

Arduino ile Programlamanın Öğrencilerin Fen Bilimlerine Yönelik Başarı, Öz Yeterlilik ve Tutumlarına Etkisi

The Effects of Programming with Arduino Students' Achievements, Attitudes and Self-Sufficiency Intended for Science

Ezgi TAYLAN KOPARAN, Bülent YÜKSEL, Timur KOPARAN

ÖZ

Bu araştırma ile Arduino programlamanın altıncı sınıf öğrencilerinin Fen Bilimleri dersine yönelik başarı, öz yeterlilik ve tutumları üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma 2016–2017 Eğitim Öğretim Yılı Bahar Dönemi'nde Zonguldak ilinin Ereğli ilçesinde bir devlet okulunda gerçekleştirilmiştir. Kontrol gruplu ön test, son test yarı deneysel araştırma yönteminin benimsendiği çalışmanın örneklemini 32'si deney 32'si kontrol grubu olmak üzere altıncı sınıfta öğrenim gören toplam 64 öğrenciden oluşmaktadır. Deney grubunda elektriğin iletimi ünitesinde etkinlikler Arduino kullanılarak gerçekleştirilirken, kontrol grubunda ise ders kitabında yer alan etkinliklerle yürütülmüştür. Araştırmada başarı testi, öz yeterlilik ölçeği ve tutum ölçeği veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Test ve ölçeklerden elde edilen ham puanlar ile bağımsız örneklem t-testi analizi yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencilerinin elektriğin iletimi ünitesindeki başarıları ve öz yeterliliklerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Fen Bilimleri dersine yönelik tutumları açısından ise deney grubu lehine anlamlı bir farkın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda eğitimcilere ve araştırmacılara bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Arduino, Fen bilimleri eğitimi, Başarı, Öz yeterlilik, Tutum

ABSTRACT

This research aims at examining the effect of Arduino programming on sixth grade students' achievement, self-efficacy and attitudes towards the Science course. The research was carried out in a public school in Ereğli district of Zonguldak province during the Spring Semester of the 2016-2017 Academic Year. The sample of the study, in which the pretest with control group and the quasi-experimental research method with posttest group was adopted, consists of a total of 64 students studying in the sixth grade, 32 of whom are experiment group and 32 of them are the control group. In the experimental group, the activities in the electricity transmission unit were carried out using Arduino, while in the control group, the activities in the textbook were carried out. Achievement tests, self-efficacy scales and attitude scales were used as data collection tools in the study. Independent sample t-test analysis was performed with the raw scores obtained from the tests and scales. According to the findings obtained from the research, no significant difference was found between the experimental group students and the control group students' success and self-efficacy in the electricity transmission unit. It was concluded that there was a significant difference in favor of the experimental group in terms of their attitudes towards the Science course. Some suggestions were made to educators and researchers in line with the results obtained.

Keywords: Arduino, Science Education, Achievement, Self-sufficiency, Attitude

Taylan Koparan E., Yüksel B., & Koparan T., (2021). Arduino ile programlamanın öğrencilerin fen bilimlerine yönelik başarı, öz yeterlilik ve tutumlarına etkisi. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi/Journal of Higher Education and Science*, 11(1), 118-127. <https://doi.org/10.5961/jhes.2021.434>

Ezgi TAYLAN KOPARAN (✉)

ORCID ID: 0000-0002-4762-2742

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Zonguldak, Türkiye
Zonguldak Bülent Ecevit University, Ereğli Faculty of Education, Zonguldak, Turkey
etaylan20@gmail.com

Bülent YÜKSEL

ORCID ID: 0000-0001-7325-013X

T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Turgut Reis Ortaokulu, Zonguldak, Türkiye
Republic of Turkey Ministry of National Education, Turgut Reis Secondary School, Zonguldak, Turkey

Timur KOPARAN

ORCID ID: 0000-0002-3174-2387

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Zonguldak, Türkiye
Zonguldak Bülent Ecevit University, Ereğli Faculty of Education, Zonguldak, Turkey

Geliş Tarihi/Received : 11.08.2020

Kabul Tarihi/Accepted : 04.04.2021

GİRİŞ

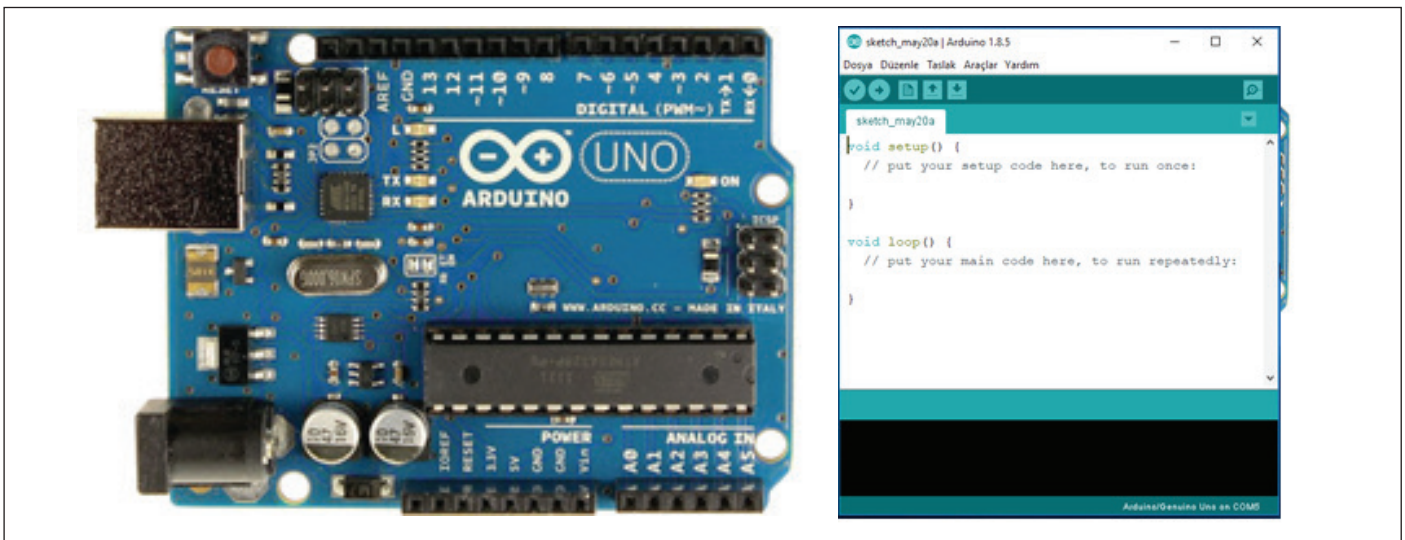
Günümüz dünyasında bilgi sürekli değişim ve gelişim içindedir. Bu durum son iki yüz yılda dört endüstri devriminin gerçekleşmesi ile sonuçlanmıştır. Her bir endüstri devrimi ülkelerin ihtiyaç duyduğu birey niteliklerine ve eğitim programlarına yön vermiştir. Geçen yüzyılın son dönemlerinden bu yana küresel düzeyde yaşanan dönüşümler ile birlikte toplumda önemli değişimler yaşanmıştır. Özellikle teknoloji alanında yaşanan gelişmeler toplumun yapısını değiştirmiş, bu değişim bireylerin 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan bazı becerilere sahip olması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Teknolojideki hızlı gelişmeler ile eğitim öğretim süreçlerinde kullanılabilir araç gereçlerin sayısı her geçen gün giderek artmaktadır (Koparan ve Güven, 2012; Koparan, 2017). Yeni öğretim teknolojileri ve materyaller öğrenme ortamlarını çeşitlendirmekte ve zenginleştirmektedir. Bunun yanında öğrencilerin dikkatini çekmekte, öğrenme sürecini daha verimli ve eğlenceli hâle getirmektedir (Aslan, 2015; Koparan ve Kaleli Yılmaz, 2020). Öğretim programları göz önünde bulundurulduğunda özellikle bazı derslerde öğretim teknolojileri ve materyallerinin kullanılmasının kaçınılmaz olduğu görülmektedir. Fen bilimleri dersleri bu derslerin önde gelenlerindedir (Barut, 2015). Fen bilimleri dersinde kullanılabilir öğretim teknolojilerinden biri de açık kaynak kodlu bir mikrodenetleyici kart olan Arduino'dur. Arduino, 2005 yılında İtalyan mühendisler tarafından öğrenciler için geliştirilen (Şekil 1) açık kaynak kodlu, çevresiyle etkileşime girebilen sistemler tasarlamaya yarayan, her seviyede ilgililerin devrelerini hazırlayabilecekleri, kolay kullanımlı bir elektronik platformdur. Arduino, basit ama güçlü, hobiler arasında son derece popüler olan ve STEM eğitiminde yaygın olarak kullanılan rahat kodlamalar yapılabilen bir ortam sunar. Arduino giriş çıkış üniteleri, mikro denetleyici ve bellekle oluşmaktadır. Geliştirme kartı Arduino merkezli olup lehimleme ve bağlantıya gerek duyulmayan bir öğrenme kartıdır. Geliştirme kartı Wiring programlama dili ile geliştirilen uygulamaların usb ara yüzü ile yüklenerek çalıştırılabilmesine olanak sağlar.

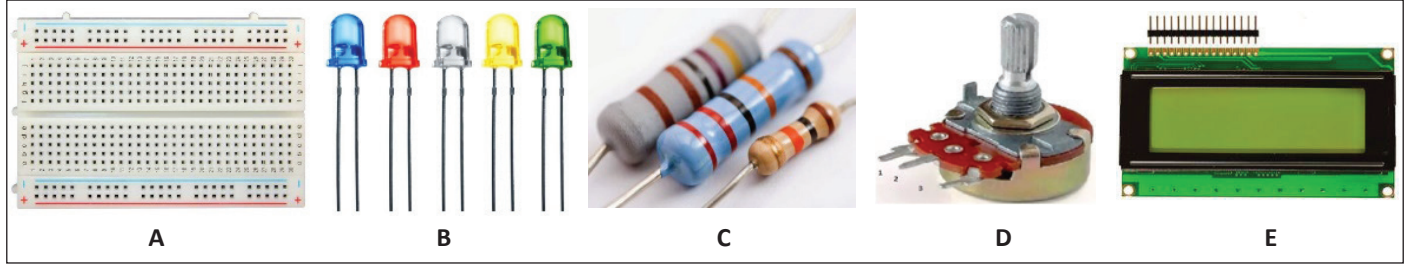
Bu kart eğitimden mühendisliğe farklı alanlarda uygulama geliştirilmesine olanak sunmaktadır. Dünya genelinde kullanımı Arduino kütüphaneleri oluşmasını sağlamıştır. Bu kütüphaneler kullanılarak kolaylıkla programlama yapılabilir. Farklı amaç ve ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirme kartları ortaya çıkmıştır. Arduino, motor kontrolünden programlamaya, kablosuz iletişime kadar mühendislik alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kodlama eğitiminde soyut olan kavramlar Arduino geliştirme kartı ile somut hâle dönüşmektedir. Sensörlerden alınan sinyaller kullanılarak, çevresiyle etkileşime girebilen robotlar ve sistemler tasarlanabilmektedir. Tasarlanan projeye özgü olarak ses, hareket, ışık gibi tepkiler oluşturulabilmektedir (URL 1). Ayrıca Arduino'nun farklı gereksinimlere çözüm oluşturabilmek için tasarlanmış değişik kartları ve modülleri mevcuttur. Bu kart ve modüller kullanılarak birçok uygulama yapılabilir, bahçelerdeki sulama sistemlerinden, çiçeklerin nem oranını ölçmeye, arabalardaki park sensöründen, hırsız alarm sistemlerine kadar birçok elektronik uygulamaları yapılabilir.

Arduino programlanması için özel bir yazılım mevcuttur. Programda C/C++ dili kullanılmaktadır. Arduino kartı ile bilgisayar bağlantısı yapılarak programa uygun kodlar yazıldıktan sonra karta yüklenir. Arduino programının açılış sayfasından bir görüntü Şekil 1'de sunulmuştur. Bu programlama araçındaki üst menü çubuğu dosya, düzenle, taslak ve araçlar gibi standart seçenekler bulunur. Orta beyaz kısım ise program kodlarını girebileceğiniz kısımdır. Alt siyah bölüm, derlemenin durumunu, ne kadar belleğin kullanıldığını, kodlarda bulunan herhangi bir hatayı ve çeşitli diğer yararlı mesajları görmek için kullanılan bir çıktı penceresidir. Arduino programlaması basit olmakla birlikte ilköğretim öğrencileri için biraz zorlayıcı olabilir (Yiğit, 2016).

Programlama yapılması haricinde projelerde devre elemanları kullanılarak elektrik devreleri kurulması gerekir. Devrelerde kullanılan başlıca elemanlar breadboard (a), diyot led (b), direnç (c), potansiyometre (ayarlı direç) (d) ve lcd ekran (e) şeklinde sıralanabilir.



Şekil 1: Arduino Uno ve Arduino yazılımının başlangıç sayfa görünümü.

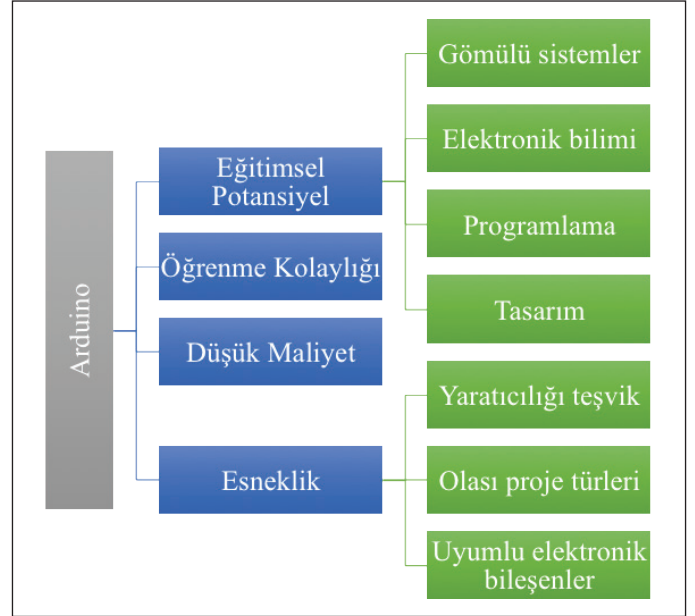


Şekil 2: Arduino devrelerinde kullanılan bazı elemanlar.

Arduino, basit olması, erişilebilir olması ve kullanıcılara farklı deneyimler sunması nedeni ile birçok farklı proje ve uygulamada kullanılmaktadır. Arduino yazılımı, yeni kullanıcılar için kolaylık sağlarken, ileri düzey kullanıcılar için Windows, Linux ve Mac gibi farklı platformlarda çalışabilmesi ile esneklik sağlamaktadır (Arduino, 2017). Arduino, öğretmen ve öğrencilerin düşük maliyetli bilimsel araçlar oluşturmaları, bazı deneyleri test etmeleri, programlama ve robotik öğretmek ve öğrenmek için eşsiz fırsatlar sunmaktadır. Arduino geliştirme kartı öğrencilere fizik, kimya, elektrik, elektronik bilgilerini kullanarak kendi deneyimleri ile öğrenme fırsatı sunmaktadır. Bu nedenle ortaokuldan yükseköğretime her seviyede öğretmen ve öğrenciler tarafından kullanılmaktadır. Arduino, doğru kullanılırsa, öğrencilerin mühendislik eğitiminde daha üst seviyelerde öğrenmesini kolaylaştırabilir (Blum, 2013). Şekil 3'te Arduino kullanımının yararları görülmektedir.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından hazırlanan beşinci ve altıncı sınıf Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi Kodlama Kılavuzu, öğretmen ve öğrenciler için yeni projeler, farklı bakış açıları ve zengin öğrenme ortamları oluşturulması açısından önem arz etmektedir. Günümüz dünyasında kullanılan cihazların kod dilleri ile çalışması kodlamanın ve kodlama eğitiminin önemini daha da artırmaktadır. Kodlama eğitimi, disiplinler arası etkileşimin sağlanması açısından da özel bir konudur. Kodlama eğitimi ile öğrencilere bilişsel, duyuşsal ve devinişsel öğrenmeler sağlamak ve öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirmesi hedeflenmektedir. Bunun yanında Arduino ile kodlama öğretmenlere kendi alanlarıyla ilgili kazanımlar için zengin ve öğrenci merkezli öğrenme ortamları sunmaktadır (Gürman, 2019).

Fen bilimleri derslerinde kullanılan laboratuvar malzemeleri gibi birçok araç gereç bulunmaktadır. Öğretim etkinliklerinde yararlanılan bu araç ve gereçler, dersin öğrenilmesini kolaylaştırarak öğrencilerin derse ilgi ve motivasyonlarını artırmaktadır (Yalın, 2007). Sinap (2017) programlama öğretiminde probleme dayalı Arduino etkinliklerinin öğrencilerin programlamaya yönelik tutumlarında ve problem çözme becerilerinde bir farklılık oluşturduğunu ve öğrencilerin genelinde etkinliklere yönelik olumlu görüşlere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Başaran (2018), fen bilgisi öğretmenliği fizik laboratuvarı dersinde gerçekleştirilen elektrik deneylerinde Arduino kullanımının öğretmen adaylarının fizik laboratuvarına, teknolojiye ve BİT'e yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Alakuş (2019), Arduino kullanımının öğrencilerin akademik başarıları ve fizik laboratuvarına karşı tutumlarını



Şekil 3: Arduino kullanımının yararları.

olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Gupta, Tejovanth ve Murthy (2012), lise öğrencileri ile Arduino platformunu kullanarak donanım eğitimi, temel programlama ve atölye çalışmaları gerçekleştirmiş, öğrencilerin yaratıcılık ve öğrenme yeteneklerinde bir artış olduğu, derse ilgi ve motivasyonun arttığı sonucuna ulaşmıştır. Özellikle ortaöğretimde programlama ve elektronik kavramlara yer verilmesini, Arduino'nun yaratıcılığı teşvik ettiğini ve öğrenme ortamına değer kattığını ifade etmişlerdir. Laboratuvar etkinliklerinin, öğrencilerin ilk elden deneyimle öğrenme ve keşfetme sürecine dâhil olmaları nedeniyle önemli olduğunu (Sarı & Kırındı, 2019), öğrencilerin fizik kanunlarının işleyişini anlamalarına, fizik kavramlarını tanımalarına, anlamalarına ve pekiştirmelerine ve bilimsel beceriler geliştirmelerine olanak sağladığını (Sarı, Pektaş, Çelik ve Kırındı, 2019), özellikle mikroişlemciler, mobil veri toplama araçları, sensörler ve analog cihazlar tek bir sisteme entegre edilerek veri toplama, veri işleme ve görselleştirme süreçlerinin oldukça kolaylaştığını (Chen ve diğerleri, 2012) ortaya koyan araştırmalar bulunmaktadır. Günümüzde teknoloji hızla gelişmekte ve fizik laboratuvarlarında teknolojik ürünler yerini almış, deneysel fizik etkileyici bir noktaya ulaşmıştır. Mikroişlemci tabanlı Arduino Board, düşük maliyetli olması, esnek ve kolay uygulanabilir yapısı ve hızlı veri toplama avantajları ile fen

deneysinde tercih edilmektedir (Atkin, 2016; Pereira, 2016; Tunyagi, Kandrai, Fülöp, Kapusi & Simon, 2018). Arduino'nun akıllı ev projeleri, otomatik sulama sistemleri, çevresiyle iletişim hâlinde robotlar gibi birçok kullanım alanı olmasına karşın eğitim araştırmalarında Arduino kullanımı yok denecek kadar azdır. Hayatın her aşamasında önemli bir yere sahip olan teknolojinin eğitimde de kullanılması kaçınılmazdır. Fen eğitiminde bu tür çağdaş yaklaşımların kullanılması ve etkilerinin ortaya konulmasına ihtiyaç vardır.

Araştırmanın Amacı ve Problemi

Bu çalışma ile Arduino programlamanın altıncı sınıf öğrencilerinin fen bilimlerine yönelik başarı, öz yeterlilik ve tutumlarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın problemi "Ortaokul altıncı sınıf elektriğin iletimi ünitesinde Arduino kullanımının öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik başarı, öz yeterlilik ve tutumlarına etkisi var mıdır?" şeklinde oluşturulmuştur. Alt problemler ise;

1. Grupların elektriğin iletimi konusundaki başarı puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Grupların öz yeterlilik puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Grupların fen bilimleri dersine yönelik tutum puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

şeklinde belirlenmiştir.

YÖNTEM

Bu araştırmada yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem içinde ön test-son test kontrol gruplu desen benimsenmiştir. Yarı deneysel yöntemler gruplardaki bireylerin rastgele yöntemle oluşmadığı, daha önceden oluşturulmuş hazır gruplar üzerinde çalışıldığı desenlerdir (Büyüköztürk, 2007). Araştırmada gruplara uygulanan işlemler ve testler Tablo 1'de görülmektedir.

Örnekleme

Bu araştırmanın örnekleme, 2016-2017 Eğitim-Öğretim Yılı Zon-

guldak ili Ereğli ilçesinde bir devlet okulunda öğrenim gören toplam 64 altıncı sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Gruplar, aynı öğretmenden ders alan iki sınıftan oluşmaktadır. Deney ve kontrol grupları rastgele yöntemle belirlenmiş olup bu gruplarda bulunan kız ve erkek öğrenci sayıları Tablo 2'de sunulmuştur.

İşlem

Araştırma ortaokul fen bilimleri öğretim programında yer alan "Elektriğin iletimi" ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada uygulamalar fen bilimleri dersini alan başarı düzeyleri denk olan iki sınıf ile yürütülmüştür. Araştırmacıardan biri bu iki sınıfın dersini yürüten fen bilimleri öğretmenidir. Asıl çalışmadan bir yıl önce pilot çalışma yapılmıştır. Bu sayede araştırmacıların deneyim kazanması ve etkinliklere son hâlinin verilmesi amaçlanmıştır. Pilot çalışmada ortaya çıkan ürünler TÜbitak Bilim Şenliği'nde sergilenmiştir. Gruplara başarı testi, fen bilimleri öz-yeterlilik ölçeği ve fen bilimlerine yönelik tutum ölçeği, uygulama öncesi ön test olarak uygulanmıştır. Ön testlerin analizlerinden grupların değişkenler açısından denk olduğu görülmüştür. Uygulamalar Nisan ayının ikinci haftası ile Mayıs ayının ikinci haftası arasında toplam 5 hafta (18 ders saati) sürmüştür. 6. sınıf "Elektriğin iletimi" ünitesindeki kazanım, ders saatleri ve etkinlikler Tablo 3'te görülmektedir.

Araştırma süresince Tablo 3'te görülen kazanımlar kontrol grubuna 6. sınıf fen bilimleri dersi kazanımlarına dayalı ders kitabında verilen etkinliklerle, deney grubunda Arduino kullanılarak kazandırılmaya çalışılmıştır. Araştırma öncesinde deney grubu öğrencilerine Arduino ile ilgili bilgiler verilmiştir. Öğrencilerin Arduino programlama hakkında daha önceden bilgileri yoktur ve ilk kez bu çalışmada Arduino programlama ile tanışmışlardır.

Bazı Arduino devre şemalarından ve deney grubu sınıf içi etkinliklerinden kesitler Şekil 4'te sunulmuştur.

Şekil 4b'de basit elektrik devresi test uçları etkinliğinin Arduino ile yapılmış devre şeması görülmektedir. Kazanım 6.7.1.1. için kurulan basit elektrik devresinden farklı olarak etkinlikte test uçlarına yerleştirilen materyalin iletken olması durumunda lcd

Tablo 1: Araştırma Sürecinde Gruplara Uygulanan İşlemler ve Testler

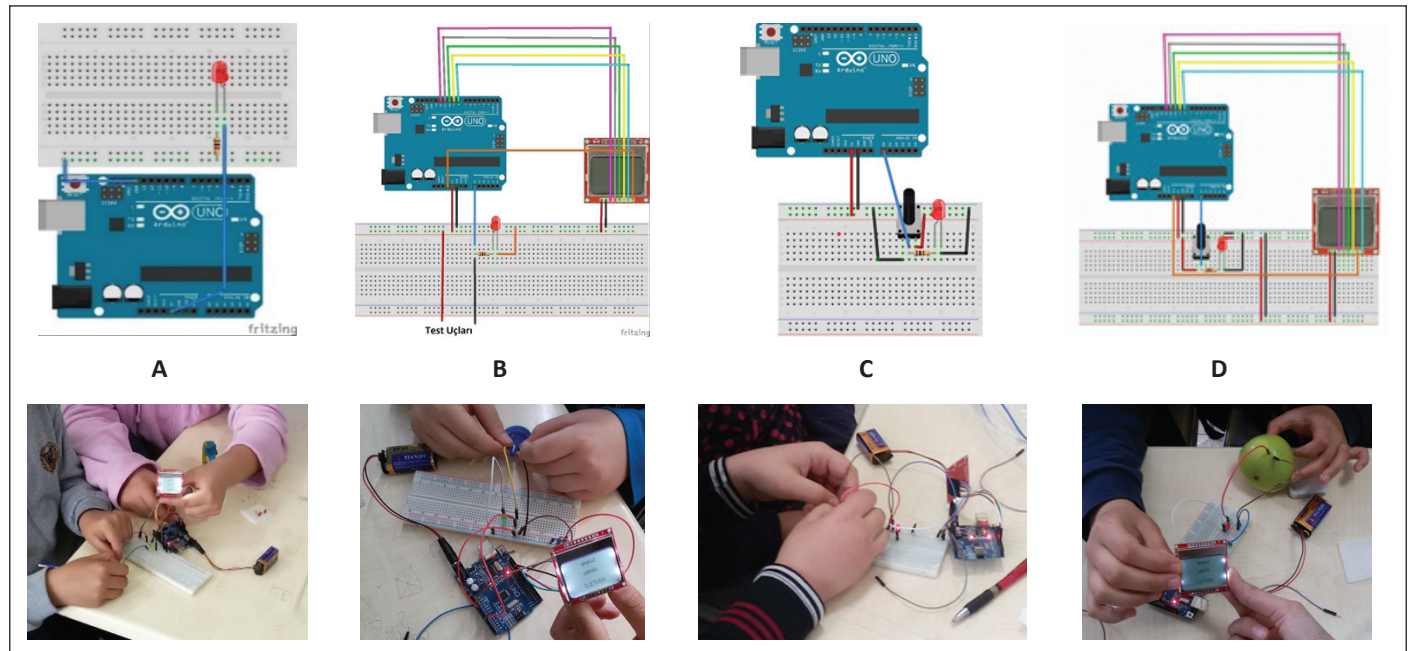
Grup	Ön Test	İşlem	Son Test
Deney	Başarı Testi (BT) Fen Bilimleri Öz-yeterlilik Ölçeği (FBÖÖ) Tutum Ölçeği (TÖ)	Arduino ile öğretim	Başarı Testi (BT) Fen Bilimleri Öz-yeterlilik Ölçeği (FBÖÖ) Tutum Ölçeği (TÖ)
Kontrol	Başarı Testi (BT) Fen Bilimleri Öz-yeterlilik Ölçeği (FBÖÖ) Tutum Ölçeği (TÖ)	Mevcut öğretim yöntemi	Başarı Testi (BT) Fen Bilimleri Öz-yeterlilik Ölçeği (FBÖÖ) Tutum Ölçeği (TÖ)

Tablo 2: Araştırmanın Örnekleme

Gruplar	Kız		Erkek		Toplam
	n	%	n	%	
Deney Grubu	15	46,88	17	53,12	32
Kontrol Grubu	16	50,00	16	50,00	32

Tablo 3: Öğretim Programında 6. Sınıf Elektriğin İletimi Ünitesi, Kazanımları ve Ders Saatleri

Ay	Hafta	Saat	Kazanımlar	Etkinlikler	
Nisan	2. Hafta 10-14 Nisan 2017	4	4	7. ÜNİTE 7.1 İletken ve yalıtkan maddeler ile ilgili olarak öğrenciler; 6.7.1.1. Tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri, elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırır. 6.7.1.2. Maddelerin elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerinin hangi amaçlar için kullanıldığını günlük yaşamdan örneklerle açıklar.	İletken ve yalıtkan maddeleri tanıma
	3. Hafta 17-21 Nisan 2017	4	4	7.2 Elektriksel direnç ve bağlı olduğu faktörlerle ilgili olarak öğrenciler; 6.7.2.1. Bir elektrik devresindeki ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini deneyerek test eder.	Ampul parlaklığını etkileyen etkenler
	4. Hafta 24-28 Nisan 2017	4	4	6.7.2.1. Bir elektrik devresindeki ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini deneyerek test eder.	Ampulün parlaklığını neler etkiler?
Mayıs	1. Hafta 1-5 Mayıs 2017	4	4	6.7.2.2. Elektriksel direnci ifade ederek bir iletkenin direncini ölçer ve birimini belirtir.	Elektrik her elemana uğramaz Direnç ölçer kullanıyorum. Ampulün parlaklığı ile direnç arasındaki ilişki Reostayı kullanıyorum parlaklıkla oynuyorum
	2. Hafta 8-12 Mayıs 2017	4	2	6.7.2.3. Ampulün de bir iletken telden oluştuğunu ve bir direncinin olduğunu fark eder.	

**Şekil 4:** Bazı Arduino devre şemalarından ve deney grubu sınıf içi etkinliklerinden kesitler.

ekranda “ampul yandı” “iletken” bildirimi, materyalin yalıtkan olması durumunda ise ekran “ampul yanmıyor” “yalıtkan” bildirimi çıkmaktadır. Aynı devre 6.7.2.2. nolu kazanım etkinliğinde test uçları arasına konulan materyalin direncini ölçerek ekranda göstermekte ve ampul yanmadığında “yalıtkan” bildirimi yaparak yalıtkanların direncinin iletkenlere göre daha fazla olduğunun fark edilmesini sağlamaktadır. Şekil 4c’ de şeması gösterilen devre ile reosta ile ampul parlaklığı değişimi gözlenmektedir. Devreye lcd ekran eklenerek (Şekil 4d) reostanın anlık direnci ekranda yazdırılarak 6.7.2.1 nolu kazanımında amaçlanan direnç değeri arttıkça ampul parlaklığının azaldığı kavramı kazandırılır.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veriler başarı testi, öz yeterlilik ölçeği ve tutum ölçeği ile toplanmıştır. Öğrencilerin elektriğin iletimi konusu ile ilgili akademik başarı düzeylerini tespit etmek amacıyla MEB tarafından hazırlanan 20 sorudan oluşan “Elektriğin İletimi” ünitesi kazanım kavrama testi başarı testi olarak kullanılmıştır. Öz yeterlilik ölçeği olarak Tatar, Yıldız, Akpınar ve Ergin (2009) tarafından geliştirilen “Fen Bilimlerine Yönelik Öz yeterlilik Ölçeği” kullanılmıştır. Bu ölçek 27 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin Croanbach-Alfa katsayısı 0,93 olarak hesaplanmıştır. Ölçek maddeleri Kesinlikle Katılıyorum’dan Kesinlikle Katılmıyorum’a 5’li likert tipindedir. Tutum ölçeği olarak Nuhoğlu (2008) tarafından geliştirilen “Ortaokul Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçekte 10’u olumlu, 10’u olumsuz olmak üzere toplam 20 madde bulunmaktadır. Ölçeğin Cronbach-Alfa katsayısı $\alpha = 0,8739$ olarak hesaplanmıştır. 3’lü likert tipinde olan ölçek “katılıyorum”, “fikrim yok” ve “katılmıyorum” şeklindedir.

Verilerin Analizi

Başarı testinde kazanımlarını ölçmek amaçlı 20 adet çoktan seçmeli sorunun her biri 5 puan olarak değerlendirilmiştir. Böylece başarı testinden en çok 100 puan alınabilmektedir. Başarı testinin değerlendirmesi aynı okulda görev yapan iki fen bilimleri öğretmeni tarafından yapılmıştır. Öz yeterlilik ölçeğinde 5’li likert tipindeki ölçek maddeleri “Kesinlikle Katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum”, “Kesinlikle Katılmıyorum” şeklinde olup sıra ile 5 puandan 1 puana doğru puanlanmıştır. Olumsuz maddelerde ise ters puanlama yapılmıştır. Ölçekten alınabilecek maksimum puan 135, mini-

mum puan ise 27 puandır. Tutum ölçeğinde ise ölçekte olumlu tutum maddeleri “katılıyorum” seçeneği 3 puan, “fikrim yok” seçeneği 2 puan, “katılmıyorum” seçeneği ise 1 puan olarak puanlanmıştır. Olumsuz maddelerin puanlanmasında ise ters puanlama yapılmıştır. Ölçekten alınabilecek maksimum puan 60, minimum puan ise 20’dir. Araştırmada her iki grup öğrencilerine başarı testi, öz yeterlilik ölçeği ve tutum ölçeği, ön test ve son test olarak uygulanmıştır.

Araştırmanın alt problemlerine cevap aranması için başarı testi, öz yeterlilik ölçeği ve tutum ölçeğinden elde edilen verilerle parametrik testlerin yapılmasına ihtiyaç vardır. Parametrik testlerin yapılabilmesi için ise verilerin normal dağılıma sahip olması gerekmektedir. Bu amaç ile ilk olarak elde edilen verilerle normallik testleri yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 4’te gösterilmiştir.

Shapiro-Wilks test sonucunun normal dağılımı için anlamlılık değerleri 0,05’den büyük olması gerekmektedir. Tablo 4’ten de görüldüğü üzere deney grubu başarı ön test ve kontrol grubu başarı son test, tutum ölçeği ön test ve son test, tutum ön test-son test verilerinin normal dağılım şartını sağlamamaktadır. George ve Mallery (2010) çarpıklık ve basıklık değerlerinin ± 2 aralığında yer almasının da normal kabul edilen bir durum olduğunu belirtmiştir. Buna göre çarpıklık ve basıklık değerlerine bakılmış ve bulgular Tablo 5’te sunulmuştur.

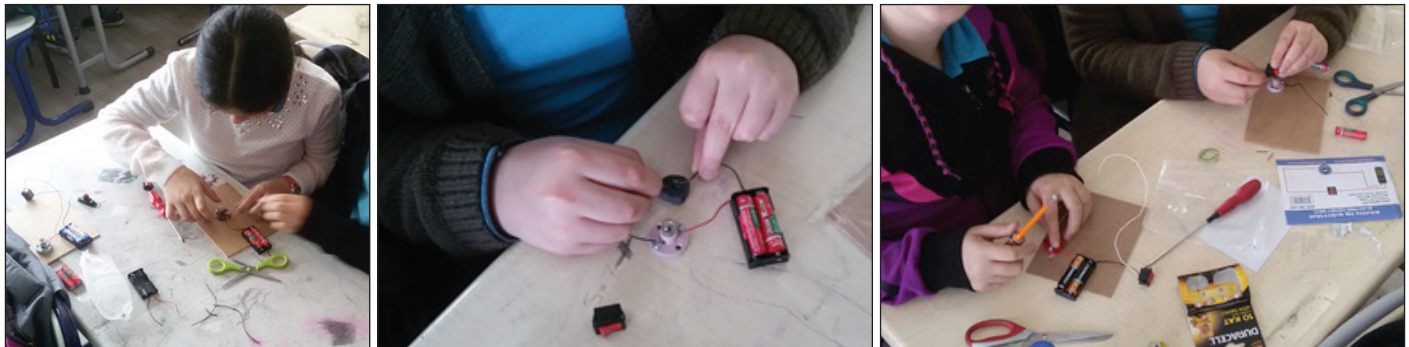
Tablo 5’te görüldüğü üzere deney grubu başarı ön test ve kontrol grubu başarı son test, tutum ölçeği ön test ve son test, tutum ön test-son test basıklık ve çarpıklık değerleri ± 2 aralığında olduğundan verilerin normal dağılım gösterdiği söylenebilir. Bu durum ise parametrik testlerin kullanılabilmesi anlamına gelmektedir. İki bağımsız grup arasında puanlar açısından anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için bağımsız örneklem t-testi uygulanmış ve $p < 0,05$ anlamlılık düzeyi kullanılmıştır.

BULGULAR

Bu bölümde çalışmada toplanan verilerin analizlerinden elde edilen bulgular araştırma alt problemlerine cevap olacak şekilde ayrı ayrı başlıklar altında tablolar ile sunulmuştur.

Birinci Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Arduino programlama ile öğretimin öğrencilerin başarıları üzerindeki etkisini incelemek için uygulama öncesinde grupların başarı açısından birbirlerine denk olup olmadığını test etmek



Şekil 5: Kontrol grubunda bazı sınıf içi etkinliklerden kesitler.

için ön test başarı puanlarına bağımsız örneklem t-testi uygulanmış ve bulgular Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6'da görüldüğü üzere grupların elektriğin iletimi ünitesi ön test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır [$t(62) = 1,917$; $p > 0,05$]. Buna göre uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarının elektriğin iletimi ünitesi başarı

düzeylerinin birbirine denk olduğu söylenebilir. Uygulama sonunda grupların başarı testi puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla bağımsız t testi yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7'den görüldüğü gibi deney grubu ile kontrol grubunun uygulama sonunda başarı testi puanları arasında anlamlı bir

Tablo 4: Ön Test ve Son Testlere Ait Shapiro-Wilks Testi Normallik Değerleri

Grup	Test	İstatistik	sd	Sig.
Deney	Başarı Ön Test	0,917	32	0,017
Kontrol		0,957	32	0,226
Deney	Başarı Son Test	0,945	32	0,101
Kontrol		0,923	32	0,026
Deney	Öz yeterlilik Ön Test	0,988	32	0,973
Kontrol		0,965	32	0,379
Deney	Öz yeterlilik Son Test	0,982	32	0,853
Kontrol		0,943	32	0,092
Deney	Öz yeterlilik Ön Test-Son Test	0,988	32	0,773
Kontrol	Öz yeterlilik Ön Test-Son Test	0,973	32	0,181
Deney	Tutum Ölçeği Ön Test	0,895	32	0,005
Kontrol		0,932	32	0,044
Deney	Tutum Ölçeği Son Test	0,898	32	0,005
Kontrol		0,916	32	0,017
Deney	Tutum Ölçeği Ön Test-Son Test	0,921	32	0,001
Kontrol	Tutum Ölçeği Ön Test-Son Test	0,922	32	0,001

Tablo 5: Ön Test ve Son Testlere Ait Çarpıklık Basıklık Değerleri

Grup	Test	Çarpıklık Değeri	Çarpıklık Standart Hatası	Basıklık Değeri	Basıklık Standart Hatası
Deney	Başarı Ön Test	-0,688	0,414	-0,456	0,809
Kontrol		0,095	0,414	-1,367	0,809
Deney	Tutum Ölçeği Ön Test	-1,116	0,414	0,813	0,809
Kontrol		-0,858	0,414	0,840	0,809
Deney	Tutum Ölçeği Son Test	-0,626	0,414	-0,723	0,809
Kontrol		-0,623	0,414	-0,727	0,809
Deney	Tutum Ölçeği Ön Test-Son Test	-0,714	0,299	0,287	0,590
Kontrol	Tutum Ölçeği Ön Test-Son Test	-0,827	0,299	-0,022	0,590

Tablo 6: Gruplarının Başarı Testi Ön Test Puanları Arasındaki Bağımsız T-Testi Sonuçları

	Grup	n	X	SS	Sd	t	p
Ön Test	Deney	32	37,03	12,880	62	1,917	0,060
	Kontrol	32	30,78	13,205			

Tablo 7: Gruplarının Başarı Testi Son Test Puanları Arasındaki Bağımsız T-Testi Sonuçları

	Grup	n	X	SS	Sd	t	p
Son Test	Deney	32	72,97	17,032	62	0,947	0,347
	Kontrol	32	68,44	21,039			

farklılık bulunmamaktadır [$t(62) = 0,947$; $p>0,05$]. Bir başka ifade ile Arduino ile öğretimin gruplar arasında başarı açısından anlamlı olabilecek bir farklılık oluşturmadığı söylenebilir.

İkinci Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Arduino programlama ile öğretimin öğrencilerin fen bilimlerine yönelik öz yeterliliği üzerindeki etkisini incelemek için grupların fen bilimleri öz yeterlilik ön test ve son test puanlarına bağımsız t-testi uygulanmıştır. Bu testten elde edilen bulgular Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8’den de görüldüğü gibi deney ve kontrol grubunun uygulama öncesinde fen bilimleri öz yeterlilik ölçeğinden almış oldukları puanlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır [$t(62)=0,615$; $p>0,05$]. Buna göre, grupların uygulama öncesinde fen bilimleri öz yeterlilik algı düzeylerinin denk olduğu söylenebilir.

Grupların fen bilimleri öz yeterlilik ölçeğinden elde edilen son test puanlarına arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla son test puanlarına bağımsız t testi uygulanmıştır. Bu testten elde edilen veriler ise Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 9’dan görüldüğü gibi grupların fen bilimleri öz yeterlilik son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur [$t(62)=0,404$; $p>0,05$]. Bu bulgu, Arduino ile programlamanın öğrencilerin fen bilimleri dersi öz yeterlilik puanları üzerinde anlamlı düzeyde bir etki etmediği şeklinde yorumlanabilir.

Üçüncü Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Arduino ile programlamanın öğrencilerin fen bilimleri dersine

yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemek için grupların fen bilimleri tutum ölçeği ön test ve son test puanlarına bağımsız t-testi uygulanmıştır. Bu testten elde edilen bulgular Tablo 10’da sunulmuştur.

Tablo 10’dan görüldüğü gibi grupların uygulama öncesinde fen bilimleri tutum ölçeğinden almış oldukları puanlar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır [$t(62)=0,575$; $p>0,05$]. Buna göre, grupların uygulama öncesinde fen bilimleri dersine yönelik tutumlarının denk düzeyde olduğu söylenebilir.

Grupların son test sonuçlarına göre fen bilimleri dersine yönelik tutum ölçeğinden aldıkları puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla grupların son test tutum puanlarına bağımsız t-testi uygulanmıştır. Bu testten elde edilen bulgular Tablo 11’de sunulmuştur. Tablo 11’den görüldüğü gibi grupların fen bilimleri dersine yönelik son test tutum puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur [$t(62)=2,161$; $p<0,05$]. Bu bulgu, Arduino ile öğretimin öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumları üzerinde olumlu yönde etki ettiği şeklinde yorumlanabilir.

TARTIŞMA

Arduino ile programlamanın öğrencilerin elektriğin iletimi konusundaki başarıları üzerinde etkisinin olup olmadığını tespit edilebilmesi amacı ile yapılan bağımsız t testinden gruplar arasında başarı yönünden anlamlı bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Bir başka ifadeyle Arduino ile öğretim yapılan deney grubu ile mevcut öğretimin yapıldığı kontrol grubu arasında başarı yönünden bir farklılık oluşturmadığı söylenebilir. Bu çalışmadan farklı olarak literatürde farklı ders ve konularda robotik uygulamaların öğrencilerin başarılarını artırdığını ortaya koyan

Tablo 8: Gruplarının Fen Bilimleri Dersi Öz Yeterlilik Testi Ön Test Puanları Arasındaki Bağımsız T-Testi Sonuçları

	Grup	n	X	SS	Sd	t	p
Ön Test	Deney	32	97,72	18,366	62	0,615	0,606
	Kontrol	32	100,03	17,282			

Tablo 9: Grupların Fen Bilimleri Öz Yeterlilik Ölçeği Son Test Puanları Arasındaki Bağımsız T- Testi Sonuçları

	Grup	n	X	SS	Sd	t	p
Son Test	Deney	32	101,81	15,948	62	0,404	0,240
	Kontrol	32	106,34	14,559			

Tablo 10: Gruplarının Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum Testi Ön Test Puanları Arasındaki Bağımsız T-Testi Sonuçları

	Grup	n	X	SS	Sd	t	p
Ön Test	Deney	32	53,31	5,427	62	0,575	0,567
	Kontrol	32	52,50	5,870			

Tablo 11: Grupların Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutum Ölçeği Son Test Puanları Arasındaki Bağımsız T- Testi Sonuçları

	Grup	n	X	SS	Sd	t	p
Son test	Deney	32	54,06	5,441	62	2,161	0,035
	Kontrol	32	50,66	7,065			

çalışmalar bulunmaktadır. Özdoğru (2013) robotik uygulamaların 6. sınıf fen ve teknoloji dersi fiziksel olaylar öğrenme alanına ait kazanımlarda öğrencilerin başarısını olumlu yönde etkilediği, Özel (2018) robotik uygulamaların fen bilimleri dersi sekizinci sınıf “Deprem ve Hava Olayları”, “Basit makineler”, “Işık ve ses” ve “Yaşamımızdaki elektrik” konularında öğrencilerin başarılarını olumlu yönde etkilediği, Alakuş (2019), Arduino ile gerçekleştirilen fizik derslerinin 10. sınıf öğrencilerinin başarılarını artırdığını ve fizik laboratuvarına karşı tutumlarının olumlu yönde arttığı, Selçuk (2019) bilişim teknolojileri ve yazılım dersinde eğitsel robotik uygulamaların akademik başarıyı olumlu etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmadan elde edilen veriler de göz önünde bulundurulduğunda Arduino ve diğer robotik teknolojilerinin farklı derslerde ve farklı konularda etkisinin farklılık gösterebileceği söylenebilir.

Arduino ile programlamanın öğrencilerin elektriğin iletimi konusundaki öz yeterlilikleri üzerinde etkisi olup olmadığını tespit etmek amacı ile yapılan bağımsız t testi analizinden gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Uygulama öncesinde öğrencilerin elektriğin iletimi konusunda öz yeterlilik algılarının 135 üzerinden ortalamasının yaklaşık $x = 98$ olduğu yani öz yeterliliklerinin iyi olduğu söylenebilir. Uygulama sonrasında ise öz yeterlilik algılarının ortalamasının yaklaşık $x = 102$ olması öğrencilerinin öz yeterlilik algısında artış olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte kontrol grubundaki öğrencilerin öz yeterlilik puanlarında daha fazla artış olduğu (100 puandan 106 puana) görülmüştür. Deney grubunda daha az artış görülmesinin Arduino ile etkinliklerde çok fazla bağlantı kablosu kullanımından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Nitekim öz yeterlilik, kişinin bir işi yapabilme, başarabilme yeteneği konusunda yargıları şeklinde tanımlanabilir (Zimmerman 1995). Gruplar arasında öz yeterlilik puanları arasında anlamlı farklılık olmaması Arduino ile öğretimin öğrencilerin fen bilimleri dersi öz yeterlilikleri üzerinde etkisinin olmadığı şeklinde yorumlanabilir. Literatürde Arduino ve benzer robotik uygulamaların öğrencilerin öz yeterlilik algıları üzerinde etki oluşturduğunu ortaya koyan araştırmalar mevcuttur (Karaahmetoğlu, 2019; Çayır, 2010; Şenol 2012). Karaahmetoğlu (2019) proje tabanlı Arduino eğitsel robot uygulamalarının öğrencilerin STEM beceri algılarına katkısı olduğunu fakat anlamlı bir farklılık oluşturmadığı sonucuna ulaşmıştır. Çayır (2010) ise lego-logo ile desteklenmiş öğrenme ortamlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Şenol (2012) robotik destekli yapılan deneysel etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini olumlu etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Arduino ile programlamanın öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumları üzerinde etkisi olup olmadığını tespit etmek amacı ile yapılan bağımsız t testi analizinden deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bulgu, Arduino ile yapılan öğretimin öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarını olumlu etkilediği şeklinde ifade edilebilir. Benzer olarak, Sinap (2017) Arduino etkinliklerinin öğrencilerin programlama dersine yönelik tutumlarını anlamlı düzeyde artırdığı sonucuna varmıştır. Başaran (2018), fen bilgisi öğretmenliği programı elektrik deneylerinde Arduino'nun tanıtılma-

sı ve öğrencilerin teknolojiye ve bilgi-iletişim teknolojilerine (BİT) yönelik tutumlarına etkisinin araştırıldığı çalışmada çalışma grubundaki tüm öğrencilerin teknolojiye ve BİT'e yönelik tutumlarında anlamlı bir etki meydana geldiği tespit etmiştir. Özdoğru (2013), robotik setlerinin kullanımının öğrencilerin fen dersine yönelik tutumları üzerinde olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Özel (2018), ortaokul 8. sınıf öğretim programına robotik biliminin entegre edilmesinin sonuçlarını ortaya koymak amacıyla yapmış olduğu çalışmada, robotik teknolojisinin öğrencilerin teknolojiye ve STEM'e yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada Arduino ile programlamanın, öğrencilerin elektriğin iletimi konusundaki başarıları ve öz yeterlilikleri üzerinde etkisi olmadığı, tutumları üzerinde ise deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırma bulguları ve literatür incelendiğinde 21. yüzyıl teknolojilerinde Arduino ve benzeri robotik etkinliklerinin derslerde kullanımının öğrencilerin ilgisini çektiği ve derslere yönelik tutumlarında olumlu yönde etki ettiği söylenebilir. Yine de, katılımcı sayısı ve araştırmada benimsenen yöntem gibi bazı sınırlamaların dikkate alınması gerekir.

Öğrenciler, mikroişlemciye bağlı sensörlerle deneysel verileri hızlı ve kolay bir şekilde toplayıp işleyebilirler. Bu sayede zamanlarının ve dikkatlerinin çoğunu veri toplamak ve grafik oluşturmak yerine verileri yorumlamaya odaklayabilirler (Russell, Lucas ve McRobbie 2004). Bununla birlikte Arduino kullanımı öğrencilere matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerini bir arada kullanarak disiplinler arası çalışma fırsatı sağlayabilir. Öğrencilerden problem durumları oluşturmaları ve kodlamalar yaparak problem çözme algoritmaları geliştirmeleri istenebilir. Deney düzenekleri ile verileri hızlı bir şekilde toplayıp bilgisayar ortamında grafiğe dönüştürebilirler. Bu nedenle, Arduino kullanımının fen kazanımları yanında öğrencilerin algoritmik düşünme becerilerini, veri toplama becerilerini ve problem çözme becerilerini etkileyebileceği düşünülmektedir. Fakat bu etkiler ilerideki yapılacak çalışmalarda test edilmelidir. Arduino, kodlama ve robotik kavramları son yılların gözde kavramlarıdır. Arduino kullanımı fen eğitimcilerine, fen konularının zengin içeriği ile dijital çağın çarpıcı teknolojik başarılarını bir araya getirmek için bir bağlam sağlar ve öğrenenlerin çağdaş söylem aracılığıyla problemlere yaklaşmasına olanak sağlamaktadır. Anaokullarından başlayarak ilkököl, ortaokul ve liselerde robotik sınıfları oluşturulmakta ve büyük küçük her yaşta bireyin ilgisini çekmektedir. Fakat öğrencilerin oldukça ilgisini çeken bu uygulamaların ders materyali olarak kullanımına yönelik çalışmalar yok denecek kadar azdır. Farklı konu ve sınıf düzeylerinde benzer çalışmaların yapılması, yapılacak çalışmalarda Arduino kullanımının bilimsel süreç becerileri, motivasyon, üst bilişsel farkındalık gibi farklı değişkenlere etkisinin araştırılması önerilmektedir.

Bilgilendirme

Bu çalışma Bülent YÜKSEL isimli yazarın Doç. Dr. Ezgi TAYLAN KOPARAN danışmanlığında hazırladığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Alakuş, F. (2019). Lise Genel Fizik II Deneylerinin Arduinoyla Yapılmasının Öğrenmeye Katkısı. *Yüksek Lisans Tezi*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Arduino, 2017. 'Arduino platform', <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>.
- Aslan, B. (2015). *Öğretim Teknolojileri Ve Materyal Tasarımı Derisinin İngilizce Öğretmenlerinin Mesleki Kazanımlarına Etkisi (Muğla ili örneği)*, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Atkin, K. (2016). Using the arduino with makerplot software for the display of resonance curves characteristic of a series LCR circuit. *Physics Education*, 51(6), 065006.
- Barut, L. (2015). *Fen ve teknoloji öğretmenlerinin eğitimde teknoloji kullanımına yönelik tutumları ile bilgisayar öz yeterlik algıları arasındaki ilişki*. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- 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 İletişim Teknolojilerine Yönelik Tutumlarına Etkisinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Blum, J. (2013). 'Exploring Arduino: tools and techniques for engineering wizardry'. John Wiley & Sons.
- Büyüköztürk, Ş. (2007) *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem A Yayıncılık, Ankara.
- Chen, S., Lo, H C., Lin, J. W., Liang, J. C., Chang, H. Y., Hwang, F. K., & Wang, C. Y. (2012). Development and implications of technology in reform-based physics laboratories. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8(2), 020113.
- Çayır, E. (2010). *Lego-Logo ile Desteklenmiş Öğrenme Ortamının Bilimsel Süreç Becerisi ve Benlik Algısı Üzerine Etkisinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- George, D., & Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*, 17.0 update (10a ed.). Boston: Pearson.
- Gupta, N., Tejovanth, N., & Murthy, P. (2012, January). Learning by creating: Interactive programming for Indian high schools. In *2012 IEEE International Conference on Technology Enhanced Education (ICTEE)* (pp. 1-3). IEEE.
- Gürman, Ü. (2019). *Arduino ile Müzik Eğitiminde Materyal Tasarımı*. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Karaahmetoğlu, K. (2019). *Proje Tabanlı Arduino Eğitsel Robot Uygulamalarının Öğrencilerin Bilgisayarca Düşünme Becerileri Ve Temel STEM Beceri Düzeyleri Algılarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya.
- Koparan, T. (2017). Analysis of teaching materials developed by prospective mathematics teachers and their views on material development. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 5(4), 8-28.
- Koparan, T., & Güven, B. (2012) The effect on the 8th grade students' attitude towards statistics of project based learning. *European Journal of Educational Research*, 3(2), 73-85.
- Koparan, T., & Kaleli Yılmaz, G. (2020). Matematik öğretmeni adaylarının mobil öğrenme ile desteklenen öğrenme ortamına yönelik görüşleri. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1), 109-128.
- Nuhoğlu, H. (2008). İlköğretim fen ve teknoloji dersine yönelik bir tutum ölçeğinin geliştirilmesi. *İlköğretim online*, 7(3), 627-639.
- Özdoğru, E. (2013). *Fiziksel Olaylar Öğrenme Alanı İçin Lego Program Tabanlı Fen ve Teknoloji Eğitiminin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Bilimsel Süreç Becerilerine ve Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutumlarına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Özel, M. (2018). *Robotik biliminin ortaokul 8. sınıf fen bilimleri dersine entegrasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Pereira, N. S. A. (2016). Measuring the RC time constant with arduino. *Physics Education*, 51(6), 065007.
- Russell, D. W., Lucas, K. B., & McRobbie, C. J. (2004). Role of the microcomputer-based laboratory display in supporting the construction of new understandings in thermal physics. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 41(2), 165-185.
- Sarı, U., & Kırındı, T. (2019). Using arduino in physics teaching: arduino-based physics experiment to study temperature dependence of electrical resistance. *Journal of Computer and Education Research*, 7 (14), 698-710.
- Sarı, U., Pektaş, H. M., Çelik, H., & Kırındı, T. (2019). The effects of virtual and computer based real laboratory applications on the attitude, motivation and graphic interpretation skills of university students. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 27(1), 1-17.
- Selçuk, N. B. (2019). *Eğitsel robotik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin ders motivasyonları, robotik tutumları ve başarıları açısından incelenmesi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sinap, V. (2017). *Programlama eğitiminde probleme dayalı öğrenmeye yönelik Arduino etkinliklerinin kullanılması: Bir eylem araştırması*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi / Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Şenol, A. K. (2012). *Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: ROBOLAB*, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Tatar, N., Yıldız, E., Akpınar, E., & Ergin, Ö. (2009). A study on developing a self efficacy scale towards science and technology. *Eurasian Journal of Educational Research (EJER)*, 36, 263-280.
- Tunyagi, A., Kandrai, K., Fülöp, Z., Kapusi, Z., & Simon, A. (2018). Friction coefficient determination by electrical resistance measurements. *Physics Education*, 53(3), 1-9.
- URL 1 <https://www.makerteknoloji.com/bizden-yazilar/arduino-yu-programlamak-icin-hangi-yazilim-dili-gerekliyor/> Son Erişim tarihi 23.10.2019
- Yalın, H. İ. (2007). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Yiğit, M. F. (2016). *Görsel programlama ortamı ile öğretimin öğrencilerin bilgisayar programlamayı öğrenmesine ve programlamaya karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Zimmerman, B. J. (1995). Self-efficacy and educational development. In A. Bandura (Ed.). *Self-efficacy in changing societies*. New York: Cambridge University Press, 202-231.