

ULUSLARARASI SOSYAL ARAŞTIRMALAR DERGİSİ THE JOURNAL OF INTERNATIONAL SOCIAL RESEARCH

Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi / The Journal of International Social Research
Cilt: 14 Sayı: 76 Şubat 2021 & Volume: 14 Issue: 76 February 2021
www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

ARDUİNO DESTEKLİ STEM ETKİNLİKLERİNE YÖNELİK ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN GÖRÜŞLERİ SECONDARY SCHOOL STUDENTS' VIEWS ON STEM ACTIVITIES SUPPORTED WITH ARDUİNO

Gülsüm MEÇO*
Aslı GÖRGÜLÜ ARI**

Öz

Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonu ile derslerin verildiği STEM eğitimi, 21. yüzyılın eğitim yaklaşımı olarak kabul edilmektedir. Arduino; ısı, sıcaklık nem gibi sensörler ile öğrencilerin orijinal projeler tasarlamasına imkân tanır. Bu çalışmanın amacı, Arduino destekli STEM yaklaşımıyla işlenen derslerin öğrenci görüşlerine dayanarak; avantajlarını, dezavantajlarını, öğrenciye katkılarını ve öğrencilerin ileride seçecekleri meslekleri etkileyip etkilemediğini belirlemektir. Çalışma, İstanbul'da bir devlet okulunda öğrenim görmekte olan 6. Sınıfa giden 10 kişilik bir grup ile okul dışı STEM etkinliği kapsamında okul idaresi ve öğrenci velilerinden gerekli izinler alınarak gerçekleştirilmiş ve 5 hafta sürmüştür. Çalışma kapsamında fen bilgisi dersi, vücudumuzdaki sistemler ünitesine ait destek ve hareket, sindirim, dolaşım, solunum ve boşaltım sistemleri Arduino ile desteklenerek fen, mühendislik, matematik ve teknoloji disiplinleri ile iç içe işlenmiştir. Çalışmanın içeriği için 5 adet Arduino destekli STEM etkinliği geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Çalışmada özel durum çalışması, yöntem olarak seçilmiş, veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Öğrencilerden gelen cevaplar, betimsel analiz yöntemi kullanılarak çözümlenmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin büyük çoğunluğunun etkinlikleri faydalı ve eğlenceli bulduğu, fen dersine olan bakış açılarını değiştirdiği, dersi daha çok sevmeye başladıkları, ileride seçecekleri mesleklerin mühendislik ve fen alanları yönünde değiştiği saptanmıştır. Arduino destekli STEM etkinliklerinin öğrenciler üzerindeki olumlu etkiler düşünüldüğünde, fen bilgisi öğretmenlerinin derslerinde bu tarz etkinlikleri daha sık kullanabileceği, vücudumuzdaki sistemler dışında diğer fen konularında da uygulanabileceği önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arduino, STEM, Fen Eğitimi, Vücudumuzdaki Sistemler.

Abstract

Science, technology, engineering and mathematics disciplines that those courses are given by the integration of STEM education is considered as a 21st century approach to education. Arduino; It allows students to design original projects with sensors such as temperature, temperature, humidity. The aim of this study was based on the opinion supported by the Arduino and committed students with STEM courses approach; to reveal the advantages, disadvantages, contributions to the student, the educational aspect, to determine the effects of team work, to determine how well the students understand the subject and to determine whether the students will affect the professions they will choose in the future. The study was carried out with a group of 10 students attending 6th grade studying at a public school in Istanbul, with the necessary permissions from the school administration and students' parents within the scope of out-of-school STEM activity and lasted for 5 weeks. Within the extent of the study, the support and movement, digestion, circulation, respiration and excretory systems of the systems in our body unit were supported by Arduino and intertwined with science, engineering, mathematics and technology disciplines. For the content of the study, 5 Arduino supported STEM activities were developed and implemented. In the study, the case study was chosen as the method, the semi-structured interview form prepared by the researcher was used as the data collection tool. Answers from students were analyzed using content analysis method, which is one of the descriptive analysis methods. As a result of the study, it was determined that the majority of students found the activities useful and entertaining, changed their perspective on science lesson, started to like the lesson more, and the professions they would choose in the future changed in the direction of engineering and science. Considering the positive effects of Arduino-supported STEM activities on students, science teachers can use such activities more often in their lessons, can be applied in other science subjects other than the systems in our body.

Keywords: Arduino, STEM, Science Education, Systems in Our Body.

* Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Yüksek Lisans Öğrencisi, ORCID: 0000-0003-4069-5970, gulsummeco@gmail.com
** Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, ORCID: 0000-0002-6034-3684, agorgulu@yildiz.edu.tr



1. Giriş

STEM, öğrencileri, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinde ve disiplinler arası uygulamalı bir yaklaşımla eğitime fikrine dayanan bir müfredattır. STEM, dört disiplini ayrı konular olarak öğretmek yerine, bunları gerçek dünya uygulamalarına dayalı birleşik bir öğrenme paradigmasına entegre eder (MEB, 2018).

Eğitimde STEM yaklaşımı ile öğrenciler gruplara ayrılarak kendilerine öğretmenleri tarafından sunulan bilgi temelli hayat probleminin çözümüne yönelik, işbirliği ile etkinlikler yaparlar. Bundan dolayı öğrenciler; yaratıcılıklarını geliştirir, eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri edinir, arkadaşları ile iletişim halinde ve işbirliği yaparak çalışır, medya ve bilgi okuryazarlığı edinir, üretken ve sorumlu birer birey haline gelir, kısaca 21. yüzyıl becerilerini büyük oranda kazanırlar. Bu konuda yapılmış pek çok akademik çalışma mevcuttur (Erdoğan ve Çiftçi, 2017; Özçelik ve Akgündüz; Çepni, 2018).

STEM eğitimini uygulamak, büyük ölçüde öğretmenlere ve uzman eğitimcilere düşmektedir. Mevcut durumda öğretmenler, yapılandırmacı eğitim yaklaşımı ile 5E (engage, explore, explain, elaborate, evaluate) modeli çerçevesinde öğrencilere ilgili konuyu öğretmeyi tercih etmektedirler (Edem ve Demirel, 2002; Ayvacı ve Bakırcı, 2012).

PISA (Programme for International Student Assessment) ve TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) gibi sınavlardan gözlemlenen düşük performans, eğitimcileri yeni arayışlara yöneltmiştir (Felicia ve Sharif 2014).

Mikro kontrolcü kartları ve yazılım paketinden oluşan bir programlama platformu olan Arduino, ilköğretim ve lise öğrencilerinin orijinal projeler yapmalarına olanak sağlar. Gelişen teknolojinin eğitime entegrasyonunun bir parçası olan Arduino; hava, ışık, sıcaklık, basınç, nem, ağırlık, pH gibi sensörler ile veri topladığından, öğrenciler özgün projeler tasarlayabilirler. Bu durum öğrenciler açısından dersleri çekici hale getirir (Sinap, 2017).

Arduino, anlaması ve kullanılması kolay bir uygulama olduğundan sensörler kullanılarak çeşitli projeler üretilmesine olanak sağlamaktadır. Bu sebeple üniteleri ve içeriği bakımından fen bilimleri dersinin proje geliştirmeye müsait olduğu ele alındığında Arduino, fen bilimleri dersinin çeşitli dallarına entegre edilebilir, farklı disiplinlerde de uygulanabilir (Dökmetaş, 2016).

Benitti (2012) tarafından yürütülen eğitim robotiklerinin sistematik bir literatür taramasının analiz sonuçlarına göre önceki çalışmalar, öğrencilerin öğrenmesini kolaylaştırmak için birincil öğrenme araçları olarak Lego robotları kullanılması eğilimindeydi. Ayrıca Benitti, gelecekteki araştırmaların eğitim ve öğretim için düşük maliyetli robotlar gibi çeşitli eğitim robotik ürünlerini benimsenmesi gerektiğini ve böylece mevcut çalışmalarda Arduino tabanlı eğitim robotik ürünlerinin kullanımının rasyonelleştirilmesini önermiştir.

Robotik ile ilgili yapılan ilk çalışmalara bakıldığında STEM eğitiminin öne çıktığı ve çalışmaların artarak devam ettiği, kullanılan araçların Lego Mindstrom RCX, NXT ve EV3 setleri olduğu ortaya konmuş (Yolcu ve Demirel, 2017), ancak söz konusu setlerin açık kaynaklı olmaması, eğitimcileri farklı alternatiflere yönlendirmiştir (Alò ve diğerleri, 2020).

Arduino destekli STEM eğitimi yeni olmasına rağmen üç eski teoriye dayandırılabilir. Papert'in inşacılık teorisi, Dewey'in deneysel öğrenme yaklaşımı ve Montessori'nin eğitim metodu (Dougherty, 2012; Kurti ve diğerleri 2014; Lee, 2015).

Papert'in inşacılık teorisine göre öğrencilerin çevresindeki dünyayı anlamaları fikir ve bilgi edinme süreçlerini kullanmasıyla ve aktif olarak fiziksel nesnelere üretmesiyle mümkündür. Dewey (1997)'e göre öğrenciler kişisel eylemler yoluyla öğrenir. Öğrenme etkinlikleri gerçekleştirildiğinde problem keşfi ve problem çözme gerçekleşebilir ve bu sayede öğrenciler için anlamlı öğrenme deneyimleri yaşanabilir. Montessori'nin eğitim modeli, oyun yoluyla öğrenmeye dayanır. Montessori'nin eğitim ortamlarında çocukların soyut kavramları anlamak için çeşitli tasarlanmış materyallerle oynamasına olanak sağlanır. Bu da doğrudan yeni bilgiler keşfedilmesine imkân tanır (Lillard, 2003).

İbrahim Kasalak (2018)'a göre internet ile cihazlar arası veri transferi ve yorumlaması sayesinde insan odaklı sistemlerin büyük çoğunluğunun yerini akıllı cihazlara bırakacağı bir gerçeklik olarak tüm ekonomi ve eğitim camiasını ilgilendirmektedir. Son 200 yıllık sanayi toplumunun eğitim sistemi dönüşüme uğramakta 21. yy becerilerine sahip bireyler yetiştirmeye yönelik eğitim sistemi reformuna ihtiyaç duyulmaktadır.



Robotik kitlerin STEM eğitiminde kullanımına yönelik çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin fen okuryazarlığını geliştirdiği, STEM alanlarında öğrenciler için zengin bir ortam oluşturulduğu ve öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirdiği anlaşılmaktadır (Sullivan ve Heffernan, 2016).

Almisis ve Kyngos (2009)'a göre, Arduino benzeri robotik ve kodlama uygulamaları, yapılandırmacı yaklaşımla öğrenmeye giden bir yol olarak tanımlanabilir. Öğrenciler, çevrelerindeki yaşamı anlamak için, farklı bakış açıları geliştirebilir ve üretkenliklerine yeni bir boyut katabilir. Bu tarz uygulamalar öğrencilere; bilgi oluşturma, algoritmik düşünme, ortak çalışma, yaratıcılık ve problem çözme, bilimsel yöntem, programlama mantığı, mühendislik ve tasarım süreçlerini öğretir.

Arduino destekli STEM çalışmalarına bakıldığında öğrenciler; programlama aracı kullanmış, programlama bilgilerini oluşturmuş ve içerik bilgisi edinmiştir. Bunun yanında öğrenciler, programlama kalıplarını tasarladıklarında deneyimlerini bir deneme yanılma süreci ile oluşturmuşlardır. Öğrenciler yavaş yavaş hata ayıklama ilkelerini elde etmiş, bu da öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmiştir. Ayrıca eğlenceli bir öğrenme atmosferinde öğrenciler Arduino platformundaki çeşitli elektronik sensörleri ve aygıtları yönetebilmiş, bu durum öğrencilerin mühendisliğin soyut kavramlarını keşfetmesine ve elektrik mühendisliği algısını güçlendirmesine olanak sağlamıştır. Kısaca Arduino destekli STEM uygulamaları eğitim modellerinden yaparak yaşayarak öğrenme modeline paralellik gösterdiği söylenebilir. Yaşayarak öğrenmek, deneyime ve keşfetmeye dayalı, hayatın tüm olanaklarıyla iç içe olmayı öngören bir öğrenme sistemidir. Sorgulamaya yer vermeyen “ezbere” ve katı eğitim anlayışının klasikliğini tümünden yıkacak yerine deneyimsel, katılımcı ve hareket halinde bir eğitime yönelmeyi ifade eder (Dewey, 1997).

1.1. Amaç ve Önem

Eğitim alanında yapılan araştırmalara bakıldığında son yıllarda STEM yaklaşımının benimsendiği anlaşılmakta ve bu yaklaşımın modern öğretim tekniği olarak kabul edildiği görülmektedir. Öğretmenlerin derslerini STEM yaklaşımı ile işleyebilmeleri için öncelikle bu yaklaşım hakkında bilgi sahibi olmaları, yaklaşımı benimsemeleri ve derslerinde kullanacakları etkinlikleri hazırlamaları gerekmektedir. Bunun için öğretmenlerin akademik olarak uygulanmış, geçerli ve güvenilir etkinliklerden oluşan kaynağa ihtiyaçları vardır.

STEM etkinlikleri tasarlayıp uygulama çalışması son yıllarda birçok araştırmacı tarafından yapılmıştır. Yapılan araştırmalara bakıldığında biyoloji konularının bu konuda çok zayıf kaldığı hele ki “Vücutumuzdaki Sistemler” ünitesi ile alakalı Arduino destekli etkinliğe rastlanmadığı görülmüştür. Daha önce yapılan uygulamalarda; matematik, mühendislik, teknoloji ve fen disiplinlerini bir arada barındırması gerektiğinden, konular daha çok fizik veya matematik disiplinleri arasından seçilmiştir. (Dedetürk, 2020; Buyruk, 2019; Büyükdede, 2018; Çiftçi, 2018; Kurt ve Benzer, 2020; Uçar, 2019) Ayrıca Arduino ile desteklenmiş STEM etkinliklerine Fen Bilgisi Eğitimi alanında rastlanmamıştır. Bu, Fen Bilgisi Eğitimi alan yazınında bir eksiklik olarak görülmektedir. Çalışmanın tüm etkinliklerinde Arduino'nun kullanılacak olması, çalışmanın özgünlüğünü gösteren bir durumdur.

1.2. Problem Cümlesi

Araştırmanın problem cümlesi; “Arduino destekli STEM eğitimi alan ortaokul öğrencilerinin konu hakkındaki görüşleri nelerdir” şeklindedir.

Araştırmada öğrenci görüşlerine dayanarak aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır.

1. Ortaokul öğrencilerinin, Arduino destekli STEM eğitiminin avantajları konusundaki görüşleri nelerdir?
2. Ortaokul öğrencilerinin, Arduino destekli STEM eğitiminin dezavantajları konusundaki görüşleri nelerdir?
3. Ortaokul öğrencilerinin, kendilerine katkı sağlaması bakımından, Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?
4. Ortaokul öğrencilerinin, eğiticilik bakımından, Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?
5. Ortaokul öğrencilerinin, grup çalışmasının verimliliğini etkilemesi bakımından, Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?
6. Ortaokul öğrencilerinin, fen bilimleri dersine karşı bakış açılarını etkilemesi bakımından, Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?



7. Ortaokul öğrencilerinin, vücudumuzdaki sistemler konusunu öğrenme bakımından, Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?
8. Ortaokul öğrencilerinin, bilimsel projelerde yer almaya yönlendirmesi bakımından Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?
9. Ortaokul öğrencilerinin, gelecekteki meslek seçimlerine etkisi bakımından, Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın modeli

Araştırma, fenomenoloji (olgu bilim) deseni araştırmasıdır. Fenomolojide farkında olduğumuz ancak ayrıntılı ve hatta derinlemesine bir bakışa sahip olmadığımız olgulara odaklanılmaktadır. Olgular yaşadığımız dünyada olaylar, deneyimler, algılar, yönelimler, kavramlar ve durumlar gibi çeşitli biçimlerde karşımıza çıkabilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

2.2. Çalışma Grubu

Çalışma grubunu İstanbul'un Esenler ilçesinde, bir devlet okulunda, 2020/2021 eğitim yılı içinde, 6. sınıfta öğrenim görmekte olan, 5'i erkek, 5'i kız toplam 10 öğrenciden oluşmaktadır. Örneklem grubu, amaçlı örnekleme yöntemlerinden, kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemine göre seçilmiştir. Bu örnekleme yöntemi, araştırmacıya pratiklik sağlayarak verilerin hızlı bir şekilde toplanmasına katkı sunmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2011). Araştırmada etik koşulların sağlanması amacıyla öğrencilere katılımcı rıza formu ve veli onam formu dağıtılmıştır.

2.3. Etkinliklerin Uygulanma Süreci

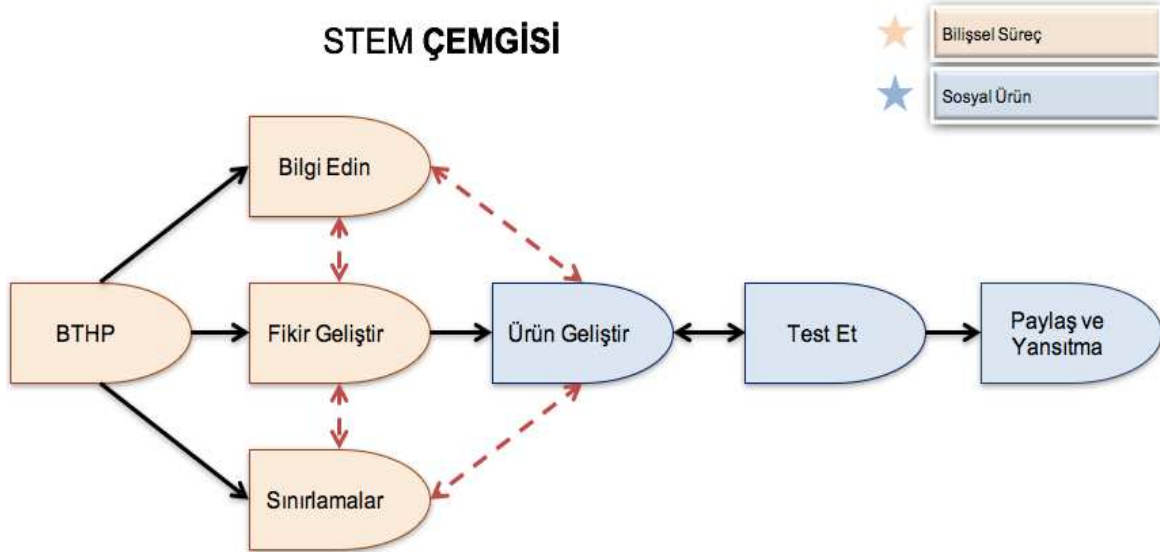
Arduino destekli STEM eğitimi kapsamında 6. Sınıf fen bilimleri dersine yönelik "vücudumuzdaki sistemler" ünitesi içinde; destek ve hareket sistemi, sindirim sistemi, dolaşım sistemi, solunum sistemi ve boşaltım sistemi konularında 5 adet etkinlik uygulanmıştır. 2020 yılının Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından pandemi yılı ilan edilmesinden dolayı 6. Sınıflarla örgün öğretim gerçekleştirilememiştir. Bu sebeple okul dışı öğrenme etkinlikleri adı altında, araştırmacının belirlediği bir eğitim merkezinde maske, mesafe ve hijyen kurallarına dikkat edilerek haftanın bir günü 3 saatlik etkinlikler yapılmıştır. Öğrenciler 5'er kişilik iki gruba ayrılmış, çalışma iki grupta gerçekleştirilmiştir. Etkinlikler 5 hafta sürmüştür. Etkinlik içeriği ve zaman çizelgesi tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Arduino Destekli STEM eğitimi içeriği

Zaman	Etkinlik	Öğrenme hedefi
1. Hafta	Destek ve hareket sistemi (sıcaklığa duyarlı protez kol modeli)	F.6.2.1.1. Destek ve hareket sistemine ait yapıları örneklerle açıklar.
2. Hafta	Sindirim Sistemi (karbondioksit gazına duyarlı mide modeli)	F.6.2.2.1. Sindirim sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar.
3. Hafta	Dolaşım sistemi (sıvı seviyesine duyarlı damar modeli)	F.6.2.3.1. Dolaşım sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini model kullanarak açıklar.
4. Hafta	Solunum sistemi (Karbondioksit gazına duyarlı akciğer modeli)	F.6.2.4.1. solunum sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar.
5. Hafta	Boşaltım sistemi (boşaltım sistemi modeli)	F.6.2.5.1. Boşaltım sistemini oluşturan yapı ve organları modeller üzerinde göstererek görevlerini özetler.



Etkinlerde STEM çemgisi adımları takip edilmiştir (Şekil 1). STEM çemgisi, bütünlük Öğretmenlik Çerçevesinin öğretim ve öğrenim süreci içinde modellenmesi amacıyla bir öğrenme döngüsü olarak tanımlanır (Çorlu, 2017). STEM çemgisi, 5E-5D ders planı formatına uygun olarak geliştirilmiş olup öğretmenlere ders içerisinde bilişsel süreç ve sosyal ürün bölümlerini nasıl planlayabilecekleri konusunda yol göstermektedir.



Şekil 1: STEM Çemgisi (Çorlu, 2017)

Yapılan etkinliklerin içeriğinde ilk olarak öğrencilere bilgi temelli hayat problemi (BTHP) verilmiş, öğrencilerin problemin çözümüne yönelik bilgi edinmeleri ve fikir geliştirmeleri için süre verilmiştir. Verilen süre içerisinde öğrenciler bilgi edinme defterlerine problemin çözümüne yönelik edindikleri bilgileri kaydetmişlerdir. Daha sonra öğrencilerden fikir geliştirmeleri istenmiştir. Öğrenciler geliştirdikleri fikirleri, fikir geliştirme defterine çizmiş, beyin fırtınası yaparak aralarında en iyi olan fikri seçmişlerdir. Modelleme için gerekli malzemeler öğretmen tarafından öğrencilere verilmiştir. Öğretmen malzemeleri fiyatlandırmış, öğrenciler maliyet analizi yaparak malzemelerini seçmiş ve ürün geliştirmişlerdir. Bu aşamadan sonra öğretmen Arduino'yu ve her etkinlikte kullanılacak olan sensör çeşidini tanıtmış ve kodları öğrencilerle paylaşmıştır. Öğrenciler Arduino'yu modellerine monte edecekleri yerleri kendileri belirlemiştir. Tüm süre içerisinde her etkinlik için sınırlılıklar öğretmen tarafından öğrencilere aktarılmıştır. Son olarak öğrenciler sağlık testi yapmış, sağlam olmayan modeller tekrar denenmiştir. Etkinlik sonunda her iki gruptan birer temsilci seçilip modellerini tanıttıkları küçük bir sunum yapmıştır. Değerlendirme ölçütleri; zamanında tamamlama, sağlık, maliyet, etkili sunum şeklinde belirlenmiş her bir ölçüt için puanlama yapılmış, en yüksek puanı alan grup yarışmayı kazanan taraf olmuştur.

Vücudumuzdaki sistemler ünitesinin 5 konusunda öğrenciler şu modelleri tasarlamışlardır:

1. *Destek ve hareket sistemi:* BTHP'de verilen analjezi (acıyı hissetmeme) hastalığına karşı öğrenciler bir protez kol maketi yapmışlardır. Arduino bileşenlerinden sıcaklık sensörü ve servo motor ve buzzer ses kartı kullanılmıştır. Sıcaklık sensörü belli bir değere geldiğinde buzzer ile sesli uyarı verilmiş, servo motor desteği ile kol sıcak cisimden uzaklaşmıştır.
2. *Sindirim sistemi:* öğrenciler, BTHP'de verilen gastrit (mide yarası) hastalığına karşı midede fazla miktarda karbondioksit gazı varlığında uyarı veren bir mide modeli geliştirmişlerdir. Bu etkinlik için Arduino bileşenlerinden hava kalite sensör kartı ve buzzer ses kartı kullanılmıştır.
3. *Dolaşım sistemi:* BTHP'de tansiyon hastalarından bahsedilmiş, tansiyonun kanın damarlara yaptığı basınç olduğundan bahsedilmiştir. Bunun için öğrenciler, yüksek tansiyon olduğunda hastaları uyuracak ve ona göre erken teşhis ve tedavi sağlamayı amaçlayan bir sistem geliştirmişlerdir. Verilen malzemelerle bir damar modeli yapmışlardır. Damar içerisine kanı temsilen kırmızı gıda boyalı su kullanılmış, su seviyesi, su seviye sensörü ile ölçülmüştür. Su seviyesi eşik değeri geçtiğinde buzzer ses kartını çalışması sağlanacak şekilde kodlar yazılmıştır.
4. *Solunum Sistemi:* Bu etkinlik için öğrenciler sobadan sızan gazdan zehirlenen insanlar için akciğere yerleştirilebilen hava kalite sensörü kullanarak zehirlenmelerin önüne geçmeyi



amaçlamışlardır. Etkinlik sürecinde öğrenciler bir akciğer modeli yapmış, hava kalite sensörünü uygun yere sabitlemişlerdir. Hava kalitesi test ölçümü için çakmak gazı öğretmen kontrolünde kullanılmış, eşik değerleri gaz yoğunluğuna göre değiştirilmiştir. Uyarı çıkışı için buzzer ses kartı kullanılmıştır.

5. *Boşaltım Sistemi*: Öğrenciler tuvalet eğitimi alan bebekler ve tuvaletini tutamayan yaşlı insanlar için böbrek üzerine monte edilebilen su seviye sensörü kullanarak böbreklerdeki idrar seviyesini ölçen bir sensör geliştirmişlerdir. Su seviye sensörü uyarıyı buzzer ses kartına gönderilecek şekilde kodlanmıştır.

2.4. Verilerin Toplanması ve Analizi

Arduino destekli STEM etkinliklerinin öğrencileri ne denli etkilediğini tespit etmek için araştırmacı tarafından oluşturulan 9 soruluk yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Formdaki sorular, Arduionun avantajları, dezavantajları, öğrenciye katkıları, eğitici yönü, grup çalışması üzerine etkileri, öğrencinin fene karşı tutumuna etkisi, öğrencinin konuyu öğrenmesine olan katkısı, bilimsel yönü ve öğrencinin geleceğe yönelik meslek seçimine etkilerini kapsamaktadır. Sorular oluşturulurken uzman görüşünden faydalanılmış, eksik kısımlar tamamlanıp gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Her bir öğrenci ile yaklaşık 20 dakika görüşülmüştür. Pandemi şartlarından dolayı görüşmeler video konferans yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

Verilerin çözümlenmesi için betimsel analiz tekniği kullanılmıştır. Bu teknikle benzer veriler, belirli kavramlar ve kapsamlar çerçevesinde bir araya getirilerek okuyucunun anlayabileceği bir şekilde düzenlenmiş ve sınıflandırma yapılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Analiz sürecinde araştırmacılar kodlama için görüşmeler yapmış ve kodlar oluşturulmuştur. Daha sonra kodlama güvenilirliğinin hesaplanması için Miles ve Huberman (1994) tarafından tavsiye edilen formül ($Güvenirlilik = \frac{Görüş\ Birliği}{[Görüş\ Birliği + Görüş\ Ayrılığı]} * 100$) kullanılarak kodlayıcılar arası uyum oranı hesaplanmıştır. Kodlayıcılar arası uyum oranının % 93 olduğu belirlenmiştir. Veri çözümlemesi yapılırken ise öğrenci isimleri yerine Ö1, Ö2,...,Ö10 şeklinde kodlar kullanılmıştır.

3. Bulgular

Arduino destekli STEM çalışmalarına yönelik gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmenin ardından öğrencilerin sorulara verdiği cevaplar ile betimsel analiz yöntemi kullanılarak aşağıdaki bulgulara rastlanılmıştır. Araştırmanın birinci alt problemi olan “Ortaokul öğrencilerinin, Arduino destekli STEM eğitiminin avantajları konusundaki görüşleri nelerdir?” Araştırma sorusuna ait bulgular tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Öğrencilerin “Sizce Arduino destekli STEM eğitiminin avantajları nelerdir?” sorusuna verdiği cevaplara ait bulgular

Kodlar	f	%	Öğrencilerden bazılarının görüşleri
Geliştirici	5	50	Arduino kullanmanın avantajı görsel ve mekanik bir şekilde bilgiyi göstermek bu sayede geliştirici olmasıdır (Ö10).
Kullanım kolaylığı	3	30	Kablo ile kolayca bilgisayara bağlanabilmesi, devre kurmayı daha kolay hale getirmesi (Ö1).
Kalıcı	2	20	Bence avantajı, beyimde kalıcı bir teknolojinin veya kodlamanın kalması (Ö2).

Tablo 2’deki bulgulara bakıldığında öğrencilerin 5’i, yapılan arduino destekli STEM çalışmalarının geliştirici olduğunu düşünmektedir. Öğrencilerin 3’ü ise kullanım kolaylığı olduğunu, 2’si ise kalıcı olduğunu düşünmektedir.

2. alt problem olan “Ortaokul öğrencilerinin, Arduino destekli STEM eğitiminin dezavantajları konusundaki görüşleri nelerdir?” sorusuna ait bulgular tablo 3’te verilmiştir.



Tablo 3: Öğrencilerin “Sizce Arduino destekli STEM eğitiminin dezavantajları nelerdir?” sorusuna verdiği cevaplara ait bulgular

Kodlar	f	%	Öğrencilerden bazılarının görüşleri
Bağlantı hatası sorunu	4	40	Aslında zorlu değil sadece kabloları birbirine doğru bağlayıp dikkatli olmak gerekiyor (Ö6).
Karmaşık olma	3	30	Kodları pek bilmediğim için anlamakta güçlük çektim ve karmaşık buldum (Ö3).
Mekanik Sorunlar	2	20	Arduino kullanmanın dezavantajı mekanik bir sorunla karşı karşıya kalmak; örneğin ses bozukluğu, kart ve led kullanırsak bunların çalışmaması gibi (Ö10).

Tablo 3’teki bulgulara bakıldığında öğrencilerin 4’ü bağlantı hatası sorunu, 3’ü karmaşık olma, 2’si ise Arduino kullanırken teknik sıkıntı yaşanabileceğini vurgulamıştır.

3. alt problem olan “Ortaokul öğrencilerinin, kendilerine katkı sağlaması bakımından Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?” sorusuna ait bulgular tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4: Öğrencilerin “Arduino destekli STEM ile yaptığımız etkinliklerin size olan katkıları var mıdır? Açıklayınız” sorusuna verdiği cevaplara ait bulgular

Kodlar	f	%	Öğrencilerden bazılarının görüşleri
Grup çalışması katkısı	3	30	Bu bana takım çalışması öğretti (Ö9).
Sensörleri öğrenme	2	20	Sensörlerin adını ve işlevlerini öğrendim (Ö1).
Devre kurmayı öğrenme katkısı	2	20	Bana olan katkıları, devre elamanları nasıl kurulur nasıl kablolar kullanılır vb. bunları öğrendim (Ö10).
Kodlama öğrenme katkısı	1	10	Kodlamaları bilmiyordum artık nasıl yapıldığını biliyorum (Ö2).
Fikir geliştirme katkısı	1	10	Arkadaşlarınızla fikir alışverişinde bulunuyor ve farklı fikirler ortaya koyabiliyorsunuz (Ö6).
Sağlık çalışanlarını anlama katkısı	1	10	Arduino ile sistemler etkinliklerini yaptıktan sonra örneğin sağlık çalışanlarının özellikle doktorların neler yaşadığını anladık (Ö8).

Tablo 4’teki bulgulara bakıldığında öğrencilerin 3’ü grup çalışma katkısından, 2’si sensörleri öğrenme katkısından, 2’si devre kurmayı öğrenme katkısından, 1’i kodlama öğrenme katkısından, 1’i fikir geliştirme katkısından, 1’i ise sağlık çalışanlarını anlama katkısından bahsetmiştir.

4. alt problem olan “Ortaokul öğrencilerinin, eğitici bakımından Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?” sorusuna ait bulgular tablo 5’te verilmiştir

Tablo 5: Öğrencilerin “Arduino destekli STEM eğitiminin sizin için eğitici olduğunu düşünüyor musunuz” sorusuna verdiği cevaplara ilişkin bulgular

Kodlar	f	%	Öğrencilerden bazılarının görüşleri
Kodlama öğrenme	4	40	Bence kodlamayı öğretiyor (Ö2).
Fikir geliştirme	2	20	Düşünebilmeyi, fikir geliştirebilmeyi öğrendim (Ö1).
Tasarım, modelleme öğrenme	2	20	Devre elamanları tasarlamayı, model geliştirmeyi öğrendim. Hiç de zor şeyler değilmiş (Ö10).
Hastalıkları öğrenme	2	20	Arduino ile yaptığımız etkinlikler sayesinde insanın başına gelebilecek hastalıkları öğrendim (Ö4).



Tablo 5'teki bulgular incelendiğinde öğrencilerden 4'ü kodlama öğrenme, 2'si fikir geliştirme, 2'si tasarım, modelleme öğrenme, 2'si hastalıkları öğrenme kodlarına uyacak cümleler kurmuşlardır.

5. alt problem olan "Ortaokul öğrencilerinin, grup çalışmasının verimliliğini etkilemesi bakımından Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?" sorusuna ait bulgular tablo 6'da verilmiştir:

Tablo 6: Öğrencilerin "Arduino destekli STEM eğitiminin grup çalışmasının verimliliğini etkilemesi konusundaki görüşleriniz nelerdir?" sorusuna verdiği cevaplara ilişkin bulgular

Kodlar	f	%	Öğrencilerden bazılarının görüşleri
Eğlenceli olma	5	50	Verimliydi, Arduino ile yaptığımız çalışmalar gayet eğlenceliydi ve grup çalışmasını iyi anladığımı düşünüyorum (Ö9).
Beyin fırtınası olanağı sağlama	3	30	Grup çalışmasının aslında en büyük katkısı farklı düşüncelerden yola çıkarak bir beyin fırtınası ile ortaya bir model koymaktır. (Ö10).
Zamanın etkili kullanımı	2	20	Grup çalışması çok güzeldi. Gerçekten zamanımızı bu sayede çok güzel ve etkili kullandık. (Ö8).

Tablo 6'daki bulgular incelendiğinde öğrencilerin tamamı grup çalışmasından verim aldıklarını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin 5'i eğlenceli olma, 3'ü beyin fırtınası olanağı sağlama, 2'si ise zamanın etkili kullanımı kodlarına uygun cümleler ile kendilerini ifade etmişlerdir.

6. alt problem olan "Ortaokul öğrencilerinin, fen bilimleri dersine karşı bakış açılarını etkilemesi bakımından Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?" sorusuna ait bulgular tablo 7'de verilmiştir:

Tablo 7: Öğrencilerin "Arduino destekli STEM eğitiminin fen bilimleri dersine karşı bakış açınıza her hangi bir etkisi oldu mu? Açıklayınız" sorusuna verdiği cevaplara ilişkin bulgular

Kodlar	f	%	Öğrencilerden bazılarının görüşleri
İlgi artışı sağlama	7	70	Ben fen dersini seviyordum. Bu çalışmadan sonra da fen dersine olan ilgim daha da arttı (Ö3).
Konu anlaşılabilirliğini artırma.	3	30	Evet değiştirdi. Eskiden fen dersini sevmiyordum, bu çalışmamızdan sonra fen dersini sevmeye başladım, konuyu daha iyi anlamamı sağladı (Ö5).

Tablo 7'deki bulgulara bakıldığında öğrencilerin 7'si ilgi artışı sağlama, 3'ü ise konunun anlaşılabilirliğini artırma yönünde bir gelişim gösterdiklerinden bahsetmişlerdir.

7. alt problem olan "Ortaokul öğrencilerinin, vücudumuzdaki sistemler konusunu öğrenme bakımından Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?" sorusuna ait bulgular tablo 8'de verilmiştir:

Tablo 8: Öğrencilerin "Arduino destekli STEM eğitiminin vücudumuzdaki sistemler konusunu öğrenmenize etkisi olduğunu düşünüyor musunuz? Açıklayınız" sorusuna verdiği cevaplara ilişkin bulgular

Kodlar	f	%	Öğrencilerden bazılarının görüşleri
Kalıcılığı artırma	8	80	Evet, Çünkü hem bir hayat problemi yaptık hem de model yaptık bence akılda daha kalıcı olduğunu bu yüzden de konuyu iyi öğrendiğimi düşünüyorum (Ö3).
Pekişti olma	2	20	Ben bu etkinlikten sonra sistemleri daha çok öğrendim. Konuyu pekiştirdiğimi düşünüyorum (Ö2).



Tablo 8'deki bulgular incelendiğinde, vücudumuzdaki sistemler konusunda Arduino destekli etkinliklerin öğrenmeyi üzerine etkisini 8 öğrenci kalıcılığı artırma şeklinde koda uyacak şekilde belirtirken, 2 öğrenci ise pekiştirici olma açısından soruyu cevaplandırmışlardır.

8. alt problem olan "Ortaokul öğrencilerinin, bilimsel projelerde yer almaya yönlendirmesi bakımından Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?" sorusuna ait bulgular tablo 9'da verilmiştir

Tablo 9: Öğrencilerin "Arduino destekli STEM eğitimi almanız sizi ileride bilimsel projelerde yer almaya yönlendirdiğini düşünüyor musunuz? Açıklayınız" sorusuna verdiği cevaplara ilişkin bulgular

Kodlar	f	%	Öğrencilerden bazılarının görüşleri
Projelerde yer almaya karşı istek	10	100	Kesinlikle evet, yapacağım proje insanlığı etkileyecek ve bu sayede belki bilim insanı belki bir profesör olmama yardımcı olacak. Böyle düşünmemi sağlayan şey de yaptığımız çalışma (Ö10).

Tablo 9'daki bulgular incelendiğinde öğrencilerin tamamı gelecekte bilimsel projelerde yer almaya karşı istek geliştirdiğini, bu şekilde düşüncelerinde yapılan etkinliklerin katkısı olduğunu dile getirmişlerdir.

9. alt problem olan "Ortaokul öğrencilerinin, gelecekteki meslek seçimlerine etkisi bakımından Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?" sorusuna ait bulgular tablo 10'da verilmiştir:

Tablo 10: Öğrencilerin "Arduino destekli STEM eğitiminin gelecekteki meslek seçiminizi etkilediğini düşünüyor musunuz? Açıklayınız" sorusuna verdiği cevaplara ilişkin bulgular

Kodlar	f	%	Öğrencilerden bazılarının görüşleri
Sağlık alanında meslek seçimi	5	50	Eskiden öğretmen olmak istiyordum. Fakat şimdi doktor veya cerrah olmayı düşünüyorum (Ö3).
Mühendislik alanında meslek seçimi	3	30	Ben bu etkinliklerden sonra teknoloji mühendisi olmaya karar verdim (Ö9).
Fen alanında meslek seçimi	2	20	Eskiden birçok meslekte habermi olmadığı için ve yabancı dilim oldukça kuvvetli olması sebebinden ötürü tercüman olmak istiyordum, bu çalışmadan sonra ise bilim adamı veya profesör olmak istiyorum (Ö10).

Bulgular incelendiğinde yapılan Arduino destekli çalışmaların öğrencilerin tamamında ileride seçeceği mesleği etkilediği görülmüştür. Arduino destekli etkinlikler sonrası, öğrencilerden 5'i sağlık alanında meslek seçimi, 3'ü mühendislik alanında meslek seçimi ve 2'si ise fen alanında meslek seçimi yapmayı düşündüklerini belirtmişlerdir.

5. Tartışma ve Sonuç

Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen bulgulara dayanarak Arduino destekli STEM etkinliklerinin avantajları ve dezavantajlarının olduğu, öğrenciye birçok yönden katkı sağladığı ve öğrencilerin geleceğe yönelik hedeflerini STEM meslekleri yönünde değiştirdiği saptanmıştır.

Araştırmanın sonucunda Arduino destekli STEM etkinliklerinin avantajlı olduğu çalışmaya katılan öğrenciler tarafından vurgulanmıştır. STEM çalışmaları ile ilgili daha önceden yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlara rastlanmıştır. Örneğin 4. Sınıf öğrencileri ile fen dersi kapsamında yapılan bir çalışmada STEM etkinliklerinin öğrenciler üzerinde olumlu etkileri olduğu, öğrencilerin eğlenceli buldukları, fene karşı ilgi ve motivasyonlarını arttırdığı, ekip çalışması ve işbirliği becerilerini arttırdığı, el becerilerini ve düşünme yetilerini geliştirdiği saptanmıştır (Sarı ve Kantarcı, 2020).



Araştırmadan elde edilen bir diğer sonuç Arduino destekli STEM etkinliklerinin dezavantajları olduğudur. Nitekim yapılan gözlemler sonucunda öğrencilerin sıklıkla zorlandıkları kısmın devreleri bağlamak olduğundan bahsetmişlerdir. Bunun sebebi ise “öğrencilerin 6. Sınıf olmasından dolayı elektrik devre bilgisinin alt yapısına sahip olmadıkları” görüşüdür. Arduino’nun eğitimde kullanılmasına ilişkin bazı görüş ayrılıkları da bulunmaktadır. Arduino’yu derslerinde kullanan öğretmenler, uygulama örneklerinin yetersiz olduğunu, eğitim süresinin yetersiz ve kısıtlı olduğu, öğrencilerin kodları Arduino’ya geçirirken ve bağlantıları kurarken zorlandıkları belirtmişlerdir (Güven ve Çakır, 2020). Ayrıca öğretmenlerin ellerinde yeteri sayıda Arduino kiti bulunmaması, sadece belirli öğrencilerle etkinlik yapılabilmesini gerektirmekte, bu durum, eğitimde fırsat eşitliği ilkesine ters düşmektedir. Tüm bu sonuçlar doğrultusunda Arduinonun avantajları arasında kullanımının kolay olması, eğitici, öğretici ve geliştirici olması gibi durumlar sayılırken dezavantajları arasında karmaşık olması, öğrencilerin devreleri bağlarken zorlandıkları ve teknik sıkıntılarla karşılaşılması da sayılabilir.

Çalışmanın bir diğer sonucuna göre Arduino destekli STEM etkinliklerinin öğrenciye katkıları mevcuttur. Sadece STEM değil, Arduino benzeri robotik kodlama içerikleri ile zenginleştirilmiş etkinliklere bakıldığında benzer sonuçlara rastlanmaktadır. Örneğin robotik içerikli bir STEM çalışmasında da oyunlaştırılmış eğitsel robot etkinlikleri, öğrencilerin problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerine ve bilgi düşünme beceri düzeylerine anlamlı katkı sağladığı yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Kaya vd. 2020).

Çalışmadan elde edilen bir diğer sonuç, Arduino destekli STEM çalışmasının eğitici olduğudur. Yapılan çalışmalara bakıldığında STEM etkinliklerinin iletişim becerilerini etkilediği (Karakaya vd. 2019), öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı (Dedetürk vd. 2020) ve öğrencilere birçok yönden katkı sağladığı (Güldemir ve Çınar, 2017) görülmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuç, yapılmış diğer çalışmalarla da örtüşmektedir.

Çalışma sonucunda bulunan bir diğer konu da yapılan etkinliklerde grup çalışmasının öğrenciler üzerinde verimli etkiye sahip olduğudur. Konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda da öğrenciler, grup içinde yapılan etkinliklerin başarıya giden yol olduğunu düşünmekte, grup çalışmasının derse karşı isteklerini arttırdıklarını belirtmekte ve derste tasarladıkları modellerin özgün olduğunu, bu durumun motivasyonlarını arttırdığını belirtmişlerdir (Kahraman ve Doğan, 2020). Çalışma bulgusu mevcut çalışmaları desteklemektedir.

Arduino destekli STEM eğitimi, öğrencilerin fen dersine karşı tutumlarını etkilemektedir. Diğer çalışmalarda da benzer sonuçlarla karşılaşılmıştır. Örneğin 2016 yılında özel bir okulda gerçekleştirilen bir STEM çalışmasının sonucuna göre öğrencilerin fen dersine olan ilgileri olumlu yönde etkilenmiştir (Koç, 2017).

Araştırmadan elde edilen bir diğer sonuca göre öğrenciler Arduino destekli STEM etkinlikleri ile ilgili konuyu yeteri düzeyde öğrendiklerini belirtmişlerdir. Bu alanda yapılan diğer çalışmalara bakıldığında benzer sonuçlara rastlanılmaktadır. Örneğin Yıldırım ve Selvi (2018), ortaokul öğrencilerinin STEM’e yönelik görüşlerini incelemiş, yaptıkları analizlerin sonucunda STEM uygulamalarının öğrencilerin öğrenmelerine anlamlı katkı sağladığını ve 21. Yy. becerilerini geliştirdiğini belirtmişlerdir.

Arduino destekli STEM etkinlikleri, öğrencileri bilimsel projeler hazırlamaya teşvik ettiği sonucu da araştırmanın sonuçları arasındadır. Projelerde yer almanın ise derse olan katkıları literatürde belirtilmiştir. Daha önce TÜBİTAK 4006 projelerinde görev alan çocuklarla ilgili akademik çalışmalar yapılmış (Çolakoğlu, 2018; Bulut, 2020; Sontay vd. 2019) ve bilimsel projelerde yer alan öğrencilerin derslere karşı ilgi ve motivasyonların arttığı tespit edilmiştir. Arduino destekli STEM eğitiminin ise öğrencilerin projelerde yer almaya istekli hale gelmesini sağladığı söylenebilir.

Araştırmadan elde edilen bir diğer sonuç ise, STEM çalışmalarının öğrencilerin geleceğe yönelik meslek seçimlerini etkilediği yönündedir. STEM ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında öğrenciler gelecekte fen, teknoloji ve mühendislik alanlarından biri üzerine yoğunlaşmak istedikleri görülmektedir (Çitçi, 2020). Çalışma konusunun insan anatomisi olması nedeniyle öğrencilerin meslek seçimlerinin sağlık alanına yönelik olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışmadan sonra öğrencilerin seçecekleri meslekler, teknoloji mühendisi ve bilim adamı olma yönündedir. Yapılan Arduino destekli STEM çalışmasının, geleceğe mesleğini seven doktor, mühendis veya bilim adamı kazandıracığı düşünülmektedir.

6. Öneriler

Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki maddeler önerilebilir:



- ✓ Arduino destekli STEM çalışmasının öğrencilere sağladığı katkılar göz önüne alındığında öğretmenler, fen bilgisi dersinin diğer konularında bu tarz etkinlikler uygulayabilir, vücudumuzdaki sistemler ünitesinin diğer kazanımlarına yönelik benzer çalışmalar yapabilir, tüm sınıf düzeyleri ile uygulayabilirler.
- ✓ Arduino destekli STEM çalışmasının dezavantajları dikkate alındığında öğretmenlere, Arduino ile etkinlik yapmadan önce hazırlık yapmaları, teknik detayları gözden geçirmeleri ve öğrencilere temel devre bilgisini çalışma öncesinde vermeleri tavsiye edilebilir.
- ✓ Arduino destekli STEM çalışmasının öğrencilerin geleceğe yönelik hedefleri üzerine etkiler dikkate alındığında geleceğe mesleğini seven doktor veya mühendis yetiştirebilmek için Arduino ile kodlama konusunda öğretmenlerin yetiştirilmesi sağlanarak ülke geneline yayılabilir.

KAYNAKÇA

- Alimisis, A.D. & Kynigos C. (2009). *Constructionism and Robotics in Education*. D. Alimisis (Ed.), *Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*. ASPETE: Athens.
- Alò D., Castillo A., Vial P. M. & Samaniego H. (2020). Low-Cost Emerging Technologies As a Tool to Support İnformal Environmental Education in Children from Vulnerable Public Schools of Southern Chile. *International Journal of Science Education*, 42:4, 635-655, DOI: 10.1080/09500693.2020.1723036
- Ayvacı, H. Ş. & Bakırcı H. (2012). Fen Ve Teknoloji Öğretmenlerinin Fen Öğretimi Sürecine İlişkin Görüşlerinin 5E Modeli Açısından İncelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(2).
- Benitti, F. B. (2012). Exploring The Educational Potential of Robotics in Schools. A *Systematic Review*. *Computers & Education*, 58, 978-988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Bulut, T. (2020). Ortaokul Öğrencilerinin STEM Tutumlarının Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Asya Öğretim Dergisi*, 8(2), 17-32. DOI: 10.47215/aji.713778
- Buyruk, B. (2019). *STEM Öğretiminin Öğrenci Başarısına Etkisi ve Bazı Değişkenler*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya.
- Büyükdede, M. (2018). *STEM Faaliyetlerinin İşletme-Enerji ve Dürtü-Momentuma Etkisinin Akademik Başarı ve Kavramsal Anlama Düzeyine Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Cepni, S. (2018). *Üstün Yeteneklilerde STEM Eğitimi. Teoriden Pratiğe STEM Eğitimi (2)*. Ankara: Pegem Yayınları.
- Corlu, M. S. (2017). *STEM: Bütünlük Öğretmenlik Çerçevesi [STEM: Integrated Teaching Framework]*. In M. S. Corlu & E. Çallı (Eds.), *STEM Kuram ve Uygulamaları*. İstanbul: Pusula
- Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilmiş STEM Etkinliklerinin Ortaöğretim Öğrencilerinin STEM Disiplinlerini Anlama ve STEM Mesleklerini Fark Etme Bilimsel Yaratıcılık Düzeylerine Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Çolakoğlu, M. H. (2018). Tubitak 4006 Bilim Fuarları Desteğinin Eğitim ve Öğretime Katkısı. *Teknoloji, Mühendislik. Matematik ve Sanat Eğitimi Dergisi*, 1(1), 48-63.
- Dedetürk, A., Saylan-Kırmızıgül A. & Kaya, H. (2020). STEM Aktiviteleri ile "Ses" Öğretiminin Başarıya Etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 134-161
- Dewey, J. (1997). *Experience and Education*. New York: Free Press.
- Dokmetas, G. (2016). *Arduino Eğitim Kitabı*. İstanbul: Dikeyksen Yayıncılık.
- Dougherty, D. (2012). The Maker Movement. *Innovations*, 7(3), 11-14. https://doi.org/10.1162/INOV_A_00135
- Erdem, E. & Demirel, Ö. (2002). Program Geliştirmede Yapılandırıcılık Yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (23).
- Erdoğan, İ., Çiftçi, A., Yıldırım, B. & Topcu, M.S. (2017). STEM Eğitim Uygulamaları: Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tartışma Becerilerinin İncelenmesi. *Eğitim ve Uygulama Dergisi*, 8 (25), 164-173.
- Felicia A. & Sharif S. (2014). A Review on Educational Robotics as Assistive Tools for Learning Mathematics And Science. *International Journal of Computer Science Trends Technology*, 2 (2), 62-84
- Güldemir, S. & Çınar, S. (2017). Fen Bilimleri Öğretmenleri Ve Ortaokul Öğrencilerinin Stem Etkinlikleri Hakkında Görüşleri. D. Köksal (Ed.). *Kapsayıcı Eğitim: Tüm Öğrenciler İçin Kaliteli Eğitim. VII. Uluslararası Eğitimde Araştırmalar Kongresi, 27-29 Nisan 2017, Çanakkale, Türkiye*.
- Güven, G. & Çakır, N. (2020). Investigation of the Opinions of Teachers Who Received in-Service Training for Arduino-Assisted Robotic Coding Applications. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 15, 253-274. 10.29329/Epasr.2020.236.14.
- Kahraman, E. & Doğan, A. (2020). STEM Etkinliklerine Yönelik Ortaokul Öğrencilerinin Görüşleri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 4(1), 1-20.
- Karakaya, F., Yantırı, H., Yılmaz, G. & Yılmaz, M. (2019). İlkokul Öğrencilerinin Stem Etkinlikleri Hakkında Görüşlerinin Belirlenmesi: 4.Sınıf Örneği. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2019 (13), 1-14. Do: 10.46778/Goputeb.592351
- Kasalak, İ. & Altun, A. (2018). Blok Temelli Programlamaya İlişkin Öz-Yeterlik Algısı Ölçeği Geliştirme Çalışması: Scratch Örneği. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 8 (1), 209-225. DOI: 10.17943/Etku.335916
- Kaya, M., Korkmaz Ö. & Çakır, R. (2020). Oyunlaştırılmış Robot Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Problem Çözme ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine Etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 21 (1), 54-70. DOI: 10.12984/Gegefd.588512
- Koç Y. (2017). *Fen Bilimleri Dersinde Stem Eğitim Modeli Yaklaşımı Kullanarak Genç Mekatronikçilerin Yetiştirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul.
- Kurt, M. & Benzer, S. (2020). STEM Uygulamalarının Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına, Problem Çözme Becerilerine ve STEM'e Yönelik Tutumlarına Etkisinin İncelenmesi. *Fen Bilgisi Dergisi*, 3, 79-88.
- Kurti, R. S., Kurti, D. L., & Fleming, L. (2014). The Philosophy of Educational Makerspaces. *Teacher Librarian*, 41(5), 8-11.
- Lee, M. (2015). The Promise of the Maker Movement for Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 5(1), 30-39.
- Lillard, A. S. (2003). Playful Learning and Montessori Education. *American Journal of Play*, 5(2), 157-186.



- MEB, 2018. STEM Öğretmen El Kitabı. Çevrimiçi:
https://Mus.Meb.Gov.Tr/Meb_İys_Dosyalar/2018_03/14112534_STEM_Eyitimi_Yyretmen_El_Kitaby.Pdf , [Erişim Tarihi: 27.04.2020].
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. (3rd Ed.), Sage Publications.
- Özçelik, A. & Akgündüz, D. (2018). Üstün Yetenekli Öğrencilerle Okul Dışı STEM Eğitiminin Değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 334-351.
- Sarı D. & Katrancı M. (2020). İlkokul Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin STEM Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri. *TUJPEd*, 5(2): 119-132.
- Sinap, V. (2017). Programlama Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme için Arduino Etkinliklerini Kullanma: Bir Eylem Araştırması (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- Sontay, G., Anar, F., & Karamustafaoğlu, O. (2019). 4006-Tübitak Bilim Fuarı'na Katılan Ortaokul Öğrencilerinin Bilim Fuarı Hakkındaki Görüşleri. *International E-Journal of Educational Studies*, 3(5), 16-28.
- Sullivan, F. R., & Heffernan, J. (2016). Robotic Construction Kits As Computational Manipulatives for Learning in The STEM Disciplines. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(2), 105-128.
- Uçar, R. (2019). *Tartışmayla Zenginleştirilen 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı, Astronomi Tutumları, Eleştirel Düşünme Eğilimleri Ve "Güneş Sistemi Ve Ötesi" Birimi'nde STEM Kariyer İlgili Alanları Üzerine Etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, Türkiye.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara. Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B. & Selvi, M. (2018). Ortaokul Öğrencilerinin STEM Uygulamalarına Yönelik Görüşlerinin İncelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, 47-54.
- Yolcu, V., & Demirel, V. (2017). Eğitimde Robotik Kullanımı İle İlgili Yapılan Çalışmalara Sistematik Bir Bakış. *SDU International Journal of Educational Studies*, 4(2), 127-139.