bu da mutluluk verici”, “Çok eğlendik çünkü ortaya gözle görülebilir bir ürün yapabiliyorduk, başarıma hissi ise inanılmaz güzeldi.”*, *“Çok eğlenceli bir*

deneyimdi, fiziksel olarak programın çalışıp çalışmadığını anında görebiliyorduk. Ortaya bir ürün çıkarmak ise keyif vericiydi” şeklinde ifade etmişlerdir.

Öğretmenlerin öğrenme sürecine yönelik duyuşsal tepkileri ise heyecanlı, meraklı ve memnun olma şeklindedir. Bununla ilgili olarak öğretmenler, “Yeni bir program öğreneceğin için heyecanlıydım”, “Çevremizdeki birçok elektronik sistemin çalışma mantığını öğrenirken çok heyecanlıydım”, “Yeni şeyler öğrendim için çok heyecanlıydım”, “Meraklı heyecanlı ve memnundum. Süreç boyunca eğlendim eğlenerek öğrendim”, “Meraklı heyecanlı ve memnundum. Projeler beni farklı bir alanda bilgi sahibi yaptı daha iyi projeler için araştırma yapmamı sağladı”, “Meraklı heyecanlı ve memnundum. Bilgi sahibi olmadığım bir alandı, projeler çok ilgi çekici ve günlük hayattan örneklerdi. Bu yüzden meraklı ve heyecanlıydım. Bir haftalık programın dolu dolu geçmesi ve birçok şey öğrenmiş olmam memnun olarak eğitimi tamamlamamı sağladı.” şeklinde görüş bildirmişlerdir.

Yapılan gözlemler yukarıdaki bulgularla tutarlıdır. Öğretmenlerin öğrenme sürecinde birbirlerini motive ettikleri, işbirliği halinde sorunları çözdükleri, kendi aralarında şakalaştıkları (Bir sözelci nasıl bunu yapabilir? Sayısalcılar ne oldu niye yapamadınız?) ve devreleri hatasız olarak ilk yapabilen arkadaşlarını kutladıkları gözlenmiştir. Devreleri hatasız olarak çalışan öğretmenlerin çok mutlu oldukları, öz güvenlerinin arttığı, cep telefonları ile devrelerinin videolarını çekip sosyal medya ortamlarda paylaştıkları gözlenmiştir.

Öğretmenlerin öğrenme sürecinde yapılan projeleri, günlük hayatla ilişkilendirildikleri için beğendikleri bulunmuştur. Öğretmenlerin görüşleri, “Sulama projesine bayıldım. Çünkü benimde çiçeklerim var ve bu projeyi evde kullanmak istiyorum”, “Çiçek sulama projesini çok beğendim. Günlük hayatla ilişkilendirmek sürece önemli katkı sundu”, “Hepsi farklı ve özgün çalışmaları ancak çiçek sulama günlük hayatımıza daha çok dokunduğu için çok iyi bir çalışmaydı”, “Günlük hayatta uygulanabilir olduğu için karanlıkta otomatik yanan lambayı beğendim”, “Bütün projeler birbirinden ilgi çekiciydi” şeklindedir. Öğretmenlerin beğenmediği proje ise bulunmamaktadır.

Öğretmenlerin tamamı gelecekte benzer etkinliklere katılmak istediklerini belirtmişlerdir. İki öğretmen eğitim süresinin daha uzun olmasını istedikleri yönünde görüş bildirmişlerdir.

TARTIŞMA

Ortaokul öğretmenlerine, öğrencilerin bilinmez geleceğe hazırlanmasında ve onların FeTeMM alanlarına yönelik kariyer seçimi yapmalarını etkileyecek FeTeMM alanlarına yönelik ilgilerinin canlı tutulmasında büyük sorumluluk düşmektedir. Ortaokul öğretmenlerinin fiziksel programlama becerisine sahip olmaları bu sorumluluğu yerine getirebilmelerinde yardımcı olabilir. Ancak, öğretmenlerin bu becerileri kazanabileceği profesyonel gelişim programları sınırlıdır (Neutens ve Wyffels, 2016). Bu çalışmada ortaokul öğretmenleri için bir profesyonel gelişim programı hazırlanmış ve onların fiziksel programlamaya yönelik algılarını ve deneyimlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

Araştırmaya katılan ortaokul öğretmenlerinin fiziksel programlamaya yönelik algılarının olumlu olduğu bulunmuştur. Arduino ile fiziksel programlama projeleri yaparken öğretmenlerin mBlock 3.0 ile programlama yaparken sorun yaşamadıkları, değişkenler, operatörler, kontrol yapıları ve döngüler gibi programlamanın soyut kavramlarını öğrendikleri, devrelerde ya da kodlardaki hataları tespit edip düzeltebildikleri, projelerin tüm öğretmenler tarafından başarıyla tamamlandığı görülmüştür. Araştırma bulgusu birçok araştırma bulgusu (Hertzog ve Swart, 2016; Mozo ve diğerleri, 2017; Rubio ve diğerleri, 2015) ile tutarlıdır. Arduino ile fiziksel programlamada temel girdi, işlem ve çıktı süreçlerinin daha kolay anlaşılabilir olması, programlamanın soyut kavramlarının somutlaştırılarak programlamanın öğrenilmesini

kolaylaştırması, yazılım ve donanım arasındaki bağın anlaşılmasını kolaylaştırması bunda etkili olmuş olabilir.

Öğretmenlerin Arduino ile fiziksel programlama ortamında yaşadıkları temel sorunların, board üzerinde hatalı kablo bağlantılarının yapılması, kablo sayısının artmasına bağlı olarak devre kurmada zorluk yaşanması, devre elemanlarına zarar verme kaygısı yaşanması, yakını görme sorunu yaşayan öğretmenlerin devre kurmada zorluk yaşaması olduğu bulunmuştur. Araştırmanın bulguları birçok araştırma bulgusu ile paralellik göstermektedir. Martin ve diğerleri (2017) genellikle elektronik devrelerin tasarlanmasında sorunlar yaşandığını belirtmektedir. Benzer şekilde Kim ve Lee (2017) devre tasarlamada ve bu devrelerdeki hataları bulup düzeltmede sorunlar yaşandığını belirtmektedir. Booth ve Stumph (2013) ise yaşanan sorunları tasarım, seçim, koordinasyon, kullanma, anlama ve bilgi başlıkları altında tartışmaktadır. Bu çalışmada, yaşanan problemlerin en aza indirilmesinde devre elemanlarının bağlantısının TinkerCad ortamında adım adım en az sayıda kablo kullanılacak şekilde yapılmasının ve öğretmenlerin fiziksel olarak kurdukları devrelerin her bir adımdan sonra tek tek kontrol edilmesinin etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca, öğretmenlerin deneyim kazandıkça devre kurma ile ilgili hataların azaldığı ve yaşanan hataların öğretmenler tarafından işbirliği halinde çok hızlı çözüldüğü gözlenmiştir.

Öğretmenlerinin Arduino ile fiziksel programlamanın faydalarına ilişkin algılarının, programlama öğrenmeyi kolaylaştırma, günlük hayatta karşılaşılan birçok sistemin modellenmesi ile bu sistemlerin çalışma yapısının anlaşılmasını kolaylaştırma, üst düzey düşünme becerilerini geliştirme, ilgi çekici ve eğlenceli etkileşimli somut nesnelere tasarlama olduğu bulunmuştur. Bu bulgu birçok araştırma bulgusunu (Ersoy, Madran ve Gülbahar, 2011; Gupta ve diğerleri, 2012; Hertzog ve Swart, 2016; Martín-Ramos ve diğerleri, 2017; Przybylla ve Romeike, 2015) desteklemektedir.

Öğrenme sürecinde yaşanan farklı duyuşsal tepkiler öğrenenin davranışını pozitif ya da negatif yönde etkileyebilmektedir. Öğrenenlerin öğrenme sürecinde mutlu olmaları pozitif yönde, kaygılı olmaları ise negatif yönde benzer öğrenme süreçlerine katılma tercihlerini ve teknoloji kullanım niyetlerini etkileyebilmektedir (Giannakos ve diğerleri, 2014; Martin ve diğerleri, 2017). Araştırmaya katılan tüm öğretmenlerin duyuşsal tepkilerinin pozitif yönde olduğu bulunmuştur. Öğretmenlerin fiziksel programlamaya yönelik deneyimleri ve duyuşsal tepkileri birlikte ele alındığında, öğretmenlerin eğlenerek öğrendikleri, etkileşimli nesnelere tasarlamaktan mutlu oldukları, öğrenme sürecinde kendilerini heyecanlı ve meraklı hissettikleri, öğrenme sürecinden memnun oldukları ve benzer öğrenme etkinliklerine katılmayı istedikleri, günlük hayatla ilişkilendirilen projeleri beğendikleri bulgusuna ulaşılmıştır. Bu bulgu birçok araştırma (Giannakos ve diğerleri, 2014; Hertzog ve Swart, 2016; Kim ve Lee, 2017; Martin ve diğerleri, 2017; Şişman, 2016) bulgusu ile tutarlıdır.

Araştırmaya katılan öğretmenlerin sayısının az olması, nicel veri analizi için uygun olmaması, araştırma bulgularının genellenebilirliğinin düşük olması bu araştırmanın sınırlılıkları arasındadır. Ancak yine de araştırma sürecindeki uygulamaların farklı okullardaki farklı öğretmen grupları ile uygulanması halinde benzer sonuçların alınabileceği öngörülmektedir. Diğer taraftan FeTeMM öğretmenlerinin aksine Türkçe ve Sosyal Bilgiler öğretmenlerinin araştırmaya dahil edilmesi eleştirilebilir. Tüm branşlardaki öğretmenlerin çağımız okuryazarlık türlerinden biri olan programlama becerisini kazanmalarının önemli olması ve öğretmenlerin araştırmaya katılmaya çok istekli olması nedeniyle araştırmaya katılmaları desteklenmiştir. Türkçe ve Sosyal Bilgiler öğretmenleri, Arduino ile fiziksel programlama sürecinde

yaşanabilecek sorunların belirlenmesinde farklı bakış açıları sunmuşlar ve katkı sağlamışlardır. Ayrıca, Türkçe ve Sosyal Bilgiler öğretmenleri fiziksel programlamaya yönelik yapılan etkinliklere ve ortak proje gruplarına katılmayı istediklerini ifade etmişlerdir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada diğer araştırmalardan farklı olarak, farklı branşlardan ortaokul öğretmenlerinin Arduino ile fiziksel programlama becerisi kazandıkları, fiziksel programlamaya yönelik algılarının ve duyuşsal tepkilerinin olumlu olduğu, eğlenceli bir öğrenme deneyimi yaşadıkları ve bu deneyimden mutlu oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Ortaokul öğretmenlerine yönelik hazırlanan profesyonel gelişim programı sürecinde, öğretmenlerin öncelikle belirli projeleri yaparak özgüven kazandıkları, projelerini sosyal medya ortamlarında paylaştıkları, sürekli olarak işbirliği halinde oldukları, birbirlerini cesaretlendirdikleri ve başarılarını kutladıkları görülmüştür. Sonuç olarak Teknoloji Kabul Modeline göre (Davis, 1989), öğretmenlerin Arduino ile fiziksel programlamanın kullanım kolaylığına ve pedagojik faydalarına ilişkin algılarının Arduino ile fiziksel programlamaya yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği, olumlu tutumların da kullanıma yönelik niyeti olumlu yönde etkilediği ifade edilebilir. Öğretmenlerin derslerinde ve TÜBİTAK tarafından desteklenen projelerde Arduino ile fiziksel programlamaya yer vermek ve ortak bir proje grubu oluşturmak istemeleri de bu sonucu desteklemektedir. Öğretmenlerin bu tür eğitimlerle profesyonel gelişimleri desteklenirse, öğretmenler okul içi ve dışı etkinliklerde ve projelerde fiziksel programlama etkinliklerine yer verebilirler. Bu etkinliklerle öğrencilerin bilinmez geleceğe hazırlanması ve öğrencilerde FeTeMM alanlarına yönelik kariyer seçimlerini etkileyecek bireysel ilgilerin oluşması desteklenebilir. Bu nedenle Arduino ile fiziksel programlamaya yönelik benzer profesyonel gelişim programlarının yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Amerika, İngiltere, İsrail, Finlandiya ve Kore başta olmak üzere birçok ülkenin ilkökul ve ortaokul öğretim programlarında fiziksel programlamaya yer verilmiştir. Ülkemizde de Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan MEB 2023 Eğitim Vizonu belgesinde vurgulanan "Tasarım-Beceri Atölyeleri"nin amaçlanan çıktılara ulaşılabilmesi için bu atölyelerde Arduino ile fiziksel programlama etkinliklerine yer verilmesi ve bu etkinlikleri destekleyecek şekilde öğretim programlarının güncellenmesi önerilmektedir.

Araştırmada öğretmenlerin değişkenler, operatörler, kontrol yapıları ve döngüler gibi programlamanın soyut kavramlarını öğrendikleri, devrelerde ya da kodlarda oluşan hataları tespit edip düzeltebildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğretmenlerin var olan sistemlerin modellenmesi yoluyla soyutlama (abstraction) becerisi kazandıkları, bir projede kullandıkları problem çözme becerilerini diğer projelere transfer edebildikleri ya da genelleme bildikleri, projeler kapsamında problemin çözümüne yönelik olarak algoritma geliştirebildikleri ve bu algoritmaları koda dönüştürebildikleri gözlenmiştir. Fiziksel programlama, bilgi işlemsel düşünme (computational thinking) becerisinin temel becerileri olan bu becerileri öğretmenlere kazandırmayı kolaylaştırabilir. Bu nedenle, daha fazla öğretmenin katılımıyla fiziksel programlamanın bilgi işlemsel düşünme becerisine etkisini ortaya koymaya yönelik araştırma yapılması önerilmektedir.

Teşekkürler

Araştırmacı, araştırmaya gönüllü olarak katılan ve bu araştırmanın yürütülmesine katkı sağlayan tüm öğretmenlere teşekkürü bir borç bilmektedir.

KAYNAKÇA

- Ainley, M., & Ainley, J. (2011). A cultural perspective on the structure of student interest in science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 51–71. doi:10.1080/09500693.2010.518640
- Akcaoglu, M., & Koehler, M. J. (2014). Cognitive outcomes from the game-design and learning (GDL) after-school program. *Computers & Education*, 75, 72–81. doi:10.1016/j.compedu.2014.02.003
- Akpınar, Y., & Altun, A. (2014). Bilgi toplumu okullarında programlama eğitimi gereksinimi. *İlköğretim Online*, 13(1), 1–4.
- Armoni, M., Meerbaum-Salant, O., & Ben-Ari, M. (2015). From Scratch to “Real” programming. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(4), 1–15. doi:10.1145/2677087
- Banzi, M., & Shiloh, M. (2015). *Getting started with Arduino* (3rd ed.). CA: Maker Media.
- Booth, T., & Stumpf, S. (2013). End-user experiences of visual and textual programming environments for Arduino. In R. D. Dittrich Y., Burnett M., Mørch A. (Ed.), *Lecture Notes in Computer Science (LNCS, volume 7897)* (pp. 25–39). Berlin, Heidelberg: Springer. doi:10.1007/978-3-642-38706-7_4
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Annual American Educational Research Association Meeting, Vancouver, BC, Canada*, 1–25. doi:10.1.1.296.6602
- Bucherer, G., Gürber, N. A., & Brühwiler, C. (2011). The impact of gender on interest in science topics and the choice of scientific and technical vocations. *International Journal of Science Education*, 33(1), 159–178. doi:10.1080/09500693.2010.518643
- Bulunuz, M., & Jarrett, O. S. (2010). Developing an Interest in Science: Background Experiences of Preservice Elementary Teachers. *International Journal of Environmental and Science Education*, 5(1), 65–84.
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., & Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students’ computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162–175. doi:10.1016/j.compedu.2017.03.001
- Clements, D. H., & Gullo, D. F. (1984). Effects of computer programming on young children’s cognition. *Journal of Educational Psychology*, 76(6), 1051–1058. doi:10.1037/0022-0663.76.6.1051
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–339. doi:10.2307/249008
- Denner, J., Werner, L., & Ortiz, E. (2012). Computer games created by middle school girls: Can they be used to measure understanding of computer science concepts? *Computers & Education*, 58(1), 240–249. doi:10.1016/j.compedu.2011.08.006
- Ersoy, H., Madran, R. O., & Gülbahar, Y. (2011). Programlama dilleri öğretimine bir model önerisi: Robot programlama. *Akademik Bilişim’11 - XIII. Akademik Bilişim Konferansı* (pp. 731–736). Malatya: İnönü Üniversitesi.
- Fessakis, G., Gouli, E., & Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5–6 years old kindergarten

- children in a computer programming environment: A case study. *Computers & Education*, 63, 87–97. doi:10.1016/j.compedu.2012.11.016
- Giannakos, M. N., Jaccheri, L., & Leftheriotis, I. (2014). Happy girls engaging with technology: Assessing emotions and engagement related to programming activities. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (Vol. 8523 LNCS, pp. 398–409). doi:10.1007/978-3-319-07482-5_38
- Green, T., Wagner, R., & Green, J. (2018). A look at robots and programmable devices for the K-12 classroom. *TechTrends*, 62(4), 414–422. doi:10.1007/s11528-018-0297-2
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. doi:10.3102/0013189X12463051
- Grover, S., Pea, R., & Cooper, S. (2015). Designing for deeper learning in a blended computer science course for middle school students. *Computer Science Education*, 25(2), 199–237. doi:10.1080/08993408.2015.1033142
- Grover, S., Pea, R., & Cooper, S. (2016). Factors influencing computer science learning in middle school. In *Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education* (pp.552–557). doi:10.1145/2839509.2844564
- Gunbatar, M. S., & Karalar, H. (2018). Gender differences in middle school students' attitudes and self-efficacy perceptions towards mBlock programming. *European Journal of Educational Research*, 7(4), 925–933. doi:10.12973/eu-jer.7.4.925
- Gupta, N., Tejovanth, N., & Murthy, P. (2012). Learning by creating: Interactive programming for Indian high schools. In *Proceedings - 2012 IEEE International Conference on Technology Enhanced Education, ICTEE 2012* (pp. 2–4). doi:10.1109/ICTEE.2012.6208643
- Hagge, J. (2017). Scratching beyond the surface of literacy. *Gifted Child Today*, 40(3), 154–162.
- Hertzog, P. E., & Swart, A. J. (2016). Arduino - Enabling engineering students to obtain academic success in a design-based module. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON* (pp.66–73). doi:10.1109/EDUCON.2016.7474533
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60, 549–571.
- ISTE. (2018). *ISTE standards*. Retrieved April 2, 2019, from <https://www.iste.org/standards>
- 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)*, 3(12), 1–7.
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2013). Computer programming goes back to school. *Phi Delta Kappan*, 95(1), 61–65. doi:10.1177/003172171309500111
- Kelleher, C., & Pausch, R. (2005). Lowering the barriers to programming: A survey of programming environments and languages for novice programmers. *Science*, 37(2), 83–137. doi:10.1145/1089733.1089734
- Kim, S., & Lee, Y. (2017). Development and application of Arduino-based education program for high school students'. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 95(18), 4367–

4375.

- Krapp, A. (2002). An educational-psychological theory of interest and its relation to SDT. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Eds.), *The handbook of self-determination research* (pp. 405–427). Rochester, NY: The University of Rochester Press.
- Krapp, A., Hidi, S., & Renninger, K. A. (1992). Interest, learning, and development. In K. A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), *Interest, learning, and development* (pp. 3–25). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lee, A. (2015). Determining the effects of computer science education at the secondary level on STEM major choices in postsecondary institutions in the United States. *Computers & Education*, 88, 241–255. doi:10.1016/j.compedu.2015.04.019
- Ling Koh, J. H., Chai, C. S., & Tay, L. Y. (2014). TPACK-in-Action: Unpacking the contextual influences of teachers' construction of technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education*, 78, 20–29. doi:10.1016/j.compedu.2014.04.022
- Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51–61. doi:10.1016/j.chb.2014.09.012
- Martín-Ramos, P., Lopes, M. J., Lima da Silva, M. M., Gomes, P. E. B., Pereira da Silva, P. S., Domingues, J. P. P., & Ramos Silva, M. (2017). First exposure to Arduino through peer-coaching: Impact on students' attitudes towards programming. *Computers in Human Behavior*, 76, 51–58. doi:10.1016/j.chb.2017.07.007
- Martin, C., Hughes, J., & Richards, J. (2017). Learning experiences in programming: The motivating effect of a physical interface. In *Proceedings of the 9th International Conference on Computer Supported Education* (pp. 162–172). Porto, Portugal: SCITEPRESS - Science and Technology Publications. doi:10.5220/0006375801620172
- MEB. (2018). 2023 Eğitim Vizyonu. 20.06.2019 tarihinde <https://2023vizyonu.meb.gov.tr/> adresinden alınmıştır.
- Meerbaum-Salant, O., Armoni, M., & Ben-Ari, M. (Moti). (2013). Learning computer science concepts with Scratch. *Computer Science Education*, 23(3), 239–264. doi:10.1080/08993408.2013.832022
- Mozo, J. R., Quintero, H. M., & Ariza, H. M. (2017). Educational robotics : Algorithm logic learning comparison. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(24), 15470–15474.
- Neutens, T., & Wyffels, F. (2016). Teacher professional development through a physical computing workshop. In *Proceedings of the 11th Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp. 108–109). MÃijnster, Germany: ACM Press. doi:10.1145/2978249.2978270
- Park, H. S., Hiroyuki, A., & Kim, J. M. (2018). The extraction of knowledge factors of teachers for physical computing education. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 8(1), 30–36. doi:10.18517/ijaseit.8.1.3100
- Peixoto, A., Castro, M., Blazquez, M., Martin, S., Sancristobal, E., Carro, G., & Plaza, P. (2018). Robotics tips and tricks for inclusion and integration of students. In *2018 IEEE Global*

Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 2037–2041). IEEE. doi:10.1109/EDUCON.2018.8363487

- Post, J. E. (2016). An Arduino-based summer camp experience for high school students. In *ASEE Annual Conference & Exposition*. New Orleans, LA.
- Przybylla, M., & Romeike, R. (2014). Key Competences with Physical Computing. In *KEYCIT 2014 – Key Competencies in Informatics and ICT* (pp.351-361). Potsdam: Universitätsverlag
- Richard, G. T. (2008). Employing physical computing in education: How teachers and students utilized physical computing to develop embodied and tangible learning objects. *The International Journal of Technology, Knowledge, and Society*, 4(3), 93–102. doi:10.18848/1832-3669/CGP/v04i03/55887
- Rubio, M. A., Hierro, C. M., & Pablo, Á. P. de M. (2013). Using Arduino to enhance computer programming courses in science and engineering. In *Proceedings of the EDULEARN13* (pp. 5127–5133). Retrieved March 25, 2019, from <http://wdb.ugr.es/~marubio/wp-content/uploads/2012/03/arduino.pdf>
- Rubio, M. A., Romero-Zaliz, R., Mañoso, C., & de Madrid, A. P. (2014). Enhancing an introductory programming course with physical computing modules. In *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings* (pp. 1–8). IEEE. doi:10.1109/FIE.2014.7044153
- Rubio, M. A., Romero-Zaliz, R., Mañoso, C., & de Madrid, A. P. (2015). Closing the gender gap in an introductory programming course. *Computers & Education*, 82, 409–420. doi:10.1016/j.compedu.2014.12.003
- Schulz, S., & Pinkwart, N. (2015). Physical computing in STEM education. In *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education on ZZZ - WiPSCE '15* (pp. 134–135). NY: ACM Press. doi:10.1145/2818314.2818327
- Schwab, K. (2016). *Dördüncü sanayi devrimi* (Z. Dicleli Çev.). İstanbul: Optimist Yayın Dağıtım.
- Şişman, B. (2016). Scratch ve Arduino ile çocuklar için robotik eğitimi önerisi: Eğitici deneyimleri. *6th International Conference on "Innovations in Learning For The Future" 2016: Next Generation*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
- Trust, T. (2017). Preparing K–12 students and preservice educators for an uncertain future. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 33(3), 88–88. doi:10.1080/21532974.2017.1316152
- Wilson, C., Sudal, L. A., Stephenson, C., & Stehlik, M. (2010). *Running the empty: Failure to teach K-12 computer science in the digital age*. NY: Association for Computing Machinery.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. doi:10.1145/1118178.1118215
- Yin, R. K. (2012). *Application of case study research* (3rd ed.). California: Sage Publication, Inc.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (9. basım). Ankara: Seçkin Yayıncılık.