

Arduino ile Kara Şimşek Uygulamasına Yönelik Fen Bilgisi Öğrencilerinin Görüşleri

Science Students' Opinions on Knight Rider Application With Arduino

Nisa YENİKALAYCI¹, Gonca HARMAN²

ÖZ: Bu çalışmada Arduino ile kara şimşek uygulaması gerçekleştirilmiş ve fen bilgisi öğrencilerinin bu uygulamaya yönelik görüşleri incelenmiştir. Araştırmaya Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı birinci sınıfında öğrenim gören 40 öğrenci katılmıştır. Öğrencilere 4 açık uçlu sorudan oluşan görüş formu uygulanmıştır. Görüş formundaki 4 açık uçlu soruda fen bilgisi öğrencilerinden Arduino kullanılarak yapılan kara şimşek uygulamasını değerlendirmeleri, Arduino kullanımının avantajları ile dezavantajlarını ifade etmeleri ve öğretmen olduklarında Arduino kullanarak ders işleyip işleyemeyeceklerini yazılı olarak ifade etmeleri istenmiştir. Ayrıca uygulama sürecinde fen bilgisi öğrencileri tarafından kurulan tüm devrelerin fotoğrafları çekilmiştir. Araştırma sonucunda fen bilgisi öğrencilerinin kara şimşek uygulaması Arduino devrelerini başarılı bir şekilde kurdukları görülmüştür. Fen bilgisi öğrencilerinin önemli bir kısmının kara şimşek uygulamasına yönelik görüşlerinin olumlu olduğu saptanmıştır. Fen bilgisi öğrencilerinin tamamına yakını Arduino kullanımının avantajları olduğunu, az sayıda öğrenci ise hem avantajlarının hem de dezavantajlarının olduğunu ifade etmiştir. Fen bilgisi öğrencilerinin büyük bir çoğunluğu da öğretmen olduklarında Arduino kullanarak ders işleyeceklerini belirtmiştir.

Anahtar sözcükler: Arduino, kara şimşek uygulaması, görüş, fen bilgisi öğrencisi

ABSTRACT: Knight rider application with Arduino was done and determined students' opinions in this research. 40 students studying at first grade at the Department of Science Education were participated in the research. Opinion form that comprises of 4 open-ended questions was implemented to the students. In 4 open-ended questions in the opinion form, they were asked to evaluate the knight rider application performed by using Arduino, express the advantages and disadvantages of using Arduino, and express their opinions on teaching lessons by using Arduino when they become teachers in the future. In addition, photographs of all circuits that established by the students during the application process were taken. As a result of the research, it was seen that science students successfully established knight rider application Arduino circuits. It was found that the majority of the students had positive opinions toward knight rider application. Almost all of the students expressed that the using Arduino has advantages and few students expressed that the using Arduino has both advantages and disadvantages. A large majority of the students expressed that they would teach using Arduino, when they became teachers.

Keywords: Arduino, knight rider application, opinion, science student

Bu makaleye atf vermek için:

Yenikalaycı, N. ve Harman, G. (2020). Arduino ile kara şimşek uygulamasına yönelik fen bilgisi öğrencilerinin görüşleri. *Trakya Eğitim Dergisi*, 10(3), 704-725

Cite this article as:

Yenikalaycı, N., & Harman, G. (2020). Science students' opinions on knight rider application with arduino. *Trakya Journal of Education*, 10(3), 704-725

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

It is very important that science teachers are able to an effective guide for their students during the execution of making projects and applications. Therefore, they should be acquainted with Arduino in the first class in Science Education program, gain awareness and continue to make applications in the following education phases of the program. Based on this thought, knight rider application was used in this study in order to ensure that science students were acquainted with Arduino and become aware of the existence of such a program. The aim of this research is to perform the knight rider application by using Arduino and to examine the students' opinions.

1 Arş. Gör., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi, nisa.yenikalayci@omu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5676-1488

2 Dr. Öğr. Üyesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi, drgoncaharman@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9717-1150

Method

The study, which was conducted by using the case study pattern, was conducted with the participation of 40 students who were taking the General Physics Laboratory-II (Electric) course in the first year of Science Department at a public university in spring semester of 2017-2018 academic year. The opinion form that was prepared by the researchers, was used as data collection tool. In 4 open-ended questions in the opinion form, they were asked to evaluate the knight rider application performed by using Arduino, express the advantages and disadvantages of using Arduino, and express their opinions on teaching lessons by using Arduino when they become teachers in the future. In addition, photographs of all circuits that established by the students during the application process were taken.

Findings and Discussion

When the findings of the research were examined; students expressed their opinions on the knight rider application performed by using Arduino in three categories as “quality, acquisition and requirement”. It was seen that students' opinions were mostly focused on “visually effective”, “containing circuits working with codes” and “non-operative when the connections aren't done correctly” in the technical subcategory (f:28); “effective on learning” in the cognitive subcategory (f:26); and “entertaining” in the affective subcategory (f:14) of the qualification category. Moreover; it was seen that students' opinions were mostly focused on “enabling awareness” and “enabling persistency” in the cognitive subcategory (f:8); “enabling self-confidence” in the affective subcategory (f:4); and “enabling hand skills” in the psychomotor subcategory (f:3) of the acquisition category. It was seen that students' opinions are mostly focused on “requiring attention” in the cognitive subcategories (f:4) of the requirement category. Negative opinions were expressed as “having a complex structure and being challenging” in the technical subcategory of the qualification category.

Students expressed their opinions on the advantages of using Arduino in 8 categories as “teaching (f:22), learning (f:16), cognitive acquisition (f:13), affective acquisition (f:6), psychomotor acquisition (f:3), convenience (f:10), technical structure and hardware (f:10) and installation (f:5)”. It was seen that students' opinions were mostly focused on “making teaching enjoyable” in the teaching category; “permanent learning” in the learning category; “noticing that circuits work with the codes” in the cognitive acquisition category; “enabling self-confidence and curiosity” in the affective acquisition category; “enabling hand skills” in the psychomotor acquisition category; “helping to establish a circuit” in the convenience category; “visual impact” and “having a deviant representation” in the technical structure and hardware category. Furthermore, it was seen that there was a homogeneous distribution in some codes as “instructional, technology-based, interesting, entertaining and practical” in the installation category. In addition to these opinions, 2 students expressed expectations from an individual who will use Arduino, rather than an advantage, with their answers that Arduino requires attention (S₂₁) and requires effort (S₂₆).

Students expressed their views on the disadvantages of using Arduino in 6 categories as “technical structure and hardware (f:6), being economical and accessibility (f:6), affective impact (f:4), cognitive impact (f:3), installation (f:3) and application (f:3)”. It was seen that students' opinions were mostly focused on “being financially non-economical” in the being economical and accessibility category; “discouraging learning eagerness” in the affective impact category; “difficulty in making sense” in the cognitive impact category; “being challenging” in the installation and application categories. Furthermore, it was seen that there was a homogeneous distribution in some codes as “possibility of damage of circuit elements, precision of materials, prototypes of electrical circuits, very small circuit elements, possibility of reset of code, complex structure” in the technical structure and hardware category.

Students who will teach lessons by using Arduino expressed opinions in 8 categories as “affective impacts (f:17), cognitive impacts (f:7), psychomotor impacts (f:2), teaching (f:13), learning (f:5), design (f:5), reinforcement (f:2) and teacher competence (f:1)”. It was seen that students' opinions were mostly focused on “to entertain” in affective impacts category; “to bring new ideas” in cognitive impacts category; “instructive” in teaching category; “to enable permanent learning” in learning category; “visual impact” in design category. Furthermore, it was seen that there was a homogeneous distribution

in some codes as “developing skills” and “developing hand skills” in the psychomotor impacts category; “making individual applications after teaching” and “conducting effective applications” in the reinforcement category. Furthermore, 1 student expressed that she would teach lessons by using Arduino in order to “gain acquisition in terms of professional perspective” in the teacher competence category. In the study, 37 students (92.5 %) expressed that they would teach lessons by using Arduino when they become teachers. It was seen that some of these students' answers include suggestions, issues that should be considered and adherence to existing conditions, rather than justification of using Arduino. 2 students expressed that they wouldn't teach lessons by using Arduino and 1 student stated that she was indecisive.

As a result of the research, it was observed that all of the Arduino circuits which were established by students were correct. It was seen that 90 % of students' opinions on the knight rider application performed by using Arduino were positive, 70 % of them expressed that there were only advantages of the using Arduino, and 92.5 % of them expressed that they would teach lessons by using Arduino when they become teachers.

It is considered that students can be directed to different Arduino and robotic studies after raising their awareness about Arduino by means of the knight rider application in this research.

GİRİŞ

Fen Bilimleri dersi öğretim programında fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgilere sahip ve fen okuryazarı olan bireyler yetiştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda öğretim programında beceri öğrenme alanı kapsamında bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri, mühendislik ve tasarım becerileri yer almaktadır. Mühendislik ve tasarım becerileri alanında fen bilimlerini matematik, teknoloji ve mühendislik ile bütünleştirmek, problemlere disiplinler arası bakış açısıyla yaklaşarak öğrencileri buluş ve yenilik yapabilme seviyesine ulaştırarak ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere değer kazandırmalarını sağlayacak stratejiler geliştirmek hedeflenmektedir. Bu hedeflere ulaşabilmek için gerçekleştirilecek uygulamalarda öğrencilerin mühendislik ve bilim arasında bağlantı kurmalarına, disiplinler arası etkileşimi anlamalarına ve öğrendiklerini yaşantısal hâle getirerek dünya görüşlerini geliştirmelerine katkı sağlamak amaçlanmaktadır (MEB, 2018). Bu amaçlarla kullanılacak mühendislik ve teknoloji uygulamalarından biri Arduino'lardır.

2005 yılında İtalya'da tasarlanan Arduino öğrenciler, amatörler ve uzmanlar olmak üzere tüm kullanıcıların anlayabileceği ve rahatça kullanabileceği şekilde oluşturulmuştur (Junior ve diğerleri, 2013; Doğan, 2015). Öyle ki, Arduino elektronik devreler ve sistemler dünyası için temel giriş düzeyinde bir platform olup ilkokuldan başlayarak sonraki öğretim kademelerinde de devam eden ve öğrencilerin üzerindeki metinsel programlama sorumluluğunu hafifletmeye çalışan pek çok programlama ortamına sahiptir (Arakliotis, Nikolos ve Kalligeros, 2016).

Arduino elektronik devrelerin çalışma sürecini düzenleyen bir kontrolör olarak tasarlanmış açık kaynaklı bir elektronik kittir (Darmawan, Ratnadewi, Sartika, Pasaribu ve Arlando, 2017). Hem devre tasarımı hem de programlama gereksinimleri açısından esnek bir yapıya sahiptir. Bu esnek yapı kullanıcı odaklı proje geliştirme işlemlerini hızlandırmakta ve kullanıcının prototip oluşturmalarını kolaylaştırmaktadır (Ocak ve Efe, 2018).

Arduino çok sayıda örnek kaynak kodları içeren büyük bir çevrimiçi topluluğun parçasıdır. USB (Universal Serial Bus) üzerinden bilgisayara bağlandığı ve standart seri protokolü kullanarak iletişim kurduğu için programı değiştirmek ve güncellemek kolaydır (Hertzog ve Swart, 2016). Arduino paneli herhangi bir ek yazılım kullanılmadan sadece ilgili kod yüklenerek kolaylıkla programlanabilmektedir (Zachariadou, Yiasemides ve Trougakos, 2012). Az bir programlama ve elektronik bilgisi ile Arduino kullanarak tasarım yapmak (Galadima, 2014), tasarlanan sistemlerin işlevselliklerini değiştirmek (Zachariadou ve diğerleri, 2012) oldukça kolaydır.

Arduino kolay programlanması ve elektronik arka planları ile kolaylıkla kullanılabilir ve rahatça taşınabilecek bir araçtır (D'Ausilio, 2012). Güvenirlik, küçük boyutlarda olma gibi özellikleri ve tüm işlevsellikleri ile birlikte Arduino uzaktan kontrol ve ölçüme yönelik çeşitli görevlerin

gerçekleştirilmesinde, çevre ile etkileşimde ve kesintisiz faaliyet gerektiren görevlerin uygulanmasında oldukça başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Cvjetković ve Stanković, 2017).

Arduino IDE (Tümleşik Geliştirme Platformu) programlamasına dayanan Windows, Linux ve Macintosh için çok platformlu bir araçtır ve C programlama dilini temel alan bir geliştirme ortamıdır (Junior ve diğerleri, 2013). Arduino kurulum kolaylığı, çok sayıda örnek ve birçok açık kaynak projesi sunması, Windows, Linux ve Macintosh üzerinde çalışması, birçok dilde programlanabilmesi, donanım, yazılım ve bakım maliyetinin düşük olması, bireyin prototipi hızlı bir şekilde oluşturması gibi özellikleri ile dikkat çekmektedir (Jamieson, 2011). Özellikle pahalı donanımlara kıyasla çok ucuz bir alternatif olması (Cvjetković ve Stanković, 2017; D'Ausilio, 2012; De Lima ve diğerleri, 2016; Doğan, 2015; Huang, 2015; Zachariadou ve diğerleri, 2012) ve temin edilebilirlik bağlamında sağladığı kolaylıklar nedeni ile yaratıcı projelerin tasarımcıları arasında oldukça popülerdir (Jawawi, Mamat, Ridzuan, Khatibsyarbini ve Zaki, 2015).

Programlamanın öğretiminde Arduino kullanımının etkileri

Arduino kullanılarak gerçekleştirilen programlama derslerinin lise öğrencilerinde programlama, elektronik bileşenleri bir araya getirme, mevcut problemleri çözmek için gruplarla çalışma, elektronik cihazlar tasarlama ve çalıştırma becerilerinin kazandırılması konularında özgüven sağladığı tespit edilmiştir (Darmawan ve diğerleri, 2017). Buna ilaveten Arduino uygulamalarının 11. sınıf öğrencilerinin bilgi işlem becerilerini öğrenme yeteneklerinde, bilgisayarlara olan ilgilerinde ve bilgisayarın öğrenme üzerindeki olumlu etkilerine yönelik farkındalıklarında artış sağladığı belirlenmiştir (Ramos, Domingues, Pereira Silva ve Silva, 2017).

Bir başka açıdan Arduino etkinliklerinin Bilgisayar Teknolojileri bölümündeki öğrencilerin programlama konusundaki tutum ve problem çözme becerilerini arttırdığı, öğrencilere çok yönlü düşünme becerisi kazandırdığı saptanmıştır. Ayrıca etkinliklerin programlamayı somutlaştırdığı, öğrenmeyi daha kalıcı ve zevkli hale getirdiği, öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığı belirlenmiştir (Sinap, 2017).

Fen ve mühendislikte Bilgisayar Programlama derslerinde Arduino kullanımı sonucunda öğrencilerin Arduino'yu değerli bir öğrenme deneyimi olarak algıladıkları, Arduino ile daha fazla laboratuvar uygulaması yapılması gerektiğine inandıkları tespit edilmiş olup öğrencilerin motivasyonunu arttırdığı, programlamayı öğrenmelerini ve sevmelerini sağladığı görülmüştür (Rubio, Hierro ve Pablo, 2013). Yine Arduino mikroişlemcisinin mühendislik lisans öğrencileri için tasarım temelli bir modül haline getirilmesi sonucunda öğrencilerin önemli bir kısmının uygulamayı başarılı bir şekilde tamamladığı ve öğrencilerin çoğunluğunun Arduino ile olan etkileşimlerinin teoriyi daha iyi anlamalarını sağladığı saptanmıştır. Birçok farklı sensörün kullanılması öğrencilerin programlama, problem çözme, tasarım yetenekleri ve yaratıcı düşüncelerini geliştirmeye yardımcı olmuştur. Öğrenciler uygulamadan memnun kaldıklarını, bunun değerli ve iyi bir öğrenme deneyimi olduğunu belirtmiş, bu uygulamayı diğer öğrencilere de tavsiye edeceklerini ifade etmişlerdir (Hertzog ve Swart, 2016).

Proje hazırlama ve laboratuvar uygulamalarında Arduino kullanımının etkileri

Arduino'da online olarak ulaşılabilecek pek çok proje mevcuttur ve neredeyse her gün yeni projeler tasarlanmaktadır. Bu projeler sayesinde temel Arduino kullanım becerileri öğretildikten sonra öğrencilerin tasarlayacakları orijinal fikirler ile eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri geliştirilebilir. Bir Arduino paneli birkaç farklı materyal ve hayal gücü ile birlikte olasılıkların sınırlarını aşabilir (Galadima, 2014). Nitekim alanyazında da öğrencilerin Arduino ile daha ilginç projeler yapacaklarına ve bu projelerin daha önce yaptıkları projelerden çok daha iyi olacağına inandıkları ortaya koyulmuştur (Jamieson, 2011).

Arduino ile laboratuvarların standart deneysel ihtiyaçlarına rahatlıkla uyarlanabilecek ilginç projeler hazırlanabilir (D'Ausilio, 2012). Bununla birlikte Arduino kullanıcılarına kişisel olarak sahip olabilecekleri uygulamalı bir laboratuvar imkânı da sunar (De Lima ve diğerleri, 2016). Öyle ki, Arduino sayesinde öğrenciler laboratuvar dışında da deneysel etkinlikler yapabilirler. Arduino sınıfta ve laboratuvarda doğru ve tekrarlanabilir ölçümler elde etmek için etkili bir araçtır. Ayrıca zamanlama

deneyleri oluşturmak ve çok sayıda ölçümü otomatikleştirmek için uygun bir platform sağlar. Arduino geleneksel kitap problemleri ve gösteri laboratuvarlarının ötesinde bir fizik deneyimi sunar (Huang, 2015).

Arduino öğrencilerin gerçek dünyadaki süreçleri gözlemlemelerine ve kaydetmelerine izin verir (Zieris, Gerstberger ve Müller, 2014). Öyle ki, Fizikte Temel Ölçümler dersinde laboratuvarlar ile gömülü sistemlerin etkileşiminin Fen Fakültesi Fizik Bölümü ikinci sınıf öğrencilerinin üzerinde güçlü bir etki oluşturduğu, elektronik devrelerin ve bilimsel kavramların anlaşılmasını sağladığı, öğrencilerin bağımsız, kendi kendini yönetme, öz-yönelimli öğrenmeye yönelik tutumlarında olumlu bir değişim sağladığı ve sensörlerle bir araya gelen Arduino'nun öğrenciler için büyük bir ilham kaynağı olduğu gözlenmiştir (Laštovička-Medin ve Petric, 2015).

Fen Bilgisi Öğretmenliği programı birinci sınıf Genel Fizik Laboratuvarı-II dersinde Arduino'nun elektrik deneylerine entegre edilmesi ile doğru sonuçlara ulaşmanın kolaylaştığı, laboratuvar derslerinin hızlandığı, daha zevkli ve ilgi çekici hale geldiği saptanmıştır. Ayrıca, öğrencilerin Arduino'yu öğrenmenin önemli olduğunu düşündükleri, kullanılan bu programa yönelik ilgi ve meraklarının arttığı, ileride kendi öğrencilerine öğretmek istedikleri belirlenmiştir (Başaran, 2018).

Üniversite üçüncü sınıf öğrencileri için Arduino mikrodenetleyicileri ve uyumlu sensörlerin yer aldığı proje tabanlı fizik laboratuvarının önerildiği bir araştırmada, maliyetlerin düşük olmasının öğretmen ve öğrencilerin bu donanımları rahatça kullanarak istedikleri deneyleri yapmalarını sağlayacağı, öğrencilerin öğrenme sürecinde bağımsız olacakları ve bu durumun hem öğretmenler hem de öğrenciler açısından projenin başarılı olmasında oldukça önemli bir rol oynayacağı vurgulanmıştır. Ayrıca bu proje ile öğrencilere ödünç verilebilecek Arduino panelleri ve basit elektronik sensörler kullanılarak yapılacak "Kendin Yap" deneyleri ile ilgili ödevleri içeren bir fizik eğitim programı tasarlanacağı da ifade edilmiştir (Bouquet, Bobroff, Fuchs-Gallezot ve Maurines, 2017).

Özdemirci, Ersin ve Canal, (2017) araştırmalarında bir eğitim yılı içerisinde yapabilecek tüm deneyleri kapsayacak şekilde tasarlanan Arduino UNO uygulama setinin zaman ve maliyet bağlamında ekonomik olduğunu, kısa sürede çok sayıda uygulama yapma imkânı tanıdığını, zamanı verimli kullanma fırsatı sağladığını, deneysel çalışmalarda faydalı olduğunu, öğrenciyi aktifleştirdiğini ve performansını arttırdığını, kullanımının kolay olduğunu, portatif olduğu için taşıma ve saklama kolaylığı sağladığını, uygulamayı sevdiğini, öğrenilenleri kalıcı hale getirdiğini belirlemişlerdir.

Robotik teknoloji ve STEM uygulamalarında Arduino kullanımının etkileri

Çok yönlü bir platform olan Arduino robot teknolojisi alanında da son derece işlevseldir (Moya, 2018). Arduino'nun eğitimde robotik uygulamalar şeklinde kullanılması öğrencilerin işbirliği yapma becerilerini geliştirirken aynı zamanda kendilerini teknolojik araçlarla ifade etmelerini, problem çözmelerini, eleştirel ve yenilikçi düşüncelerini sağlamaktadır. Eğitsel robotik uygulamalı yapısı ve teknolojinin entegrasyonu ile eğlenceli ve heyecan verici bir öğrenme ortamı oluşturmaktadır. İlgi çekici öğrenme ortamı, öğrencileri ilgi alanlarına uygun projeleri tasarlayarak hedeflerine ulaşmaları için ihtiyaç duydukları her türlü bilgi ve beceriyi öğrenmeye motive etmektedir. Benzer şekilde eğitsel robotik öğrencilerin STEM (fen-teknoloji-mühendislik-matematik) kavramını, kodlamayı, hesaplamayı ve mühendislik becerilerini öğrenmelerini, gelecekte iş gücünün başarılı üyeleri olabilmeleri için gerekli tüm bilgi ve becerileri etkin bir şekilde kullanmalarını sağlar. Ayrıca bu uygulamaların öğrencilerin gelecekteki başarılarını destekleyen ve okul müfredatına daha fazla entegre edilmesi gereken teknolojik bir öğrenme aracı olduğu düşünülmektedir (Eguchi, 2014). Öyle ki, alanyazında da Arduino'nun robotik teknoloji ve STEM uygulamalarında kullanıldığı pek çok araştırma yer almaktadır. Robot bilimi ile ilgili eğitim seminerlerinin ilk örneğini lisede uygulamak amacı ile Arduino UNO platformunun kullanıldığı, düşük maliyetli ve robot yapımında izlenmesi gereken tüm adımların yer aldığı eğitsel bir robotik donanımın sunulduğu projede temel fizik, matematik, mantık, programlama ve robotik kavramları ele alınmıştır. Proje sonunda lise öğrencilerinin tamamının elektronik ve programlama konularının anlaşılmasında robotik eğitiminin yardımcı olduğunu ifade ettikleri belirlenmiştir (Junior ve diğerleri, 2013).

Arduino tabanlı robot tasarımı, yanıp sönen LED, kablosuz iletişim için yazılımlar, robotun kontrol donanımı gibi uygulamaları içeren bilgisayar bilgisi ve iletişim teknolojisi eğitiminin verildiği

bir araştırma sonucunda eğitime katılan öğrencilerin belirlenen görevlerin tamamına yakını yaptıği gözlenmiştir. Ayrıca araştırma kapsamında kısa sürede yüksek verim elde edilen Bilgi ve İletişim Teknolojisi dersi müfredata entegre edilmiştir (Shim, Ko ve Shim, 2014). Benzer şekilde Arduino ile 8. sınıf öğrencilerinin elektrik konularındaki STEM okuryazarlıklarının geliştirilmesi amacıyla Android oyun tabanlı deneyin yapıldığı araştırmada öğrencilerden trafik ışıklarının bir prototipini oluşturmaları istenmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin önemli bir kısmının çalışma yaprağını doğru bir şekilde tamamladığı ortaya koyulmuştur (Yasin, Prima ve Sholihin, 2018).

Arduino kullanılarak hazırlanan mobil robotlar aracılığı ile ortaokul öğrencilerine bilgisayar programcılığının tanıtıldığı araştırmada gerçekleştirilen uygulamanın öğrencileri aktifleştirdiği, bilgi elde etmeye yönelik isteklerini arttırdığı ve ilgilerini çektiği saptanmıştır (Jawawi ve diğerleri, 2015). Benzer şekilde, Makine Mühendisliği programında 7. yarıyıldaki okutulan Mekatronik dersinde Arduino tabanlı bir robot oluşturma projesinin öğrencilerin öğrenmeye yönelik motivasyonlarını ve performanslarını arttırdığı, teoriği pratiğe dönüştürmede olumlu katkılarına olduğu görülmüştür (Slåttsveen, Steinert ve Aasland, 2016).

Ortaokul öğrencilerine robotların faydalarını ve önemini açıklamak, robotların hayat kalitesini arttırmadaki etkilerini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen araştırma kapsamında, insan yaşamına yardımcı olma teması ile robot teknolojisinin ve STEM'in öğrenilmesini desteklemek için "İnsan Etkileşimli Robot Teknolojisi" programı geliştirilmiştir. İnsan kolunun özelliklerini yansıtan ve Arduino gibi maliyeti uygun olan bileşenlerden oluşan bu robotik işlemci öğrencilerin kas ve sinir sisteminden gelen sinyaller tarafından harekete geçirilmektedir. Bu uygulama ile öğrenciler arasında robot bilimine gösterilen ilgi düzeyinde artış olduğu, öğrencilerin eğlenceli aktiviteler aracılığıyla programlama, sensörler ve insan biyomekanikleri gibi STEM ile ilgili karmaşık konuları öğrenebildikleri saptanmıştır. Ayrıca öğrencilerin yeni kavramlar öğrendikleri ve yeteneklerini geliştirmeye çalıştıkları için özgüven düzeylerinde artış olduğu ortaya koyulmuştur (Knop ve diğerleri, 2017).

Lise öğrencilerine Arduino kullanarak mikrodenetleyici kavramlarının öğretildiği araştırmada bir projeyi tamamladıktan sonra kazanılan başarı hissini STEM eğitimi sürdürmek için gereken öğrenci motivasyonunu güçlendirdiği ortaya koyulmuştur. Araştırmadan elde edilen başarılı sonuçlara dayanarak Arduino atölyeleri Fizik Mühendisliği dersinin müfredatına dâhil edilmiştir (Ramos, Lopes, Silva ve Silva, 2016).

Lise öğrencilerinin daha iyi bir STEM eğitimi almalarını sağlamak için çeşitli elektronik bileşenler içeren laboratuvar uygulamaları hazırlanmıştır. Proje öğrencilere matematik ve fen konularında temel kavramların tanıtılmasını ve öğrencilerin çeşitli elektronik bileşenlerle deneyim kazanmalarını içermektedir. Bu projenin öğrencilerin C programlama dilinde Arduino'yu kullanarak yaşamdaki uygulamaların taklitlerini oluşturmalarında etkili olabileceği ifade edilmiştir (Hoffer, 2012). Yapılan bir başka araştırmada ise Arduino UNO ve mesafe sensörü kullanılarak bir cismin serbest düşmesini incelemek için gerçekleştirilen deney ile konum-zaman için deneysel verilerin teorik modellerle uyumlu olacak şekilde düşük maliyetle elde edilebileceği STEM temelli bu faaliyet ile öğrencilerin fizikteki hareket konusu ile ilgili hem teorik hem de deneysel becerilerini geliştirmelerine yardımcı olunacağı belirtilmiştir (Moya, 2018).

Öğrencilerin fen ve mühendislik uygulamaları alanlarında deneyim kazanmaları ülkemizin bilimsel araştırma ve teknolojik gelişme kapasitesini, sosyo-ekonomik kalkınmasını ve rekabet gücünü arttırmada son derece önemlidir. Bu bağlamda öğretmenlerin rolü öğrencilere fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği bütünleştirmeleri için rehberlik yapmak ve üst düzey düşünen, ürün geliştiren, buluş ve yenilik yapabilen öğrenciler yetiştirmektir (MEB, 2018). Öğrencilere rehberlik yapacak olan fen bilgisi öğretmenlerinin bu konuda donanımlı olmaları gereklidir.

Geleceğin öğretmenleri olacak olan günümüz fen bilgisi öğretmen adaylarının kendi öğrencilerine proje veya uygulama yaptırırken etkili birer rehber olabilmeleri için Fen Bilgisi Öğretmenliği programında birinci sınıfta Arduino ile tanışmaları, farkındalık kazanmaları ve programın ilerleyen eğitim kademelerinde de uygulamalar yapmaya devam etmelerinin son derece önemli olduğu düşünülmektedir. Bu düşünceden hareketle araştırmada fen bilgisi öğrencilerinin Arduino ile tanışmalarını ve bu tür bir programın varlığından haberdar olmalarını sağlamak için öğrencilerin kitle

iletişim araçları sayesinde tanıdıkları kara şimşek uygulaması ilgi çekici olabileceği gerekçesiyle seçilerek uygulanmıştır.

Araştırma kapsamında Arduino ile kara şimşek uygulamasının gerçekleştirilmesi ve fen bilgisi öğrencilerinin görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırma kapsamında aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır. Fen bilgisi öğrencilerinin;

- Arduino kullanılarak gerçekleştirilen kara şimşek uygulamasına yönelik görüşleri nelerdir?
- Arduino kullanımının avantajlarına yönelik görüşleri nelerdir?
- Arduino kullanımının dezavantajlarına yönelik görüşleri nelerdir?
- İleride öğretmen olduklarında Arduino kullanarak ders işlemeye yönelik görüşleri nelerdir?

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Durum çalışmalarında bir durumla ilgili ortam, birey, olay, süreç gibi etkenler derinlemesine araştırılır, durumu nasıl etkiledikleri ve durumdan nasıl etkiledikleri üzerinde odaklanılır (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Araştırma Grubu

Araştırma 2017-2018 bahar yarıyılında bir devlet üniversitesinin Fen Bilgisi Öğretmenliği programında birinci sınıfta öğrenim gören ve Genel Fizik Laboratuvarı-II (Elektrik) dersini almakta olan 40 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir.

Veri Toplama Aracı

Veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından hazırlanan görüş formu kullanılmıştır. Görüş formundaki 4 açık uçlu soruda öğrencilerden Arduino kullanılarak yapılan kara şimşek uygulamasını değerlendirmeleri, Arduino kullanımının avantajları ile dezavantajlarını ifade etmeleri ve öğretmen olduklarında Arduino kullanarak ders işleyip işlemeyeceklerini yazılı olarak ifade etmeleri istenmiştir.

Uygulama, Verilerin Toplanması ve Analizi

Arduino'nun kullanımıyla ilgili karşılaşılabilecek olası aksaklıkları tespit etmek için aynı sınıf düzeyinden 6 öğrenci ile pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulama 3 adet Arduino UNO seti kullanılarak 2'şer kişilik 3 grup ile 1 saat süreli tek oturumda gerçekleştirilmiş olup pilot uygulamada yer alan öğrenciler asıl uygulamaya dâhil edilmemiştir.

Pilot uygulamanın gerçekleştirildiği öğrencilerden bilgisayar (laptop) getirmeleri istenmiştir. Öğrencilere ilgili kod dosyası hazır olarak verilmiştir. Ancak kodu bağlantı kablosu yardımıyla karta aktarırken bilgisayara indirilen programın çalıştırılmasında sıkıntı yaşanmıştır. Bu nedenle süreçte yaşanabilecek olası benzer aksaklıkları önlemek için araştırmacılar tarafından asıl uygulama sırasında kodların önceden kartlara aktararak öğrencilere verilmesine karar verilmiştir. Uygulama sonunda ilk önce öğrencilerin kurdukları devreler incelenmiştir. Sonra araştırmacılar tarafından hazırlanan 4 açık uçlu sorunun yer aldığı görüş formu öğrencilere uygulanarak elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

Asıl uygulama Genel Fizik Laboratuvarı-II (Elektrik) dersi kapsamında 10 adet Arduino UNO seti ile 4 oturumda gerçekleştirilmiştir. 40 öğrenci 10'ar kişilik 4 gruba ayrılarak tüm gruplarda aynı uygulama yapılmıştır. Her oturum 1 saat sürmüştür. Arduino'da devre elemanları küçük olduğu için öğrencinin sistem ile birebir temas halinde olarak daha iyi öğreneceği düşünüldüğünden her öğrenci kendisine verilen set ile bireysel çalışma yapmıştır. Asıl uygulama süreci beş basamakta gerçekleştirilmiş olup bu basamaklar şu şekildedir:

Birinci aşamada öğrencilerin dikkatini çekmek için kara şimşek (Şekil 1) ile ilgili video izletilmiştir.



Şekil 1. Kara şimşek (URL 1)

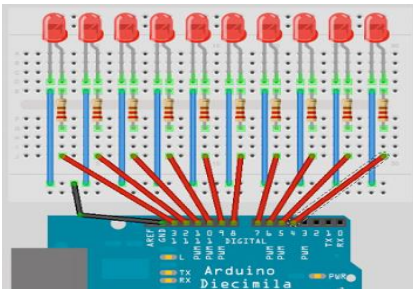
İkinci aşamada öğrencilere Arduino setleri dağıtılmıştır. İçeriğindeki elemanları deney masalarına gruplayarak koymaları istenmiştir. Arduino seti içerisinde yer alan elemanlar, işlevleri ve bağlantı şekilleri anlatılmıştır. Bu aşamada projelerde kullanılan temel elektronik bileşenlerden olan Arduino UNO kartı, LED (Light Emitting Diode), direnç, breadboard (devre tahtası), bağlantı kabloları ve güç kaynağı üzerinde durulmuştur.

Arduino UNO kartı üzerinde Atmega 328 mikrodenetleyici, USB portu, güç regülatörü, 16 mHz kristal gibi bileşenler bulunmaktadır. Üzerindeki seri port dönüştürücü sayesinde USB üzerinden hem programlanabilmekte hem de bilgisayar ile iletişim kurulabilmektedir. Ayrıca karta hem USB üzerinden hem de adaptörden güç girişi yapılabilmektedir (Taşdemir, 2016). 9V'luk pil takımı da oluşturulan projeye güç sağlamak için kullanılmaktadır (Geddes, 2017).

Arduino devrelerinde kullanılan LED ışık yayan diyot anlamına gelmektedir. Kırmızı, sarı vb. pek çok rengi mevcuttur. LED'in uzun ucu katot, kısa ucu anot olarak isimlendirilir (Taşdemir, 2016). LED içinden küçük bir akım geçtiğinde ışık verir. İki bacağı bulunan küçük bir ampule benzer. Uzun bacak pozitif bağlantıdır. LED'ler polarizedir, yani akım yalnızca tek yönde ilerler (Geddes, 2017). LED'ler düşük akımla çalıştıklarından devrelere genellikle seri bağlı bir direnç üzerinden bağlanırlar (Taşdemir, 2016). Aksi takdirde LED'ler zarar görebilirler (Geddes, 2017). Dirençler elektrik akımına direnç gösteren devre elemanlarıdır. Üzerlerindeki renk bantlarına göre direnç değerleri ayırt edilebilir (Taşdemir, 2016). Dirençler bileşenlerde aşırı yüklenme oluşmasını engellemek için bir devreden geçebilecek akım miktarını sınırlarlar (Geddes, 2017). Breadboard (devre tahtası) ise bileşenleri bağlayıp projeleri oluşturmak için kullanılan bir prototip oluşturma kartıdır. Bağlantı kabloları Arduino ile breadboard arasında bağlantı kurarken kullandığımız devre elemanlarıdır (Geddes, 2017).

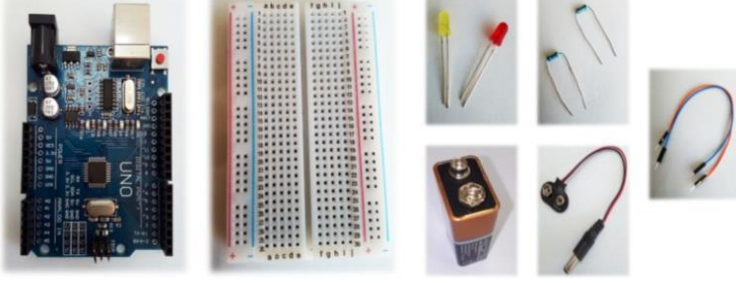
Üçüncü aşamada öğrencilere devre bağlantısı yaparken dikkat etmeleri gereken hususlar şu şekilde ifade edilmiştir (Kahyaoğlu ve Dede, 2016): Güç bağlantıları doğru yapılmalıdır. Eğer GND (ground) ve 5V birbirine iletken yapılırsa kısa devre oluşarak Arduino'ya zarar verilebilir. Elemanlar arasındaki bağlantı dikkatli yapılmalıdır. Karmaşık bir devre adım adım kurulmalı ve her adımda test edilmelidir. GND'ye "toprak (0 V) veya negatif uç" da denilmektedir. 5V ise pozitif voltajdır. Dirençler LED'in artı ucuna seri olarak bağlanmalıdır.

Dördüncü aşamada öğrencilere kara şimşek uygulaması Arduino devresi görselinin yer aldığı kâğıt dağıtılmış ve bu görsel projeksiyondan yansıtılmıştır (Şekil 2). Uygulama sürecinde fen bilgisi öğrencileri Şekil 2'de görülen kara şimşek uygulaması Arduino devresindeki tüm elemanların bağlantı özelliklerini dikkate alarak bireysel bir şekilde devrelerini kurmuşlardır. Uygulama sürecinde öğrencilere kod yazma öğretimi yapılmamış olup uygulama ile ilgili kodlar her bir Arduino devre kartına uygulama öncesinde araştırmacılar tarafından kaydedilmiştir.



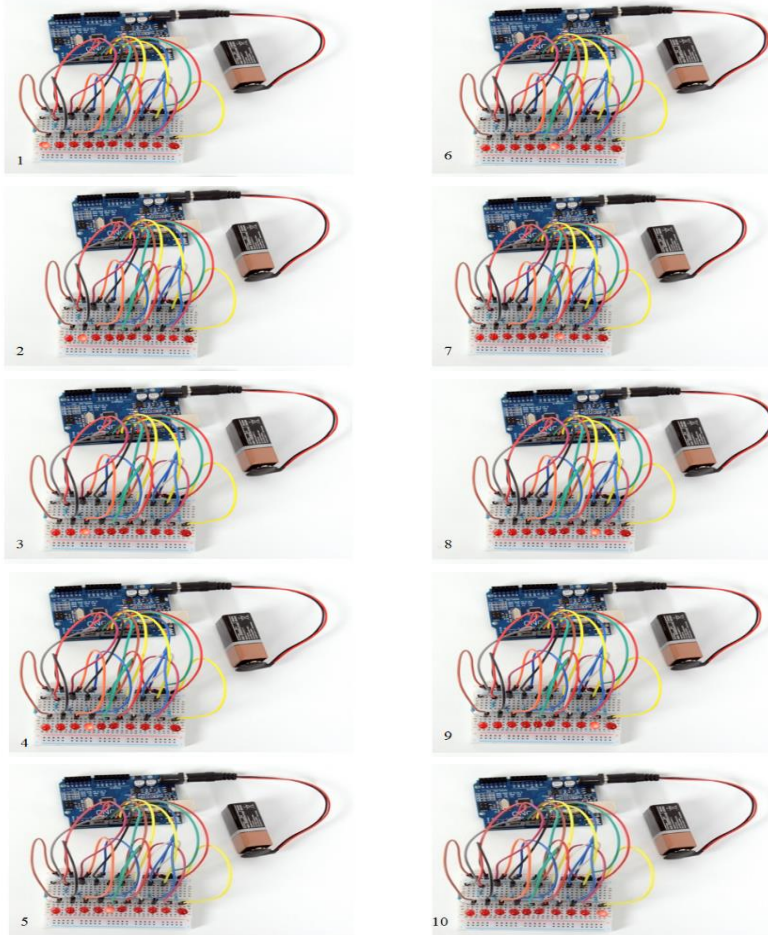
Şekil 2. Kara şimşek uygulaması Arduino devresi (URL 2)

Şekil 2’de görülen Kara şimşek uygulaması Arduino devresini kurmak için gerekli olan araç-gereçler şunlardır: 1 adet Arduino UNO, 1 adet breadboard (devre tahtası), 10 adet LED (hepsi aynı renkte), 10 adet direnç (220 Ω ’luk), 21 adet bağlantı kablosu, 9V’luk pil ve pil yatağı. Kara şimşek uygulaması Arduino devresini kurmak için kullanılan elemanlar Şekil 3’te görülmektedir.



Şekil 3. Kara şimşek uygulaması arduino devresini kurmak için kullanılan elemanlar

Beşinci aşamada öğrenciler devreyi kurdukları anda kendilerine verilen 9V’luk pil ile ilgili kodu çalıştırarak bütün LED’lerin sırayla döngü şeklinde yandığını görmüşlerdir. Şekil 4’te kara şimşek devresindeki bütün LED’lerin sırayla yanması görülmektedir.



Şekil 4. Kara şimşek uygulaması arduino devresindeki bütün LED’lerin sırayla yanması

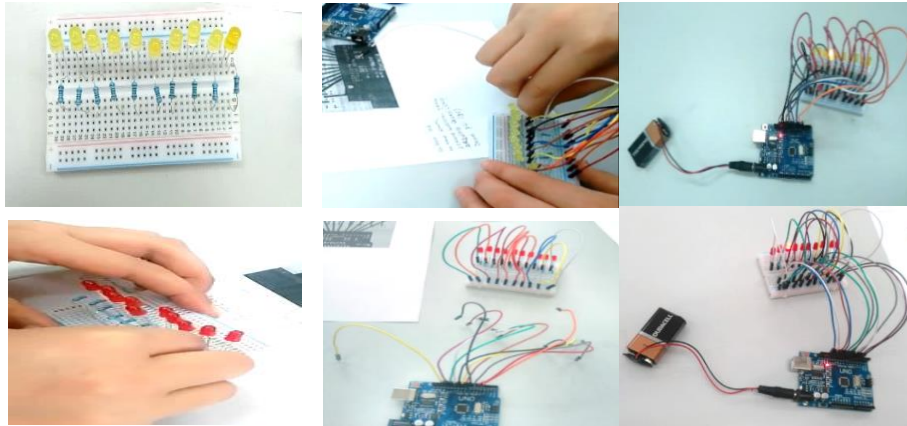
Şekil 4'e göre, kara şimşek uygulaması Arduino devresi için oluşturulmuş kodda yer alan süre (milisaniye) değerine göre devrede yer alan LED'ler sırasıyla döngü şeklinde yanıp sönmektedir.

Öğrencilerin kurdukları tüm devrelerin fotoğrafları çekilmiştir. Bunun ardından öğrenciler yaptıkları uygulamayı değerlendirmişlerdir. Uygulama sonunda öğrencilere 4 açık uçlu sorudan oluşan görüş formu uygulanmıştır.

Görüş formunda yer alan 4 açık uçlu sorudan elde edilen veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir. Veri analizi sürecinde öğrencilerin kâğıtları numaralandırılmıştır. Öğrencilerin yazılı olarak verdikleri cevaplar öğrenci numaraları ile birlikte her soru için ayrı ayrı dosyalarda bilgisayara kaydedilmiştir. Fen eğitimi alanından 2 araştırmacı tarafından incelenen ham veriler bağımsız olarak kodlanmıştır. Kodların yerleştirileceği kategori ve alt kategoriler oluşturulmuştur. Kod ve kategorilere ait frekans değerleri hesaplanarak yorumlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin görüşlerini daha anlaşılır hale getirmek amacıyla öğrenci numaraları (Ö₁ - Ö₂...) ile sunulan doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

BULGULAR

Kara şimşek uygulaması için fen bilgisi öğrencileri tarafından kurulan devrelere ait görsellerden bazı örnekler Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Kara şimşek uygulamasına ait görsellerden bazı örnekler

Fen bilgisi öğrencilerinin kurdukları devreler incelendiğinde kurulan tüm devrelerin doğru olduğu görülmüştür. Öğrencilerin Arduino kullanılarak gerçekleştirilen kara şimşek uygulamasına yönelik görüşleri analiz edilerek Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1.

Öğrencilerin Arduino kullanılarak gerçekleştirilen kara şimşek uygulamasına yönelik görüşleri

Kategori	Alt Kategori	Kod	f	
Kara şimşek uygulamasının nitelikleri	Teknik	Görsel açıdan etkili	7	
		Kodlarla çalışan devreler içeren	4	
		Bağlantılar doğru yapılmadığında çalışmayan	4	
		Uygulamalı	3	
		Pratik	3	
		Karışık bir yapıya sahip olan	2	
		Uğraştırıcı	2	
		Elektrik devrelerinin prototip hali olan	1	
		Günlük yaşamda karşılaşılan bir durumun çalışma prensibini gösteren	1	
		Çok sayıda duyu organına hitap eden	1	
			Toplam	28
	Bilişsel	Bilişsel	Öğrenme üzerinde etkili	10
			Devre elemanlarının bağlantılarını öğretene	8
			Elektrik devreleri ile ilgili bilgi veren	2
Devre elemanlarının birbiri üzerindeki etkisini gözlemlemeyi sağlayan			1	
Basit elektrik devresi ile ilişki kurmada yardımcı			1	
Kod okumayı öğretene			1	
Anlamaya yardımcı			1	
Alışılmışın dışında olan			1	
Bireysel öğrenme sağlayan			1	
			Toplam	26
Duyuşsal	Duyuşsal	Eğlenceli	9	
		Zevkli	3	
		Keyifli	1	
		Harika	1	
		Toplam	14	
Kara şimşek uygulamasının kazandırdıkları	Bilişsel	Farkındalık sağlayan	2	
		Kalıcılık sağlayan	2	
		Zihinsel yapıyı geliştiren	1	
		Yaratıcılığı arttıran	1	
		Dikkat çeken	1	
		Zamanı verimli kullanmayı sağlayan	1	
			Toplam	8
	Duyuşsal	Duyuşsal	Özgüven sağlayan	2
			Başarı duygusu kazandıran	1
			Merak uyandıran	1
		Toplam	4	
Psikomotor	Psikomotor	El becerisi kazandıran	2	
		Deneyim kazandıran	1	
		Toplam	3	
Kara şimşek uygulaması için bireysel gereklilikler	Bilişsel	Dikkat gerektiren	4	
	Duyuşsal	İlgi gerektiren	1	

Tablo 1'e göre öğrenciler Arduino kullanılarak gerçekleştirilen kara şimşek uygulamasına yönelik görüşlerini kara şimşek uygulamasının nitelikleri, kara şimşek uygulamasının kazandırdıkları ve kara şimşek uygulaması için bireysel gereklilikler olmak üzere 3 kategoride ifade etmişlerdir. Kara şimşek uygulamasının nitelikleri kategorisinin alt kategorilerinde öğrencilerin görüşlerinin çoğunlukla teknik (f:28) - görsel açıdan etkili, kodlarla çalışan devreler içeren ile bağlantılar doğru yapılmadığında çalışmayan; bilişsel (f:26) - öğrenme üzerinde etkili;

ve duyuşsal (f:14) - eğlenceli; kara şimşek uygulamasının kazandırdıkları kategorisinin alt kategorilerinde bilişsel (f:8) - farkındalık sağlayan ve kalıcılık sağlayan; duyuşsal (f:4) - özgüven sağlayan ve psikomotor (f:3) - el becerisi kazandıran; kara şimşek uygulaması için bireysel gereklilikler kategorisinin alt kategorilerinde ise bilişsel (f:4) - dikkat gerektiren kodlarında yoğunlaştığı görülmektedir.

36 (% 90) öğrencinin görüşlerinin olumlu, 4 (% 10) öğrencinin görüşlerinin ise olumsuz olduğu anlaşılmıştır. Olumsuz görüşler kara şimşek uygulamasının nitelikleri kategorisinin teknik alt kategorisinde karışık bir yapıya sahip olan ve uğraştırıcı olarak ifade edilmiştir. Öğrencilerin görüşlerinden bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

“Arduino çok güzel ve ilgi isteyen bir uygulama. Dirençleri ve küçük ledleri doğru bağlamadığımız sürece yanmıyor. Bu yüzden çok teknik düzeyde olmasa bile elektrik devreleri hakkında güzel bir bilgi veriyor. Çeşitli devre elemanlarının kullanım şekillerini öğretiyor. En güzeli çok dolu dolu bir vakit geçirmemizi sağlıyor.” (Ö4)

“Güzel bir uygulama, eğlenceli. Led ampulün takma şeklinin, kabloların (+,-) bağlama şeklinin, dirençlerin nasıl bağlandığının daha iyi şekilde gözlemlendiğini düşünüyorum.” (Ö8)

“Değişik elektrik devrelerinde hangi elemanların kullanıldığını öğrenmek daha farklı düşündürceğini ve yaratıcılığı artırdığını düşünüyorum.” (Ö9)

“Teorik olarak değil de uygulama olarak yaptığımız için daha akılda kalıcı ve öğretici olmuştur.” (Ö14)

“Devrenin kodlarla çalıştığını öğrendiğimde bana tuhaf gelmişti yani o şemayı oluşturan devre elemanlarının yanında kodlarmış.” (Ö20)

“Kara şimşek arabasını biliyor olmama rağmen bu şekilde çalıştığını bilmiyordum. Böyle bir devreyle çalıştığını bilmek daha bilinçli olmamı sağladı.” (Ö30)

“Arduino uygulaması elektrik devrelerinin birkaç parçasını uygulamalı olarak yaparak işlevlerini daha iyi gördük. Örneğin, dirençlerin gücü parlaklığı nasıl etkilediğini gördük.” (Ö35)

Öğrencilerin öğretimde Arduino kullanımının avantajlarına yönelik görüşleri analiz edilerek Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2.

Öğrencilerin Arduino kullanımının avantajlarına yönelik görüşleri

Kategori	Kod	f
Öğretim	Öğretimi eğlenceli hale getirme	10
	Devre elemanlarıyla düzenek kurmayı öğretme	5
	Devre elemanlarının işlevlerini öğretme	1
	Öğretimi basitleştirme	1
	Öğretimi etkili hale getirme	1
	Elektrik devrelerine alternatif oluşturma	1
	Basit elektrik devresi ile ilişki kurma	1
	Birçok alana hitap etme	1
	Uygulamalı	1
		Toplam
Öğrenme	Kalıcı öğrenme	6
	Bireysel öğrenme	3
	Nitelikli öğrenme	2
	Kolay öğrenme	2
	Yeni araç-gereçleri tanıma	2
	Detayları öğrenme	1
	Toplam	16

Tablo 2 devamı...

Kategori	Kod	f
Bilişsel kazanım	Devrelerin kodlarla çalıştığını fark etme	4
	Yeni projelere teşvik etme	2
	Elektriğin kapsamının çok geniş olduğunu anlama	1
	Kod okumayı anlama	1
	Yaratıcılığı artırma	1
	Pratik zekâyı geliştirme	1
	Bireyin yeteneğinin ve ilgisinin farkına varmasını sağlama	1
	Dikkatli dinlemeye yardımcı olma	1
	İşlemi düşünerek yapmayı sağlama	1
	Toplam	13
Duyuşsal kazanım	Özgüven sağlama	2
	Merak uyandırma	2
	İlgiyi farklı alanlara kaydırarak devam ettirme	1
	İlgi çekme	1
	Toplam	6
Psikomotor kazanım	El becerisi kazandırma	2
	Öğrenme neticesinde bireye hız kazandırma	1
	Toplam	3
Kolaylık sağlama	Devre kurmaya yardımcı olma	4
	Günlük yaşamı kontrol altına alma	2
	Geniş alanda kullanma	1
	Kolay kullanma	1
	Sorunu kolayca çözme	1
	Arduino-bilgisayar arasında bağlantıyı kolay kurma	1
	Toplam	10
Teknik yapı ve donanım	Görsel açıdan etkili olma	2
	Alışılmışın dışında bir gösterime sahip olma	2
	Alışılmışın dışında bir içeriğe sahip olma	1
	Elektrik devrelerinin prototip hali	1
	Küçük parçalardan oluşma	1
	Alan tasarrufu sağlama	1
	Bağlantılar doğru yapılmadığında çalışmama	1
	Uyarıcı özellikler barındırma (ses, ışık, hareket)	1
	Toplam	10
Kurulum	Öğretici	1
	Teknoloji tabanlı	1
	İlgi çekici	1
	Eğlenceli	1
	Pratik	1
	Toplam	5

Tablo 2'ye göre öğrenciler Arduino kullanımının avantajlarına yönelik görüşlerini öğretim (f:22), öğrenme (f:16), bilişsel kazanım (f:13), duyuşsal kazanım (f:6), psikomotor kazanım (f:3), kolaylık sağlama (f:10), teknik yapı ve donanım (f:10) ve kurulum (f:5) olmak üzere 8 kategoride ifade etmişlerdir. Öğretim kategorisinde öğrencilerin görüşlerinin çoğunlukla öğretimi eğlenceli hale getirme, öğrenme kategorisinde kalıcı öğrenme, bilişsel kazanım kategorisinde devrelerin kodlarla çalıştığını fark etme, duyuşsal kazanım kategorisinde özgüven sağlama ve merak uyandırma, psikomotor kazanım kategorisinde el becerisi kazandırma, kolaylık sağlama kategorisinde devre kurmaya yardımcı olma, teknik yapı ve donanım kategorisinde görsel açıdan etkili olma ve alışılmışın dışında bir gösterime sahip olma kodlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Ayrıca, kurulum kategorisinde öğretici, teknoloji tabanlı, ilgi çekici, eğlenceli ve pratik olma kodlarında homojen dağılım olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin görüşlerinden bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

“Arduino bence sadece öğretim açısından değil teknik el becerisi açısından da çok avantaj sağlıyor. Öğretimde elektrik konusunun daha basit ve eğlenceli, etkili bir şekilde öğretilmesini sağlıyor.” (Ö₄)

“Öğrenciler elektrik kullanımının çok daha kapsamlı olduğunu görebilir. Aynı zamanda Arduino ile başlayarak daha fazla şeye ilgi duyabilir.” (Ö₇)

“Bu alana ilgisi olan fakat yeteneğinden ve ilgisinden haberdar olmayan öğrencilerin kendilerinin farkına varmalarını sağlayabilir. Bu tarz farklı içeriklerin kullanılması gerektiğini düşünüyorum.” (Ö₁₁)

“Günlük hayatımızdaki dalgınlıklarımızı Arduino ile kontrol altına alabiliriz. Yani bir nevi bizi, dikkat çekici ses, hareket, ışık özellikleriyle uyabilir.” (Ö₂₀)

“Kurması çok eğlenceli ve öğretici. Ayrıca kurulumuyla ilgili teknoloji olduğu için daha ilgi çekici.” (Ö₃₂)

Öğrencilerin öğretimde Arduino kullanımının dezavantajlarına yönelik görüşleri analiz edilerek Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3.

Öğrencilerin Arduino kullanımının dezavantajlarına yönelik görüşleri

Kategori	Kod	f
Teknik yapı ve donanım	Devre elemanlarının hasar görebilmesi	1
	Malzemelerin hassas olması	1
	Elektrik devrelerinin prototip hali olması	1
	Devre elemanlarının çok küçük olması	1
	Kodun sıfırlanma ihtimali	1
	Yapısının karışık olması	1
	Toplam	6
Ekonomik olma ve ulaşılabilirlik	Maddi açıdan ekonomik olmaması	3
	Zaman açısından ekonomik olmaması	2
	Temin edilmesinin zor olması	1
	Toplam	6
Duyuşsal etki	Öğrenme hevesini kırabilmesi	2
	Öğrenciyi sıkabilmesi	1
	Öğrenciyi sınırlendirebilmesi	1
	Toplam	4
Zihinsel etki	Anlamlandırmada güçlük yaşanması	2
	Karmaşıklığa neden olabilmesi	1
	Toplam	3
Kurulum	Uğraştırıcı olması	2
	Uzun zaman alması	1
	Toplam	3
Uygulama	Uğraştırıcı olması	2
	Kaza riski içermesi	1
	Toplam	3

Tablo 3’e göre öğrenciler Arduino kullanımının dezavantajlarına yönelik görüşlerini teknik yapı ve donanım (f:6), ekonomik olma ve ulaşılabilirlik (f:6), duyuşsal etki (f:4), zihinsel etki (f:3), kurulum (f:3) ve uygulama (f:3) olmak üzere 6 kategoride ifade etmişlerdir. Ekonomik olma ve ulaşılabilirlik kategorisinde öğrencilerin görüşlerinin çoğunlukla maddi açıdan ekonomik olmaması, duyuşsal etki kategorisinde öğrenme hevesini kırabilmesi, zihinsel etki kategorisinde anlamlandırmada güçlük yaşanması, kurulum kategorisinde uğraştırıcı olması ve uygulama kategorisinde de uğraştırıcı olması kodlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Ayrıca, teknik yapı ve donanım kategorisinde devre elemanlarının hasar görebilmesi, malzemelerin hassas olması, elektrik devrelerinin prototip hali olması, devre elemanlarının çok küçük olması, kodun sıfırlanma ihtimali, yapısının karışık olması kodlarında homojen dağılım olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada 28 (% 70) öğrenci öğretimde Arduino kullanımının dezavantajları olmadığını ifade etmiştir. Ancak bu öğrencilerden 4’ünün Arduino kullanımının öğrenciyi konudan

soğutabileceği (Ö₄), öğrenciyi sınırlendirebileceği (Ö₂₆), yapısının öğrenciyi karışık gelebileceği (Ö₂₈) ve kurulumunun öğrenciyi zor gelebileceği (Ö₃₀) yönünde ifadeler kullanmaları dikkat çekici bir bulgudur. Dezavantajları olmadığını ifade eden öğrencilerden biri Arduino kullanımının yoğun dikkat gerektirdiğini ifade etmiştir. Ayrıca 11 (% 27,5) öğrenci öğretimde Arduino kullanımının dezavantajlarının olduğunu ifade ederken, 1 (% 2,5) öğrenci ise bu hususta fikri olmadığını belirtmiştir. Öğrencilerin görüşlerinden bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

- “Materyal açısından ekonomik olmayabilir. Bütçeyi zorlayabilir. Ya da zaman açısından ekonomik olmayabilir. Ancak bu dezavantajlar bu etkinliği yapmaya engel olmamalı.” (Ö₁)
 “Yapan kişiler zorlanabilir ve bu yüzden isteği yok olabilir. Anlamamışsa ve yapamıyorsa hevesi kırılabilir. Karmaşıklığa neden olabilir.” (Ö₁₉)
 “Yapılar çok küçük olduğu için yapması çok uğraştırıcı ve zor oldu.” (Ö₃₁)
 “Devreler çok küçük olduğu için devreyi kurarken kurmanın zaman aldığı için dezavantaj olduğunu düşünmekteyim.” (Ö₃₃)

Öğrencilerin ileride öğretmen olduklarında Arduino kullanarak ders işlemeye yönelik görüşleri analiz edilerek Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4.
 Öğrencilerin ileride öğretmen olduklarında Arduino kullanarak ders işlemeye yönelik görüşleri

Kategori	Kod	f
Duyuşsal etkiler	Eğlendirmek	7
	İlgi çekmek	3
	Zevkli	3
	Öğrenciyi sıkmamak	2
	Öğrencinin dersi sevmesini sağlamak	2
Toplam		17
Bilişsel etkiler	Yeni fikirler kazandırmak	3
	Öğrencinin hazır bulunuşluğunu sağlamlaştırmak	1
	Dikkat çekmek	1
	Hayal gücünü geliştirmek	1
	Bilinçli öğrenciler yetiştirmek	1
Toplam		7
Psikomotor etkiler	Beceri geliştirmek	1
	El becerisini geliştirmek	1
Toplam		2
Öğretim	Öğretici	5
	Devre şemalarını kavratmak	1
	Kod okumayı öğretmek	1
	Elektrik devresini kurmada yardımcı olmak	1
	Yeni malzemeleri tanıtmak	1
	Öğretimi kolaylaştırmak	1
	Öğretimi eğlenceli hale getirmek	1
	Bireysel öğretimi sağlamak	1
	Alışılmışın dışında bir öğretim sağlamak	1
Toplam		13
Öğrenme	Kalıcı öğrenmeyi sağlamak	4
	Gizil öğrenmeyi sağlamak	1
Toplam		5
Tasarım	Görsel açıdan etkili	4
	Her elemanı bir arada göstermek	1
Toplam		5
Pekiştirme	Öğretimden sonra bireysel uygulama yapmak	1
	Etkili uygulamalar yapmak	1
Toplam		2
Öğretmen yeterliliği	Mesleki açıdan donanım kazanmak	1

Tablo 4'e göre Arduino kullanarak ders işleyeceğini ifade eden öğrenciler görüşlerini duyuşsal etkileri (f:17), bilişsel etkileri (f:7), psikomotor etkileri (f:2), öğretim (f:13), öğrenme (f:5), tasarım (f:5), pekiştirme (f:2) ve öğretmen yeterliliği (f:1) olmak üzere 8 kategoride ifade etmişlerdir. Duyuşsal etkiler kategorisinde öğrencilerin görüşlerinin çoğunlukla eğlendirmek, bilişsel etkiler kategorisinde yeni fikirler kazandırmak, öğretim kategorisinde öğretici, öğrenme kategorisinde kalıcı öğrenmeyi sağlamak, tasarım kategorisinde görsel açıdan etkili kodlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Ayrıca psikomotor etkiler kategorisinde beceri geliştirmek ve el becerisini geliştirmek; pekiştirme kategorisinde öğretimden sonra bireysel uygulama yapmak ve etkili uygulamalar yapmak kodlarında homojen dağılım olduğu belirlenmiştir. Buna ilaveten 1 öğrenci öğretmen yeterliliği kategorisinde mesleki açıdan donanım kazanmak için Arduino kullanarak ders işleyeceğini ifade etmiştir.

Araştırmada 37 (% 92,5) öğrenci öğretmen olduğunda Arduino kullanarak ders işleyeceğini ifade etmiştir. Bu öğrencilerden bazılarının verdikleri cevaplarda kullanım gerekçesinden ziyade öneri, dikkat edilmesi gereken hususlar ve mevcut koşullara bağlılık olarak değerlendirilebilecek ifadelerin olduğu görülmüştür. Öyle ki, Ö₅ “*Yapmak isterim ama öğrencilerimin zorlanacağını düşünüyorum bu konuda.*” ifadesi ile Arduinoyu ders işlerken kullanacağını ancak öğrencilerin zorlanacağını; Ö₂₀ “*Evet. Düşünürüm; ama bende gönüllüler olarak yaparım. Çünkü bu tür şeylere herkesin ilgisi olmayabiliyor.*” ifadesi ile Arduino ile gönüllü öğrencilerle birlikte çalışma yapacağını; Ö₂₇ “*Ama biraz karışık olduğu için önce bir tanesini yaparım iyice öğretim sonra öğrencilerime yaptırırım.*” ifadesi ile kendisi gösterdikten sonra öğrencilerine uygulamalar yaptıracağını; Ö₃₈ ise “*Anlatabilirim. Açıklayıcı olabilir. Neyin nereye mesela dirençleri ve ledlerin + ve - sini nereye konulması gerektiğini anlatabiliriz. Ama zorlayıcı olduğu için ilk başta anlatılmaz, anlatılmamalı.*” ifadesi ile zorlayıcı olduğu için başlangıç aşamasında kullanılmaması gerektiğini belirtmiştir. Ö₂₄ “*Kullanma imkânım olursa tabi ki kullanırım.*” ifadesi ile imkân sağlanırsa kullanacağını, Ö₁₁ “*Olabilir. Fakat öğrencilerin seviyeleri önemli olabilir.*” ifadesi ile eğitim-öğretim kademesine dikkat edeceğini belirtmiştir. Bir öğrenci ise ders işlerken Arduino kullanacağını ifade etmesine karşın gerekçesini yazmamıştır.

Araştırmada 2 (% 5) öğrenci “*Düşünmüyorum. Çünkü yaş aralığı biraz daha küçük olduğu için karışık gelebilir ve elektrik konusundan soğuyabilirler.*” (Ö₂₈) ve “*Etkinlik değil de ödev şeklinde yaptırıp evde kullanabileceği bir çalışma yaptırılabilir.*” (Ö₃₁) gerekçeleri ile ders işlerken Arduino kullanmayacaklarını ifade etmişlerdir.

Arduino kullanarak ders işleme hususunda karasız kalan 1 (% 2,5) öğrenci ise “*Açıkçası düşünebilirim de düşünmeyebilirim de. Öğrencilerimin kafalarının karışmasını istemem ama eğlenmelerini sağlamak için onlara kendim yapıp gösterebilirim.*” (Ö₁₉) ifadesi ile kafa karışıklığına sebep olma ihtimali nedeni ile sadece kendisinin yaparak öğrencilerine gösterebileceğini belirtmiştir. Öğrencilerin görüşlerinden bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

“Tabi ki düşünüyorum. Hatta şimdiden küçük bir Arduino seti aldım. Ufaktan ufaktan öğrenmeye başladım. Mezun olduğumda kendimi çocuklarıma bomba gibi hazırlıyorum.” (Ö₁)

“Kesinlikle kullanacağım, uygulayacağım bir uygulamadır. Yaparken eğlendiğim, öğrendiğim ve öğretmek istediğim bir uygulamadır.” (Ö₂)

“Evet düşünürüm çünkü hem zevkli hem de öğretici bir çalışma olduğu için sıkılmadan yapılabiliyor ve akılda kalıcı oluyor.” (Ö₁₄)

“Evet düşünüyorum. Böyle uygulama kullanarak ders işlersem çocukların alt yapısını sağlamlaştıracağımı düşünüyorum.” (Ö₁₈)

“Bence çok eğlenceli. Kurarken hiç sıkılmadım. Arduino kullanarak ders işlemeyi düşünüyorum. Öğrencilerimin de bundan zevk alarak yeni şeyler öğreneceğini düşünüyorum.” (Ö₃₄)

“Evet, çünkü öğrencilere yeni uygulamalar yaparak onları başka şeyler yapmakta fikir vermesini sağlar.” (Ö₃₅)

Araştırma kapsamında yer alan 4 açık uçlu soru ile elde edilen öğrenci görüşleri Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5.
Öğrencilerin görüşleri

		f	%
Arduino kullanılarak gerçekleştirilen kara şimşek uygulamasına yönelik görüşleri	Olumlu	36	90
	Olumsuz	4	10
	Toplam	40	100
Arduino kullanımının avantajları ve dezavantajlarına yönelik görüşleri	Sadece avantajları var	28	70
	Avantajlarının yanı sıra dezavantajları da var	11	27,5
	Fikri yok	1	2,5
	Toplam	40	100
Öğretmen olduğunda Arduino kullanarak ders işlemeye yönelik görüşleri	Evet	37	92,5
	Hayır	2	5
	Kararsız	1	2,5
	Toplam	40	100

Tablo 5 incelendiğinde Arduino kullanılarak gerçekleştirilen kara şimşek uygulamasına yönelik öğrencilerin % 90'ının görüşlerinin olumlu olduğu, % 70'inin Arduino kullanımının sadece avantajlarının olduğunu belirttiği ve % 92,5'inin öğretmen olduğunda Arduino kullanarak ders işleyeceğini ifade ettiği görülmektedir.

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma sonucunda fen bilgisi öğrencilerinin kara şimşek uygulaması Arduino devrelerini başarılı bir şekilde kurdukları görülmüştür. Öğrencilerin önemli bir kısmının kara şimşek uygulamasına yönelik görüşlerinin olumlu olduğu saptanmıştır. Öğrencilerin tamamına yakını Arduino kullanımının avantajları olduğunu, az sayıda öğrenci ise hem avantajlarının hem de dezavantajlarının olduğunu ifade etmiştir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu da öğretmen olduklarında Arduino kullanarak ders işleyeceklerini belirtmiştir.

Arduino kullanılarak gerçekleştirilen kara şimşek uygulamasına yönelik öğrenci görüşleri

Öğrencilerin % 90'ının kara şimşek uygulamasına yönelik görüşlerinin olumlu, % 10'unun ise olumsuz olduğu saptanmıştır. Öğrenciler uygulamaya yönelik olumlu görüşlerini genellikle uygulamanın teknik, bilişsel ve duyuşsal nitelikleri, uygulamanın bilişsel, duyuşsal ve psikomotor açıdan kazandırdıkları ile uygulama için bireysel gereklilikler olarak ifade etmişlerdir. Uygulamanın teknik niteliklerinde daha çok görsel açıdan etkili olduğunu, bilişsel niteliklerinde öğrenme üzerinde etkili olduğunu, devre elemanlarının bağlantılarını öğrettiğini; duyuşsal niteliklerinde ise eğlenceli olduğunu belirtmişlerdir. Uygulamanın bilişsel alanda farkındalık ve kalıcılık sağlayan, duyuşsal alanda özgüven sağlayan, psikomotor alanda el becerisi kazandıran bir uygulama olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca uygulama sürecinde bireyin dikkatli ve ilgili olması gerektiğini vurgulamışlardır. Uygulamaya yönelik öğrenci görüşleri genellikle olumlu olmakla birlikte 2 öğrenci uygulamanın karışık bir yapıya sahip olduğunu ve 2 öğrenci de uğraştırıcı olduğunu ifade ederek olumsuz görüş bildirmişlerdir.

Arduino kullanımının avantajlarına ve dezavantajlarına yönelik öğrenci görüşleri

Öğrencilerin % 97,5'i Arduino kullanımının avantajları olduğunu belirtmiştir. Öğrenciler Arduino kullanımının avantajlarını öğretim ve öğrenme üzerindeki etkileri, sağlayacağı bilişsel, duyuşsal ve psikomotor kazanımlar ile kolaylıklar, teknik yapı, donanım ve kurulum özellikleri olarak ifade etmişlerdir. Alanyazında da Arduino'ya yönelik görüşlerin olumlu olduğu (Başaran, 2018; Jamieson, 2011; Rubio ve diğerleri, 2013; Sinap, 2017), öğrencilerin uygulamadan memnun kaldıkları ve diğer öğrencilere de tavsiye edeceklerini ifade ettikleri ortaya koyulmuştur (Hertzog ve Swart, 2016).

6 öğrenci kalıcı öğrenmeyi Arduino'nun avantajı olarak ifade ederken, 4 öğrenci de kalıcı öğrenmeyi sağlamak için öğretmen olduğunda ders işlerken Arduino'yu kullanacağını ifade etmiştir. Benzer şekilde alanyazında da Arduino ile gerçekleştirilen uygulamanın öğrenme (Knop ve diğerleri,

2017; Ramos ve diğeri, 2017; Rubio ve diğeri, 2013), öğrenilenlerin kalıcılığı (Özdemirci ve diğeri, 2017; Sinap, 2017), konuyu anlama (Hertzog ve Swart, 2016; Junior ve diğeri, 2013), kavrama (Hertzog ve Swart, 2016) üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca konuyu somutlaştırdığı, öğretim sürecini verimli hale getirdiği ortaya koyulmuştur (Sinap, 2017). Arduino'nun deneysel çalışmalarda faydalı olduğu (Özdemirci ve diğeri, 2017), laboratuvar derslerini hızlandırdığı, doğru sonuçlara ulaşmayı kolaylaştırdığı, deneylerin kolay yapılmasını sağladığı da saptanmıştır (Başaran, 2018).

2 öğrenci Arduino kullanımının avantajını özgüven sağlama olarak ifade etmiştir. Benzer şekilde alanyazında da Arduino kullanımının özgüvende artışa neden olduğu belirlenmiştir (Knop ve diğeri, 2017).

2 öğrenci merak uyandırma, 1 öğrenci ilgiyi farklı alanlara kaydırarak devam ettirme ve 1 öğrenci de ilgi çekme olmak üzere duyuşsal kazanım bağlamında Arduino kullanımının avantajlarını ifade etmiştir. Alanyazında da Arduino kullanımının ilgi çekici olduğu (Başaran, 2018; Jawawi ve diğeri, 2015), ilgi (Başaran, 2018; Jawawi ve diğeri, 2015; Knop ve diğeri, 2017; Ramos ve diğeri, 2017) ve merakı arttırdığı (Başaran, 2018) ortaya koyulmuştur.

2 öğrenci Arduino kullanımının yeni projelere teşvik ettiğini ifade etmiştir. Alanyazında da Arduino kullanımının proje tasarımında yaratıcılık ve yaratıcı düşünme üzerinde etkili olduğu (Hertzog ve Swart, 2016), çok sayıda örnek ve proje sunduğu, Arduino ile çok daha iyi projeler yapılacağı ifade edilmektedir (Jamieson, 2011).

1 öğrenci Arduino ile sorun çözümede kolaylık sağlanacağını ifade etmiştir. Alanyazında da Arduino ile gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin mühendislik fikirlerini geliştirdiği ve sorunlara yönelik çözümlerini tasarımları ile ortaya koymalarına imkân sunduğu saptanmıştır (Karışan ve Yurdakul, 2017).

1 öğrenci Arduino kullanılarak gerçekleştirilen uygulamada zamanın verimli bir şekilde kullanıldığını ifade etmiştir. Alanyazında da Arduino'nun kurulumunun zaman açısından ekonomik olduğu (Jamieson, 2011; Özdemirci ve diğeri, 2017), uygulama sürecinde zaman kaybı yaşanmadığı, kısa sürede çok sayıda uygulama yapma ve zamanı verimli kullanma imkânı sunduğu ifade edilmiştir (Özdemirci ve diğeri, 2017).

Öğrencilerin % 27,5'i ise Arduino kullanımının avantajlarının yanı sıra dezavantajlarının da olduğunu ifade etmiştir. Öğrenciler Arduino kullanımının dezavantajlarını teknik yapı ve donanım özellikleri, ekonomik ve ulaşılabilirliği, duyuşsal ve zihinsel etkileri, kurulum ve uygulamada yaşanacak olumsuz durumlar olarak belirtmişlerdir.

2 öğrenci Arduino kullanımının öğrenme hevesini kırabileceğini ifade etmiştir. Bu olumsuz görüşün aksine alanyazında Arduino kullanımının öğrenciyi isteklendirdiği (Karışan ve Yurdakul, 2017), öğrenme isteğinde sürekliliği sağladığı (Başaran, 2018; Jawawi ve diğeri, 2015), motivasyonu arttırdığı (Ramos ve diğeri, 2016; Rubio ve diğeri, 2013; Sinap, 2017; Slåttsveen ve diğeri, 2016), başarı hissi kazandırdığı (Ramos ve diğeri, 2016), elektronik cihaz tasarlama ve çalıştırma konusunda özgüven sağladığı (Darmawan ve diğeri, 2017) ortaya koyulmuştur.

3 öğrenci Arduino'nun maddi açıdan, 2 öğrenci ise zaman açısından ekonomik olmadığını ifade etmiştir. Bu durumun aksine alanyazında Arduino'nun zaman ve maliyet açısından ekonomik olduğu vurgulanmıştır (Jamieson, 2011; Özdemirci ve diğeri, 2017).

1 öğrenci elektrik devrelerinin prototip hali, 1 öğrenci ise devre elemanlarının çok küçük olması nedeniyle Arduino kullanımının dezavantajlı olduğunu belirtmiştir. Bu durumun aksine 1 öğrenci küçük parçalardan oluşma, 1 öğrenci alan tasarrufu sağlama, 1 öğrenci ise elektrik devrelerinin prototip hali olması gerekçeleri ile Arduino kullanımının avantajlı olduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde alanyazında da Arduino bir elektronik prototip platform olarak geçmektedir (Gupta, Tejovanth ve Murthy, 2012). Arduino'nun bu özelliklerinin taşıma ve saklama bağlamında kullanıcıya kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir. Bu düşüncüyü destekler nitelikte alanyazında da Arduino'nun kullanım kolaylığı ve portatif olduğu için taşıma ve saklama kolaylığı sağladığı ifade edilmiştir (Özdemirci ve diğeri, 2017).

2 öğrenci Arduino'yu kurmanın, 2 öğrenci de Arduino'yu uygulamanın uğraştırıcı olduğunu ifade ederken bu durumun aksine başka 1 öğrenci ise Arduino kullanımının kolay olduğunu ifade

etmiştir. Alanyazında da Arduino'nun kurulumunun (Jamieson, 2011; Özdemirci ve diğerleri, 2017) ve kullanımının (Gupta ve diğerleri, 2012; Özdemirci ve diğerleri, 2017) kolay olduğu ortaya koyulmuştur.

İleride öğretmen olduklarında Arduino kullanarak ders işlemeye yönelik öğrenci görüşleri

Öğrencilerin % 92,5'i Arduino'nun duyuşsal, psikomotor ile bilişsel alan, öğretim ve öğrenme üzerindeki olumlu etkileri, tasarım özellikleri, pekiştirici etkisi ve öğretmenin sahip olması gereken bir yeterlilik olması nedenleri ile öğretmen olduklarında Arduino'yu kullanarak ders işleyeceklerini ifade etmişlerdir. Alanyazında da Fen Bilgisi Öğretmenliği programı birinci sınıf öğrencileri Genel Fizik Laboratuvarı-II dersinde Arduino'nun elektrik deneylerine entegre edilmesi ile gerçekleştirilen uygulama sonucunda fizik laboratuvarında öğrendikleri teknolojik programı ileride öğrencilerine öğretmek istediklerini, öğretmenliğe başladıklarında devreler kurarak ölçümler alacaklarını, aldıkları ölçümleri bir de Arduino devresi ile elde etmeye çalışacaklarını ifade etmişlerdir (Başaran, 2018). Bu araştırmada elde edilen olumlu sonucun yanı sıra 2 öğrenci Arduino'yu ders işlerken kullanmayı düşünmediğini, 1 öğrenci ise kararsız olduğunu ifade etmiştir.

1 öğrenci öğretimden sonra bireysel uygulama yapmak, başka 1 öğrenci de bireysel öğretim yapmak gerekçeleri ile öğretmen olduğunda Arduino kullanarak ders işleyeceğini ifade etmiştir. 3 öğrenci ise Arduino kullanımının avantajlarını bireysel öğrenme olarak belirtmiştir. Arduino ile gerçekleştirilecek bireysel öğrenmenin öğrencinin aktifliği, performansı ve derse katılımı üzerinde olumlu etkiler oluşturacağı düşünülmektedir. Bu düşünceyi destekler nitelikte alanyazında da Arduino ile gerçekleştirilen uygulamanın öğrencileri aktifleştirdiği (Jawawi ve diğerleri, 2015; Özdemirci ve diğerleri, 2017), öğrenci performansını arttırdığı (Slåttsveen ve diğerleri, 2016; Özdemirci ve diğerleri, 2017), öğrencilerin problem çözme etkinliklerine katılımlarını desteklediği (Jawawi ve diğerleri, 2015) ve teoriği pratiğe çevirmelerinde olumlu etkilerinin olduğu (Slåttsveen ve diğerleri, 2016) saptanmıştır.

1 öğrenci Arduino kullanımının dikkatli dinlemeye yardımcı olduğunu, başka 1 öğrenci de öğrencinin dikkatini çekmek için öğretmen olduğunda Arduino kullanarak ders işleyeceğini ifade etmiştir. Alanyazında da Arduino ile gerçekleştirilen uygulamaların dikkat çektiği ve dikkatin sürekliliğini sağladığı ortaya koyulmuştur (Karışan ve Yurdakul, 2017).

2 öğrenci öğretmen olduğunda öğrencilerin dersi sevmesini sağlamak amacı ile Arduino'yu kullanarak ders işleyeceğini ifade etmiştir. Bu ifadeyi destekler nitelikte alanyazında da Arduino'nun öğrenmeyi ve öğretim sürecini (Sinap, 2017), laboratuvar derslerini (Başaran, 2018) zevkli ve eğlenceli hale getirdiği, dersi (Rubio ve diğerleri, 2013) ve uygulamayı sevdirdiği (Özdemirci ve diğerleri, 2017) ortaya koyulmuştur.

2 öğrenci Arduino kullanımının el becerisi kazandıracığını, 1 öğrenci beceri geliştirmek, 1 öğrenci de el becerisini geliştirmek amacıyla öğretmen olduğunda Arduino kullanarak ders işleyeceğini ifade etmiştir. Alanyazında da Arduino kullanılarak gerçekleştirilen eğitimin bilişsel ve psikomotor beceriler kazandırdığı (Darmawan ve diğerleri, 2017), Arduino ile gerçekleştirilen deneyin bilişsel ve psikomotor becerileri geliştirdiği (Moya, 2018) ortaya koyulmuştur. Arduino ile yapılan etkinliklerin problem çözme becerilerini arttırdığı, çok yönlü düşünme becerisi, sorumluluk ve görev bilinci (Sinap, 2017), problemlerin çözümünde grupla çalışma becerisi kazandırdığı saptanmıştır (Darmawan ve diğerleri, 2017).

1 öğrenci "*Günlük hayatımızdaki dalgınlıklarımızı Arduino ile kontrol altına alabiliriz. Yani bir nevi bizi, dikkat çekici ses, hareket, ışık özellikleriyle uyarabilir.*" (Ö₂₀) cevabı ile Arduino kullanımının günlük yaşamı kontrol altına almada kolaylık sağlayacağını ifade etmiştir. Öğrencinin cevabını destekler nitelikte alanyazında çeşitli araştırmalarda Arduino ile hazırlanan yapılarla günlük yaşamı kontrol edici sistemler hazırlanabileceği ortaya koyulmuştur.

Ev güvenliği açısından Koçak ve Kırbaş (2016) araştırmalarında Arduino ile akıllı ev prototipi oluşturmuşlardır. Akıllı ev tasarımında odalardaki ışıklar ile araba garajı kapısının açılıp kapatılması kontrol edilebilmektedir. Ayrıca istenildiği durumda kontrol edilebilecek unsurların sayısı kolaylıkla artırılarak insanlar için daha konforlu, güvenli, tam denetlenebilir ve tasarruf sağlayan yaşam alanları düşük maliyetlerle oluşturulabilmektedir. Güngör (2015) araştırmasında Arduino tipi mikrodenetleyici ve GSM modülleri ile kaçak elektrik kullanımlarının takibi amacı ile bir sistem oluşturmuştur. Sistemde belirlenen bir nokta ile sayaç arasında akım ölçülmektedir. Herhangi bir izinsiz müdahale olursa sistem bu durumu algılayıp merkezde bulunan ara yüz ekranına iletmektedir. Sistemin kullanılan elektrik

sayaçlarının üzerine eklenmesi ile kaçak kullanımlar takip edilebilecektir. Bahrudin, Kassim ve Buniyamin (2013) araştırmalarında yangın alarm sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistem yangın nedeniyle havada oluşacak dumanın varlığını algılayan ve yangın çıktığında bir odaya monte edilmiş bir kamera aracılığıyla görüntüyü alan eş zamanlı bir izleme sistemidir. Sistem geliştirilirken Raspberry Pi ve Arduino UNO kullanılmıştır. Sistem yangını algıladığında kullanıcıya uzaktan uyarı gönderebilmektedir. Kısa mesaj servisi aracılığı ile kullanıcıdan onay aldıktan sonra durumu itfaiyeye bildirmektedir.

Canlılar için tehlikeli olabilecek yerlere ulaşım açısından Karacı ve Erdemir (2017) araştırmalarında Arduino mikrodenetleyici kartı kullanarak çok sensörlü ve düşük maliyetli bir gezgin hizmet robotu geliştirmişlerdir. Bu robot insanın giremeyeceği dar alanlarda gaz, sıcaklık ve nem değerleri için ölçüm yaparak bu değerleri web sayfasına aktarmaktadır. Gezgin robot canlılar için tehlikeli alanlara ulaşarak veriler elde edebilir. Bu verilerle gaz zehirlenmelerinin, aşırı sıcaklıkların ve istenmeyen nemin önüne geçilebilir. Bu yönleri ile robot sabit ölçüm araçlarına göre oldukça avantajlıdır.

Sağlık açısından Yalman ve Haşiloğlu (2015) araştırmalarında hasta bakımı, hastalıkların önlenmesi ve sağlık görevlilerinin hizmete yönelik görevlerinin aksamaması için sağlık izleme sistemlerine ek olarak hastanelerde eşzamanlı ilaç dağıtımını yapan hemşire/hemşir robot modeli geliştirmişlerdir. Robot, hemşirenin ses tonunu algılayarak göreve başlamaktadır. Ses dosyaları Arduino'nun hafızasına önceden kaydedilmiştir. Robotun görevi komut verildikten sonra oda, hasta, ilaç ve ilaç saati gibi bilgilerin yer aldığı dosyayı okuyarak ilaçları hastalara dağıtmaktır. Hastanın ilacı almaması durumunda robot bluetooth modülü aracılığı ile ilgili hemşireye rapor göndermektedir. Kemis ve diğerleri (2012) ise araştırmalarında Arduino kullanarak nabız sensörü geliştirmişlerdir.

Verilerin elde edilmesi açısından Doğan, Büyükkacı, Darılmaz, Kara ve Çağıltay (2017) araştırmalarında Arduino kullanarak gezici meteoroloji istasyonu olarak adlandırdıkları akıllı bir tişört geliştirmişlerdir. Bu tişörtü giyen ortaokul öğrencilerine buldukları ortamdaki nem, sıcaklık, basınç, rakım ve hava kirliliği değerlerini anlık bir şekilde toplama ve inceleme fırsatı sunmuşlardır.

Bu araştırmada gerçekleştirilen kara şimşek uygulaması sayesinde öğrencilerde Arduino hakkında farkındalık oluşturulduktan sonra onların da farklı Arduino ve robotik çalışmalara yönlenebilecekleri düşünülmektedir. Ayrıca;

- Fizik laboratuvarlarına Arduino setleri alınabilir.
- Öğrencilerden Arduino ile ilgili özgün projeler hazırlamaları ve bu projeleri dönem sonunda laboratuvar dersinde sunmaları istenebilir.
- Öğrencilerin Arduino ile hazırlayacakları projeleri daha geniş kitlelere bu konuda farkındalık kazandırmak amacıyla düzenlenecek bir bilim şenliği kapsamında sunarak tanıtımları sağlanabilir.
- Eğitim fakültelerinin öğretim müfredatına Arduino ve Robotik Uygulamalar ile Proje Hazırlama ve Geliştirme adı altında seçmeli bir ders açılabilir.

KAYNAKÇA

- Aracliotis, S., Nikolos, D. G. ve Kalligeros, E. (2016, May). Lawris: A rule-based Arduino programming system for young students. Presented at 5th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies. Thessaloniki, Greece. 12-14 May 2016.
- Bahrudin, M. S. B., Kassim, R. A. ve Buniyamin, N. (2013, December). Development of fire alarm system using Raspberry Pi and Arduino Uno. Presented at International Conference on Electrical, Electronics and System Engineering (ICEESE). Kuala Lumpur, Malaysia.
- Başaran, B. (2018). *Arduino'nun elektrik deneylerine entegre edilmesinin ve deney raporlarının poster şeklinde hazırlanmasının, fen bilgisi öğretmen adaylarının fizik laboratuvarlarına, teknolojiye ve bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Bouquet, F., Bobroff, J., Fuchs-Gallezot, M. ve Maurines, L. (2017). Project-based physics labs using low-cost open-source hardware. *American Journal of Physics*, 85(3), 216-222.

- Cvjetković, V. M. ve Stanković, U. (2017). Arduino based physics and engineering remote laboratory. *International Journal of Online Engineering*, 13(1), 560-574.
- Darmawan, A., Ratnadewi, Sartika, E. M., Pasaribu, N. T. B. ve Arlando, R. (2017). Basic Arduino programming training for high school students. *International Journal of Society Development and Engagement*, 1(1), 74-81.
- D'Ausilio, A. (2012). Arduino: A low-cost multipurpose lab equipment. *Behavior Research Methods*, 44, 305-313.
- De Lima, J. P. C., Carlos, L. M., Simão, J. P. S., Pereira, J., Mafra, P. M. ve da Silva, J. B. (2016). Design and Implementation of a Remote Lab for Teaching Programming and Robotics. *IFAC-PapersOnLine*, 86-91.
- Doğan, N. (2015). *Arduino hızlı başlangıç rehberi* (2. baskı). İstanbul: Dikeyksen Yayıncılık.
- Doğan, O., Büyükkağınç, H., Darılmaz, A., Kara, E. ve Çağiltay, K. (2017, Aralık). FeTeMM eğitiminde giyilebilir teknoloji uygulaması giyilebilir meteoroloji istasyonu - GiyMi. 34. TBD Ulusal Bilişim Kurultayı'nda sunulmuş bildiri. Ankara.
- Eguchi, A. (2014). Robotics as a learning tool for educational transformation. Presented at 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education. University of Padova, Italy.
- Galadima, A. A. (2014, September). Arduino as a learning tool. Presented at 11th International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO). Abuja, Nigeria.
- Geddes, M. (2017). *Arduino proje el kitabı-Sizi teşvik edecek 25 pratik proje* (çev. Gamze Sart ve Mustafa Gazioğlu). İstanbul: Aba Yayıncılık.
- Gupta, N., Tejovanth, N. ve Murthy, P. (2012, January). Learning by creating: Interactive programming for Indian high schools. Presented at International Conference on Technology Enhanced Education (ICTEE). Surathkal, India.
- Güngör, O. (2015). Kaçak elektrik kullanımının GSM aracılığıyla takibi. *EMO Bilimsel Dergi*, 4(8), 29-33.
- Hertzog, P. E. ve Swart, A. J. (2016, April). Arduino-enabling engineering students to obtain academic success in a design-based module. Presented at IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). Abu Dhabi, UAE.
- Hoffer, B. M. (2012). *Satisfying STEM education using the Arduino microprocessor in C programming*. Master Thesis, East Tennessee State University, Johnson City.
- Huang, B. (2015, June). Open-source hardware - microcontrollers and physics education - integrating DIY sensors and data acquisition with Arduino. Presented at 122nd ASEE Annual Conference & Exposition. Seattle, WA.
- Jamieson, P. (2011). Arduino for teaching embedded systems. Are computer scientists and engineering educators missing the boat? Presented at International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering (FECS'11). Las Vegas.
- Jawawi, D. N. A., Mamat, R., Ridzuan, F., Khatibsyarhini, M. ve Zaki, M. Z. M. (2015, June). Introducing computer programming to secondary school students using mobile robots. Presented at 10th Asian Control Conference (ASCC), Malaysia.
- Junior, L. A., Neto, O. T., Hernandez, M. F., Martins, P. S., Roger, L. L. ve 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.
- Kahyaoglu, M. ve Dede, F. (2016). *Arduino'yu 25 proje ile keşfet!* İstanbul: Pusula Yayıncılık.
- Karacı, A. ve Erdemir, M. (2017). Arduino ve wifi temelli çok sensörlü robot tasarımı ve denetimi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 435-442.
- Karışan, D. ve Yurdakul, Y. (2017). Mikroişlemci destekli fen-teknoloji-mühendislik matematik (stem) uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin bu alanlara yönelik tutumlarına etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1), 37-52.
- Kemis, H., Bruce, N., Ping, W., Antonio, T., Gook, L. B. ve Lee, H. J. (2012). Healthcare monitoring application in ubiquitous sensor network: Design and implementation based on pulse sensor with Arduino. Presented at 6th International Conference on New Trends in Information Science, Service Science and Data Mining (ISSDM2012). Taipei, Taiwan.

- Knop, L., Ziaeeefard, S., Ribeiro, G. A., Page, B. R., Ficanha, E., Miller, M. H., Rastgaar, M. ve Mahmoudian, N. (2017, October). A human-interactive robotic program for middle school STEM education. Presented at IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). Indiana, USA.
- Koçak, Ç. ve Kırbaş, İ. (2016, Ocak). Arduino tabanlı prototip akıllı ev sistemi tasarımı. AB'16 - XVIII. Akademik Bilişim Konferansı'nda sunulmuş bildiri. Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Laštovička-Medin, G. ve Petric, M. (2015, June). Embedded Lab: Arduino Projects in Science Lessons. Presented at 4th Mediterranean Conference on Embedded Computing. Budva, Montenegro.
- Moya, A. A. (2018). An Arduino experiment to study free fall at schools. *Physics Education*, 53, 1-4.
- Ocak, M. A. ve Efe, A. A. (2018). *Arduino ile kodlama ve mikrodenetleyici uygulamaları*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Özdemirci, E., Ersin, Ç. ve Canal, M. R. (2017). Arduino UNO uygulama setinin gerçekleştirilmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Özel Sayı 1*, 127-133.
- Ramos, P. M., Lopes, M. J., Silva, M. M. L. ve Silva, M. R. (2016, November). Student2student: Arduino project-based learning. Presented at TEEM '16 Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality.
- Ramos, P. M., Domingues, J. P., Pereira Silva, P. S. ve Silva, M. R. (2017). First exposure to Arduino through peer-coaching: Impact on students' attitudes towards programming. *Computers in Human Behavior*, 76, 51-58.
- Rubio, M. A., Hierro, C. M. ve Pablo, A. (2013). Using Arduino to enhance computer programming courses in science and engineering. Presented at IATED EDULEARN13 Conference. Barcelona, Spain.
- Shim J., Ko J. ve Shim J. (2014). A study on training courses development and analysis for improving the creativity using Arduino. *Journal of Korea Multimedia Society*, 17(4), 514-525.
- Sinap, V. (2017). *Programlama eğitiminde probleme dayalı öğrenmeye yönelik Arduino etkinliklerinin kullanılması: Bir eylem araştırması*. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Slåttsveen, K., Steinert, M. ve Aasland, K.E. (2016, August). Increasing student confidence and motivation in a project-based Machine Construction and Mechatronics course. Presented at NordDesign2016. Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway.
- Taşdemir, C. (2016). *Arduino* (9. baskı). İstanbul: Dikeyksen Yayıncılık.
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara.
- URL 1: Knight Rider Wallpapers, <http://www.4usky.com/knight-rider-wallpapers.html> (Erişim Tarihi: 10.03.2018)
- URL 2: Arduino ile Karaşımşek Devresi, <https://images.app.goo.gl/pwaY9jnKtPrLMCsQ9> (Erişim Tarihi: 10.03.2018)
- Yalman, S. ve Haşiloğlu, A. (2015, Ekim). Hastanelerde eş-zamanlı ilaç dağıtımı yapan hemşire /hemşir robotun geliştirilmesi. Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi TIPTEKNO15'te sunulmuş bildiri.
- Yasin, A. I., Prima, E. C. ve Sholihin, H. (2018). Learning electricity using Arduino-android based game to improve STEM literacy. *Journal of Science Learning*, 1(3), 77-94.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (8. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Zachariadou, K., Yiasemides, K. ve Trougakos, N. (2012). A low-cost computer-controlled Arduino-based educational laboratory system for teaching the fundamentals of photovoltaic cells. *European Journal of Physics*, 33, 1599-1610.
- Zieris, H., Gerstberger, H. ve Müller, W. (2014). Using Arduino-based experiments to integrate computer science education and natural science. Presented at KEYCIT 2014: Key Competencies in Informatics and ICT. Universität Potsdam.