

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ARDUİNO İLE DESTEKLENMİŞ FEN, MÜHENDİSLİK,
MATEMATİK, TEKNOLOJİ EĞİTİMİ: VÜCUDUMUZDAKİ
SİSTEMLER**

Gölsüm MEÇÖ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Programı

Danışman

Doç. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI

Temmuz, 2021

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ARDUİNO İLE DESTEKLENMİŞ FEN, MÜHENDİSLİK,
MATEMATİK, TEKNOLOJİ EĞİTİMİ: VÜCUDUMUZDAKİ
SİSTEMLER**

Gülsüm MEÇO

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Programı

Danışman

Doç. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI

Temmuz, 2021

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ARDUİNO İLE DESTEKLENMİŞ FEN, MÜHENDİSLİK, MATEMATİK,
TEKNOLOJİ EĞİTİMİ: VÜCUDUMUZDAKI SİSTEMLER**

Gülsüm MEÇO tarafından hazırlanan tez çalışması 06.07.2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Bayram COŞTU, Üye

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Funda SAVAŞÇI AÇIKALIN, Üye,

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Danışmanım Doç. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI sorumluluğunda tarafımca hazırlanan “Arduino ile Desteklenmiş Fen, Mühendislik, Matematik, Teknoloji Eğitimi: Vücudumuzdaki Sistemler” başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Gülsüm MEÇO

Aileme

ve

Biricik Eşime

TEŞEKKÜR

Bu sancılı süreci sancısız bir şekilde atlatmama vesile olan, her durumda, her koşulda yanımda olan, güven veren, imkânsızlıklardan imkân yaratılabileceğini göstererek bu zorlu yolda ışığım, rehberim, arkadaşım, ablam olan kısaca bir danışmandan çok daha ötesi olan sevgili hocam Doç. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI'ya çok teşekkür ederim.

Arduino ile ilgili teknik bilgi ve kodlama konusunda yardımcı olan Matematik Öğretmeni Sayın Zafer ÇOPUR hocama teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım için her türlü destek ve imkânı sağlayan Şehit Hüseyin Kısa Ortaokulu Müdürü Sayın Memduh BEYAZDAĞ'a, idareci hocalarım Sayın Emin ÇELİKBAŞ, Sayın Erhan AYHAN'a ve Arduino çalışmaları sırasında berberce eğlenceli vakit geçirdiğim sevgili öğrencilerime çok teşekkür ederim.

Maddi manevi her konuda yanımda olan, varlıklarına binlerce kez şükrettiğim anneme, babama ve kardeşlerime teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, her durumda beni idare eden, nazımı çeken, stresli hallerime katlanan ve sevgisiyle bana en büyük desteği veren biricik eşim Fırat MEÇO'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ	viii
KISALTMA LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ	x
TABLO LİSTESİ	xi
ÖZET	xiii
ABSTRACT	15
1 GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	3
1.3 Orijinal Katkı.....	4
1.4 Problem Cümlesi.....	5
1.5 Varsayımlar.....	6
1.6 Sınırlılıklar.....	6
1.7 Tanımlar	7
2 KAVRAMSAL ÇERÇEVE	8
2.1 Arduino Nedir?.....	8
2.1.1 Sensörler.....	9
2.1.2 Çalışmada kullanılan diğer çıkışlar.....	10
2.1.3 Diğer Arduino Bileşenleri.....	11
2.1.4 Arduinonun Avantaj ve Dezavantajları.....	12
2.1.5 Arduino ile Programlama.....	12
2.2 STEM Eğitimi.....	14
2.3 STEM Eğitiminde Arduino'nun Kullanıldığı Çalışmalar.....	16
2.3.1 Ulusal Çalışmalar.....	16
2.3.2 Uluslararası Çalışmalar.....	19
3 TEORİK ÇERÇEVE	23
3.1 Günümüzde STEM için Teorik Yaklaşımlar.....	24

4 LİTERATÜR ANALİZİ	26
4.1 Akademik Başarı.....	26
4.2 Temel STEM Beceri Düzeyleri.....	28
4.3 Eleştirel Düşünme-Öz Düzenleme.....	29
4.4 Sebep-Sonuç İlişkisi.....	30
5 YÖNTEM	32
5.1 Araştırmanın Modeli.....	32
5.2 Evren Örneklem.....	33
5.3. Veri toplama araçları.....	34
5.4 Etkinliklerin Geliştirilmesi.....	36
5.4.1 Arduino Bağlantısı.....	41
5.4.2 Etkinlikler için Geçerlilik Çalışması: Lawshe Tekniği.....	44
5.5 Etkinliklerin Uygulanması.....	45
6 BULGULAR	48
6.1 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarıları.....	50
6.2 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeyleri....	52
6.3 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimleri.....	55
6.4 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sebep sonuç ilişkisi kurma becerileri.....	57
6.5 Deney grubunda bulunan öğrencilerin Arduino destekli STEM uygulamaları konusundaki görüşleri.....	58
7 SONUÇ VE ÖNERİLER	66
7.1 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarıları	67
7.2 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeyleri ...	68
7.3 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimleri	69

7.4 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sebep sonuç ilişkisi kurma becerileri.....	64
7.5 Deney grubunda bulunan öğrencilerin Arduino destekli STEM uygulamaları konusundaki görüşleri	71
7.6 Öneriler.....	73
KAYNAKÇA	75
A ETKİNLİKLER İÇİN ARDUİNO KODLARI VE DEVRE ŞEMALARI	89
B KONTROL GRUBU İLE İŞLENEN DERS PLANLARI	93
C AKADEMİK BAŞARI TESTİ	111
D TEMEL STEM BECERİ DÜZEYLERİ ÖLÇEĞİ	115
E ELEŞTİREL DÜŞÜNME ÖZ DÜZENLEME ÖLÇEĞİ	118
F SEBEP SONUÇ İLİŞKİSİ ÖLÇEĞİ	119
G YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU	120
H VELİ ONAM FORMU	121
I ARDUİNO DESTEKLİ STEM EĞİTİMİNDEN BAZI FOTOĞRAFLAR	122
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR	123

SİMGELİSTESİ

P	Anlamlılık (sig)
X	Aritmetik Ortalama
N	Frekans
N	Görüş Bildiren Toplam Uzman Sayısı
MQ135	Hava Kalite Sensör Kartı
α Cronbach Alpha	İç Tutarlık Katsayısı
C/C++	Kodlama Dili
NG	“Madde Gereklidir/Uygundur” Cevabı Veren Uzmanların Sayısı
P21	Partnership for 21st Century Learning
SG90	Servo Motor
LM35	Sıcaklık Sensörü
SS	Standart Sapma
t	t- Değeri
HC-SR04	Ultrasonik Mesafe Sensörü
%	Yüzde

KISALTMA LİSTESİ

ABT	Akademik Başarı Testi
BTHP	Bilgi Temelli Hayat Problemi
EDÖDÖ	Eleştirel Düşünme Öz Düzenleme Ölçeği
ERASMUS	European Region Action Scheme for the Mobility of University Students
FeTeMM	Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik
GND	Ground
GSM	Global System for Mobile
KGO	Kapsam Geçerliliği Oranı
LCD	liquid-crystal display
LED	Light-Emitting Diode
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
PISA	Programme for International Student Assessment
RC	Radyo Control
SD	Secure Digital
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SSIÖ	Sebeup Sonuç İlişkileri Ölçeği
STEAM	Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik
STEM	Science, Technology, Education, Mathematics
STEME	Science, Technology, Education, Mathematics Education
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study
TSBDÖ	Temel STEM Beceri Düzeyleri Ölçeği
USB	Universal Serial Bus
UV	Ultraviole
vd.	ve diğerleri
VLE	virtual learning environment
WHO	World Health Organization
YÖK	Yükseköğrenim Kurumu
yy.	yüz yıl

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Arduino kartları.....	8
Şekil 2.2	Bazı genişleticiler.....	9
Şekil 2.3	Ultrasonik mesafe sensörü.....	9
Şekil 2.3	Su seviyesi / yağmur sensörü.....	10
Şekil 2.4	Hava kalite sensör kartı MQ135.....	10
Şekil 2.5	Sıcaklık sensörü.....	10
Şekil 2.6	Buzzer ses kartı.....	10
Şekil 2.7	LED lambaları.....	11
Şekil 2.8	Servo motor.....	11
Şekil 2.9	Arduino komutları.....	13
Şekil 2.10	Kod yükleme butonu ve seri port ekranı açılımı.....	14
Şekil A.1	Protez Kol Modeli Devre Şeması.....	90
Şekil A.2	Mide ve akciğer modeli devre şeması.....	91
Şekil A.3	Damar ve boşaltım sistemi modeli devre şeması.....	92

TABLO LİSTESİ

Tablo 5.1 Örneklem grubunun demografik bilgileri.....	34
Tablo 5.2 Öğretmen ve öğrenci rolleri.....	36
Tablo 5.3 Etkinlik-zaman planı.....	38
Tablo 5.4 Etkinlik kazanımları.....	38
Tablo 5.5 Destek ve hareket sistemi etkinliği.....	39
Tablo 5.6 Sindirim sistemi etkinliği.....	40
Tablo 5.7 Dolaşım sistemi etkinliği.....	41
Tablo 5.8 Solunum sistemi etkinliği.....	42
Tablo 5.9 Boşaltım sistemi etkinliği.....	43
Tablo 5.10 Uzmanların demografik bilgileri.....	44
Tablo 5.11 Etkinlik uygulama çizelgesi.....	46
Tablo 6.1 Ölçeklerin normallik testi sonuçları.....	49
Tablo 6.2 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin akademik başarı testi ön test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar.....	50
Tablo 6.3 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test-son test karşılaştırmalı akademik başarı testine ilişkin sonuçlar.....	50
Tablo 6.4 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin akademik başarı testi son test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar.....	51
Tablo 6.5 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeyleri ölçeği ön test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar.....	52
Tablo 6.6 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test-son test karşılaştırmalı temel STEM beceri düzeyleri ölçeğine ilişkin sonuçlar.....	53
Tablo 6.7 Kontrol grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeyleri ölçeği alt boyutları ön test-son test puanlarına ilişkin karşılaştırma sonuçları.....	55
Tablo 6.8 Deney grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeyleri ölçeği alt boyutları ön test-son test puanlarına ilişkin karşılaştırma sonuçları.....	55
Tablo 6.9 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme öz düzenleme ölçeği ön test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar.....	55
Tablo 6.10 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test-son test karşılaştırmalı eleştirel düşünme öz düzenleme ölçeğine ilişkin sonuçlar.....	56
Tablo 6.11 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin sebep sonuç ilişkisi ölçeği ön test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar.....	57
Tablo 6.12 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test-son test karşılaştırmalı sebep sonuç ilişkisi ölçeğine ilişkin sonuçlar.....	59
Tablo 6.13 Öğrencilerin “Sizce Arduino destekli STEM eğitiminin avantajları nelerdir?” sorusuna verdiği cevaplara ait bulgular.....	59
Tablo 6.14 Öğrencilerin “Sizce Arduino destekli STEM eğitiminin dezavantajları nelerdir?” sorusuna verdiği cevaplara ait bulgular.....	60
Tablo 6.15 Öğrencilerin “Arduino destekli STEM ile yaptığınız etkinliklerin size olan katkıları var mıdır? Açıklayınız” sorusuna verdiği cevaplara ait bulgular.....	60

Tablo 6.16 Öğrencilerin “Arduino destekli STEM eğitiminin sizin için eğitici olduğunu düşünüyor musunuz” sorusuna verdiği cevaplara ilişkin bulgular.....	61
Tablo 6.17 Öğrencilerin “Arduino destekli STEM eğitiminin grup çalışmasının verimliliğini etkilemesi konusundaki görüşleriniz nelerdir?” sorusuna verdiği cevaplara ilişkin bulgular.....	62
Tablo 6.18 Öğrencilerin “Arduino destekli STEM eğitiminin fen bilimleri dersine karşı bakış açınıza her hangi bir etkisi oldu mu? Açıklayınız” sorusuna verdiği cevaplara ilişkin bulgular.....	63
Tablo 6.19 Öğrencilerin “Arduino destekli STEM eğitiminin vücudumuzdaki sistemler konusunu öğrenmenize etkisi olduğunu düşünüyor musunuz? Açıklayınız” sorusuna verdiği cevaplara ilişkin bulgular.....	63
Tablo 6.20 Öğrencilerin “Arduino destekli STEM eğitimi almanız sizi ileride bilimsel projelerde yer almaya yönlendirdiğini düşünüyor musunuz? Açıklayınız” sorusuna verdiği cevaplara ilişkin bulgular.....	64
Tablo 6.21 Öğrencilerin “Arduino destekli STEM eğitimi almanızın gelecekteki meslek seçiminizi etkilediğini düşünüyor musunuz? Açıklayınız” sorusuna verdiği cevaplara ilişkin bulgular.....	64

Arduino ile Desteklenmiş Fen, Mühendislik, Matematik, Teknoloji Eğitimi: Vücudumuzdaki Sistemler

Gülsüm MEÇO

Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI

Fen, mühendislik, matematik ve teknoloji disiplinlerinin entegrasyonu ile derslerin verildiği STEM eğitimi, yirmi birinci yüzyılın eğitim yaklaşımı olarak kabul edilmektedir. Arduino; ısı, sıcaklık nem gibi sensörler ile öğrencilerin orijinal projeler tasarlamasına imkân tanır. Bu çalışmanın amacı, Arduino ile desteklenerek ve STEM yaklaşımıyla işlenen derslerin öğrencilerin akademik başarı, temel STEM beceri düzeyleri, eleştirel düşünme-öz düzenleme ve neden sonuç ilişkisi kurma yeteneği üzerindeki anlamlı fark olup olmadığı sorusunun cevabını aramaktır. Çalışma, İstanbul'da bir devlet okulunda öğrenim gören 10 deney grubu ile 9 kontrol grubunda olmak üzere toplam 19 6. Sınıf öğrencisi ile yapılmış olup Vücudumuzdaki Sistemler ünitesine yönelik beş adet Arduino destekli STEM ders planı geliştirilerek uygulanmıştır. Çalışmada karma yöntem, araştırma metodu olarak kullanılmıştır. Karma yöntemi desenlerinden açıklayıcı ardışık desen kullanılmıştır. Çalışmanın son aşamasında yarı yapılandırılmış görüşme formu ile öğrencilerin görüşleri belirlenmiştir. Akademik başarı testi, temel STEM beceri düzeyleri ölçeği, eleştirel düşünme-öz düzenleme ölçeği, sebep sonuç ilişkileri ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşme formu, veri toplama araçları

olarak kullanılmıştır. Öğrenci görüşleri, betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışma verileri SPSS 21 istatistik programı ile analiz edilmiştir. Verilerin analizinde, örneklem sayısının az olması sebebiyle parametrik olmayan metotlar kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre Arduino ile desteklenmiş, fen, mühendislik matematik ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları ve sebep-sonuç ilişkisi kurma becerilerine anlamlı bir fark oluşturacak katkısının olduğu tespit edilirken, eleştirel düşünme-öz düzenleme ve temel STEM beceri düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Arduino, fen, teknoloji, mühendislik, matematik

Arduino-Supported Science, Engineering, Mathematics, Technology Education: Systems in Our Body

Gülsüm MEÇO

Department of Mathematics and Science Education

Master of Science Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI

STEM education, where courses are taught with the integration of science, engineering, mathematics and technology disciplines, is considered as the education approach of the 21st-century. Arduino; It allows students to design original projects with sensors such as temperature, temperature, humidity. This study aims to seek the answer to the question of whether there is a significant difference in the students' academic achievement, basic STEM skill levels, critical thinking-self-regulation and the skills for establishing cause and effect relationships in the courses taught with the support of Arduino and with the STEM approach. The study was conducted with 6th-grade students and five Arduino-supported STEM lesson plans developed were applied for the Human Body Systems unit. The mixed method was used as a research method in the study. At the last stage of the study, the opinions of the students were determined with the semi-structured interview form was analyzed. Academic achievement test, basic STEM skill levels scale, critical thinking-self-regulation scale, cause-effect relationships scale and semi-structured interview form were used as data collection tools. Student opinions were analyzed by descriptive analysis method.

Study data were analyzed with SPSS 21 statistical program. In the analysis of the data, non-parametric methods were used due to the small number of samples. According to the findings obtained from the study, it was determined that Arduino-supported science, engineering mathematics and technology education contributed to the academic achievements and skills for establishing a cause-effect relationship of students that would make a significant difference.

Keywords: Arduino, science, technology, engineering, mathematics

Bu bölümde, çalışma ile ilgili literatür özetine, çalışmanın amacı ve önemine, araştırmanın problem cümlesine, araştırmanın varsayımlarına, sınırlılıklarına ve çalışmada yaygınca kullanılan tanımlara yer verilmiştir.

1.1. Literatür Özeti

Günümüzde toplumda çeşitli roller üstelen dört farklı kuşaktan söz edilmektedir. Bu kuşaklar; 1927-1945 doğumlu geleneksel kuşak, 1946-1964 bebek patlaması kuşağı, 1965-1980 yılları arasında doğan X kuşağı, 1981-1999 yılları arasında doğan Y kuşağı olarak sınıflandırılmaktadır (Castellano, 2014). 21. Yüzyılın yönetici, çalışan ve üreten kesimini oluşturacak olan Z kuşağı 2000 yılı ve sonrasında doğan nesil olarak sınıflandırılmaktadır (Berkup, 2014). Z kuşağı, teknoloji içinde büyüyen, internetsiz, bilgisayarsız yılları yaşamamış, çok küçük yaşlardan itibaren teknolojik aletlerle tanışmış bir nesildir (Quinn & Oldmeadow, 2013). Bu çocuklar, hızlı ve analitik düşünme yetisine sahiptirler (Giunta, 2017).

21. Yüzyılda Z kuşağının ihtiyaç duyacağı beceriler; öğrenme ve yenilenme becerileri, bilgi medya ve teknoloji becerileri, yaşam ve meslek becerileri, sosyal ve kültürlerarası beceriler olarak sınıflandırmıştır. (Partnership for 21st Century Skills, 2008). Öğrenme becerisi içerisinde bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı, bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı, öğretmenlerin öğrencilere kazandırması gereken becerilerdir. Bu sebeple geleneksel eski öğretim stratejilerinden ziyade Z kuşağına ihtiyacı olan becerileri kazandırmak için daha yeni ve teknoloji odaklı öğretim stratejileri öğretmenler tarafından planlanmalıdır (Caprile vd. 2015; Marginson vd. 2013).

STEM, öğrencileri dört özel disiplinde- bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik- disiplinler arası ve uygulamalı bir yaklaşımla eğitme fikrine dayanan bir müfredattır (Marrero vd. 2014). STEM, dört disiplini ayrı ve ayrı konular olarak öğretmek yerine, bunları gerçek dünya uygulamalarına dayalı birleşik bir öğrenme paradigmasına entegre eder (Avsecet vd. 2014; Doerschuk vd. 2016).

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

Mikro kontrolcü kartları ve yazılım paketinden oluşan bir programlama platformu olan Arduino, ilköğretim ve lise öğrencilerinin orijinal projeler yapmalarına olanak sağlar (Galadima, 2014). Gelişen teknolojinin eğitimle entegrasyonunun bir parçası olan Arduino; hava, ışık, sıcaklık, basınç, nem, ağırlık, pH gibi sensörler ile veri topladığından, öğrenciler özgün projeler tasarlayabilir (Hoffer, 2012). Bu, öğrenciler açısından dersleri çekici hale getirir (Sinap, 2017).

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). 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 kullanma 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 setleri

olduğu ortaya konmuş (Yolcu ve Demirer, 2017), ancak söz konusu setlerin açık kaynaklı olmaması, eğitimcileri farklı alternatiflere yönlendirmiştir (Alò vd. 2020).

STEM yaklaşımı ile eğitimde, öğrenciler gruplara ayrılarak kendilerine öğretmenleri tarafından sunulan bilgi temelli hayat probleminin çözümüne yönelik iş birliği ile etkinlikler yapılarak dersler işlenir (Honey vd. 2014). Bundan dolayı öğrenciler; yaratıcılıklarını geliştirir, eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri edinir, arkadaşları ile iletişim halinde ve iş birliği yaparak çalışır, medya ve bilgi okuryazarlığı edinir, üretken ve sorumlu birer birey haline gelir, kısaca 21. yüzyıl becerilerini büyük oranda kazanırlar (Erdoğan ve Çiftçi, 2017; Özçelik ve Akgündüz; Çepni, 2018).

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).

1.2. Tezin Amacı

Eğitim alanında yapılan araştırmalara bakıldığında son yıllarda STEM yaklaşımının benimsendiği, alanyazına bakıldığında 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.

Millî Eğitim Bakanlığı'nın 2023 vizyonunda yer alan hedeflerden bazıları; ortaöğretimde öğrencilerin ilgi, yetenek ve mizaçlarına uygun, esnek modüler bir program ve ders çizelgesi yapısına geçileceği yönündedir. Akademik bilgilerin beceriye dönüşmesi sağlanacak, gençlerin eğitim öğretim süreçlerinde sosyal girişimcilikle toplumsal problemlere çözüm arama motivasyonları kazanması ve ilgili becerilerin, gerekli araç ve ortamlarla desteklenmesi sağlanacaktır (MEB, 2019). STEM etkinliklerinin temeli de bilgi temelli hayat problemlerinin çözümüne yönelik mühendislik adımları uygulanarak öğrencileri girişimciliğe teşvik etmeye

dayanır. Dolayısıyla bu araştırmada öğrencilerle yapılacak Arduino destekli STEM çalışmaları söz konusu hedeflerle örtüşmektedir.

MEB'in 2019-2023 strateji planında, öğretim programları tüm kademelerde bütünsel, yetenek kümeleri ile ilişkilendirilmiş, esnek ve modüler yapılar olarak yeniden yapılandırılacağı belirtilmiştir (MEB, 2019). Ayrıca tüm alanlarda ve eğitim kademelerinde öğrencilerin her düzeydeki yeterliliklerinin belirlenmesi, izlenmesi ve desteklenmesi için ölçme değerlendirme sistemi kurulacağı ve öğrencilerin ilgi, yetenek ve kapasiteleri doğrultusunda toplumsal sorunlara çözüm getiren, ülkenin sosyal, kültürel ve ekonomik kalkınmasına katkı sunan öğrencilerin yetiştirileceği vurgulanmıştır. Yapılacak çalışmadaki etkinliklerin bireysel veya toplumsal problemlere öğrenciler tarafından takım halinde çözüm getirilmesine odaklandığı düşünüldüğünde araştırmanın MEB'in söz konusu stratejileri ile örtüştüğü söylenebilir.

STEM etkinlikleri tasarlayıp uygulama çalışması son yıllarda birçok araştırmacı tarafından yapılmıştır. Yapılan araştırmalara bakıldığında 6. Sınıf seviyesinde çok az araştırma mevcut olup, "Vücudumuzdaki Sistemler" ünitesi ile alakalı etkinliğe rastlanmamıştır. Uygulama; 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 sınırlı sayıda araştırmaya rastlanmıştır. Bu, Fen Bilgisi Eğitimi alanyazınında bir eksiklik olarak görülmektedir. Çalışmanın tüm etkinliklerinde Aduino'nun kullanılacak olunması, çalışmanın özgünlüğünü gösteren bir durumdur.

1.3. Orijinal Katkı

Çalışmanın yaygın etkisi ele alındığında toplumsal, akademik, ekonomik ve ulusal güvenliğe etkilerinin olduğu söylenebilir. 12 yaş grubu öğrencilerinin uygulayacakları insan vücudu ve sağlık problemlerini çözmeye yönelik etkinliklerin, bilinçlerine sağlık elemanı veya doktorlara karşı sempati oluşturmaları, öğrencilerin alacakları eğitimin kalitesini arttırmasının yanı sıra projenin geleceğe yönelik hedeflerinden de biridir. Etkinlik sonunda öğrencilerle yapılacak yarı

yapılandırılmış görüşme formunda sağlık çalışanı olma isteği ile ilgili sorulara yer verilmiştir. Uygulanan etkinliklerin, öğrencilerin gelecekteki meslek seçimlerini etkileyeceği düşünülmüştür. Böylece topluma mesleğini seven sağlık çalışanı veya doktor kazandırılması öngörülen bir toplumsal etkidir. Bunun yanı sıra etkinlik süresince öğrenciler ilgili modelleri tasarlarlarken maliyet analizi yaparlar. Etkinlikler yarışma havasında geçer ve en az maliyetle en kaliteli ürünü tasarlayan yüksek puanla ödüllendirilerek tasarımları değerlendirilir. Proje süresince bu şekilde etkinlik tasarlayacak öğrenciler gelecek yıllarda herhangi bir alanda iş yaparken maliyet analizi yaparak kendi ekonomilerini kontrol altında tutacaklardır. Bu bilincin tüm çocuklara kazandırılması halinde, toplum olarak ekonomik kaynakları verimli kullanan bireylere sahip bir neslin oluşacağı öngörülmektedir.

Gerek devlet okullarında gerekse özel kurumlarda çalışan öğretmenler, derslerinde uygulayacakları STEM etkinlikleri için akademik olarak test edilmiş, uygulanmış kaynaklara ihtiyaç duymaktadırlar. Bunun için STEM etkinliklerinden oluşan kitapçıklar piyasada mevcuttur ancak bu etkinlikler karma bir şekilde verilmiştir. Yapılan bu çalışmada tasarlanan etkinlikler, gelecekte yazılacak olan STEM etkinlikleri kitapçığının “Vücudumuzdaki Sistemler” ünitesindeki boşluğu dolduracaktır.

1.4. Problem Cümlesi

Araştırmanın problem cümlesi aşağıdaki gibidir:

Ortaokul 6. Sınıf Fen Bilimleri Dersi, “Vücudumuzdaki Sistemler” ünitesinin öğretiminde Arduino ile desteklenmiş STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına, temel STEM beceri düzeylerine, eleştirel düşünme eğilimlerine, sebep sonuç ilişkisi kurma becerilerine ve öğrenci görüşlerine etkisi nedir?

Çalışmanın deney grubu, STEM etkinliklerinin yapıldığı grup; kontrol grubu ise mevcut eğitim sistemindeki ders planının uygulanarak dersin işleneceği gruptur.

Ana problemin alt basamaklarında aşağıdaki sorulara cevap aranır:

1. Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarıları arasında çalışmanın öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeyleri arasında çalışmanın öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimleri arasında çalışmanın öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sebep sonuç ilişkisi kurma becerileri arasında çalışmanın öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
5. Çalışma sonunda deney grubunda bulunan öğrencilerin Arduino destekli STEM uygulamaları konusundaki görüşleri nelerdir?

1.5. Varsayımlar

- ✓ Araştırmada kullanılan ölçeklere ve görüşme sorularına öğrencilerin içten ve doğru cevap verdikleri,
- ✓ Araştırmada veri toplamak için kullanılan akademik başarı testinin, ölçeklerin ve görüşme formunun amaçlanan nitelikleri ölçecek nitelikte olduğu,
- ✓ Kontrol altına alınamayan değişkenlerin deney ve kontrol grubunu aynı oranda etkilediği,
- ✓ Deney ve kontrol grubunda Fen Bilimleri dersini işleyen öğretmenin, öğretim programına ve ders planına uygun olarak hareket ettiği varsayılmaktadır.

1.6. Sınırlılıklar

Bu araştırma;

- ✓ İstanbul ilinin Esenler ilçesine bağlı bir devlet okulunda 2020-2021 eğitim öğretim döneminde 6. Sınıfında öğrenim gören 10 deney grubu, Beyoğlu ilçesinde çeşitli okullarda öğrenim gören 9 kontrol grubu öğrencisi ile,

- ✓ Ortaokul 6. Sınıf, Vücudumuzdaki Sistemler Ünitesinin; Destek ve Hareket Sistemi, Sindirim Sistemi, Dolaşım Sistemi, Solunum Sistemi ve Boşaltım Sistemi konularıyla,
- ✓ Belirlenen fen bilgisi konularına yönelik mühendislik tasarım sürecine uygun geliştirilmiş toplam beş STEM etkinliğiyle,
- ✓ Öğrencilere uygulanacak, geçerliliği ve güvenilirliği test edilmiş Sistemler Ünitesi Akademik Başarı testi ölçeği, Temel STEM beceri düzeyleri ölçeği, Eleştirel Düşünme Öz Düzenleme ölçeği, sebep sonuç ilişkisi ölçeği, yarı yapılandırılmış görüşme formu ve öğretmen gözlem notları ile sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

STEM Eğitimi: Science (Bilim), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik) alanlarının baş harflerinden oluşan, Türkçe alanyazında FeTeMM olarak adlandırılan, disiplinler arası yaklaşımla bireylere bilgi ve yetkinlik kazandırmayı amaçlayan bir eğitim modelidir. STEM yaklaşımı, ülkelerin sanayileşmesinde avantaj sağlayacak ekonomik gücü elinde tutabilecek bireyler yetiştirmeyi ve ülkeleri endüstriyel ve ekonomik açıdan gelişmiş ülke durumuna getirmeyi amaçlamaktadır. (Çevik ve Özgünay, 2018).

Arduino: Öğrenciler ve yeni başlayanlar için, elektronik öğrenmeyi ve programlamayı kolaylaştırmak için tasarlanmış açık kaynaklı bir fiziksel bilgi işlem platformudur.

Akademik Başarı: Bireylerin bir ders kapsamında göstermiş oldukları başarı düzeyinin sayısal bir değerle ifade edilmesidir.

21. yy. Becerileri: P21 (Partnership for 21st Century Learning) tarafından tanımlanan, iletişim kurma, iş birliği yapma, eleştirel düşünme, yaratıcılık gibi becerilerdir (P21, 2018).

Bu bölümde Arduino ve STEM eğitimi ile ilgili kavramsal bilgilere ve bu konuda yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.1 Arduino Nedir?

Geçmişte elektroniği kullanmak mühendislere özgü bir durumdu. Elektronik araçları kullanmak kapsamlı bir bilgi gerektirirdi. Ancak günümüzde mikro denetleyiciler daha ucuz ve kullanımı kolay hale geldiği için daha iyi araçların oluşturulması sağlandı. Arduino ile sanatçı ve tasarımcılar dahi elektroniğin temellerini hızlı bir şekilde öğrenip küçük yatırımlarla prototip geliştirmeye başladılar (Banzi, 2009).

Arduino, öğrenciler ve yeni başlayanlar için, elektronik öğrenmeyi ve programlamayı kolaylaştırmak için tasarlanmış açık kaynaklı bir fiziksel bilgi işlem platformudur. Kullanıcıların bir mikrodenetleyici donanım platformunda derlenen, yüklenen ve yürütülen C/C++ programlama dillerinde programlar yazmasına olanak tanıyan bir yazılım entegre geliştirme ortamından oluşur (Tan vd. 2017).

Büyüklüğüne, üzerindeki pin sayılarına ve mikroişlemci çeşidine göre Arduino Mega, Arduino Nano, Arduino Mini ve Arduino Uno kartları vardır (Şekil 2.1). Bu kartlardan Arduino Uno, eğitimde yaygın olarak kullanılmaktadır.



ARDUINO MEGA



ARDUINO NANO



ARDUINO MINI



ARDUINO UNO

Şekil 2.1 Arduino kartları (<https://www.arduino.cc/> den alınmıştır.)

Arduino uno üzerinde 3V ve 5V çıkışları, GND üzerinden toprak bağlantısı giriş ve çıkış için kullanılabilen dijital pinler bulunmaktadır. Yazılım üzerinden bu giriş ve çıkışlara bağlanan sensör, motor veya LED'ler kontrol edilebilir. Giriş ve çıkışların yetersiz olduğu durumlarda shield denilen genişleticiler kullanılır. Ethernet, GSM, analog, video çıkışı, motor, LCD bazı genişletici türleridir (Şekil 2.2).



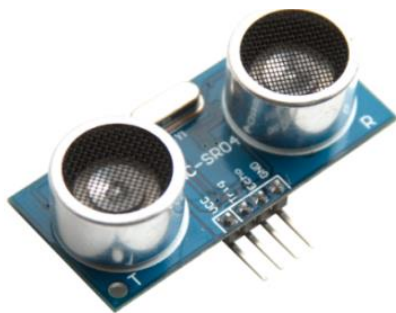
Şekil 2.2 Bazı genişleticiler (<https://www.arduino.cc/> den alınmıştır.)

2.1.1 Sensörler

Sensörler, etraftaki değişiklikleri algılayan ve bunu bilgisayar üzerinden okuyup eyleme dönüştüren mini bilgisayarlardır. Sadece elektrik sinyallerini işlerler. Işık, sıcaklık gibi fiziksel veriler elektrik verilerine dönüştürülür. İnsan gözünün ışığı algılayıp beyin hücrelerine göndermesi, nöronların onları elektrik sinyallerine dönüştürmesi gibi çalışır. Özelliklerine ve algılama durumlarına göre hassaslık değerleri değişebilmektedir.

2.1.1.2 Çalışmada kullanılan sensör çeşitleri;

HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü



HC-SR04 ultrasonik sensörü iyi bir uzaklık/yakınlık sensörüdür. Çeşitli robotik projelerinde ağırlıklı olarak nesnelerden kaçınmak için kullanılır. 2cm'den 400cm'ye kadar 3mm hassasiyetle ölçüm yapabilen bu ultrasonik sensör

Light Emmiting Diode (LED)



Küçük akımlarla ışık veren yeşil, sarı, kırmızı ve UV türevleri bulunan minik lambalardır. LED lambalarının anot bağlantısının yapıldığı uzun ve katot bağlantısının yapıldığı kısa bacak olmak üzere iki bacağı bulunur.

Şekil 2.7. LED lambaları

Servo motor SG90



Servo Motor Mini, küçük boyutlu projeler geliştirebilmek için son derece uygun bir araçtır. RC Kumandalar ile uyumlu olarak çalışmaktadır.

Şekil 2.8 Servo motor

2.1.3 Diğer Arduino Bileşenleri

Dirençler: Elektrik akımını yavaşlatan devre elemanıdır. Arduinoya ait elektronik aletlerin hassasiyetinden dolayı direnç kullanımı, devre parçalarının ömrü için önemlidir.

Lehimleme: Metal kabloları bir araya getiren ve devreyi sağlamlaştıran bir metottur. Ancak lehimleme yapmak, malzemelerin tekrar kullanılmasına engel olduğu için pek tercih edilmez.

Breadboard (devre tahtası): Arduino ve diğer devrelere bağlanabilen telleri bir arada tutan ve pimler içeren plastik levhalardır. Devre tahtası ile devre yapmak lehimlemeye göre daha kolaydır çünkü birden fazla devre elemanını birbirine bağlayabilir.

Tel: En temel elektrik devre elemanıdır. Elektronların bir devre boyunca hareket ettiği yolu oluşturur. Arduino da dişi-dişi, dişi-erkek, erkek-erkek Jumper kablolar kullanılır.

2.1.4 Arduinonun Avantaj ve Dezavantajları

Aduino'nun avantajları arasında aşağıdaki maddeler sıralanabilir:

- ✓ Açık yazılım olmasından dolayı kodlama bilgisine sahip olmayanlar bile istediği şekilde geliştirebilir, ekleme ve çıkarmalar yapabilir, ücretsiz erişilebilir,
- ✓ Kodlama dili basittir, internette çok fazla kaynağa ulaşmak mümkündür. (<https://create.arduino.cc/projecthub>)
- ✓ Yazılımı indirildiğinde gelen hazır kütüphaneler ile birçok basit uygulama yapılabilir,
- ✓ Çoklu platformdur; Windows, Macintosh, Linux'ta çalışabilir,
- ✓ USB ile bağlantı kurulabildiğinden kullanımı ve taşınması kolaydır,
- ✓ Düşük bütçelidir,
- ✓ Hedef kitlesi geniştir, eğitimde de kullanılabilir, eğitim öğretime yeni yaklaşımlar getirebilir,
- ✓ Otonomik ve kooperatiftir.

Arduino'nun dezavantajları arasında aşağıdaki maddeler sıralanabilir:

- ✓ Yüksek hız gerektiren uygulamalar için yetersizdir.
- ✓ Kod yazabilmek için programlama dillerinden C dilinin altyapısına sahip olunması gerekir.
- ✓ Proje oluşturmak için temel seviye elektronik bilgisine sahip olmak gerekir.
- ✓ Sorunsuz ve işlevsel uygulamaların geliştirilmesi diğer mikrodenetleyici uygulamalarında olduğu gibi Arduinoda da zaman alan bir süreçtir (Zöhra, 2017).

Arduinonun eğitimde kullanılmasına ilişkin eğitime bazı görüş ayrılıkları da bulunmaktadır. Arduinoyu derslerinde kullanan öğretmenlerin görüşleri dikkate alındığında, uygulama örneklerinin yetersiz olduğunu, eğitim süresinin yetersiz ve kısıtlı olduğu, öğrencilerin kodları Arduino ya geçirirken ve bağlantıları kurarken zorlandıkları olumsuz görüşlerden bazılarıdır (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.

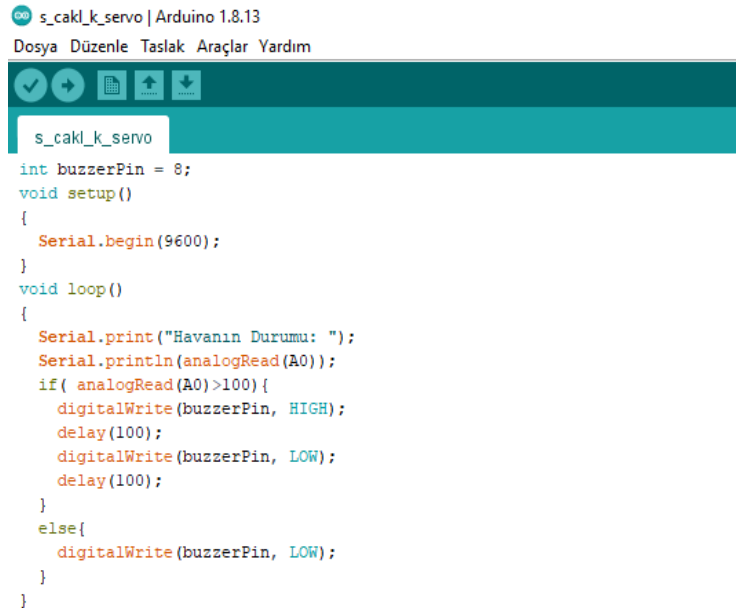
2.1.5 Arduino ile Programlama

Bilgisayara ne yapması gerektiğini söyleyen kodlanmış bir talimat dizisine sketch (taslak) denir. Sketch, sensör, LED'e veya bir ekran ünitesine bağlı olan pinlerden veri okumak ve farklı pinlere bilgi yazmak amacıyla kullanılır. Arduinoya bilgi işleme; veri akışlarını birleştirme, girişi bir referansla karşılaştırma, veriyi okunabilir bir biçime yerleştirme yollarından geçer.

Arduino kodları iki kısımdan oluşur: `setup()` ve `loop()`.

Setup(): Arduinoya yapmasını istediğimiz şeyleri yapmak için bilmesi gerekenleri söyler. Örneğin hangi pinleri giriş olarak yapılandırması gerektiğini, hangi pinleri çıkış olarak yapılandıracağını ve varsayılan olarak hangisinin hiçbir şey yapmayacağını söyler.

Loop(): Arduinoya giriş ve çıkışla ne yapacağını söyler. Diğer bazı bilgisayarların aksine asla durmaz; bir döngüdeki talimatlar yürütüldüğünde Arduino döngünün en üstüne geri döner ve komutları yeniden yürütmeye başlar (Şekil 2.9).



```
s_cakl_k_servo | Arduino 1.8.13
Dosya Düzenle Taslak Araçlar Yardım

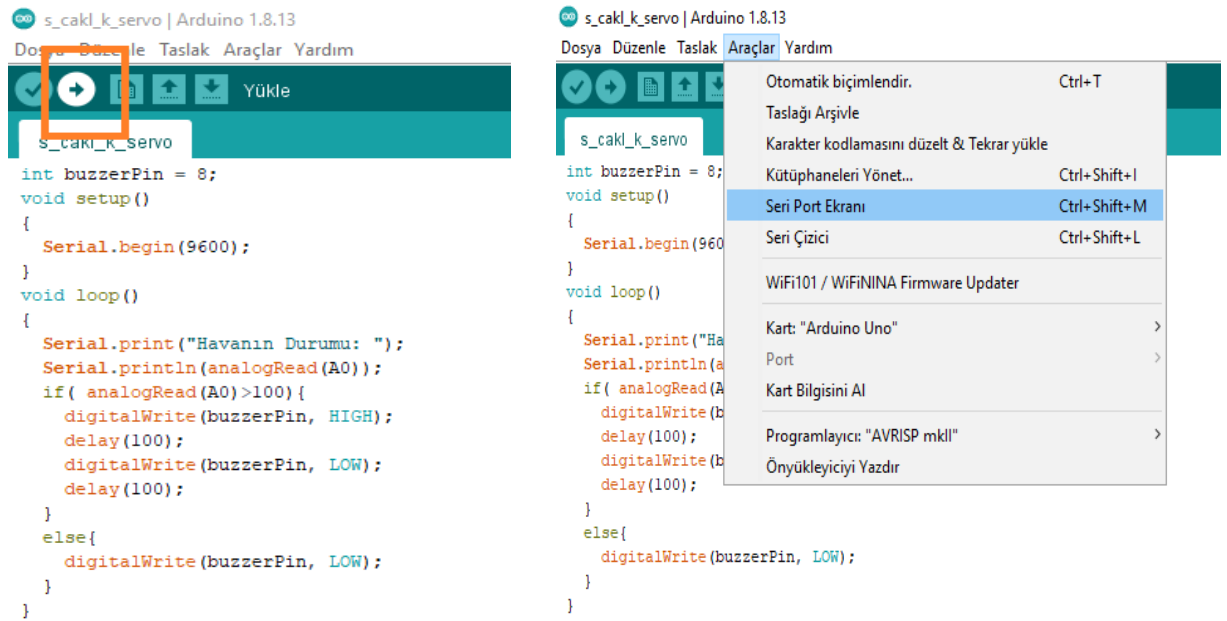
s_cakl_k_servo

int buzzerPin = 8;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  Serial.print("Havanın Durumu: ");
  Serial.println(analogRead(A0));
  if( analogRead(A0)>100){
    digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(buzzerPin, LOW);
    delay(100);
  }
  else{
    digitalWrite(buzzerPin, LOW);
  }
}
```

Şekil 2.9 Arduino komutları

Arduinoyu kullanma basamakları

- 1) Arduino yazılımı bilgisayara yüklenir. (<https://www.arduino.cc/>)
- 2) Proje devresi Arduino kartı üzerinden oluşturulur.
- 3) Kod ekranı açılır, kodlar yazılır. Daha önceden oluşturulmuş kodlar da yüklenebilir.
- 4) Kodlar yüklenir (Şekil 2.11).
- 5) Pano, yazılan taslağı yürütür.
- 6) Seri port ekranından kodların çalışıp çalışmadığı kontrol edilir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 Kod yükleme butonu ve seri port ekranı açılımı

Arduinoya benzer Freeduino, Dfduino gibi başka platformlar da mevcuttur ancak Arduino bu platformlara göre daha düşük maliyete sahip olduğu için eğitimciler tarafından tercih edilmektedir (Yasin vd. 2018).

2.2 STEM Eğitimi

STEM, öğrencileri dört özel disiplinde- bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik- disiplinler arası ve uygulamalı bir yaklaşımla eğitime fikrine dayanan bir eğitim yaklaşımıdır. STEM, dört disiplini ayrı ve ayrı konular olarak öğretmek yerine, bunları gerçek dünya uygulamalarına dayalı birleşik bir öğrenme paradigmasına entegre eder (Hallinen, 2020).

Gittikçe küreselleşen bir toplumda, tüm çocukların miras alacakları 21. yüzyıl dünyasında var olmaları ve onlara liderlik etmelerini sağlayacak türden bir eğitime erişim fırsatları yaratmak ve genişletmek önem arz etmektedir (Aydeniz, 2017). Tüm konu alanları önemli olsa da teknoloji odaklı çağımızda başarılı olmak için öğrencilerin Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik becerilerini geliştirmede desteklenmeleri gerekmektedir.

20. yüzyılın ikinci yarısı boyunca, gelişmiş ülkelerdeki yetkililer, öğrencileri işgücüne katılma ve küresel ekonomide rekabet etmeye hazırlama amacıyla yalnızca STEM alanlarında okuryazarlığı artırmakla kalmayıp aynı zamanda bilim adamlarının ve mühendislerin mevcut iş gücünü genişletmeyi amaçlayarak bilim, matematik ve teknoloji eğitimini geliştirmeye odaklanmıştır. Ayrıca, 2013 yılında küresel STEM politikaları ve uygulamaları üzerine Avustralya'da yapılan bir çalışmaya göre (Gao, 2013), dünya çapındaki ülkelerin yeterince temsil edilmeyen grupların (örneğin, kadınlar ve kızlar) STEM çalışmalarına ve kariyerlerine katılımını genişletmek için çalıştıklarını ortaya konulmuştur. Ayrıca, uygulama ve problem çözme faaliyetleri yoluyla STEM kariyerlerine ilişkin genel farkındalığı artırmak ve STEM içeriğinin daha derin bir şekilde anlaşılmasını sağlamak için de çaba gösterilmektedir.

Birçok ülke, teknik, mesleki veya akademik çalışma yolları için seçeneklerle STEM'e özgü eğitim yolları oluşturmuştur. Bazı programlar, STEM öğrenimini geliştirmenin ve öğrencileri toplumun karşılaştığı sorunları çözmeye daha iyi hazırlamanın bir yolu olarak eğitim stratejilerinin ulusal sınırlar ötesinde paylaşılmasına vurgu yapmaktadır (Yıldırım, 2016).

STEM eğitimi, birden fazla STEM konu alanının kesişme noktasında iş birliği içinde inşa edilen bilgi, beceri ve inançları içerir. "STEM" kısaltmasındaki harflerden birini

oluşturan "bilim" kelimesi, bilimden daha kapsamlı bir anlam içermektedir. Bilim, tüm disiplinleri kapsayan daha geniş bir anlama sahipti ve STEM, sadece fizik, biyoloji, kimya, mühendislik ve bilgisayar mühendisliğini değil, aynı zamanda davranış bilimleri ve sosyal bilimleri de içeren daha geniş bir anlama sahiptir (Breckler, 2007; Green, 2007).

STEM'e göre eğitimin temel amacı kişiyi hayata hazırlamak ve yetkin bir şekilde yaşamasını sağlamaktır. Yetkin bir yaşam, ancak eğitilmiş bir yaşam sürmekle mümkündür. Zollman'a (2012) göre, STEM'in kapsamlı amaçları yerine getirilmiş bir vatandaş olmak için toplumsal ve kişisel ihtiyaçları ele almaktır. STEM yeterliliğine sahip öğrenciler, ulusu gittikçe küreselleşen bir ekonomide küresel bir lider olmaya hazırlar.

STEM disiplinlerinde daha iyi öğrenci performansını teşvik edecek bir eğitim sistemi kurmak için, STEM eğitiminin yeniden kavramsallaştırılması gerekir. Dört disiplinin her biri her zaman eğitim müfredatlarının bir parçası olduğu için, daha fazla öğretim süresi ayırmak mevcut akademik krizden çıkmak için yeterli değildir (Basham vd. 2010)

STEM eğitiminden sadece dört disiplinin bir veya birkaç alanını öğretmek olarak bahsetmek yerine, öğrencilere bir müfredatta STEM'in etkili bir şekilde nasıl öğretileceğinin benimsenmesi gerekir. Başka bir deyişle, STEM eğitimi, STEM ile ilgili içerik öğretirken disiplinler arası bir öğretim yaklaşımı olarak çerçevelenmelidir. Bu anlamda, öğretmenler sadece STEM içerik bilgisine "bildikleriniz" e değil, öğrencilerin STEM bilgisini nasıl iyi bir şekilde kullandıklarına da "bildiklerinizle neler yapabilirsiniz" e odaklanmalıdır (Hwag ve Tylor, 2016).

2.3 STEM eğitiminde Arduino'nun kullanıldığı Çalışmalar

2.3.1. Ulusal Çalışmalar

Arduino ilgili Türkiye'de ortaokul düzeyinde fen bilimleri dersi kapsamında sınırlı sayıda akademik çalışma yapılmıştır. YÖK tez ulusal veri tabanı incelendiğinde Arduino kullanımının 2017'den sonra ülkemizde eğitim alanında kullanıldığı görülmektedir.

Karaahmetoğlu (2019), proje temelli Arduino etkinliklerinin öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerine ve temel STEM beceri düzeylerine etkisini incelemiş, 6. Sınıf 18

deney, 15 kontrol grubu olmak üzere 33 öğrenci ile 11 haftalık bir program yürütmüştür. Çalışma sonucunda, yapılan etkinliklerin öğrencilerin bilgisayarca düşünme yetileri üzerine çalışmanın öncesinde ve sonrasında anlamlı bir farklılığa sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Özel (2018), robotik biliminin 8. Sınıf fen dersine entegrasyonu ile ilgili bir çalışma yapmıştır. 48 öğrenci ile 8 hafta süren çalışmasında basit makineler, ışık ve ses, yaşamımızdaki elektrik, deprem ve hava olayları konularında etkinlikler tasarlanmış, uygulama sonucunda elde ettiği verileri öğrencilerin başarısına, teknoloji tutumlarına, STEM tutumlarına göre incelemiştir. Araştırma sonucunda elde ettiği bulgulara göre söz konusu değişkenler yönünden anlamlı bir farklılık saptamış, öğrenci günlüklerinden oluşturduğu nitel verilerin incelenmesi neticesinde ise öğrencilerin fen dersine karşı ilgi ve motivasyon düzeylerinde artış olduğunu ve özgüvenlerinin olumlu yönde geliştiğini vurgulamıştır.

Koç (2019), tamamladığı doktora tezinde kapsamlı bir çalışmaya yer vermiştir. Koç, 5. Sınıf 60 öğrenciyi 3 gruba ayırmış, iki deney bir kontrol grubu oluşturmuş, deney grubunun biri ile basit malzemelerle STEM etkinlikleri gerçekleştirmiş, diğeri ile robotik destekli STEM uygulamaları yapmış, kontrol grubuyla da mevcut ders planında belirtilen şekilde ders işlemiştir. Veri toplama araçları olarak problem çözme ölçeği ile akademik benlik kavramları ölçeği kullanmış, her iki deney grubu kontrol grubuna göre ilgili değişkenlere göre anlamlı farklılık göstermiştir. Problem çözme ölçeği verilerine göre iki deney grubu arasında anlamlı fark çıkmamıştır, bunun neticesinde STEM eğitiminde teknoloji kullanımının olmazsa olmaz bir olgu olmadığı, basit malzemelerle gerçekleştirilen STEM çalışmalarında da öğrencilere kazandırılmak istenen yetilerin kazandırılabileceğini vurgulamıştır.

Kırtay (2019), yaptığı çalışmada fen eğitiminde robotik uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve fen eğitimine yönelik motivasyonlarına etkisini incelemiş, yarı deneysel araştırma modeli kullanarak 60 öğrenci ile 8 hafta süren bir çalışma yapmıştır. Çalışmada, kuvvet ve hareket ünitesi içerisindeki konular işlenmiştir. Çalışma sonucunda bilimsel süreç becerileri değişkeni yönünden anlamlı bir farklılık gözlenmiş ve robotik araçların fen dersine entegre edilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Yüksel (2019), Arduino programlamanın 6. Sınıf öğrencilerinin fen bilimlerine yönelik tutum, başarı ve öz yeterliliklerine etkisini incelemiş, 2016-2017 eğitim yılında 6. sınıf 64 öğrenci ile elektriğin iletimi konusunda etkinlik tasarlayıp uygulamıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin fene karşı tutumlarında anlamlı farklılık olduğu görülmüş ve Arduinonun fen dersinin diğer konularında da uygulanabileceğini belirtmiştir.

Sinap (2017), yaptığı çalışmada programlama eğitiminde probleme dayalı öğrenmeye yönelik Arduino etkinliklerinin kullanılması ile ilgili 26 üniversite öğrencisi ile 6 hafta süren bir eylem araştırması yapmıştır. Çalışmasında programlamaya karşı tutum ölçeği ve problem çözme becerileri ölçeği kullanmış, verileri incelediğinde söz konusu değişkenler açısından anlamlı farklılık gözlemlemiştir. Robotik kitlerin STEM eğitiminde ve programlama derslerinde kullanılabileceğini önermiştir.

Çilek (2019), gazların atmosferdeki sıcaklık değişimine etkisi ile ilgili 5. Sınıf öğrencileri ile bir STEM çalışması gerçekleştirmiş, çalışmada Arduino ile bütünleşik bir prototip geliştirmiş ve etkinliklerin öğrencilerin STEM'e karşı tutumlarında pozitif etkiye sahip olduğunu saptamıştır.

Bozkurt ve ekibi (2019), 6, 7 ve 8. Sınıfa giden 24 öğrenci ile 40'ar dakikalık 12 periyottan oluşan bir STEM çalışması gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada nakliye firmaları için taşıma probleminin çözümüne yönelik mühendislik ve tasarım odaklı etkinlik gerçekleştirilmiş, asansör kullanılmadan nakliye işlemini gerçekleştirebilecek bir prototip geliştirmişlerdir. Etkinlik sonucunda öğrenci görüşleri değerlendirilmiş, öğrenciler dersi çekici ve eğlenceli bulmuşlardır.

Közcü ve Güven yönetiminde (2019), Arduino destekli robotik ve kodlama uygulamalarının 5E modeli ile öğretimini ele alan bir çalışma yapılmıştır. Türkiye'de özel bir okulda 6. Sınıf, STEM kulübü üyesi 10 öğrenci ile gerçekleştirilen bu çalışmada dolaşım sistemi ünitesi kapsamında kalbin kasılıp gevşemesini bir model üzerinde gösteren Arduino ile nabız sensörü uygulamaları yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda etkinliklerin, öğrencilerin kodlamaya, teknolojiye, bilgi edinme becerilerine ve öğrendiklerini günlük hayatla ilişkilendirme becerilerine olumlu yönde katkı sağladığı, çalışmanın nitel verileri sonucunda ortaya konulmuştur.

2.3.2. Uluslararası Çalışmalar

Arduino ile ısı, sıcaklık, akım, voltaj, manyetik alan, ışık yoğunluğu gibi kapsamlı veriler toplanabildiği için fizik öğretmenlerince tercih edilmektedir. Özellikle fizik laboratuvarı olmayan okullarda pratik şekilde kullanılarak deney ile verilmek istenilen kazanım verilebilir (Önder vd. 2020).

Yurt dışı çalışmalarına bakıldığında çalışmaların daha çok lise ve üniversite düzeyinde fizik dersi kapsamında yapıldığı görülmektedir. Örneğin Ishafit (2020), fizik dersi kapsamında manyetik alan kavramının öğretiminin zorluğundan yola çıkarak Arduino destekli manyetik alan etkinlikleri gerçekleştirmiş, çalışma sonucunda öğrencilerin fizik dersine karşı ilgileri olumlu yönde değişiklik göstermiştir. Gustav (2020) ise Arduino ve excel hesap tablosu ile harmonik osilatör tasarlamış, Arduinonun excel ile de kullanılabileceğini belirtmiştir.

Cristoph (2020) powerbankların voltaj, akım, güç ve şarjını Arduino ile ölçmüş, Velesca (2020) ise Arduino ile üniversite öğrencileriyle ağırlık kuvvetlerinin incelenmesi için bir gezegen ölçeği oluşturmuştur. Lopez (2016) ise Arduino ile kontrol edilebilen bir robot tasarlamıştır. Yaptıkları çalışma proje temelli öğrenmeyi destekler niteliktedir.

Chaudry (2020), üniversite öğrencilerinin fizik dersine ilgilerini arttırabilmek için Arduino etkinlikleri kullanmış, 2 yıl, 4 dönem boyunca fizik konuları Arduino ile desteklenerek anlatılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin fizik dersine karşı ilgisi artmıştır.

Arduino ile ilgili bir diğer çalışma ise dron ile ilgilidir. Fokides (2017), 5. Sınıfa giden 40 öğrenciyi iki gruba ayırmış, bir gruba dron yapımı ve uygulaması öğretilmiş, diğer gruba mevcut ders planı üzerinden eğitim verilmiş ve öğrencilerin matematik, fizik ve coğrafya derslerine karşı ilgisi ölçülmüştür. Yapılan çalışma sonucunda öğrencilerin fizik ve coğrafya derslerine karşı ilgisinde anlamlı farklılık olmaması ile birlikte matematik dersine karşı ilgilerinde anlamlı artış gözlenmiştir.

Kuan (2016) ve ekibi, yılında yayınladıkları bir çalışmada üniversitede fizik okuyan öğrenciler için fizik laboratuvarında kullanılabilecek Arduino ve LabVIEW kullanarak bilgisayar destekli kapsamlı bir müfredat geliştirmişlerdir. Oluşturdukları müfredatı

üniversiteye giriş sınavından %48-53'lük dilime giren özellikle son 6 yıllık matematik ve fizik skoru düşük olan uygulamalı fizik ve kimya bölümünden 14 öğrenci ile uygulamışlardır. İlgili bölümü seçen öğrencilerin ilk yıl fizik ve kimya dersleri alıp sonraki yıllarda fizik dersinin sayısal zorluğundan dolayı kimya alanına yönelmeleri, araştırmacının bu çalışmayı yapmasında etkili olmuştur. Araştırmada öğrencilerin müfredattan aldığı kazanımların ne olduğu, geliştirilen müfredatın öğrencilerin bilgisayar dillerini öğrenmeye olan ilgilerini arttırıp arttırmadığı, öğrencilerin fizik dersine olan tutumlarını iyileştirip iyileştirmediği sorularına cevap aranmıştır. Çalışma verileri 24 soruluk retrorespektif (geçmiş kapsayan) anket ile toplanmış ve öğrenciler 5 yıl boyunca gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin bilgisayar dillerini öğrendiği, fizik performanslarının arttığı fizik bölümüne yönelik motivasyonlarının arttığı saptanmıştır.

Breanne (2017), yaptığı çalışmada kodlanabilir devreleri birleştirerek lise öğrencilerinin devreyi öğrenmeleri ve elektronik tekstillerle kodlama yapabilmelerini amaçlamıştır. 16-17 yaş grubundan 23 lise öğrencisi ile yaptıkları çalışmada lilyPad ve Arduino kullanarak programlama sensör girişlerini ve çıkışlarını entegre ederek ve iki farklı alanın nasıl etkileşime girdiğini inceleyerek öğrencilerin devreyi elektronik tekstillerle ampuller yerine iletken ipler ve dikilebilir LED'ler kullanarak öğrenmelerini sağlamıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin işlevsel devreleri anlamalarında artış gözlenmiş, devreleri kontrol etmek için program kodu tasarlama ve yeniden karşılaştırma becerisi gösterdiği belirtilmiştir.

Arduino ile ilgili eğitim araştırmaları fizik dersi ile sınırlı kalmamış, farklı disiplinlerde de uygulanmıştır. Çalışmalara bakıldığında STEM etkinliklerinde ağırlıklı olarak kullanıldığı görülmektedir.

Kristie (2020), öğretimde robotik kullanımının öğrencilerin öz yeterlilik, STEM'e karşı tutum, bilgisayarca düşünme becerisi üzerine etkisini inceleyen bir çalışma yapmıştır. Odak grup ile yapılan çalışma sonucunda öğrencilerin öz yeterliliği olumlu yönde geliştiği saptanmış, öğrenciler etkinlikleri eğlenceli bulmuş ve STEM mesleklerine karşı bağlantı kurabilmişlerdir.

Pino (2019) ve ekibi, Arduino ile karbondioksit gazı kalitesini ölçmüşlerdir. Etkinlik sonunda elde edilen nitel veriler neticesinde öğrencilerin mühendislik becerilerinin geliştiği kaydedilmiştir. Arduino Uno, SD kart ve karbondioksit sensörü kullanarak yaptıkları projenin; havadaki kontaminasyondan dolayı saf karbondioksit ölçümü yapamaması ve ölçüm sırasında gecikmelerin yaşanması gibi dezavantajlara sahip olmasının yanında farklı mekânlarda test edilebilmesi, ekonomik olması ve öğrencilerin mühendislik becerilerini geliştirmesi gibi avantajları dikkate alınırsa eğitimcilere; kimyasal reaksiyonlar, fotosentez ve solunum, gaz difüzyonu konularını işlerken ışık tutacağı belirtilmiştir.

Yasin (2018), Arduino-Android temelli oyun ile elektrik öğretimi üzerine 8. Sınıf öğrencileri ile bir çalışma yapmış, çalışmada öğrencilere trafik ışıkları yaptırılmış, gözlem notlarından alınan nitel veriler sonucunda öğrencilerin dersten keyif aldıkları, zamanın hızlı bir şekilde geçtiğini bildirdikleri vurgulanmıştır.

Alo (2020), Arduinoyu çevre eğitimi uygulamalarında kullanmıştır. 7. Sınıf 115 öğrenci ile 5 hafta süren çalışmada; Arduino, STEM öğrenimindeki bakış açılarını değiştirmek için kullanılıp kullanılmayacağı, öğrencilerin STEM'e karşı hevesli olup olmayacağı, tasarımı ücretsiz kullanımı ve dağıtımı sağlanıp sağlanmayacağı sorularına cevap aranmıştır. Çalışmanın sonucu, çalışmaların öncesinde ve sonrasında öğrencilerin fen veya teknolojiye yönelik tutumlarda anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Bunun sebebi ise öğrencilerin yeni olan bir teknolojiye karşı korku duyması, hata yapma endişesi taşımaları şeklinde açıklanmıştır. Ancak etkinlikler sırasında öğrencilerin merak ve coşku içerisinde süreci takip etmeleri sebebiyle daha etkileşimli deneyimlere ihtiyaç duyulduğu belirtilmiş, Şili'de bulunan okulların teknoloji altyapısının yetersiz olduğuna değinilmiştir. Şili ve diğer ülkelerde müfredat oluşturulurken Arduino kullanımının dikkate alınması gerektiği önerilmiştir.

Sousa (2020), Arduino ve sensörlerle UV radyasyon ve sürdürülebilirlik öğretimi üzerine bir durum çalışması yapmıştır. Çalışma Portekiz'de 9. Sınıf öğrencileri ile yapılmış, çalışmanın sonucunda öğrencilerin disiplinler arası becerileri gelişmiş, doğa bilimlerine karşı ilgisi artmış ve öğrencilerin programlama ve matematiği günlük hayatta kullanabilmesine olanak sağlanmıştır.

Sadegh (2020) ve ekibi, yaptıkları çalışmada öğrencilerin matematik fen, teknoloji, mühendislik ve dijital üzerine yeterlilik kazandırmanın yanı sıra kişisel ve sosyal öğrenmelerine fayda sağlanması amaçlanmıştır. 20 öğrenci ile iki yıl süren çalışmanın sonucunda suyun sertliğini Otomatik olarak ölçen bir araç geliştirilmiştir. Proje maliyeti düşük olmakla birlikte öğrencilerin bağımsız öğrenme yetilerine ve takım halinde çalışma becerilerine katkı sağlamıştır.

Chou (2018), Arduino tabanlı robotik etkinlikleri yapmıştır. Tayvan'da 5. Sınıf 30 gönüllü öğrenci ile 16 hafta süren çalışmada ön-test son-test yarı deneysel desen kullanmıştır. Veriler elektrik mühendisliği ve bilgisayar programlama içeriği bilgi ölçeği ve problem çözme becerileri ölçeğinden toplanmış, elde edilen nicel veriler sonucunda da her iki değişken açısından anlamlı farklılığın olduğu görülmüştür.

Robotik ve STEM eğitimi ile ilgili uluslararası düzeyde kabul almış projeler de mevcuttur. Örneğin botSTEM projesi, İspanya, İsviçre, İtalya ve Güney Kıbrıs'ın aralarında olduğu bir ERASMUS+ projesidir. Proje, öğrenciler için eğitici oyunlar, açık robotlar, manipüle edilebilir kodlar geliştirerek öğrenmeyi çekici hale getirmeyi, uyum ve maliyeti düşük VLE'ler aracılığıyla öğretmenlere yönelik uzun ömürlü eğitimin kalitesini ve entegrasyonunu sağlamayı ve cinsiyet temelli yaklaşımla bütünleştirilmiş STEM'e müdahale etmeyi amaçlar. Robotik kodlama yoluyla okulöncesi STEM eğitimi için araç seti, sanal öğrenme ortamı, bilgi aktarım platformu ve eğitim politikası üreticileri için yönergeler, projenin çıktılarından bazılarıdır (Greca vd. 2020).

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

Papert'in inşacılık teorisine göre öğrencilerin çevresindeki dünyayı anlamaları fikir ve bilgi edinme süreçlerini kullanmasıyla ve aktif olarak fiziksel nesneler 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).

Kasalak (2018)'a göre nesnelerin interneti 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.

Almisis (2009)'e 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 oluşturmışlardır. 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).

STEM eğitimine dünya çapında artan ilgiye rağmen, paydaşları, özellikle eğitim kurumu yöneticileri ve sınıf pratisyenleri, STEM eğitimini neyin oluşturduğu ve sınıf ortamlarına nasıl taşınabileceği konusunda halen uzlaşamamışlardır. Aynı ulus içinde bile farklı eğitim bağlamlarında farklı STEM yaklaşımları benimsenmiştir (Johnson, 2012; Bybee, 2013).

3.1 Günümüzde STEM için Teorik Yaklaşımlar

Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi (STEME) teorik çerçevesinin geliştirilmesine öncülük eden dört yaklaşım açıklanmaktadır. Bunlar, yollu, bütünleşik, süreklilik ve STEAM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik) eğitimidir (Vongai, 2019).

Yollu çerçeve tarafından önerilen STEM eğitime giden dört yol izole ve bağımsız (S-T-E-M), düet (örneğin SteM), bire üçe (örneğin E S-T-M) ve dört aşılınmış (STEM) yaklaşımlardır (Dugger, 2010). Ayrılıkçı veya silo yaklaşımı, literatürde her bir STEM konusunun izole edilmiş talimatını tutan geleneksel bir yaklaşım olarak da görülmektedir. Bazıları bu öğretim şeklini S-T-E-M olarak sembolize eder ve minimal veya entegrasyon olmadan bağımsız konu doğasına dikkat çeker (Gerlach, 2012).

Bütünleşik STEM eğitimi, yaşamla güçlü bir iş birliğine dayalı bağlantıya sahip, birbiriyle bağlantılı bir disiplin varlığını gerektirir (Çorlu vd. 2014). Bu STEM eğitimi yaklaşımı,

öğretmenleri paradigmatik bilgileri, becerileri, değerleri ve dil farklılıklarını yaymaya ve entegre disiplini tek bir tutarlı varlık olarak öğretmeye yönlendirir.

Süreklilik yaklaşımı, en düşük seviye 1'den (bağılantısız) en yüksek seviye 4'e (bütünleşik) kadar değişen dört farklı seviyeden oluşur. Sağladığı diğer olası STEM entegrasyon yolları, sırasıyla 2. ve 3. seviyelerde birbirine bağlı ve tamamlayıcıdır. Bağılantısız düzeyde, bireysel STEM konuları ayrı ayrı öğretilir ve öğrenilir. Kimya, biyoloji ve matematik gibi konular okul müfredatında birbirine paralel olarak yer alır. Her konu, onu öğretmek için eğitilmiş öğretmenler tarafından öğretilir. Bu düzeydeki STEM entegrasyonu, mühendislik ve teknoloji gibi konuları okul müfredatına genellikle okullarda hariç tutmayı gerektirir (Akaygun vd. 2016).

STEAM, Sanat ve Tasarımın STEM'e entegre edilmiş hali olup günümüzün en yeni yaklaşımını temsil etmektedir. STEAM eğitimi, konular ve gerçek hayat arasındaki ilişkileri gösteren eğlenceli bir ortamda öğretme fırsatı sağlar, böylece motivasyon duygusunu, öz-yeterliği ve problem çözme becerilerini artırır (Madden vd. 2013). Öğrencilere problem çözmenin yeni ve yaratıcı yollarını keşfetmeleri, verileri göstermeleri, yenilikler yapmaları ve birden çok alanı birbirine bağlamaları için araçlar ve yöntemler sağlar (Willimas, 2011). Sanat ve STEM konuları doğal olarak birbirlerini tamamlar ve birbirlerini bilgilendirir, bu nedenle STEAM ilkelerini eğitime uygulamak, sınıfta daha fazla anlayış, yenilik ve uyumlu bir eğitim sağlar (Guzey vd. 2018).

Bu bölümde, bağımsız değişkenin STEM eğitimi; bağımlı değişkenlerin Akademik başarı, temel STEM beceri düzeyleri, eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimi, sebep sonuç ilişkisi kurma becerisi olduğu araştırmalar irdelenmiştir.

4.1. Akademik Başarı

STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarısına etkisinin araştırıldığı çalışmalar, son yıllarda giderek artmıştır. Araştırmaların çoğunda STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarısını arttırdığı saptanırken sınırlı sayıda araştırmada, STEM eğitimi ile öğrencilerin akademik başarıları arasında anlamlı bir farka ulaşılmamış ancak; problem çözme becerisi, eleştirel düşünme gibi diğer kriterler açısından olumlu sonuçlara ulaşılmıştır. Örneğin Güven (2018), 7E öğrenme merkezli STEM etkinliklerine dayalı öğretim uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemiş, 5. Sınıf öğrencileriyle “kuvvetin ölçülmesi” ve “sürtünme” konularında STEM etkinlikleri tasarlamış ve uygulamış, uygulama sonucunda STEM etkinlikleri ile öğrencilerin akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık saptamamıştır.

STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı araştırmaların konularına bakıldığında, konuların daha çok fizik disiplininin seçildiği görülmektedir. Yöntem olarak karma yöntemin ön test-son test yarı deneysel deseni tercih edilmiştir. Örneğin Kurtuluş (2019), yüksek lisans tezinde STEM temelli Lego etkinlikleri ile öğrencilerin akademik başarıları arasındaki ilişkiyi incelemek için yedi hafta süren ve 85 öğrencinin katıldığı bir çalışma yapmıştır. Çalışmasında “kuvvet ve hareket” ünitesinden STEM etkinlikleri geliştirmiş ve çalışmanın sonucunda söz konusu etkinlikler ile öğrencilerin akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık gözlemlemiştir. Gürbüz (2019), benzer çalışmayı “Güneş sistemi ve Ötesi” konusunda 32 öğrenci ile gerçekleştirmiş ve benzer sonuca ulaşmıştır.

STEM eğitimi ve tam öğrenmenin akademik başarıya etkileri de incelenmiştir (Yıldırım ve Selvi, 2017). Başka bir çalışmada ise STEM eğitimini destekleyen tersine mühendislik

uygulamaları ile öğrencilerin akademik başarısı arasındaki ilişki incelenmiş ve olumlu sonuçlara ulaşılmıştır (Taşçı ve Şahin, 2020). Söz konusu çalışma, 8. Sınıf 56 öğrenci ile gerçekleştirilmiş; “basit makineler”, “ısı ve sıcaklık” ve “karışımlar” konu olarak seçilmiştir. İnce (2018), 5. Sınıf öğrencileriyle “yer kabuğunun gizemi” konusunda STEM etkinlikleri tasarlamış ve olumlu sonuçlara ulaşmıştır. Aynı zamanda kalıcılık testi yaparak STEM etkinlikleri ile öğrenci başarısının kalıcılığı konusunda pozitif sonuçları literatüre kazandırmıştır.

STEM etkinlikleri ile öğrencilerin akademik başarılarının yer aldığı çalışmalarda çoğu örneklem grubunun devlet okulunda öğrenim gören öğrenciler olduğu görülmektedir (İnce, 2018; Taşçı ve Şahin, 2020; Çiftçi, 2018). Ancak sınırlı sayıda da olsa özel okulda öğrenim gören öğrencilerle yapılan çalışmalar mevcuttur. Örneğin Koç (2017), İstanbul’da öğrenim gören 5., 6., 7. ve 8. Sınıf öğrencileri ile STEM etkinlikleri tasarlayıp uygulamış, diğer çalışmalardan farklı olarak öğrencilerin karne notlarına göre akademik başarıyı ilişkilendirmiştir.

STEM etkinlikleri ile öğrencilerin akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılığın tespit edildiği çoğu araştırmada seçilen konular; Kuvvet ve Enerji (Büyükbastırmacı, 2019), Basit Makineler (Taşçı,2020), Ses (Dedetürk, 2020), İş-Enerji (Büyükdede, 2018), Işık Kirliliği, ses kirliliği (Yavuz, 2019), Elektrik Enerjisinin Dönüşümü (Akın, 2019), Aynalar (Buyruk, 2019), Güneş Sistemi ve Ötesi (Uçar 2019; Gürbüz, 2019), İletken-yalıtkan maddeler (Kurt ve Benzer, 2020), Basınç (Özcan ve Koca, 2019) gibi fizik konularını kapsamaktadır. Asit ve bazlar (Ceylan, 2014) ve karışımlar (Taşçı ve Şahin, 2020) tercih edilen kimya konularındandır.

Biyoloji konularını kapsayan sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Örneğin; Bilek (2018), STEM etkinliklerini biyoloji dersinde uygulamış ve “çevre kirliliğinin önlenmesi” ve “enerji kaynağı biyogaz” konularını seçmiştir. Uygulamayı mesleki ve teknik Anadolu lisesinden 10. Sınıf öğrencileri ile yürütmüş ve STEM etkinlikleri ile öğrencilerin akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılığın olduğu sonucuna ulaşmıştır. Çetin (2019) ise “destek ve hareket sistemi” ile ilgili bir çalışma yapmış, çalışmasında 5E eğitim modeli ve STEM eğitimi harmanlamıştır. Çalışmasının sonucunda öğrencilerin akademik başarısı artmıştır.

4.2. Temel STEM Beceri Düzeyleri

Temel STEM beceri düzeyleri algı ölçeği, bazı maddeler eksiltilerek ortaokul seviyesine indirgenen bir ölçektir (Korkmaz vd. 2020). Ölçek; fen, mühendislik, matematik ve teknoloji alt boyutlarını içermektedir. Bu ölçeğin kullanıldığı sınırlı sayıda araştırmaya ulaşılmıştır. Ulaşılan araştırmalar incelendiğinde, STEM etkinlikleri ile öğrencilerin Temel STEM beceri düzeyleri arasında anlamlı bir farklılığın olduğu çalışmaların yanında, sonucun olumlu olmadığı (Tabaru, 2017) çalışmalara da rastlanmıştır. Örneğin; eğitsel robot setleri ile fen ve teknoloji dersi, “basit makineler” konusunun ortaokul 7. Sınıf STEM beceri düzeylerine ve derse dönük tutumlarına etkisinin incelendiği bir çalışmada, Lego, Mindstrom ve EV3 oyun kitleri ile tasarlanan STEM etkinlikleri ile öğrencilerin temel STEM beceri düzeyleri arasında anlamlı bir farklılığın olduğu vurgulanmıştır (Acar vd. 2019). Adsay (2020)’ın yürüttüğü başka bir çalışmada ise blok temelli kodlama eğitiminin öğrencilerin öz yeterlilik algı düzeyleri, temel STEM beceri düzeyleri ve bilgisayarca düşünme becerileri irdelenmiş ve benzer sonuca ulaşılmıştır.

Temel STEM beceri düzeyleri ile ilgili kapsamlı bir çalışma Karaahmetoğlu (2019) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı, proje temelli Arduino etkinliklerinin öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerine ve temel STEM beceri düzeylerine etkisini incelemiş, 6. Sınıf 18 deney, 15 kontrol grubu olmak üzere 33 öğrenci ile 11 haftalık bir program yürütmüştür. Çalışma sonucunda, yapılan etkinliklerin öğrencilerin bilgisayarca düşünme yetileri üzerine çalışmanın öncesinde ve sonrasında anlamlı bir farklılığa sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Öğrencilerin STEM beceri düzeyleri, STEM’e karşı tutum ölçeği adında başka bir ölçekle de ölçülmektedir. Bu ölçeği kullanan araştırmacılar, STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM’e karşı tutumlarını etkilediğini ortaya koymuşlardır (Çiftçi ve Çınar, 2017). Örneğin Karakaya (2018), ortaokul öğrencilerinin STEM mesleklerine yönelik ilgi ölçeği ile ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada öğrencilerin yüksek ilgi düzeylerinin teknolojiye yönelik meslekler üzerine olduğu belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada, STEM’i oluşturan boyutlar arasında pozitif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

4.3. Eleştirel Düşünme-Öz Düzenleme

Eleştirel düşünme, argümanları analiz etme, tümevarım veya tümdengelimli akıl yürütmeyi kullanarak çıkarımlarda bulunma, yargılama veya değerlendirme ve karar verme veya problem çözme bileşenlerini içerir. Eleştirel düşünmeyi geliştirmenin fen eğitiminin hedeflerinden biri olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir. Alanda çok değerli çalışmalar olmasına rağmen, alan tutarlı ve savunulabilir bir eleştirel düşünme anlayışından yoksundur (Baalin, 2002). Eleştirel düşünme, modern eğitimde önemli ve hayati bir konudur. Tüm eğitimciler öğrencilerine eleştirel düşünmeyi öğretmekle ilgilenirler. Pek çok akademik departman, profesörlerinin ve öğretim elemanlarının eleştirel düşünme becerilerini öğretme stratejisi hakkında bilgi sahibi olmalarını, derslerdeki alanları eleştirel düşünmeyi vurgulamak ve öğretmek için uygun yer olarak belirlemelerini ve öğrencilerin eleştirel düşünmesini test eden sınavlarda bazı problemler geliştirmelerini ve kullanmalarını ummaktadır (Huitt, 1998).

STEM eğitiminde eleştirel düşünme ve öz düzenlemenin beraberce incelendiği sınırlı sayıda araştırma mevcuttur. Örneğin Avan (2019), TÜBİTAK 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları kapsamında “Geleceğin Mühendisleri İş Başında” isimli bir proje yürütmüş ve bu kapsamda mühendislik, bilim, astronomi ve sanat alanlarında uygulamalı etkinlikler gerçekleştirmiştir. Gerçekleştirdiği etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, eleştirel düşünme, problem çözme becerileri ve astronomiye yönelik ilgileri üzerindeki etkisini ortaya koymuş, çalışma sonucunda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini kullanma düzeyleri, eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri ve astronomiye karşı ilgileri anlamlı olarak son test lehine değişmiştir. Başka bir çalışmada ise STEM, Arduino veya Robotik eğitimi alan 76 öğretmenin; eleştirel düşünme eğilim düzeylerini belirleme, yaş, mesleki deneyim ve cinsiyet açısından fark olup olmadığını belirlemek amacıyla bir çalışma yürütülmüş, araştırma bulgularında, STEM eğitimi alan öğretmenlerin genel olarak orta üstü seviyede eleştirel düşünme eğilimlerine sahip oldukları, alt boyutlarda alınan puanların yüksekten aza doğru Meraklılık, Analitiklik, Açık Fikirlilik, Sistematiiklik, Kendine Güven ve Doğruyu Arama şeklinde sıralandığı saptanmıştır (Evcim ve Topsakal, 2019).

Eleştirel düşünmenin ele alındığı okul öncesi eğitime yönelik çalışmalar da mevcuttur. Örneğin okul öncesi eğitiminde STEM uygulamalarının öğrenci, öğretmen ve veli açısından değerlendirilmesi amacıyla yapılan bir çalışma sonucunda okul öncesi eğitiminde STEM uygulamaları ile öğrencilerin fen ve matematik kazanımları elde ettiği; yaratıcılık, eleştirel düşünme, iş birliği yapma ve iletişim kurma gibi 21. Yüzyıl becerilerinin geliştiği tespit edilmiştir (Akgündüz, 2018).

Ayrıca 2020 yılında STEM eğitime yönelik bir metaanaliz çalışmasına göre 2014-2019 yılları arasında eleştirel düşünmenin bağımsız değişken olarak kullanıldığı yalnızca beş adet çalışma mevcuttur (Kalemkuş, 2020).

4.4. Sebep Sonuç İlişkisi

Sebep-sonuç ilişkisi, bir olayın (neden) başka bir olayın (sonuç) gerçekleşmesini sağladığı bir ilişkidir. STEM ile ilgili son yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmaların öğrencilere yirmi birinci yüzyıl becerilerinin önemi (Belotti vd. 2014) ve eleştirel düşünme (Chang vd. 2020), problem çözme becerileri (Rahman, 2019; Zhong ve Xu, 2019), grup halinde çalışma (Ferodus ve Karim, 2019), analiz-sentez yeteneği (Stehle ve Peters-Burton, 2019) kazandırılmaya çalışıldığı görülmektedir. Öğrencilerin problem çözebilmeleri için öncelikle sorunun nedenini anlamaları ve buldukları çözümün sonuçlarını tahmin etmeleri gerekir (Aldowah vd. 2019).

Sebep sonuç ilişkisinin incelendiği çalışmaların birinde, Okulöncesi fen etkinliklerinde doğa olaylarının neden sonuç ilişkilerini belirlemede yaratıcı dramının etkililiğini belirlemeye yönelik yapılan bir araştırma, deney grubunda 14, kontrol grubunda 14 olmak üzere toplam 28 tane 6 yaşındaki çocukla yürütülmüştür ve çalışma sonucunda okulöncesi eğitimi fen etkinliklerinde öğretim yöntemlerinden yaratıcı dramının kullanıldığı deney grubu ile düz anlatım yönteminin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin doğa olaylarının neden sonuç ilişkilerini belirleme becerileri arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Akköse, 2008).

Kaya (2010) tarafından yapılan bir çalışmada “Bilgisayar Destekli Kavramsal Değişim Metinleri (BDKDM)” nin fen bilgisi öğretmen adaylarında fotosentez ve bitkilerde solunum konularında görülen kavram yanlışlarının giderilmesine ve biyolojiye olan

tutumlara etkisini “Kavramsal Değişim Metinleri (KDM)” ile karşılaştırmak amaçlanmıştır. Değişkenler arasındaki sebep-sonuç ilişkileri ve bulguları etkileyen etkenler saptanmaya çalışılmış, elde edilen sonuçlar doğrultusunda, kavramsal değişimi gerçekleştirmede etkili olduğu birçok çalışma ile ortaya konan KDM’lerin bilgisayar teknolojisinin sunduğu görsel-işitsel unsurlarla desteklenerek daha etkili hale getirilebileceği ve başka fen alanları ve konularında da BDKM’lerin tasarlanması ve uygulanması önerilmiştir.

Bu bölümde; araştırmanın modeli, çalışmanın evreni, örnekleme, veri toplama araçları, çalışma planı, etkinliklerin geliştirilmesi ve uygulanması ele alınmıştır.

5.1 Araştırmanın Modeli

Yöntembilimin üç ana yaklaşımı vardır. Bunlar; sayısal verilerin kullanıldığı nicel, sözel verilerin kullanıldığı nitel ve hem sayısal hem de sözel verilerin kullanıldığı karma yöntem olarak sınıflanmaktadır.

Nicel yöntemlerle elde edilen veriler birçok katılımcıya ulaşmayı sağlarken; gözlem, görüşme gibi araçlarla elde edilen nitel veriler, araştırma konusunun daha derinlemesine incelenmesine imkân sağlar (Green, Krayder ve Mayer, 2005). Karma yöntem, nicel ve nitel araştırma verilerinin beraberce ele alındığı ve analizinin yapıldığı, analiz sonuçlarının bütünleştirilerek sonuca ulaşıldığı araştırmalardır (Creswell, 2006).

Bu bağlamda yapılacak araştırmada 6. Sınıf Fen Bilimleri dersi “Vücudumuzdaki Sistemler” ünitesi, “Destek ve Hareket Sistemi”, “Sindirim Sistemi”, “Dolaşım Sistemi”, “Solunum Sistemi”, “Boşaltım Sistemi” konularının öğretilmesinde Arduino ile desteklenmiş STEM etkilerinin belirlenmesi amacıyla karma yöntem kullanılmıştır.

Karma yöntem araştırma desenlerinden de “açıklayıcı ardışık desen” kullanılmıştır. Açıklayıcı ardışık desende Araştırma nicel verilerin toplanması ve analiziyle başlamaktadır ve bu aşamayı nitel verilerin toplanması ve analizi izlemektedir. Nitel aşama, nicel aşamanın sonuçlarını açıklamak amacıyla gerçekleştirilir. Nitel aşamanın araştırma soruları, örneklem seçimi ve veri toplama yöntemleri nicel aşamanın sonuçlarına dayalı olarak belirlenir. Son olarak, nitel aşamadan elde edilen sonuçların nicel sonuçları nasıl açıkladığı araştırmacı tarafından yorumlanır (Cresswell ve Plano-Clark, 2011).

Araştırmanın nicel kısmında; ön test-son test kontrol gruplu model, STEM uygulamalarının etkilerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Ön test-son test kontrol gruplu modelin bağımsız değişkeni STEM uygulamaları; bağımlı değişkenleri

öğrencilerin temel STEM beceri düzeyleri, eleştirel düşünme eğilimi, sebep sonuç ilişkisi kurma becerisi ve akademik başarıları oluşturmaktadır. Bu doğrultuda kontrol ve deney grubu öğrencilerine Akademik Başarı testi, temel STEM beceri düzeyleri ölçeği, eleştirel düşünme-öz düzenleme ölçeği ve sebep sonuç ilişkisi ölçeği ön test-son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin STEM uygulamaları hakkındaki görüşlerini öğrenmek için yarı yapılandırılmış görüşme formu ve öğretmenin etkinlikler süresince tuttuğu gözlem notları kullanılmıştır.

Araştırmanın nitel kısmında, ortaokul 6. Sınıf Fen Bilimleri dersine bütünleşmiş STEM uygulamalarına yönelik öğrenci görüşlerinin belirlenmesi ve öğretmen gözlem notlarının analiz edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında nitel değişkenler, nicel değişkenlerle birbirine yakın sürede toplanacaktır. Çalışmada karma yöntemin kullanılmasından dolayı, elde edilen nitel veriler nicel verileri destekleyecek şekilde sunulmuştur.

Araştırmacı, çalışmayı bir fen bilgisi öğretmeni olarak yürüten kişidir. Deney ve kontrol grubu ile yapılan çalışma aynı kişi tarafından yürütülmüştür. Deney grubu ile ilgili çalışmaları yürütebilmek için araştırmacı, öncelikle Yıldız Teknik Üniversitesinde Eğitici Eğitimi adında iki günlük bir sertifika programına katılarak STEM ile ilgili tüm detayları, yapması gerekenleri edinmiştir. Arduino bağlantıları ve kodları ile ilgili teknik bilgiler için uzman yardımı almış ve tüm teknik detaylar konusunda yeterli bilgi ve donanıma sahip olduktan sonra çalışmalara başlamıştır.

5.2. Evren Örneklem

Araştırma evrenini 6. Sınıf öğrencileri, örneklemini ise İstanbul ili Esenler ilçesine bağlı bir devlet okulunda öğrenim gören deney grubuna ait 5 erkek 5 kız 10 öğrenci ile İstanbul ili, Beyoğlu ilçesinde ikamet eden çeşitli okullardan 5 kız 4 erkek 9 kontrol grubu öğrencisi oluşturmaktadır (Tablo 5.1). Örneklem grubu, amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemine göre seçilmiştir. Bu örnekleme yöntemi, araştırmacıya pratiklik sağlayarak verilerin hızlı bir şekilde toplanmasına katkı sunmaktadır (Maxwell, 1996). Deney grubunun seçimi için öğrencilere akademik başarı testi uygulanmış, ortalaması yüksek ve düşük öğrenciler eşit oranda seçilerek başarı

yönünden heterojen bir grup oluşturulmuştur. Kontrol grubunun seçimi için bir özel öğretim kursunda yüz yüze fen bilimleri dersi yapılacağı yönünde ilan verilmiş, ilana ilk başvuran 10 kişi ile kontrol grubu oluşturulmuştur. İlk hafta 10 kişi ile gerçekleştirilen eğitim, ikinci hafta bir öğrencinin ayrılması ile 9 kişi olarak devam etmiştir.

Tablo 5.1 Örneklem grubunun demografik bilgileri

	Kod	Cinsiyet	Yaş
Deney Grubu	D1	K	12
	D2	K	12
	D3	K	12
	D4	E	11
	D5	E	11
	D6	E	12
	D7	K	12
	D8	E	12
	D9	K	12
	D10	E	12
Kontrol Grubu	K1	K	12
	K2	K	12
	K3	K	12
	K4	E	12
	K5	E	12
	K6	K	11
	K7	K	11
	K8	E	12
	K9	E	12

5.3. Veri toplama araçları

Akademik başarı testi: 35 çoktan seçmeli maddeden oluşan bu ölçek, Bolat ve Karamustafaoğlu (2019) tarafından geliştirilmiştir. Ölçeğin ortalama güçlük derecesi (p) 0.552, ortalama ayırt edicilik derecesi ise (r) 0.486 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan güvenirlik katsayısı 0.885 olarak tespit edilmiştir.

Temel STEM beceri düzeyleri ölçeği: Bu ölçek Korkmaz vd. (2020) tarafından geliştirilmiştir. Ölçeğin iç tutarlılık katsayısı $\alpha=0,969$ olup 3 faktör ve 38 maddeden oluşmaktadır. Bu faktörler sırasıyla fen, mühendislik ve teknoloji, matematik

disiplinleridir. Fen faktörünün iç tutarlılık katsayısı $\alpha=0,950$ iken, bu katsayı mühendislik ve teknoloji için $\alpha=0,940$ ve matematik için $\alpha=0,848$ 'dir.

Eleştirel düşünme- öz düzenleme ölçeği: Yıldız (2011) tarafından geliştirilmiştir. On iki sorudan oluşan ölçek için öğrencilerin verdikleri cevaplar, olumlu ifadeler için “her zaman: 2, “bazen: 1, “hiçbir zaman: 0 şeklinde, olumsuz ifadeler için de tam tersi şekilde puanlarla kodlanmıştır. Öğrencilerin ölçekten alabilecekleri en yüksek puan 24, en düşük puan 0 olacağı için 0 ile 24 arası üç eşit parçaya bölünmüştür. Buna göre; 0.00–8.00 puan aralığı “düşük”, 8.01–16.00 puan aralığı “orta” ve “16.01–24.00” puan aralığı da ‘yüksek’ düzeyde bir eleştirel düşünme-öz düzenleme becerisini göstermektedir. Öğrencilerin Eleştirel Düşünme–Öz düzenleme Ölçeğinin bütün sorularına verdikleri cevaplardan ortaya çıkan bu düzeyler de “düşük düzey eleştirel düşünme-öz düzenleme becerisi: 1”, “orta düzey eleştirel düşünme-öz düzenleme becerisi: 2 ve “yüksek düzey eleştirel düşünme-öz düzenleme becerisi: 3 puan” olarak kodlanmıştır. Kodlanan bu verilerin analizinde 1.00–1.66 aralığı “düşük düzey eleştirel düşünme-öz düzenleme becerisi”, 1.67–2.33 aralığı “orta düzey eleştirel düşünme-öz düzenleme becerisi” ve 2.34–3.00 aralığı ise “yüksek düzey eleştirel düşünme-öz düzenleme becerisinin aritmetik ortalama değeri olarak alınmıştır.

SebeP sonuç ilişkisi ölçeği: Nuhoğlu (2008) tarafından geliştirilen SebeP-sonuç ilişkisi ölçeği iki kısımdan oluşmaktadır. I. Kısımda sebeP-sonuç ilişkisi ile ilgili 10 yargı cümlesi yer almaktadır. Bu cümlelerde bahsedilen olaylar hakkında öğrencilerin düşüncelerini “her zaman”, “sık sık”, “arada sırada”, “nadiren” ve “hiçbir zaman” seçeneklerine göre işaretlemeleri istenmektedir. SebeP-sonuç ilişkisi ölçeğinin I. Kısımının geçerlik güvenirlik çalışmaları 123 ilköğretim 6., 7. Ve 8. sınıf öğrencisi ile yapıldı. 5’i olumlu, 5’i olumsuz olmak üzere toplam 10 maddelik bu ölçek için belirlenen Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı $\alpha=0,88$ olarak bulunmuştur.

Yarı Yapılandırılmış Öğrenci Görüşme Formu: Arduino destekli STEM etkinliklerinin öğrencileri ne denli etkilediğini tespit etmek için araştırmacı tarafından oluşturulan 9 soruluk yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Formdaki sorular, Arduinonun 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.

5.4. Etkinliklerin Geliştirilmesi

Etkinlik geliştirirken etkinlik uygulama prensipleri dikkate alınmıştır (Kerpiç & Bozkurt, 2011). Etkinlik hazırlarken amaca, zaman kullanımına, sınıf organizasyonuna, öğrenci hazır bulunuşluğuna, kapsayıcı olmasına, uygun materyal kullanımına dikkat edilmiştir. Etkinlikler bilgi temelli hayat problemi ile başlar. Öğrenciler bu problemin çözümüne yönelik bilgi edinir, fikir geliştirir, grup arkadaşları ile problemin çözümüne yönelik fikirlerini tartışır, buldukları fikirlerden en uygun olanı uygularlar. Öğretmen öğrencilerin buldukları fikri modele dönüştürmeleri için gereken malzemeleri temin eder. Etkinlik süresince öğretmen, bilgi temelli hayat problemi sınıfı içinde etkinliklerin kusursuz bir şekilde uygulanmasını sağlar, öğrencilere direktifler verir ve öğrencilerin en düşük maliyetle en sağlam modeli yapmaları beklenir (Keiler, 2018). Öğretmen ve öğrenci rolleri Tablo 5.2’ de gösterilmiştir.

Tablo 5.2 Öğretmen ve öğrenci rolleri

Öğretmen rolü	Öğrenci rolü
1) Arduino ile ilgili teknik bilgileri verir, sensörleri tanıtır.	1) Problemin çözümüne yönelik bilgi edinir.
2) Bilgi temelli hayat problemini sunar.	2) Ekip halinde çalışır
3) Öğrencileri etkinlik adımlarını uygulamaya teşvik eder.	3) Kendisine takım içerisinde en uygun görevi üstlenir.
4) Öğrencilerin buldukları fikirleri dinler.	4) Problemin çözümüne yönelik arkadaşları ile beyin fırtınası yapar, fikir geliştirir.
5) Öğrencilerin fikir çizimlerini kontrol eder.	5) Bulduğu fikrin taslağını çizer
6) Prototiplerin sağlamlığını kontrol eder.	6) Verilen malzemelerle ürün prototipini yapar.
7) Grupları değerlendirir, puanlar.	7) Ürününü sunar

Öğretmen ve öğrenci rolleri belirlendikten sonra etkinlik adımları tasarlanır. Etkinlikler 3 ders saati olacak şekilde tasarlanmıştır. Etkinliklerin öncesindeki ilk hafta Arduino ilgili teknik bilgiler verilerek etkinlik süresince kullanılacak sensörler ve diğer bileşenler öğrencilere tanıtılır. Öğrencilere öğrendikleri sensörlerle projeler yapacakları belirtilerek sonraki haftalar için öğrencilerin güdülenmesi amaçlanır.

1. *Ders saati (40 dk.):*

- ✓ Öğretmen ilgili konudan kısaca bahseder. Kazanımı detaylandırmadan görsel ve videolarla zenginleştirerek anlatır (10 dk.).
- ✓ Öğrencilere ilgili kazanıma yönelik bilgi temelli hayat problemi verilir, öğrenciler problemin çözümüne yönelik fikirleri aralarında tartışır. Öğrenciler üzerlerine düşen meslek ve sorumlulukları üstlenirler (10 dk.).
- ✓ Öğrenciler problemin çözümüne internet destekli bilgisayardan, akıllı telefonlarından, tabletlerinden bilgi toplar, nasıl bir ürün ortaya koyacakları hakkında fikir geliştirirler. Geliştirdikleri fikirleri fikir geliştirme defterlerine çizerler, öğretmen taslakları kontrol eder (20 dk.).

2. *Ders saati (40 dk.):*

- ✓ Öğretmen öğrencilere istedikleri malzemeleri verir. Malzemelere fiyat koyar. Öğrenciler maliyet hesabı yaparak malzemeleri alırlar ve fikir geliştirme defterlerine çizdikleri taslağın maketini oluştururlar (40 dk.).

3. *Ders saati (40 dk.)*

- ✓ Öğretmen Arduino kodlarını öğrencilerle paylaşır. Öğrenciler Arduino için kullanacakları sensörün devre bağlantılarını yapar. Bilgisayardan sensörlerin çalışıp çalışmadığını kontrol ederler. Öğrenciler Arduinoyu modellerine sabitleyerek modellerine son şekillerini verirler (20 dk.).
- ✓ Öğrenciler aralarından bir kişiyi temsilci olarak seçer. Seçilen kişi modelini sınıfa sunar. Öğretmen; sağlamlık, zamanında tamamlama, Arduinoyu çalıştırabilme, maliyet, iş birliği içinde çalışma kriterlerine göre grupları puanlar. En yüksek puanı alan grup ödüllendirilir. (20 dk.).

Etkinlik zaman planı ilgili özet Tablo 5.3'te verilmiştir.

Tablo 5.3 Etkinlik-zaman planı

Zaman (dk.)	1. Ders	2. Ders	3. Ders
10	Bilgi Edinme	Modelleme	Arduino Bağlantısı
10	Görev Dağılımı		
10	Fikir geliştirme		Sunum
10			

Öğrencilere fen, mühendislik, matematik ve teknoloji kazanımları aynı anda verilmesi amaçlanmıştır. Her bir etkinlik için etkinlik isimleri ve kazanım tablosu Tablo 5.4'te verilmiştir.

Tablo 5.4 Etkinlik kazanımları

Konu	Fen Bilimleri	Mühendislik	Matematik	Teknoloji	Sosyal Ürün
Destek ve Hareket sistemi (Protez kol Modeli)	Destek ve hareket sistemine ait yapıları örneklerle açıklar.	Öğrenci, bir mühendislik projesinin içerdiği süreçleri tespit eder. Planlama, prototip oluşturma, tasarım, yürütme, kalite kontrol ve raporlama gibi aşamaları açıklar.	Nesneleri uzunlukları yönünden karşılaştırır ve sıralar	Bilgisayarların farklı amaçlar için kullanılabildiğini fark eder.	Grup arkadaşları ile etkili iletişim kurarak fikirlerini paylaşır Hayal gücünü çizime aktarabilir
Sindirim Sistemi (Mide Modeli)	Sindirim sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar.		Bir uzunluğu ölçmek için standart olmayan uygun ölçme aracını seçer ve ölçme yapar	Araştırma yapmak için bilişim teknolojisi araçlarını kullanır.	
Dolaşım Sistemi (Damar modeli)	Dolaşım sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini model kullanarak açıklar.		Şekil ve modelleri kullanarak yapılar oluşturur, oluşturduğu yapıları çizer.	İnternet üzerinde basit düzeyde araştırma yapar	
Solunum Sistemi (Akciğer Modeli)	Solunum sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar.	Öğrenci, alternatif çözümlerin performansını, güvenilirliğini ve başarısızlık durumlarını tahmin eder. Öğrenci tasarımın prensiplerini ve unsurlarını soruşturur.	Uzunlukları standart araçlar kullanarak metre veya santimetre cinsinden ölçer	Bir problem hakkında veri toplar	Grup çalışmasına aktif olarak katılır Öğrenci, tasarlanan ürünü anlaşılır bir şekilde sınıfa sunar.
Boşaltım Sistemi (Boşaltım Sistemi Modeli)	Boşaltım sistemini oluşturan yapı ve organları modeller üzerinde göstererek görevlerini özetler.		Cetvel kullanarak uzunluğu verilen bir doğru parçasını çizer.	Arduino ile veri toplamayı ve sensörleri nasıl kullanacağını kavrar.	

Vücudumuzdaki sistemler ünitesinin 5 konusunda öğrenciler şu modelleri tasarlamaları beklenmektedir:

Destek ve hareket sistemi: Bilgi temelli hayat probleminde (BTHP) verilen analjezi (acıyı hissetmeme) hastalığına karşı öğrenciler bir protez kol maketi tasarlarlar. Arduino bileşenlerinden sıcaklık sensörü ve servo motor ve buzzer ses kartı kullanılır. Sıcaklık sensörü belli bir değere geldiğinde buzzer ile sesli uyarı verilmiş, servo motor desteği ile kol sıcak cisimden uzaklaşır (Tablo 5.5).

Tablo 5.5 Destek ve hareket sistemi etkinliği

Destek ve Hareket Sistemi				
BTHP	Çözüm	Görev Dağılımı	Malzemeler	Sınırlılıklar
Brezilyalı Marisa de Toledo, beyninin vücudundaki tehlike sinyallerini almasını engelleyen ender bir genetik bozukluğa sahip, bu sebeple yanma dâhil herhangi bir acıyı hissetmiyor. Beyni tehlike sinyalleri vermediğinden sıcak bir cisme yaklaştığında fark edemeyerek elini yakabiliyor. Marisa ve bu hastalığa sahip başka insanlar için sıcaklığı fark edince tepki verip reflektif bir hareketle elini çekmelerini sağlayan bir sistem geliştirip protez kol üzerinde göstererek sunalım.	Sıcaklık sensörü ile servo motor kullanarak sıcak bir cisme yaklaştığında uyarı verip sıcaklığın tersi yönüne hareket eden bir kol modeli tasarlamak	Tasarım uzmanı: ürün tasarlamada son söz sahibidir. Ortopedi doktoru: tasarlanan ürünü uygular ve test eder. Malzeme mühendisi: malzemeleri maliyetine göre satın alıp kullanır. Teknoloji mühendisi: Arduino kurulumunda aktif rol oynar. Fikir geliştirme direktörü: tasarım sürecinde aktif rol oynar Sosyal medya uzmanı: bilgi edinme sürecinde araştırmacı olarak görev yapar	Kol modeli için; ✓ Mukavva ✓ Bant ✓ Yapıştırıcı ✓ Raptiye ✓ Cetvel ✓ Makas ✓ Kablolar Arduino için; ✓ Arduino uno ✓ Sıcaklık sensörü /LM35k ✓ Tower Pro SG90 RC Mini (9gr) Servo Motor ✓ Direnç ✓ Jumper kablolar ✓ Breadboard ✓ 11702 Ses Kartı- Buzzer Kartı Defterler; ✓ Bilgi edinme defteri ✓ Fikir geliştirme defteri	Sıcaklık verileri Arduino ile sağlanmalıdır Sıcaklık sensörü uyarıyı Buzzer 'a vermelidir. Öğrenciler tasarladıkları modelin çizimini istenilen sürede tamamlamalıdır. Protez kol modeli hazırlanması 40, Arduino hazırlaması 20 dakikayı geçmemelidir.

Sindirim sistemi: öğrenciler, BTHP’de verilen gastrit (mide yarası) hastalığına karşı midede fazla miktarda karbondioksit gazı varlığında uyarı veren bir mide modeli geliştirirler. Bu etkinlik için Arduino bileşenlerinden hava kalite sensör kartı ve buzzer ses kartı kullanılır (Tablo 5.6).

Tablo 5.6 Sindirim sistemi etkinliği

Sindirim Sistemi				
BTHP	Çözüm	Görev Dağılımı	Malzemeler	Sınırlılıklar
8 yaşındaki Ufuk, gastrit hastasıdır. Gastrit mide iç yüzeyini döşeyen zarın iltihaplanmasıdır. Çok fazla mide asidi üretilmesi durumunda ya da mide duvarının koruyucu iç tabakası zarar gördüğünde ortaya çıkar. Aşırı mide asidi, gastrik mukoza ile doğrudan temas eder ve buradaki hücrelere zarar verir. Ayrıca midede biriken karbondioksit gibi gazlar da bu hastaları rahatsız ederek yaşam kalitesini düşürebilir. Bu hastalığı taşıyan Ufuk, hastalık belirtisi olarak sık sık bulantı, kusma, mide ağrısı, mide ekşimesi gibi sorunlar yaşamaktadır. Ufuk, midesindeki gaz seviyesini kontrol altında tutmak istemektedir. Gaz seviyesi yüksek ise, beslenmesini ona göre değiştirip asit gaz birikimine sebep olmayan gıdalar tüketecek, düşükse kısa süre de olsa canının istediği şeyi az da olsa yiyebilecektir. Bunun için midesindeki gaz seviyesini ölçen, kritik seviyeye gelince uyarı veren bir sisteme ihtiyacı vardır. Haydi, Ufuk’a yardımcı olalım.	Hava kalite Sensör kartı kullanarak midedeki karbondioksit gazı kritik seviyeye gelince uyarı veren bir mide modeli tasarlamak.	Tasarım uzmanı: ürün tasarlamada son söz sahibidir. Dâhiliye Doktoru: tasarlanan ürünü uygular ve test eder Malzeme mühendisi: malzemeleri maliyetine göre satın alıp kullanır. Teknoloji mühendisi: Arduino kurulumunda aktif rol oynar. Fikir geliştirme direktörü: tasarım sürecinde aktif rol oynar Sosyal medya uzmanı: bilgi edinme sürecinde araştırmacı olarak görev yapar	Mide modeli için; ✓ Buzdolabı poşeti ✓ Bant ✓ Makas, ✓ Sirke (mide özsuğu için) ✓ Su (mide suyunu seyreltmek için) ✓ Balon (uzun balon ve yuvarlak balonlar) ✓ Yapıştırıcı Arduino için; ✓ Arduino uno ✓ D2C6 16372 Hava Kalite Sensör Kartı- MQ-135 % ✓ Direnç ✓ Jumper kablolar ✓ Breadboard ✓ 11702 Ses Kartı- Buzzer Kartı DeFTERler; ✓ Bilgi edinme deFTERi ✓ Fikir geliştirme deFTERi	Mide suyu sirke ve su ile oluşturulmalıdır. Miktarı öğrenciler kendileri ayarlar. Gaz verileri Arduino ile sağlanmalıdır Arduino verileri midedeki gazdan alınmalıdır Gaz sensörü uyarıyı buzzer’a vermelidir. Öğrenciler tasarladıkları modelin çizimini istenilen sürede tamamlamalıdır. Mide modeli hazırlanması 40, Arduino hazırlaması 20 dakikayı geçmemelidir.

Dolaşım sistemi: BTHP’de tansiyon hastalarından bahsedilmiş, tansiyonun kanın damarlara yaptığı basınç olduğundan bahsedilir. Bunun için öğrenciler, yüksek tansiyon olduğunda hastaları uyaracak ve ona göre erken teşhis ve tedavi sağlamayı amaçlayan bir sistem geliştirirler. Verilen malzemelerle bir damar modeli yaparlar. Damar içerisine kanı temsilen kırmızı gıda boyalı su kullanılmış, su seviyesi, su seviye sensörü ile ölçülür. Su seviyesi eşik değeri geçtiğinde buzzer ses kartını çalışması sağlanacak şekilde kodlar yazılmıştır (Tablo 5.7).

Tablo 5.7 Dolaşım sistemi etkinliği

Dolaşım Sistemi				
BTHP	Çözüm	Görev Dağılımı	Malzemeler	Sınırlılıklar
Ayşe Hanım hipertansiyon hastasıdır. Hipertansiyon, kan basıncının normal değerlerinden yüksek olması demektir. Bundan dolayı Ayşe Hanım sağlığına ve iş temposuna dikkat etmek zorundadır. Bunun için kan basıncı kontrol altında tutması gerekmektedir. Tansiyon aletini kendini iyi hissetmediği durumlarda kullanmakta, ancak tansiyonu yükseldikten sonra kullanabilmektedir. Ayşe Hanım’ın tansiyonu yükselmeden hemen önce uyarılmalı ki müdahalede geç kalınmış olmasın. Bundan dolayı damar içerisinde kanın basıncını ölçen bir sisteme ihtiyacı vardır. Haydi, Ayşe Hanım’a yardım edelim ve onun gibi diğer hastaların da kullanabileceği bir sistem geliştirelim.	Su seviye sensörü ile damarlardaki kan basıncı eşik değeri aştığında uyarı veren bir damar modeli tasarlamak	Tasarım uzmanı: ürün tasarlamada son söz sahibidir. Kardiyoloji (kalp/damar) doktoru: tasarlanan ürünü uygular ve test eder Malzeme mühendisi: malzemeleri maliyetine göre satın alıp kullanır. Teknoloji mühendisi: Arduino kurulumunda aktif rol oynar. Fikir geliştirme direktörü: tasarım sürecinde aktif rol oynar Sosyal medya uzmanı: bilgi edinme sürecinde araştırmacı olarak görev yapar	Damar modeli için; ✓ İnce sünger ✓ Streç film ✓ Yapıştırıcı ✓ Bant ✓ Makas ✓ Karton ✓ Gıda boyası (kırmızı) ✓ Su Arduino için; ✓ Arduino uno ✓ Su seviye sensörü ✓ Direnç ✓ Jumper kablolar ✓ Breadboard ✓ Buzzer Defterler; ✓ Bilgi edinme defteri ✓ Fikir geliştirme defteri	Su seviye sensörü veriyi kırmızı gıda boyalı sudan almalıdır. Öğrenciler verilen malzemelerle damar modeli yapmalıdır. Su seviye verileri Arduino ile sağlanmalıdır Arduino verileri su seviye sensöründen alınmalıdır Su seviye sensörü uyarıyı buzzer’a vermelidir. Öğrenciler tasarladıkları modelin çizimini istenilen sürede tamamlamalıdır. Damar modeli hazırlanması 40, Arduino hazırlaması 20 dakikayı geçmemelidir.

Solunum Sistemi: Bu etkinlik için öğrenciler astım veya KOAH hastaları için akciğere yerleştirilebilen hava kalite sensörü kullanarak krizlerin önüne geçmeyi amaçlarlar. 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 (Tablo 5.8).

Tablo 5.8 Solunum sistemi etkinliği

Solunum Sistemi				
BTHP	Çözüm	Görev Dağılımı	Malzemeler	Sınırlılıklar
Tuğba, yaşadığı şehirde hava kirliliğine sebep olan fabrika bulunduğundan yeterince temiz hava alamamaktadır. Bundan dolayı akciğer sağlığından endişe duymaktadır. Ciğerlerindeki hava kalitesini ölçmek istemekte fakat hastane bulunduğu yerden çok uzaktadır. Tuğba ve Tuğba gibi aynı rahatsızlığı çeken diğer insanlar için akciğerlerdeki havanın kalitesini ölçen bir sistem geliştirelim.	Hava kalitesi kritik seviyeye gelince uyarı veren bir akciğer modeli tasarlamak	Tasarım uzmanı: ürün tasarlamada son söz sahibidir. Dâhiliye doktoru: tasarlanan ürünü uygular ve test eder Malzeme mühendisi: malzemeleri maliyetine göre satın alıp kullanır. Teknoloji mühendisi: Arduino kurulumunda aktif rol oynar. Fikir geliştirme direktörü: tasarım sürecinde aktif rol oynar Sosyal medya uzmanı: bilgi edinme sürecinde araştırmacı olarak görev yapar	Akciğer modeli için; ✓ Pipet ✓ Balon ✓ Pet Şişe ✓ Oyun hamuru ✓ Makas ✓ Falçata (öğretmen kontrolünde) ✓ Yapıştırıcı Arduino için; ✓ Arduino uno ✓ Hava Kalite Sensör Kartı - MQ-135 ✓ Direnç ✓ Jumper kablolar ✓ Breadboard ✓ Buzzer Defterler; ✓ Bilgi edinme defteri ✓ Fikir geliştirme defteri	Öğrenciler verilen malzemelerle akciğer modeli yapmalıdır. Hava kalitesi verileri Arduino ile sağlanmalıdır Arduino verileri hava kalite sensöründen alınmalıdır Hava sensörü uyarıyı buzzer'a vermelidir. Öğrenciler tasarladıkları modelin çizimini istenilen sürede tamamlamalıdır. Akciğer modeli hazırlanması 40, Arduino hazırlanması 20 dakikayı geçmemelidir.

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 geliştirirler. Su seviye sensörü uyarıyı buzzer ses kartına gönderilecek şekilde kodlanmıştır (Tablo 5.9).

Tablo 5.9 Boşaltım sistemi etkinliği

Boşaltım Sistemi				
BTHP	Çözüm	Görev Dağılımı	Malzemeler	Sınırlılıklar
2,5 yaşındaki Zehra'ya annesi tuvalet eğitimi vermekte fakat zorlanmaktadır. Anne "keşke idrar torbası dolunca bundan haberim olsa da bebeğimi tuvalete götürsem" diye düşünmektedir. Zehra'nın annesine, boşaltım sistemi üzerinde idrar torbasının sıvı seviyesini ölçerek yardımcı olalım.	Böbreklerdeki su seviyesi kritik seviyeye geldiğinde uyarı veren bir sistem geliştirmek	Tasarım uzmanı: ürün tasarlamada son söz sahibidir. Dâhiliye doktoru: tasarlanan ürünü uygular ve test eder Malzeme mühendisi: malzemeleri maliyetine göre satın alıp kullanır. Teknoloji mühendisi: Arduino kurulumunda aktif rol oynar. Fikir geliştirme direktörü: tasarım sürecinde aktif rol oynar Sosyal medya uzmanı: bilgi edinme sürecinde araştırmacı olarak görev yapar	Boşaltım sistemi modeli için; ✓ Strafor köpük ✓ Elastik kablolar, (kırmızı ve mavi) ✓ Makas ✓ Falçata (öğretmen kontrolünde) ✓ Yapıştırıcı ✓ Balon ✓ Karton ✓ Mukavva ✓ Pipet ✓ Sarı gıda boyası ✓ Su Arduino için; ✓ Arduino uno ✓ Su seviyesi sensörü ✓ Direnç ✓ Jumper kablolar ✓ Breadboard ✓ Buzzer Defterler; ✓ Bilgi edinme defteri ✓ Fikir geliştirme defteri	Öğrenciler verilen malzemelerle boşaltım sistemi modeli yapmalıdır. İdrar torbasına konulacak sıvı, sarı gıda boyalı su olmalıdır. Sıvı seviyesi verileri Arduino ile sağlanmalıdır Arduino verileri sıvı seviye sensöründen almalıdır Sıvı seviye sensörü uyarıyı buzzer'a vermelidir. Öğrenciler tasarladıkları modelin çizimini istenilen sürede tamamlamalıdır. Boşaltım sistemi modeli hazırlanması 40, Arduino hazırlaması 20 dakikayı geçmemelidir

5.5.1 Arduino Bağlantısı

Etkinliklerin üçüncü dersinin ilk yirmi öğrencilerin dakikası Arduino bağlantılarını oluşturmaları beklenir. Öğrenciler kendilerine ait tablet veya laptop varsa okula getirir. Tüm öğrencilerde tablet veya laptop bulunmadığı takdirde etkinliklerin 3. Dersi okulun bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirilir. Arduinoyu çalıştırmak için öğrencilerin tabletlerine veya okulun bilgisayarlarına Arduino programının yüklenmesi gerekir. Öğrenciler devre bağlantılarını yaptıktan sonra öğretmen öğrencilere devre kodlarını

verir. Öğrenciler Arduino programına kodları yükler ve sensörleri çalıştırır. Sensörlerin çalışma kodları ve devre şemaları Ek A'da verilmiştir.

5.5.2 Etkinlikler için Geçerlilik Çalışması: Lawshe Tekniği

Bu çalışmada hazırlanan etkinliklerin kapsam geçerliliği için; uzman görüşlerinin alınmasını temel alan Lawshe tekniği (1975)'nden faydalanılmıştır. Bu teknikte, araştırmacı tarafından geliştirilen etkinliklerin etkinlik geliştirme prensipleri açısından ele alınıp uzman görüşüne danışılarak, etkinliğin kapsam geçerliliğinin tespit edilmesi beklenir.

Etkinlik geliştirme prensipleri; etkinliklerin kazanıma uygun olup olmaması (*amaç*), öğrencilerin ön bilgilerinin yeterli seviyede olup olmaması (*hazırbulunusluk*), etkinliğe ayrılan sürenin yeterli olması (*zaman kullanımı*), etkinlik için sınıf ortamı oluşturulması (*Sınıf organizasyonu*), *öğretmen ve öğrenci rollerine değinilmesi* ve öğrenci düzeyine uygun olması (*zorluk derecesi*) şeklinde belirlenmiştir (Kerpiç & Bozkurt, 2011).

Belirtilen prensiplere göre etkinliklerin kapsam geçerliliğini belirleyen uzmanların demografik bilgileri Tablo 5.10'da verilmiştir.

Tablo 5.10 Uzmanların demografik bilgileri

Kod	Cinsiyet	Yaş	Meslek	Alan
1	E	31	Öğretmen	Fen Bilimleri
2	K	31	Öğretmen	Biyoloji
3	K	38	Doç. Dr.	Biyoloji Eğitimi
4	K	46	Prof. Dr.	Biyoloji Eğitimi
5	E	44	Prof. Dr.	Fen Bilgisi Eğitimi
6	K	41	Doç. Dr.	Fen Bilgisi Eğitimi
7	K	48	Prof. Dr.	Biyolog
8	E	42	Doç. Dr.	Elektronik Mühendisi
9	E	36	Öğretmen	Matematik

Lawshe (1975) tekniğinin aşamaları, alan uzman grubu oluşturulması, ölçek form oluşturulması, uzman görüşleri alınması, maddelere ilişkin kapsam geçerlik oranları hesaplanması, kapsam geçerlik indeksi belirlenmesi ve kapsam geçerlik oranları indeks ölçütlerine göre değerlendirilerek ölçekte yer alacak maddeler belirlenmesi olmak üzere 6 aşamadır (Yurdugül, 2005). Kapsam geçerliliği oranı (KGO) “Uygundur” cevabı veren uzman sayısının görüş bildiren toplam uzman sayısının yarısına bölünüp 1 çıkarılması ile hesaplanır.

NG = “Madde gereklidir/uygundur” cevabı veren uzmanların sayısı

N = Görüş bildiren toplam uzman sayısı

$$KGO=[NG/N/2]-1$$

Formüle göre KGO=1 ise uzmanların tamamının görüşü uygundur. KGO=0 ise uzmanların yarısının görüşü uygundur. KGO>0 uzmanların yarıdan fazlasının görüşü uygundur. KGO<0 ise uzmanların yarısından azının görüşü uygundur.

Uzman sayısı 9 olduğunda KGO oranının minimum 0,75 olması gerekir (Venaziano ve Hooper, 1997). Uzmanlardan alına görüşler neticesinde KGO oranı başlangıçta 0,78 olarak hesaplanmıştır. Uzmanlardan gelen dönütler doğrultusunda dolaşım sistemi etkinliğinin içeriği değiştirilmiş, öğrencilerin seviyesine uygun olarak tekrar düzenlenmiştir. Ayrıca solunum sistemi etkinliği için uzmanlardan gelen dönütler doğrultusunda düzenlemeler yapılmış etkinliklerin son şekli verilmiştir. Etkinliklerin son hali uzmanlara tekrar sunulmuş ve KGO oranı 1 olarak tespit edilmiştir.

5.6 Etkinliklerin Uygulanması

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 STEM eğitim merkezinde maske, mesafe ve hijyen kurallarına dikkat edilerek haftanın bir günü 3 saatlik etkinlikler yapılmıştır. Öğrenciler 4 ve 5 kişilik iki gruba ayrılmış, çalışma iki

grupta gerçekleştirilmiştir. Etkinlikler 7 hafta sürmüştür. Etkinliklere başlanmadan önce ve etkinlik sonunda akademik başarı testi, eleştirel düşünme-öz düzenleme anketi, sebep-sonuç ilişkileri anketi ve temel STEM beceri düzeyleri anketi yapılmıştır (Tablo 5.11). Ayrıca araştırmada etik koşulların sağlanması amacıyla öğrencilere katılımcı rıza formu ve veli onam formu dağıtılmıştır.

Tablo 5.11 Etkinlik uygulama çizelgesi

Zaman	Etkinlik
1. Hafta	Ön testlerin uygulanması Arduinonun ve etkinliklerde kullanılacak sensörlerin tanıtılması
2. Hafta	Destek ve hareket sistemi (Sıcaklığa duyarlı protez kol modeli)
3. Hafta	Sindirim Sistemi (Karbondiyoksit gazına duyarlı mide modeli)
4. Hafta	Dolaşım sistemi (Sıvı seviyesine duyarlı damar modeli)
5. Hafta	Solunum sistemi (Karbondiyoksit gazına duyarlı akciğer modeli)
6. Hafta	Boşaltım sistemi (Boşaltım sistemi modeli)
7. Hafta	“Vücudumuzdaki Sistemler” konu tekrarı ve son testlerin uygulanması

Kontrol Grubu ile vücudumuzdaki sistemler ünitesi geleneksel öğretim yöntemi ile işlenmiştir. Pandemi koşullarından dolayı MEB tarafından örgün öğretim yapılamamıştır. Bu nedenle İstanbul ilinin Beyoğlu ilçesinde bir özel öğretim kursunda 9 kişilik grup oluşturulmuş ve dersler maske, mesafe ve hijyen kurallarına dikkat edilerek yüz yüze işlenmiştir. Derslere başlanmadan önceki ve vücudumuzdaki sistemler ünitesinin işlenişinin bitimindeki hafta akademik başarı testi, eleştirel düşünme-öz düzenleme anketi, sebep-sonuç ilişkileri anketi ve temel STEM beceri düzeyleri anketi yapılmıştır. Kontrol Grubu ile işlenen ders planları Ek B’de verilmiştir.

Araştırma verileri SPSS 21 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmada verilerin dağılımlarının normalliği Shapiro-Wilk testi ve basıklık (Skewness) ve çarpıklık (kurtosis) katsayıları incelenerek değerlendirilmiştir. Shapiro-Wilk testinde anlamlılık değerinin 0,05'ten büyük olması (Can, 2017), basıklık ve çarpıklık katsayılarının (-1.5) ile (+1.5) aralığında olması (Tabachnick and Fidell, 2013) verilerin normal dağıldığını göstermektedir. Bu değerler dikkate alındığında bazı verilerin normal dağıldığı görülmekle birlikte çalışma örneklem sayısının az olması nedeniyle analizler parametrik olmayan yöntemler ile gerçekleştirilmiştir. Tanımlayıcı bulgular ortalama ve standart sapma değerleri ile verilmiştir. İki bağımsız grubun karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi, tekrarlı ölçümlerin karşılaştırılmasında Wilcoxon İşaretli Sıralar testi kullanılmıştır. İstatistiksel olarak $p < 0,05$ değeri anlamlı olarak kabul edilmiştir (Rosner, 2010).

Araştırmada kullanılan Akademik Başarı Testi (ABT), Eleştirel Düşünme-Öz düzenleme ölçeği (EDÖD), Sebep-Sonuç İlişkileri Ölçeği (SSIÖ) ile Temel STEM Beceri Düzeyleri Ölçeğinin (TSBDÖ) Shapiro-Wilk testi değeri ile çarpıklık ve basıklık değerleri Tablo 6.1'de gösterilmiştir.

Tablo 6.1 Ölçeklerin normallik testi sonuçları

			Shapiro-Wilk			Çarpıklık (Skewness)	Basıklık (Kurtosis)
			İstatistik	sd	p		
ABT	Kontrol Grubu	Ön Test	,918	9	,376	-,062	,401
		Son Test	,918	9	,378	-,373	-1,549
	Deney Grubu	Ön Test	,945	10	,610	,624	-,155
		Son Test	,879	10	,128	-,829	-,335
EDÖD	Kontrol Grubu	Ön Test	,893	9	,213	,289	-,444
		Son Test	,889	9	,196	-1,094	1,620
	Deney Grubu	Ön Test	,943	10	,583	,411	1,245
		Son Test	,832	10	,035	,000	-1,393

Tablo 6.1'deki değerler incelendiğinde; ABT, EDÖD, SSIÖ ve TSBDÖ'de Shapiro-Wilk testinden elde edilen verilerin tümünde p değeri 0,05'den büyüktür. Ayrıca çarpıklık ve basıklık katsayılarının (-1,5) ile (+1,5) aralığında olduğu görülmektedir. Ölçeklerin normal dağılım göstermesine karşın örneklem sayısının az olması nedeniyle parametrik olmayan testlerin kullanıldığı başka çalışmalar da mevcuttur (Kurt, 2019).

Bu çalışmada, 6. Sınıf öğrencilerine “Vücudumuzdaki Sistemler” ünitesinin öğretilmesinde Fen Bilimleri dersine entegre edilmiş Arduino destekli STEM uygulamalarının etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Yapılan çalışmanın etkilerinin açık bir şekilde anlaşılabilmesi için, bu bölümde, verilerden elde edilen istatistiksel çalışmalar ile bulgular, her bir alt problem için ayrı ayrı belirtilmiş ve bu bulguların yorumlarına yer verilmiştir.

6.1 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarıları

Araştırmanın birinci alt problemi, “Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarıları arasında çalışmanın öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarıları ile deney grubu öğrencilerinin akademik başarıları arasında çalışmanın öncesinde fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan ilişkisiz örneklemeler için t testinden elde edilen sonuçlar Tablo 6.2’de gösterilmiştir.

Tablo 6.2 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin akademik başarı testi ön test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar

Gruplar	Ölçek	N	$\bar{x}$	S	U	p
Kontrol Grubu	ABT	9	10,44	3,74	4,500	,429
Deney Grubu		10	9,40	4,80		

***p<0,05**

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde akademik başarıları arasında bir fark olup olmadığını ortaya koymak için yapılan ilişkisiz örneklemeler için t testinde, kontrol grubu öğrencilerinin test puan ortalaması ile ($\bar{X}=10,44$) deney grubu öğrencilerinin test puan ortalaması ($\bar{X}=9,40$) arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0,05$). Buna göre kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin uygulama öncesi akademik başarılarının birbirine denk olduğu söylenebilir.

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarının çalışmanın öncesinde ve sonrasında nasıl değiştiğinin belirlenmesi amacıyla yapılan ilişkili örneklemeler için t testinden elde edilen sonuçlar Tablo 6.3’de gösterilmiştir.

Tablo 6.3 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test-son test karşılaştırmalı akademik başarı testine ilişkin sonuçlar

Gruplar	Ölçek	N	Ön Test		Son Test		Z	p
			$\bar{x}$	SS	$\bar{x}$	SS		
Kontrol Grubu	ABT	9	10,44	3,74	21,00	5,93	-2,666	,008*
Deney Grubu		10	9,40	2,72	26,10	3,63	-2,809	,004*

***p<0,05**

Geleneksel öğretim yöntemi ile derslerin işlendiği kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ve sonrasında akademik başarıları arasında bir fark olup olmadığını ortaya koymak için yapılan bağımlı örneklemeler için t testinin sonucunda, ön test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}}=10,44$) ile son test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}}=21,00$) arasında anlamlı bir fark görülmüştür ($p=0,008$, $p<0,05$). Bu durum, kontrol grubu öğrencilerinin vücudumuzdaki sistemler ünitesini öğrenme yönünden öğrencilerin akademik başarıları üzerinde anlamlı etkisinin olduğunu göstermektedir.

Arduino destekli STEM uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ve sonrasında akademik başarıları arasında bir fark olup olmadığını ortaya koymak için yapılan bağımlı örneklemeler için t testinin sonucunda, ön test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}}=9,40$) ile son test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}}=26,10$) arasında anlamlı bir fark görülmüştür. ($p=0,004$). Bu durum, Arduino destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları üzerinde anlamlı etkisinin olduğunu göstermektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarıları ile deney grubu öğrencilerinin akademik başarıları arasında çalışmanın sonrasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan ilişkisiz örneklemeler için t testinden elde edilen sonuçlar Tablo 6.4'te gösterilmiştir.

Tablo 6.4 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin akademik başarı testi son test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar

Gruplar	Ölçek	N	$\bar{x}$	S	U	p
Kontrol Grubu	ABT	9	21,00	5,93	20,000	,040*
Deney Grubu		10	26,10	3,63		

***p<0,05**

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında akademik başarıları arasında bir fark olup olmadığını ortaya koymak için yapılan ilişkisiz örneklemeler için t testinde, kontrol grubu öğrencilerinin test puan ortalaması ile ($\bar{X}=21,00$), deney grubu öğrencilerinin test puan ortalaması ($\bar{X}=26,10$) arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=0,040$). Puan ortalamaları arasındaki farkın deney grubu lehine olması, Arduino destekli

STEM uygulamalarının geleneksel öğretim yöntemine göre öğrencilerin akademik başarıları üzerinde anlamlı etkisinin olduğunu göstermektedir.

6.2 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeyleri

Araştırmanın ikinci alt problemi, “Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeyleri arasında çalışmanın öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeyleri ile deney grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeyleri arasında çalışmanın öncesinde fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan ilişkisiz örneklemeler için t testinden elde edilen sonuçlar Tablo 6.5’de gösterilmiştir.

Tablo 6.5 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeyleri ölçeği ön test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar

Gruplar	Ölçek	N	$\bar{x}$	S	U	p
Kontrol Grubu	TSBDÖ	9	95,11	19,04	,14,000	0,011*
Deney Grubu		10	120,40	22,73		

***p<0,05**

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde temel STEM beceri düzeyleri arasında bir fark olup olmadığını ortaya koymak için yapılan ilişkisiz örneklemeler için t testinde, kontrol grubu öğrencilerinin test puan ortalaması ile ($\bar{X}=95,11$), deney grubu öğrencilerinin test puan ortalaması ($\bar{X}=120,40$) arasında anlamlı bir fark görülmüştür. ($p=0,011$). Buna göre kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin uygulama öncesi temel STEM beceri düzeylerinin birbirine denk olmadığı söylenebilir.

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeylerinin çalışmanın öncesinde ve sonrasında nasıl değiştiğinin belirlenmesi amacıyla yapılan ilişkili örneklemeler için t testinden elde edilen sonuçlar Tablo 6.6’da gösterilmiştir.

Tablo 6.6 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test-son test karşılaştırmalı temel STEM beceri düzeyleri ölçeğine ilişkin sonuçlar

Gruplar	Ölçek	N	Ön Test		Son Test		Z	p
			$\bar{x}$	SS	$\bar{x}$	SS		
Kontrol Grubu	TSBDÖ	9	95,11	19,04	112,00	23,71	-1,602	,109
Deney Grubu		10	120,40	22,73	125,90	29,17	-,560	,575

Geleneksel eğitim metodunun uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ve sonrasında temel STEM beceri düzeyleri arasında fark olup olmadığını ortaya koymak için yapılan bağımlı örneklemeler için t testinin sonucunda, ön test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}}=95,11$) ile son test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}}=112,00$) arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ($p=0,109$). Bu durum, yapılandırmacı yaklaşımın öğrencilerin temel STEM beceri düzeyleri üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını göstermektedir.

Arduino destekli STEM uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ve sonrasında temel STEM beceri düzeyleri arasında bir fark olup olmadığını ortaya koymak için yapılan bağımlı örneklemeler için t testinin sonucunda, ön test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}}=120,40$) ile son test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}}=125,90$) arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. ($p=0,575$). Bu durum, Arduino destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin temel STEM beceri düzeyleri üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını göstermektedir. Her iki grubun ön test ve son test puanları arasında artış mevcuttur. Ancak deney grubu ortalamasındaki artış, kontrol grubuna göre daha yüksektir.

Kontrol grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeylerinin alt boyutlarının çalışmanın öncesinde ve sonrasında nasıl değiştiğinin belirlenmesi amacıyla yapılan ilişkili örneklemeler için t testinden elde edilen sonuçlar Tablo 6.7’de gösterilmiştir.

Tablo 6.7 Kontrol grubu öğrencilerinin temel stem beceri düzeyleri ölçeği alt boyutları ön test-son test puanlarına ilişkin karşılaştırma sonuçları

Ölçek	Alt boyutu		N	$\bar{x}$	SS	Z	p
TSBDÖ	Fen	Ön Test	9	49,66	9,91	-,890	,373
		Son Test	9	55,55	13,21		
	Mühendislik ve Teknoloji	Ön Test	9	21,11	6,33	-1,604	,109
		Son Test	9	25,33	2,50		
	Matematik	Ön Test	9	24,33	5,93	-1,721	,085
		Son Test	9	31,11	9,25		

Tablo 6.7’deki veriler incelendiğinde, kontrol grubu öğrencilerinin TSBDÖ fen, mühendislik ve teknoloji, matematik alt boyutlarıyla ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı söylenebilir ($p>0,05$).

Deney grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeylerinin alt boyutlarının çalışmanın öncesinde ve sonrasında nasıl değiştiğinin belirlenmesi amacıyla yapılan ilişkili örneklemeler için t testinden elde edilen sonuçlar Tablo 6.8’de gösterilmiştir.

Tablo 6.8 Deney grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeyleri ölçeği alt boyutları ön test-son test puanlarına ilişkin karşılaştırma sonuçları

Ölçek	Alt boyutu		N	$\bar{x}$	SS	Z	p
TSBDÖ	Fen	Ön Test	10	59,30	12,16	-,255	,799
		Son Test	10	60,30	13,50		

Tablo 6.8 Deney grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeyleri ölçeği alt boyutları ön test-son test puanlarına ilişkin karşılaştırma sonuçları (devamı)

	Mühendislik ve Teknoloji	Ön Test	10	28,80	10,25	-,701	,483
		Son Test	10	30,80	7,46		
	Matematik	Ön Test	10	32,30	4,64	-1,020	,308
		Son Test	10	34,80	8,70		

Tablo 6.8'deki veriler incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin TSBDÖ fen, mühendislik ve teknoloji, matematik alt boyutlarıyla ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark olmadığı söylenebilir ($p>0,05$).

6.3 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimleri

Araştırmanın üçüncü problemi, “Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimleri arasında çalışmanın öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimleri ile deney grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimleri arasında çalışmanın öncesinde fark olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan ilişkisiz örneklemeler için t testinden elde edilen sonuçlar Tablo 6.9’da gösterilmiştir.

Tablo 6.9 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme öz düzenleme ölçeği ön test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar

Gruplar	Ölçek	N	$\bar{x}$	S	U	p
Kontrol Grubu	EDÖD	9	16,22	1,56	23,000	0,064
Deney Grubu		10	14,70	1,63		

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimleri arasında bir fark olup olmadığını ortaya koymak için yapılan ilişkisiz örneklemeler için t testinde, kontrol grubu öğrencilerinin ön test puan ortalaması ile ($\bar{X}=16,22$), deney grubu öğrencilerinin ön test puan ortalaması ($\bar{X}=14,70$) arasında anlamlı

bir fark görülmemiştir ($p>0,05$). Buna göre kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin uygulama öncesi eleştirel düşünme öz düzenleme eğilimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Buna göre kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimlerinin uygulama öncesi birbirine denk olduğu söylenebilir.

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimlerinin çalışmanın öncesinde ve sonrasında nasıl değiştiğinin belirlenmesi amacıyla yapılan ilişkili örneklemeler için t testinden elde edilen sonuçlar Tablo 6.10'da gösterilmiştir.

Tablo 6.10 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test-son test karşılaştırmalı eleştirel düşünme öz düzenleme ölçeğine ilişkin sonuçlar

Gruplar	Ölçek	N	Ön Test		Son Test		Z	p
			$\bar{x}$	SS	$\bar{x}$	SS		
Kontrol Grubu	EDÖD	9	16,22	1,56	15,77	1,78	-,742	,458
Deney Grubu		10	14,70	1,63	15,00	,81	-,749	,454

Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ve sonrasında eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimleri arasında fark olup olmadığını ortaya koymak için yapılan bağımlı örneklemeler için t testinin sonucunda, ön test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}}=16,22$) ile son test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}}=15,77$) arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0,05$). Bu durum, geleneksel öğretimin öğrencilerin eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimleri üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını göstermektedir.

Arduino destekli STEM uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ve sonrasında eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimleri arasında bir fark olup olmadığını ortaya koymak için yapılan bağımlı örneklemeler için t testinin sonucunda, ön test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{öntest}}=14,70$) ile son test puanlarının ortalaması ($\bar{X}_{\text{sontest}}=15,00$) arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. ($p<0,05$). Bu durum, Arduino destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimleri üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını göstermektedir.

6.4 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sebep sonuç ilişkisi kurma becerileri

Araştırmanın dördüncü problemi, “Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sebep sonuç ilişkisi kurma becerileri arasında çalışmanın öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindedir.

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin sebep-sonuç ilişkisi ölçeği ön test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar Tablo 6.11’de verilmiştir.

Tablo 6.11 Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin sebep sonuç ilişkisi ölçeği ön test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar

Gruplar	Ölçek	N	$\bar{x}$	S	U	p
Kontrol Grubu	SSİÖ	9	27,00	1,05	43,500	,069
Deney Grubu		10	31,90	5,48		

Tablo 6.11 incelendiğinde öğrencilerin başlangıç ortalamaları arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Çalışma öncesi deney ($\bar{x} = 27,00$) ve kontrol grubu ($\bar{x} = 31,90$) öğrencilerinin sebep-sonuç ilişkisi kurma becerileri birbirine yakındır.

Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin son test puanlarının neden-sonuç ilişkisi ölçeğinin karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar Tablo 6.12’de verilmiştir.

Tablo 6.12: Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin ön test-son test karşılaştırmalı sebep sonuç ilişkisi ölçeğine ilişkin sonuçlar

Gruplar	Ölçek	N	Ön Test		Son Test		Z	p
			$\bar{x}$	SS	$\bar{x}$	SS		
Kontrol Grubu	SSİÖ	9	27,00	6,38	31,11	1,05	-2,675	0,069
Deney Grubu		10	31,90	4,38	39,50	5,48	-2,374	0,018*

* $p < 0,05$

Tablo 6.12 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin ortalaması 31,90'dan 39,50'ye çıkmıştır. Aynı zamanda kontrol grubu ortalamasında artış vardır ancak deney grubu ve kontrol grubu birlikte incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin ortalamasının kontrol grubu ortalamasından daha yüksek olduğu görülmektedir. Deney grubunda p değerinin 0,018 olduğu göz önüne alındığında, deney grubu ile kontrol grubu arasında sebep-sonuç ilişkisi kurma becerileri açısından anlamlı bir fark olduğu söylenebilir.

6.5 Deney grubunda bulunan öğrencilerin Arduino destekli STEM uygulamaları konusundaki görüşleri

Araştırmanın altıncı problemi, “Çalışma sonunda deney grubunda bulunan öğrencilerin Arduino destekli STEM uygulamaları konusundaki görüşleri nelerdir?” şeklindedir.

Arduino destekli STEM etkinliklerinin öğrencileri ne denli etkilediğini tespit etmek için araştırmacı tarafından oluşturulan 9 soruluk yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Formdaki sorular, Arduinonun 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 teknikte 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 ($\text{Güvenirlik} = \frac{\text{Görüş Birliği}}{[\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı}]} * 100$) 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.

Arduino destekli STEM çalışmalarına yönelik gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmenin ardından öğrencilerin sorulara verdiği cevaplar ile betimsel analiz yöntemi kullanılarak aşağıdaki bulgulara rastlanılmıştır. Görüşmenin birinci sorusu olan “Ortaokul öğrencilerinin, Arduino destekli STEM eğitiminin avantajları konusundaki görüşleri nelerdir?” Araştırma sorusuna ait bulgular Tablo 6.13’de verilmiştir.

Tablo 6.13 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 6.13’teki 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.

İkinci görüşme sorusu olan “Ortaokul öğrencilerinin, Arduino destekli STEM eğitiminin dezavantajları konusundaki görüşleri nelerdir?” sorusuna ait bulgular Tablo 6.14’te verilmiştir.

Tablo 6.14 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 6.14’teki bulgulara bakıldığında öğrencilerin 4’ü bağlantı hatası sorunu, 3’ü karmaşık olma, 2’si ise Arduino kullanırken teknik sıkıntı yaşanabileceğini vurgulamıştır.

Üçüncü araştırma sorusu olan “Ortaokul öğrencilerinin, kendilerine katkı sağlaması bakımından Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?” sorusuna ait bulgular Tablo 6.15’te verilmiştir.

Tablo 6.15 Öğrencilerin “Arduino destekli STEM ile yaptığınız etkinliklerin size olan katkısı 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 katkısı, devre elamanları nasıl kurulur nasıl kablolar kullanılır vb. bunları öğrendim (Ö10).
Kodlama öğrenme katkısı	1	10	Kodlamaları bilmiyordum artık nasıl yapıldığını biliyorum (Ö2).

Tablo 6.15 Öğrencilerin “*Arduino destekli STEM ile yaptığınız etkinliklerin size olan katkıları var mıdır? Açıklayınız*” sorusuna verdiği cevaplara ait bulgular (devamı)

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 6.15'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.

Dördüncü görüşme sorusu olan “Ortaokul öğrencilerinin, eğitici bakımından Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?” sorusuna ait bulgular Tablo 6.16'da verilmiştir

Tablo 6.16 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 değillermiş (Ö10).
Hastalıkları öğrenme	2	20	Arduino ile yaptığımız etkinlikler sayesinde insanın başına gelebilecek hastalıkları öğrendim (Ö4).

Tablo 6.16'daki bulgular incelendiğinde öğrencilerden 4'ü kodlama öğrenme , 2'si fikir geliştirme, 2'si tasarım, modelleme öğrenme, 2'si hastalıkları öğrenme kodlarına uyacak cümleler kurmuşlardır.

Beşinci görüşme sorusu olan “Ortaokul öğrencilerinin, grup çalışmasının verimliliğini etkilemesi bakımından Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?” sorusuna ait bulgular Tablo 6.17’de verilmiştir

Tablo 6.17 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 sağlaması	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 6.17’deki 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.

Altıncı görüşme sorusu olan “Ortaokul öğrencilerinin, fen bilimleri dersine karşı bakış açılarını etkilemesi bakımından Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?” sorusuna ait bulgular Tablo 6.18’de verilmiştir.

Tablo 6.18 Öğrencilerin “*Arduino destekli STEM eğitiminin fen bilimleri dersine karşı bakış açınıza herhangi 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 6.18’deki bulgulara bakıldığında öğrencilerin 7’si ilgi artışı sağlama, 3’ü ise konunun anlaşılabilirliğini artırma yönünde bir gelişim gösterdiklerinden bahsetmişlerdir.

Yedinci görüşme sorusu olan “Ortaokul öğrencilerinin, vücudumuzdaki sistemler konusunu öğrenme bakımından Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?” sorusuna ait bulgular Tablo 6.19’da verilmiştir.

Tablo 6.19 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 6.19’daki bulgular incelendiğinde, vücudumuzdaki sistemler konusunda Arduino destekli etkinliklerin öğrenmeni üzerine etkisini 8 öğrenci kalıcılığı artırma şeklinde koda

uyacak şekilde belirtirken, 2 öğrenci ise pekiştirici olma açısından soruyu cevaplandırmışlardır.

Sekizinci görüşme sorusu olan “Ortaokul öğrencilerinin, bilimsel projelerde yer almaya yönlendirmesi bakımından Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?” sorusuna ait bulgular Tablo 6.20’de verilmiştir

Tablo 6.20 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
Proje Hazırlamaya Karşı İstek	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 6.20’deki bulgular incelendiğinde öğrencilerin tamamı gelecekte bilimsel projelerde hazırlamak istediğini, böyle düşünmelerinde yapılan etkinliklerin katkısı olduğunu dile getirmişlerdir.

Dokuzuncu görüşme sorusu olan “Ortaokul öğrencilerinin, gelecekteki meslek seçimlerine etkisi bakımından Arduino destekli STEM eğitimi almaları konusundaki görüşleri nelerdir?” sorusuna ait bulgular Tablo 6.21’de verilmiştir.

Tablo 6.21 Öğrencilerin “*Arduino destekli STEM eğitimi almanızın 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).

Tablo 6.21 Öğrencilerin “*Arduino destekli STEM eğitimi almanızın gelecekteki meslek seçiminizi etkilediğini düşünüyor musunuz? Açıklayınız*” sorusuna verdiği cevaplara ilişkin bulgular (devamı)

Fen alanında meslek seçimi	2	20	Eskiden birçok meslekten haberim 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.

Bu çalışmada 6. sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş Arduino destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına, temel STEM beceri düzeylerine, eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimlerine, sebep sonuç ilişkisi kurma becerileri üzerine etkisi ve öğrenci görüşlerinin alınması ile öğretmen gözlem notlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda yedi haftalık bir etkinlik planı hazırlanarak uygulanmıştır. Yapılan bu çalışma sonucunda öğrencilerin akademik başarılarında, temel STEM beceri düzeylerinde, eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimlerinde, sebep sonuç ilişkisi kurma becerileri üzerinde ve görüşlerinde bir gelişme olup olmadığı incelenmiştir. Ayrıca etkinlikler süresince bir fen bilimleri öğretmenin tuttuğu gözlem notları değerlendirilmiştir. Bu bölümde belirtilen amaç doğrultusunda ortaya çıkan bulgulara göre sonuçlar özetlenmiştir.

7.1 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarıları

Araştırmanın birinci alt problemi, “Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarıları arasında çalışmanın öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindedir.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre deney ve kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarıları arasında çalışmanın sonrasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmiştir. Ancak deney grubu öğrencileri, kontrol grubuna göre akademik başarılarını daha fazla yükseltmiştir. Dolayısıyla Arduino destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu söylenebilir.

STEM uygulamaları ile akademik başarı arasındaki anlamlı farklılığın olduğu benzer çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Örneğin Yılmaz (2019), lise öğrencileri ile fizik dersi için yaptığı STEM çalışmasının sonucunda, çalışmanın öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığını kaydetmiştir. Eğitimde robotik uygulamaları kullanımının motivasyon, tutum, üst düzey düşünme ve akademik başarıya olumlu etkileri olduğu Talan

(2020) tarafından tespit edilmiştir. STEM uygulamalarının fen bilimleri problem çözme becerileri ve fen bilimleri başarıları arasında pozitif, anlamlı ve yüksek düzeyde bir ilişki olduğunun belirlendiği çalışmalar da mevcuttur (Acar vd. 2019). Bütünleşik STEM eğitiminin akademik başarıya, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme becerilerine ve öğrenmede kalıcılığa etkisi, Yıldırım (2016), Ceylan (2014) tarafından Asitler ve Bazlar üzerine yapılan çalışmada incelenmiş ve deney grubu lehine olumlu sonuçlara ulaşılmıştır.

Akademik başarı ile STEM uygulamalarının sonuçlarının anlamlı olmadığı çalışmalar da mevcuttur. Örneğin, Tabaru (2017) tarafından basit elektrik devreleri konusunda, yapılan çalışmadan, Salman Parkalay (2017) tarafından Yaşayan Varlıklar Fauna ile Canlılar Dünyasını Gezelim, Tanıyalım Ünitesi üzerine yapılan çalışmadan, Irkicatal (2016) tarafından Kuvvet birimi üzerine yaptığı çalışmalardan elde edilen bulgulara göre STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları üzerine anlamlı bir etkisini olduğu sonucuna ulaşılmazken; problem çözme, yaratıcı düşünme gibi kriterleri olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmaktadır.

Akademik başarı açısından STEM okulları olarak adlandırılan okullar ile diğer okullar arasında fark olmadığını gösteren araştırmalar da bulunmaktadır (Judson, 2014; Oner ve Capraro, 2016; Young vd. 2011). Ayrıca robotik destekli STEM eğitimi ile basit malzemelerle gerçekleştirilen STEM eğitiminin karşılaştırılmasının yapıldığı bir çalışmada, STEM eğitimi için robotik desteğinin olmazsa olmaz bir olgu olmadığını, basit malzemelerle gerçekleştirilen STEM etkinlikleri ile de benzer sonuçlara ulaşılabileceğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Koç, 2019).

7.2 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeyleri

Araştırmanın ikinci alt problemi, “Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin temel STEM beceri düzeyleri arasında çalışmanın öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindedir.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre deney grubu ve kontrol grubunun temel STEM beceri düzeyleri çalışma öncesinde denk değildir. Bunun nedeninin, örneklem seçiminde akademik başarı testinin dikkate alınması, temel STEM beceri düzeyleri arasındaki ilişkinin örneklem

Temel STEM beceri düzeyleri ölçeği, öğrencilerin STEM mesleklerine olan ilgisini ölçme amacıyla geliştirilen bir ölçektir (Korkmaz vd. 2020). Öğrencilerin STEM mesleklerine olan ilgileri, STEM'e karşı tutum ölçeği adında başka bir ölçekle de ölçülmektedir. Bu ölçeği kullanan araştırmacılar, STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM'e karşı tutumlarını etkilediğini ortaya koymuşlardır (Çiftçi ve Çınar, 2017). Örneğin Karakaya (2018), ortaokul öğrencilerinin STEM mesleklerine yönelik ilgi ölçeği ile ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada öğrencilerin yüksek ilgi düzeylerinin teknolojiye yönelik meslekler üzerine olduğu belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada, STEM'i oluşturan boyutlar arasında pozitif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmamanın üçüncü problemi, “Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimleri arasında çalışmanın öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindedir.

68

göstermektedir. Arduino destekli STEM uygulamalarının yapıldığı deney grubu öğrencileri ile geleneksel eğitim metodunun uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ve sonrasında eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimleri arasında bir fark olup olmadığını ortaya koymak için yapılan testin sonucunda, ön test puanlarının ortalaması ile son test puanlarının ortalaması arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Bu durum, Arduino destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimleri üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını göstermektedir.

STEM uygulamalarının öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini arttırdığını gösteren çok sayıda araştırmanın bulunması (Avan vd. 2019; Evcim ve Topsakal, 2019; Akgündüz, 2018; Çakır vd. 2019), çalışmada eleştirel düşünme-öz düzenleme ölçeğinin kullanılması kararında etkili olmuştur. Yapılan çalışma ile STEM uygulamalarının öğrencilerin eleştirel düşünme-öz düzenleme eğilimlerinin her zaman pozitif yönde etkilenmeyeceğini göstermektedir. Kalemkuş (2020) tarafından STEM ile ilgili yapılan içerik analizi sonuçlarına göre STEM'e yönelik gerçekleştirilen deneysel araştırmaların büyük bir bölümü ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilmiş, bu deneysel araştırmalarda akademik başarı, problem çözme beceri/algı ve yansıtıcı düşünme, derse yönelik tutum ve bilimsel süreç becerileri bağımlı değişken olarak sıklıkla ele alınmıştır. Söz konusu araştırmaya göre 2014-2019 yılları arasında eleştirel düşünmenin bağımlı değişken olarak kullanıldığı yalnızca beş adet yüksek lisans ve doktora tezi bulunmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma ile eleştirel düşünme-öz düzenleme ölçeği ile gerçekleştirilen bir çalışma sonucu daha literatüre kazandırılmıştır.

7.4 Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sebep sonuç ilişkisi kurma becerileri

Araştırmanın dördüncü problemi, “Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin sebep sonuç ilişkisi kurma becerileri arasında çalışmanın öncesinde ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?” şeklindedir.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin sebep sonuç ilişkisi kurma becerileri yönünden çalışmanın öncesinde anlamlı bir farklılık

gözlenmezken çalışmanın sonucunda deney grubu lehine anlamlı bir farklılık gözlemlenmiştir.

Çalışmanın sonuçlarına göre öğrenciler insan vücudumuzdaki sistemler ünitesinin beş konusu için farklı projeler geliştirmişlerdir. Öğrenciler verilen bilgi temelli yaşam probleminin çözümü için biyoloji konularını elektronik ve robotik ile bütünleştirerek projeler hazırlamışlardır. Arduino basit bir devre bağlantısı içerdiğinden (Zöhra, 2017) öğretmenlerin Arduino'nun fizik konularına daha uygun olduğunu düşünüp fen dersinin fizik konularında etkinlikler tasarlayıp uyguladıkları çalışmalar bulunmaktadır (Gustav ve Fauzi, 2020; Fokides vd. 2017).

Etkinlikler sırasında verilen bilgi temelli hayat probleminin çözümü için öğrenciler farklı fikirler geliştirmişlerdir. Farklı öğrenciler aynı problemi çözmek için farklı modeller tasarlamış ve Arduino 'yu farklı yerlerde sabitlemişlerdir. Geleneksel eğitimden farklı olarak STEM eğitimi, öğrencilerin merkezde olduğu, gruplar halinde çalıştığı ve fikir geliştirdiği bir eğitim yöntemidir (Rusk ve Ronning, 2020). Eğitimde teknolojinin kullanılması, teknolojiyle büyüyen yirmi birinci yüzyıl kuşağı için bir gerekliliktir (Çetin ve Demircan, 2018). Bu nedenle bu çalışma, STEM eğitimini teknoloji ile birleştiren bir çalışma olduğu için gelecekteki çalışmalara ışık tutacaktır.

Eğitim alanında son yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde çalışmaların öğrencilere yirmi birinci yüzyıl becerilerinin önemi (Belotti vd. 2014) ve eleştirel düşünme (Chang vd. 2020), problem çözme becerileri (Rahman, 2019; Zhong ve Xu, 2019), grup halinde çalışma (Ferodus ve Karim, 2019), analiz-sentez yeteneği (Stehle ve Peters-Burton, 2019) kazandırılmaya çalışıldığı görülmektedir. Öğrencilerin problem çözebilmeleri için öncelikle sorunun nedenini anlamaları ve buldukları çözümün sonuçlarını tahmin etmeleri gerekir (Aldowah vd. 2019). Bu çalışmada öğrencilerin neden-sonuç ilişkileri kurma becerileri ile Arduino destekli STEM eğitimi arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. Bu nedenle Arduino destekli STEM eğitiminin öğrencilere neden-sonuç ilişkileri kurma becerisi kazandırdığı söylenebilir. Araştırmalar, STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarısını artırdığını (Sarican ve Akgunduz, 2018) derse olan ilgilerini olumlu yönde değiştirdiğini (Vennix vd. 2018), onlara eleştirel düşünme (Putri ve Istiyono, 2017) becerilerinin

kazandırıldığını göstermektedir. Bu çalışma, STEM eğitiminin öğrencilere neden-sonuç ilişkileri kurma becerisi kazandırdığını kanıtlamıştır.

7.5 Deney grubunda bulunan öğrencilerin Arduino destekli STEM uygulamaları konusundaki görüşleri

Araştırmanın altıncı problemi, “Çalışma sonunda deney grubunda bulunan öğrencilerin Arduino destekli STEM uygulamaları konusundaki görüşleri nelerdir?” şeklindedir.

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 sonucuna varılmıştır. 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 iş birliği 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 en fazla zorlandıkları zamanın devreleri bağlarkenki zaman olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebi ise “öğrencilerin 6. Sınıf olmasından dolayı elektrik devre bilgisinin alt yapısına sahip olmadıkları” görüşüdür. Arduinonun eğitimde kullanılmasına ilişkin bazı görüş ayrılıkları da bulunmaktadır. Arduinoyu 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 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 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 karşılaşmıştır. 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 öğrenmişlerdir. Bu alanda yapılan diğer

alışmalara bakıldığında benzer sonuçlara rastlanılmaktadır. Örneğın Yıldırım ve Selvi (2018), ortaokul ğrencilerinin STEM'e yönelik görüşlerini incelemiş, yaptıkları analizlerin sonucunda STEM uygulamalarının öğrencilerin öğrenmelerine anlamlı katkı sağladığını ve 21. Yüzyıl becerilerini geliştirdiğini belirtmişlerdir.

Arduino destekli STEM etkinlikleri, öğrencileri bilimsel projeler hazırlamaya teşvik etmektedir. Daha nce TBTAK 4006 projelerinde görev alan çocuklarla ilgili akademik çalışmalar yapılmış (olakoğlu, 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 TBTAK projelerinde yer almamış öğrencilerin projelerde yer almaya istekli hale gelmesini sağladığı söylenebilir.

Araştırmadan elde edilen bir diğer sonuç ise, STEM çalışmalarının öğrencilerin geleceğe yönelik hedeflerini etkilediği yönündedir. STEM ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında öğrenciler gelecekte fen, teknoloji ve mühendislik alanlarından biri üzerine yoğunlaşmak istedikleri görülmektedir (ifti, 2018). Çalışma konusunun insan anatomisi olması nedeniyle öğrencilerin meslek seçimlerinin sağlık alanına yönelik olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışmadan sonra öğrencilerin seçecekleri meslekler STEM mesleklerinden teknoloji mühendisi ve bilim adamı olma yönündedir. Yapılan arduino destekli STEM çalışmasının, geleceğe mesleğini seven doktor, mühendis veya bilim adamı kazandıracadıı düşünülmektedir.

7.6 neriler

Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki maddeler önerilebilir:

- ✓ Arduino destekli STEM eğitiminin uygulamaya karar veren ğretmenler, STEM eğitimi almalı ve Arduino ile ilgili teknik detaylar konusunda yetersiz olduklarını düşünürlerse bir uzmandan yardım almalıdırlar.
- ✓ 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 Millî Eğitim Bakanlığı tarafından okullara arduino satın alınması, temin edilmesi, arduino ile kodlama konusunda öğretmenlerin yetiştirilmesi sağlanarak ülke geneline çalışma yaygınlaştırılabilir.
- ✓ Arduino destekli STEM çalışmalarının öğrencileri bilimsel projeler hazırlamaya teşvik ettiği sonucuna dayanarak TÜBİTAK 4006 proje yürütücülerine, proje öncesi öğrenci seçmeden önce öğrencilerle arduino destekli STEM etkinlikleri yapmaları tavsiye edilebilir.
- ✓ Arduino destekli STEM eğitimi ile öğrencilerin temel STEM beceri düzeyleri arasındaki ilişkinin anlamlı çıkmamasının sonucuna dayanarak, araştırmacılara temel STEM beceri düzeyleri, STEM'e karşı tutum, STEM mesleklerine olan ilgiler gibi benzer ölçek uygulamasında öğrencilere soruları içten cevaplayacağı koşullar sağlamaları yönünde tavsiyede bulunulabilir.
- ✓ Arduino destekli STEM eğitimi ile öğrencilerin sebep sonuç ilişkisi kurma becerisi arasındaki pozitif ilişki göz önüne alındığında benzer ölçekler kullanarak çalışma diğer sınıf düzeyleri ile yürütülebilir, öğretmenler Arduino destekli STEM uygulamalarını derslerine entegre ederek sebep sonuç ilişkisi kurabilen öğrenciler yetiştirebilirler.
- ✓ Arduino destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını etkilediği sonucu göz önüne alındığında, Arduino destekli STEM uygulamalarının tüm derslere entegre edilebileceği ve böylece öğrencilerin akademik başarılarının yükseltilebileceği söylenebilir. Bu durumun öğrenci motivasyonunu da olumlu yönde etkileyebileceği düşünülmektedir.

- Acar, D , Tertemiz, N , Taşdemir, A . (2019). STEM Eğitimi ile Öğrenim Gören Öğrencilerin Matematik ve Fen Bilimleri Problem Çözme Becerileri ve Başarıları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi . *Bartın Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi* , 3 (2) , 12-23 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bujer/issue/54228/712374>
- Adsay, C , Korkmaz, Ö , Çakır, R , Uğur Erdoğan, F . (2020). Ortaokul Öğrencilerinin Blok Temelli Kodlama Eğitimine Dönük Öz-yeterlik Algı Düzeyleri, STEM ve Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyleri . *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama* , 10 (2) , 469-489 . DOI: 10.17943/etku.696224
- Akaygun S, Aslan-Tutak F. (2016). STEM images revealing STEM conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*; 4(1):56-71
- Akgündüz, D. ve Akpınar, B. C. (2018). “Okul Öncesi Eğitiminde Fen Eğitimi Temelinde Gerçekleştirilen STEM Uygulamalarının Öğrenci, Öğretmen ve Veli Açısından Değerlendirilmesi”. *YED.JEL Yaşadıkça Eğitim Dergisi / Journal of Education For Life*, 32(1), 1-26.
- Akın, V. (2019). Fetemm uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin fetemm’e yönelik tutumlarına, bilimsel süreç becerilerine ve meslek seçimlerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi. Afyonkocatepe Üniversitesi, Afyon, Türkiye.*
- Akköse, E. E. (2008). Okulöncesi eğitimi fen etkinliklerinde doğa olaylarının neden sonuç ilişkilerini belirlemede yaratıcı dramının etkililiği. *Yaratıcı Drama Dergisi*, 3(6), 7-24.
- Aldowah, H., Al-Samarraie, H. & Fauzy, W. (2019). Educational Data Mining and Learning Analytics for 21st century higher education: A Review and Synthesis. *Telematics and Informatics*. 10.1016/j.tele.2019.01.007.
- Aldowah, H., Al-Samarraie, H. & Fauzy, W. (2019). Educational Data Mining and Learning Analytics for 21st century higher education: A Review and Synthesis. *Telematics and Informatics*. 10.1016/j.tele.2019.01.007.
- Alimisis, A.D., and C. Kynigos. 2009. Constructionism and Robotics in Education. D. Alimisis (Ed.), *Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*. (Pp. 11–26). ASPETE: Athens.
- Alò D., Castillo A., Vial P. M. & Samaniego H.(2020) Low-Cost Emerging Technologies As A Tool To Support Informal 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
- Arduino, <https://create.arduino.cc/projecthub>
- Arduino, <https://www.arduino.cc/>

- Avan, Ç , Gülgün, C , Yılmaz, A , Doğanay, K . (2019). Stem Eğitiminde Okul Dışı Öğrenme Ortamları: Kastamonu Bilim Kampı . *Journal of STEAM Education* , 2 (1) , 39-51 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/steam/issue/48084/601443>
- Avan, Ç , Gülgün, C , Yılmaz, A , Doğanay, K . (2019). STEM EĞİTİMİNDE OKUL DIŞI ÖĞRENME ORTAMLARI: Kastamonu Bilim Kampı . *Journal of STEAM Education* , 2 (1) , 39-51 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/steam/issue/48084/601443>
- Aydeniz, M (2017, Ekim). *Eğitim Sistemimiz Ve 21. Yüzyıl Hayalimiz: 2045 Hedeflerine İlerlerken, Türkiye için STEM Odaklı Ekonomik Bir Yol Haritası. University of Tennessee, Knoxville.*
- Aydin, G., Saka, M., & Guzey, S. (2017). 4-8. Sınıf Öğrencilerinin Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM= FeTeMM) Tutumlarının İncelenmesi. *Mersin University Journal Of The Faculty Of Education*, 13(2), 787-802.
- Ayvacı, H. Ş., Bakırcı H. (2012). Fen Ve Teknoloji Öğretmenlerinin Fen Öğretimi Sürecine İlişkin Görüşlerinin 5E Modeli Açısından İncelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, Yıl: 9, Sayı2, Haziran 2012.
- Balin, S. (2002). Critical thinking and science education. *Science & Education*, 11(4), 361-375.
- Banzi, M. (2009) *Getting Started with Arduino. O'Reilly Media, Inc., Sebastopol.*
- Barış, N , Ecevit, T . (2019). Özel Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde STEM Uygulamaları . *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi* , 13 (1) , 217-233 . DOI: 10.17522/balikesirnef.529898
- Basham, J. D., Israel, M., & Maynard, K. (2010). An ecological model of STEM education: Operationalizing STEM for all. *Journal of Special Education Technology*, 25(3), 9.
- Bellotti, F., Bottino, R. M., Fernández-Manjón, B., & Nadolski, R. J. (2014). Guest Editorial: Game Based Learning for 21st Century Transferable Skills: Challenges and Opportunities. *Educational Technology & Society*, 17 (1), 1-2.
- Bellotti, F., Bottino, R. M., Fernández-Manjón, B., & Nadolski, R. J. (2014). Guest Editorial: Game Based Learning for 21st Century Transferable Skills: Challenges and Opportunities. *Educational Technology & Society*, 17 (1), 1-2.
- 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>
- Berkup, B. S. (2014), "Working With Generations X And Y In Generation Z Period: Management Of Different Generations In Business Life", *Mediterranean Journal Of Social Sciences*, 5(19), 218-229.
- Bilek, Y. Y. (2018). Biyoloji dersinde gerçekleştirilen STEM etkinliğinin meslekî ve teknik anadolu lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına ve kariyer ilgilerine etkisinin incelenmesi / Analysis of the effect of STEM activity in biology course on academic

achievement and career interests of vocational and techical high school students. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, Karaman

- Bolat, A. ve Karamustafaoğlu, S. (2019). Human body System lesson, Developing Achievement Test: Validity and Reliability. *Gazi Journal of Educational Sciences*. 5(2), 131-159. Doi: 10.30855/Gjes.2019.05.02.008
- Bozkurt A. E.; Üçüncüoğlu, I.; Özek, H. (2019). A Transportation Problem for Moving Companies: An Example Activity with an Engineering Design Focus. *Journal of Inquiry Based Activities*, v9 n2 p132-149.
- Breanne K. Litts, Yasmin B. Kafai, Debora A. Lui, Justice T. Walker, Sari A. Widman (2017). Stitching Codeable Circuits: High School Students' Learning About Circuitry and Coding with Electronic Textiles. *Journal of Science Education and Technology*, 2017, № 5, p. 494-507.
- Breckler, S.J., (2007). "S" is for Science. *Science Directions*, 38(8), 32.
- 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). FeTeMM Öğretiminin Öğrenci Başarısı ve Bazı Değişkenler Üzerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi. Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya. Türkiye*.
- Büyükbastırmacı, Z. (2019). 7.sınıf kuvvet ve enerji ünitesinde kullanılan stem uygulamalarının başarı, tutum ve motivasyon üzerindeki etkisi. (*Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Konya.
- Büyükdede, M. (2018). STEM Faaliyetlerinin İşletme-Enerji Ve Dürtü-Momentuma Etkisinin Akademik Başarı Ve Kavramsal Anlama Düzeyine Etkisi (*Yüksek Lisans Tezi*). *Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir*.
- Bybee, Rodger. (2010). *What is STEM education?*. *Science (New York, N.Y.)*. 329. 996. 10.1126/science.1194998.
- Çakır, Z , Altın Yalçın, S , Yalçın, P . (2019). Montessori Yaklaşım Temelli STEM Etkinliklerinin Okul Öncesi Öğretmen Adaylarının Yaratıcılık Becerilerine Etkisi . *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi (IBAD)* , 4 (2) , 392-409 . DOI: 10.21733/ibad.548456
- Can, A. (2017). *Quantitative Data Analysis in the Scientific Research Process with SPSS*. Ankara: Pegem
- Caprile, M., Palmen, R., Sanz, & Dente, G. (2015). *Encouraging STEM Studies For The Labour Market (Directorate-General For Internal Policies: European Parliament)*.
- Castellano, G. W. (2014). *Practices For Engaging The 21st Century Workforce: Challenges Of Talent Management In A Changing Workplace*, (New Jersey: Pearson Education, 2014), S. 40.

- Çepni, S. (2018). *Üstün Yeteneklilerde STEM eğitimi. Kuramdan Uygulamaya STEM eğitimi (2). Ankara: Pegem yayınları. Sayfa:484*
- Çetin M. & Demircan H. Ö. (2020) Empowering technology and engineering for STEM education through programming robots: a systematic literature review, *Early Child Development and Care*, 190:9, 1323-1335, DOI: 10.1080/03004430.2018.1534844
- Çetin, S. (2019). STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Konya.
- Ceylan, S. (2014). Ortaokul Fen Bilimleri Dersindeki Asitler Ve Bazlar Konusunda Fen, Teknoloji, Mühendislik Ve Matematik (Fetemm) Yaklaşımı İle Öğretim Tasarımı Hazırlanmasına Yönelik Bir Çalışma (Yüksek Lisans Tezi). *Uludağ University, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa Turkey.*
- Chang, C. Y., Kao, C. H., Hwang, G. J., & Lin, F. H. (2020). From experiencing to critical thinking: A contextual game-based learning approach to improving nursing students' performance in electrocardiogram training. *Educational Technology Research and Development*, 68(3), 1225–1245.
- Chaudry A. M., (2020). Using Arduino Uno Microcontroller to Create Interest in Physics. *Phys. Teach.* 58, 418; <https://doi.org/10.1119/10.0001841>
- Chou P. N. (2018). Skill Development and Knowledge Acquisition Cultivated by Maker Education: Evidence from Arduino-based Educational Robotics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2018, 14(10), em1600 ISSN:1305-8223 <https://doi.org/10.29333/ejmste/93483>
- Christoph H., Pusch A. (2020). Do powerbanks deliver what they advertise? Measuring voltage, current, power, energy and charge of powerbanks with an Arduino? *Phys. Educ.* 55 025013
- Çiftçi, M. (2018). Geliştirilmiş STEM Etkinliklerinin Ortaöğretim Öğrencilerinin STEM Disiplinlerini Anlama Ve STEM Mesleklerini Fark Etme Bilimsel Yaratıcılık Düzeylerine Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye*
- Çiftçi, M. ve Çınar, S. (2017). Ortaokul Öğrencilerinin STEM Mesleklerine Bakış Açılarının Ve Meslek Farkındalıklarının Belirlenmesi. *VII. International Congress Research in Education (ICRE) (s. 287-295) içinde, ULEAD 2017 Annual Congress, Çanakkale.*
- Çiftçi, M., ve Çınar, S. (2017). Fen Bilgisi Öğretmenlerinin Stem Eğitiminin Fen Bilimleri Dersine Entegrasyonu Hakkındaki Görüşleri. *Ulead 2017 Annual Congress: İcra*
- Çilek, E. (2019). Effect of Gases in Temperature Change in the Atmosphere: A STEM Activity. *Journal of Inquiry Based Activities*, v9 n2 p109-131.
- Çolakoğlu, M. H. (2018). Tubitak 4006 Bilim Fuarları Desteğinin Eğitim Ve Öğretime Katkısı. *Teknoloji, Mühendislik, Matematik Ve Sanat Eğitimi Dergisi*, 1(1), 48-63.

- Corlu S, Capraro RM, Caprar MM. (2014). Introducing STEM education: Implications for Educating Our Teachers For The Age Of Innovation. *Education And Science*; 39(171):74-85
- Creswell, J. W. (2006). *Understanding Mixed Methods Research, (Chapter 1)*. http://www.sagepub.com/upm-data/10981_Chapter_1.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (2nd ed.)*. Sage Publications, Inc.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Dedetürk, A, Saylan Kırmızıgül, A, Kaya, H. (2020). STEM Aktiviteleri İle “Ses” Öğretiminin Başarıya Etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 134-161
- Dewey, J. (1997). *Experience and Education*. New York: Free Press.
- Doerschuk, P., Bahrim, C., Daniel, J., Kruger, J., Mann, J., & Martin, C. (2016). Closing The Gaps And Filling The STEM Pipeline: Multidisciplinary Approach. *Journal of Science Education and Technology*, 25(4), 682–695.
- Dokmetas, G. (2016). *Arduino E_ğitim Kitabı 1Baskı*. _İstanbul: Dikeyksen Yayıncılık,.
- Dougherty, D. (2012). *The Maker Movement*. *Innovations*, 7(3), 11-14. https://doi.org/10.1162/INOV_A_00135
- Dugger WE (2010). Evolution of STEM in the United States. In: *6th Biennial International Conference on Technology Education Research*. Gold Coast, Queensland, Australia.
- Elo S., Kyngas H. (2007). The qualitative content analysis process. *J Adv Nurs*, 62 (1) pp. 107-115
- Erdem, E, Demirel, Ö. (2002). Program Geliştirmede Yapılandırmacılık Yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (23).
- Erdoğan, İ., Çiftçi, A., Yıldırım, B. Ve Topcu, M.S. (2017). STEM Eğitim Uygulamaları: Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tartışma Becerilerinin İncelenmesi. *Eğitim Ve Uygulama Dergisi*, 8 (25), 164-173.
- Evcim, İ , Umdü Topsakal, Ü . (2019). STEM Eğitimi Alan Öğretmenlerin Eleştirel Düşünme Eğilimlerinin Belirlenmesi . *The Journal of International Lingual Social and Educational Sciences* , 5 (2) , 254-263 . DOI: 10.34137/jilses.525872
- Evcim, İ , Umdü Topsakal, Ü . (2019). STEM Eğitimi Alan Öğretmenlerin Eleştirel Düşünme Eğilimlerinin Belirlenmesi . *The Journal of International Lingual Social and Educational Sciences* , 5 (2) , 254-263 . DOI: 10.34137/jilses.525872
- 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

- Ferdous, T., & Karim, A. (2019). Working in Groups outside the Classroom: Affective Challenges and Probable Solutions. *International Journal of Instruction*, 12(3), 358-341. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12321a>
- Ferdous, T., & Karim, A. (2019). Working in Groups outside the Classroom: Affective Challenges and Probable Solutions. *International Journal of Instruction*, 12(3), 358-341. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12321a>
- Fokides, Emmanuel & Papadakis, Dimitrios & Kazoullis, Vasilis. (2017). To drone or not to drone? Results of a pilot study in primary school settings. *Journal of Computers in Education*. 4. 10.1007/s40692-017-0087-4.
- Galadima, A. A. (2014, September). *Arduino as a Learning Tool*. In *Electronics, Computer and Computation (ICECCO), 2014 11th International Conference on* (Pp. 1-4). IEEE.
- Gao, Y. (2013). *Report On China's STEM System*. Australia: Centre For The Study Of Higher Education University Of Melbourne.
- Gerlach, J. (2012). "NSTA Report, STEM: Defying a Simple Definition," *NSTA WebNews Digest*, April 11, 2012. Retrieved February 10, 2021, from <http://www.nsta.org/publications/news/story.aspx?id=59305>
- Giunta, C. (2017). *An Emerging Awareness Of Generation Z Students For Higher Education Professors*. *Archives of Business Research*, 5(4). <https://doi.org/10.14738/Abr.54.2962>
- Greca Dufranc, I. M., García Terceño, E. M., Fridberg, M., Cronquist, B. and Redfors, A. (2020). Robotics and Early-years STEM Education: The botSTEM Framework and Activities. *European Journal of STEM Education*, 5(1), 01 ISSN: 2468-4368
- Green, M., (2007). *Science and Engineering Degrees: 1966-2004 (NSF 07-307)*. Arlington, VA: National Science Foundation.
- Greene, J. C., Krayder, H., & Mayer, E. (2005). Combining Qualitative and Quantitative Methods in Social Inquiry. In B. Somekh & C. Lewin (Eds.). *Research Methods in the Social Sciences* (p. 275-282). London: Sage Publishing.
- 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, Bildiriler İçinde* (S. 280-286). Ankara: Uluslararası Eğitim Araştırmacıları Derneği. *Analysis and Strategic Research*. 15. 253-274. [10.29329/epasr.2020.236.14](https://doi.org/10.29329/epasr.2020.236.14).
- Gürbüz, F , Gökçe, Y , Töman, U , Gürbüz, S , Gökçe, F . (2019). Fen Bilimleri Dersi Güneş Sistemi ve Ötesi Ünitesinde STEM Uygulamalarının Akademik Başarıya ve Kalıcılığa Etkisi . *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education* , 8 (2) , 30-39 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jitte/issue/50885/639355>
- Gustav R.i , Fauzi A. .(2020). A complete damped harmonic oscillator using an Arduino and an Excel Spreadsheet. *Phys. Educ*. 55 015024

- Güven, Ç , Selvi, M , Benzer, S . (2018). 7E Öğrenme Modeli Merkezli STEM Etkinliğine Dayalı Öğretim Uygulamalarının Akademik Başarıya Etkisi . *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* , Cilt: 6 Sayı: STEMES'18 , 73-80 . DOI: 10.18506/anemon.463812
- 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.
- Guzey S, Ring-Whale EA. (2018).Negotiating science and engineering: An exploratory case study of a reformminded science teacher. *International Journal of Science Education*; 43(7):723-741
- Hallinen, J. (2020, July 15). *STEM*. *Encyclopedia Britannica*.
- Hoffer, B. M. (2012). *Satisfying STEM Education Using The Arduino Microprocessor In C Programming (Order No. 1520533)*. Available From Proquest Dissertations & Theses Global. (1069255002). Retrieved From <https://search.proquest.com/docview/1069255002?accountid=11054>
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, A. (2014). *STEM Integration In K-12 Education: Status, Prospects, And An Agenda For Research*. Washington: National Academies Press.
- Huitt, W. (1998). Critical thinking:An overview. Educational Psychology Interactive. Valdosta, GA: Valdosta State University. Eylül 2020'de <http://chiron.valdosta.edu/whuittlcol/colZsvs/critthnk.html> adresinden alınmıştır
- Hwang J. and Taylor, J. C. (2016) "Stemming on STEM: A STEM Education Framework for Students with Disabilities," *Journal of Science Education for Students with Disabilities: Vol. 19 : Iss. 1, Article 4*.
- İnce, K , Mısıır, M , Küpeli, M , Fırat, A . (2018). 5. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Yer Kabuğunun Gizemi Ünitesinin Öğretiminde STEM Temelli Yaklaşımın Öğrencilerin Problem Çözme Becerisi ve Akademik Başarısına Etkisinin İncelenmesi . *Journal of STEAM Education* , 1 (1) , 64-78 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/steam/issue/37516/427538>
- Irkicatal, Z. (2016). Fen, teknoloji, muhendislik ve matematik (FeTeMM) icerikli okul sonrasi etkinliklerin ogrencilerin basarilarina ve FeTeMM algilari uzerine etkisi (*Yuksek Lisans Tezi*). Akdeniz University, Egitim Bilimleri Enstitusu, Antalya, Turkey
- Ishafit I., Indratno T. K., and Prabowo Y. D. (2020). Arduino and LabVIEW-based remote data acquisition system for magnetic field of coils experiments. *Phys. Edu.* 55 (2), p. 025003. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab5ed6>.
- Johnson CC (2012). Implementation of STEM education policy: Challenges, Progress, and lessons learned. *School Science and Mathematics*; 112(1):45-55
- Judson, E. (2014). Effect of transferring to STEM focused charter and magnet schools on student achievement. *The Journal of Educational Research*, 107(4), 255–266

- Kahraman, E. & Doğan, A. (2020). STEM Etkinliklerine Yönelik Ortaokul Öğrencilerinin Görüşleri, *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 4(1), 1-20.
- Kalemkuş, J . (2020). Deneysel Araştırmalarda STEM Eğilimi . *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi* , (36) , 78-90 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/zgefd/issue/51749/650226>
- Karaahmetoğlu, K. & Korkmaz, Ö. (2019). The effect of project-based arduino educational robot applications on students' computational thinking skills and their perception of Basic Stem skill levels. *Participatory Educational Research*. 6. 1-14. 10.17275/per.19.8.6.2.
- Karakaya, F , Avgın, S , Yılmaz, M . (2018). Ortaokul Öğrencilerinin Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (Stem) Mesleklerine Olan İlgileri . *İhlara Eğitim Araştırmaları Dergisi* , 3 (1) , 36-53 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ihead/issue/36890/375789>
- 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 . Doi: 10.46778/Goputeb.592351
- Kasalak, İ , Altun, A . (2018). Blok Temelli Programlamaya İlişkin Öz-Yeterlik Algisi Ölçeği Geliştirme Çalışması: Scratch Örneği . *Eğitim Teknolojisi Kuram Ve Uygulama* , 8 (1) , 209-225 . DOI: 10.17943/Etku.335916
- Kaya, F. (2010). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Konularında Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Bilgisayar Destekli Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye.
- 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/Egeefd.588512
- Keiler, L. (2018). Teachers' roles and identities in student-centered classrooms. *International Journal of STEM Education*. 5. 34. 10.1186/s40594-018-0131-6.
- Kerpiç, A., & Bozkurt, A. (2011). Evaluation of 7th Grade Mathematics Textbook Activities Within the Framework of Activity Design and Practice Principles. *Mustafa Kemal University Journal of Social Sciences Institute*, 8, 16, 303-318.
- Kırtay A. (2019). Fen Eğitiminde Robotik Uygulamalarının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri ve Fen Eğitimine Yönelik Motivasyonlarına Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin Türkiye.
- Koç A. (2019). Okul Öncesi Ve Temel Fen Eğitiminde Robotik Destekli Ve Basit Malzemelerle Yapılan Stem Uygulamalarının Karşılaştırılması. *(Doktora Tezi)*. Erciyes Üniversitesi , Eğitim Bilimleri Enstitüsü , İlköğretim Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı. Kayseri Türkiye.

- Koç Y. (2017). Fen Bilimleri Dersinde Stem Eğitim Modeli Yaklaşımı Kullanarak Genç Mekatronikcilerin Yetiştirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Korkmaz Ö., Çakır R., Uğur Erdoğan F. (2020). Secondary School Students' Basic STEM Skill Levels according to their Self-Perceptions: A Scale Adaptation. *Participatory Educational Research (PER)*, Vol. 8(1), pp. 423-437, January 2021. Available online at <http://www.perjournal.com> ISSN: 2148-6123. <http://dx.doi.org/10.17275/per.21.25.8.1>
- Korkmaz, Ö , Acar, B , Çakır, R , Uğur Erdoğan, F , Çakır, E . (2019). Eğitsel Robot Setleri İle Fen Ve Teknoloji Dersi Basit Makinalar Konusunun Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Stem Beceri Düzeylerine Ve Derse Dönük Tutumlarına Etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama* , 9 (2) , 372-391 . DOI: 10.17943/etku.518215
- Kozcu Çakır, N, Güven, G. (2019). Effect of 5E Learning Model on Academic Achievement and Attitude towards the Science Course: A Meta-Analysis Study. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 48 (2), 1111-1140. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cuefd/issue/49528/544825>
- Kristie J. Newton, Jacqueline Leonard, Alan Buss, Christopher G. Wright & Joy Barnes-Johnson (2020): Informal STEM: learning with robotics and game design in an urban context, *Journal of Research on Technology in Education*, DOI: 10.1080/15391523.2020.1713263
- Kuan, WH., Tseng, CH., Chen, S. et al. (2016). Development of a Computer-Assisted Instrumentation Curriculum for Physics Students: Using LabVIEW and Arduino Platform. *J Sci Educ Technol* 25, 427–438 . <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9603-y>
- Kurt, M. (2019). Stem uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine ve stem'e karşı tutumlarına etkisi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Kurt, M. Ve 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. 10.17509 / jsl.V3i2.21419.
- Kurti, R. S., Kurti, D. L., & Fleming, L. (2014). *The Philosophy Of Educational Makerspaces. Teacher Librarian*, 41(5), 8-11.
- Kurtuluş, M. A. (2019). Stem Etkinliklerinin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Problem Çözme Becerilerine, Bilimsel Yaratıcılıklarına, Motivasyonlarına Ve Tutumlarına Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Alanya Alaadin Keykubat Üniversitesi. Alanya, Türkiye.
- Lawshe, C. H. (1975) *A Quantative Approach To Content Validity. Personnel Psychology*, 28, 563-575.
- 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.

- López-Rodríguez, F.M., Cuesta, F (2016). Andruino-A1: Low-Cost Educational Mobile Robot Based on Android and Arduino. *J Intell Robot Syst* 81. <https://doi.org/10.1007/s10846-015-0227-x>
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., ...Plague, G. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, 20, 541-546.
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B. & Kelly, R. (2013). STEM: Country Comparisons: International Comparisons Of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM). *Final Report. Australian Council of Learned Academies*. Retrieved From <https://Dro.Deakin.Edu.Au/Eserv/DU:30059041/Tytler-Stemcountry-2013.Pdf>.
- Marrero, M., Gunning, A., & Germain-Williams, T. (2014). *What Is STEM Education? Global Education Review*, 1(4), 1–6.
- Maxwell, J. A. (1996). *Applied social research methods series, Vol. 41. Qualitative research design: An interactive approach*. Sage Publications, Inc.
- MEB, (2019). 2019-2023 Strateji Planı. http://sgb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_12/31105532_Milli_EYitim_BakanlYYY_2019-2023_Stratejik_PlanY_31.12.pdf [Erişim tarihi: 10.07.2021]
- MEB, (2019). 2023 Eğitim Vizyonu. http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf [Erişim Tarihi: 10.07.2021].
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook (3rd Ed.)*. Sage Publications.
- Nuhoğlu, H. (2008). Investigation Of The Effects Of System Dynamics Approach On Attitude, Achievement And Different Skills In Primary School Science And Technology Lesson (Doctoral Thesis). *Gazi University Institute Of Educational Sciences, Ankara*.
- Önder, F. & Önder, E. B. & Oğur, M. (2020). Determining Transistor Characteristics with Arduino. *The Physics Teacher*. 58. 422-424. 10.1119/10.0001842.
- Oner, A. T. & Capraro, R. M. (2016). FeTeMM okulu olmak iyi ogrenci basarisi anlamina mi gelir? *Egitim ve Bilim Dergisi*, 41(185), 1–17.
- ÖZCAN, H.; KOCA, E. (2019). STEM Yaklaşımı ile Basınç Konusu Öğretiminin Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına ve STEM'e Yönelik Tutumlarına Etkisi. *EĞİTİM VE BİLİM*, [S.l.], v. 44, n. 198, ISSN 1300-1337. Erişim Adresi: <<http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/7902>>. Erişim Tarihi: 14 Jul. 2021 doi:<http://dx.doi.org/10.15390/EB.2019.7902>.
- Özçelik, A, Akgündüz, D. (2018). Üstün Yetenekli Öğrencilerle Okul Dışı STEM Eğitiminin Değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 334-351. DOI: 10.24315 / Trkefd.3151579

- Özel M., (2018). Robotik Biliminin Ortaokul Fen Bilimleri Dersine Entegrasyonu. *Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniveristesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Türkiye.*
- Partnership for 21st Century Skills. (2004). *Moving Education Forward*. Retrieved From <Http://Www.21stcenturyskills.Org>
- Pino H., Pastor V., Grimalt-Álvaro C., & Lopez V. (2019). Measuring CO₂ with an Arduino: Creating a Low-Cost, Pocket-Sized Device with Flexible Applications That Yields Benefits for Students and Schools. *J. Chem. Educ.* 2019, 96, 377–381.
- Putri, F.S. & Istiyono, E. (2017). The Development of Performance Assessment of Stem-Based Critical Thinking Skill in the High School Physics Lessons. *International Journal of Environmental and Science Education*, 12(5), 1269-1281.
- Quinn, S. & Oldmeadow, J. (2013). Is The Igeneration A 'We' Generation? Social Networking Use Among 9- To 13-Year-Olds And Belonging. *The British Journal Of Developmental Psychology*. 31. 136-142. 10.1111/Bjdp.12007.
- Rahman, M. M. (2019). 21st Century Skill “Problem Solving”: Defining the Concept. *Asian Journal of Interdisciplinary Research*, 2(1), 64-74. <https://doi.org/10.34256/ajir1917>
- Rahman, M. M. (2019). 21st Century Skill “Problem Solving”: Defining the Concept. *Asian Journal of Interdisciplinary Research*, 2(1), 64-74. <https://doi.org/10.34256/ajir1917>
- Robotics and Early-years STEM Education: The botSTEM Framework and Activities. *European Journal of STEM Education*, 5(1), 01. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/7948>
- Rosner B. (2010). *Fundamentals of Biostatistics*. 7th edition. Brooks/Cole.
- Rusk F. & Rønning W. (2020) Group work as an arena for learning in STEM education: negotiations of epistemic relationships, *Education Inquiry*, 11:1, 36-53, DOI: 10.1080/20004508.2019.1638194
- Sadegh-cheri M. (2020). SeparateDuino: Design and Fabrication of a Low-Cost ArduinoBased Microcentrifuge Using the Recycled Parts of a Computer DVD Drive. *J. Chem. Educ.* <https://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00107>
- Salman Parlakay, E. (2017). FETEMM (STEM) Uygulamalarının Besinci Sınıf Öğrencilerinin Sorgulayıcı Öğrenmelerine, Motivasyonlarına Ve ‘Canlılar Dünyasını Gezelim Ve Tanıyalım’ Ünitesindeki Akademik Başarılarına Etkisi (*Yüksek Lisans Tezi*). *Mustafa Kemal University, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, Turkey.*
- Sarı D , Katrancı M . (2020). İlkokul Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin STEM Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri. *TUJPED*; 5(2): 119-132.
- Sarican, G. & Akgunduz, D. (2018). The Impact Of Integrated STEM Education On Academic Achievement, Reflective Thinking Skills Towards Problem Solving And Permanence In Learning In Science Education. *Cypriot Journal of Educational Sciences*. 13. 94-107. 10.18844/cjes.v13i1.3352.

- Sinap, V. (2017). Programlama Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme İçin Arduino Etkinliklerini Kullanma: Bir Eylem Araştırması (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.
- Sousa A., Rodrigues P., Maia-Lima C., Pinto A., Barbot A. (2020). Learning about UV radiation and sustainability with arduino and sensors. *International Journal of Curriculum and Instruction* 12(Special Issue): 422-434
- Stehle, S. & Peters-B. E.. (2019). Developing student 21 Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education*. 6. 10.1186/s40594-019-0192-1.
- Stehle, S. & Peters-B. E.. (2019). Developing student 21 Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education*. 6. 10.1186/s40594-019-0192-1.
- 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.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*, 6th edn, Boston. Ma: Pearson.
- Tabaru, G. (2017). İlkokul 4. sınıf öğrencilerine fen bilimleri dersinde uygulanan STEM temelli etkinliklerin çeşitli değişkenlere etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Omer Halisdemir University, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde, Turkey
- Talan, T. (2020). Eğitsel Robotik Uygulamaları Üzerine Yapılan Çalışmaların İncelenmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 34(2), 503-522. <https://doi.org/10.33308/26674874.2020342177>
- Tan, Wee Lum; Venema, Sven; Gonzalez, Ruben (2017). International Association for Development of the Information Society, Paper presented at the International Association for Development of the Information Society (IADIS) *International Conference on Educational Technologies (5th, Sydney, Australia, Dec 11-13, 2017)*.
- Taşçı, M , Şahin, F . (2020). Stem Eğitimi Destekleyen Tersine Mühendislik Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarı ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi . *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi* , 14 (1) , 387-414 . DOI: 10.17522/balikesirnef.660352
- Uçar, R. (2019). Argümantasyonla Zenginleştirilmiş 7. Sınıf Öğrencilerinin “Güneş Sistemi ve Ötesi” Ünitesindeki Akademik Başarılarına, Astronomiye Yönelik Tutumlarına, Eleştirel Düşünme Eğilimlerine ve STEM Kariyer İlgilerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, Türkiye.
- Valesca T., Silva O. et al (2020). Using an Arduino microcontroller to build a Planetary Scale for study of weight force. *Phys. Educ.* 55 045016

- Veneziano L. & Hooper J. (1997). A Method For Quantifying Content Validity Of Health-Related Questionnaires. *American Journal Of Health Behavior*, 21 (1), S. 67-70.
- Vennix, J., den Brok, P., & Taconis, R. (2018). Do Outreach Activities In Secondary STEM Education Motivate Students And Improve Their Attitudes Towards STEM? *International Journal of Science Education*, 40(11), 1263- 1283. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1473659>
- Vongai M. (2019). A Theoretical Framework for Implementing STEM Education, *Theorizing STEM Education in the 21st Century*, Kehdinga George Fomunyam, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.88304. Available from: <https://www.intechopen.com/books/theorizing-stem-education-in-the-21st-century/a-theoretical-framework-for-implementing-stem-education>
- Willimas J. (2011) STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal*; 16(1)
- Yasin A. I., Cahya E. P., Sholihin H. (2018). Learning Electricity using Arduino-Android based Game to Improve STEM Literacy. *J.Sci.Learn.2018.1(3).77-94*. DOI: 10.17509/jsl.v1i3.11789
- Yavuz, Ü. (2019). İlkokul Fen Bilimleri Dersinin Fen, Teknoloji, Mühendislik Ve Matematik (Fetemm) Etkinlikleri Ile İşlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Temel Eğitim Anabilim Dalı. Afyon, Türkiye.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. (8. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B , Selvi, M . (2017). Stem Uygulamaları Ve Tam Öğrenmenin Etkileri Üzerine DeneySEL Bir Çalışma . *Eğitimde Kuram ve Uygulama* , 13 (2) , 183-210 . DOI: 10.17244/eku.310143
- Yıldırım, B , Selvi, M . (2018). Ortaokul Öğrencilerinin STEM Uygulamalarına Yönelik Görüşlerinin İncelenmesi . *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* , Volume: 6 Number: STEMES'18 , 47-54 . DOI: 10.18506/anemon.471037
- Yıldırım, B. (2016). 7. Sınıf Fen Bilimleri Dersine Entegre Edilmiş Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM) Uygulamaları Ve Tam Öğrenmenin Etkilerinin İncelenmesi (*Doktora Tezi*). *Gazi University, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Turkey*.
- Yıldırım, B. (2016). An Analyses and Meta-Synthesis of Research on STEM Education. *Journal of Education and Practice*. Vol.7, No.34, ISSN 2222-1735.
- Yıldız N. (2011). İlköğretim Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Fen Ve Teknoloji Dersinde Eleştirel Düşünme Düzeylerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi. (*Doktora Tezi*). *Selçuk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı*. Konya Türkiye.
- Yılmaz C. N. (2019). Stem Eğitiminin 10. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarıları, Stem Ve Fizik Tutumları Üzerine Etkisi. (*Yüksek Lisans Tezi*). *Pamukkale Üniversitesi, Eğitim*

Bilimleri Enstitüsü, Matematik Ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı. Denizli Türkiye.

- Yolcu, V., & Demirer, V. (2017). A Systematic Overview of Studies on the Use of Robotics in Education SDU. *International Journal of Educational Studies*, 4(2), 127-139.
- Young V. M., House, A., Wang, H., Singleton, C., SRI International. & Klopfenstein, K. (2011). Inclusive STEM schools: early promise in Texas and unanswered questions. National Research Council Workshop on Successful STEM Education in K-12 Schools. Retrieved from https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_072639.pdf on April 2020
- Yüksel B. (2019). Arduino ile Programlamanın 6. Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilimlerine Yönelik Tutum, Başarı ve Özyeterliliklerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak Türkiye.
- Yurdugöl, H. (2005). *Using Scope Validity Indexes for Scope Validity in Scale Development Studies. XIV. National Educational Sciences Congress Pamukkale University Faculty of Education, 28-30 September, Denizli.*
- Zhong, L. & Xu, X. (2019). Developing real life problem-solving skills through situational design: a pilot study. *Educational Technology Research and Development*. 67. 10.1007/s11423-019-09691-2.
- Zhong, L. & Xu, X. (2019). Developing Real Life Problem-Solving Skills Through Situational Design: A Pilot Study. *Educational Technology Research and Development*. 67. 10.1007/s11423-019-09691-2.
- Zöhra B. (2017). *Arduino ile Sensör Uygulamaları*. 10.13140/RG.2.2.35077.55527.
- Zollman, A. (2012). *Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.

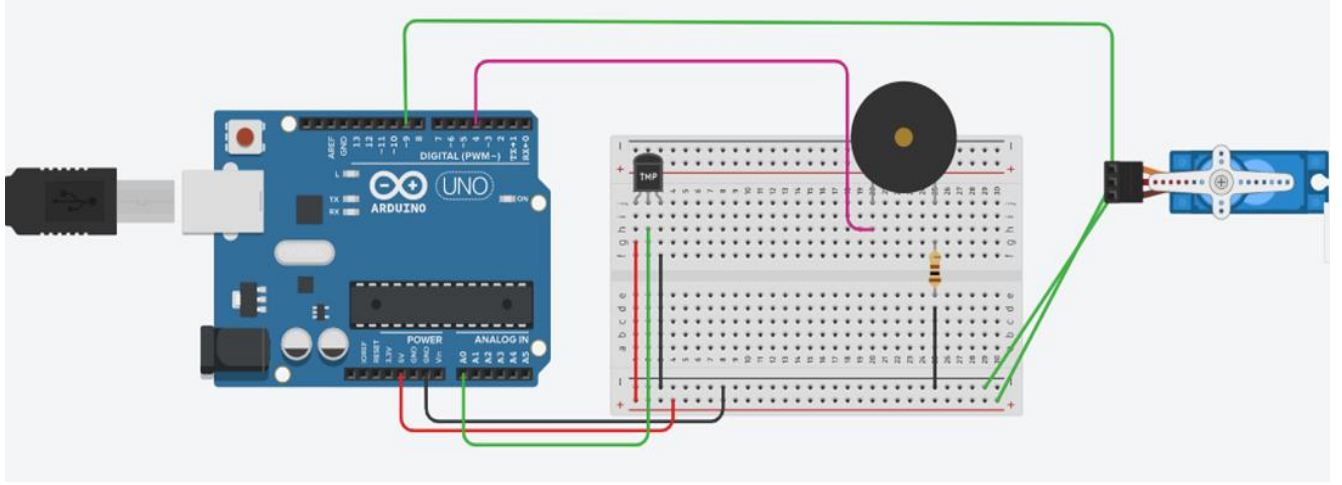
ETKİNLİKLER İÇİN ARDUİNO KODLARI VE DEVRE ŞEMALARI

A.1 Etkinlikler için Arduino Kodları

Etkinlik Adı	Destek ve Hareket Sistemi, Protez kol modeli	Sindirim sistemi, mide modeli Solunum sistemi, Akciğer modeli	Dolaşım Sistemi, Damar Modeli Boşaltım Sistemi, Boşaltım sistemi modeli
KODLARI	<pre>#include <Servo.h> Servo motor; int aci=0; int buzzer=8; const int analogPin = A0; float gerilimDeger = 0; float sensorDeger = 0; float sicaklikDeger = 0; void setup() { motor.attach(9); motor.write(acı); pinMode(buzzer,OUTPUT); Serial.begin(9600); } void loop() { sensorDeger = analogRead(analogPin); gerilimDeger = (sensorDeger/1023)*5000; sicaklikDeger = gerilimDeger / 10.0; Serial.println(sicaklikDeger); if(sicaklikDeger>= 29 && aci==0){ digitalWrite(buzzer,HIGH); if(aci<90){ for (aci = 0; aci <= 90; aci += 1) { motor.write(aci); delay(35); } if (aci>89) { aci=90; break;}} } if (sicaklikDeger<29 && aci==90){ digitalWrite(buzzer,LOW); if(aci>0){ for (aci = 90; aci >= 0; aci -= 1) { motor.write(aci); delay(35); } if (aci<1) { aci=0; break;}} } if (sicaklikDeger<29 && aci==0) { aci=0; motor.write(aci); digitalWrite(buzzer,LOW); delay(100); } delay(500); } }</pre>	<pre>int buzzerPin = 8; void setup() { Serial.begin(9600); } void loop() { Serial.print("Havanın Durumu: "); Serial.println(analogRead(A0)); if(analogRead(A0)>300){ digitalWrite(buzzerPin, HIGH); delay(100); digitalWrite(buzzerPin, LOW); delay(100); } else{ digitalWrite(buzzerPin, LOW); } }</pre>	<pre>int sensorPin = A0; int esikDegeri = 500; int buzzerPin = 8; int veri; void setup() { pinMode(buzzerPin, OUTPUT); Serial.begin(9600); } void loop() { veri = analogRead(sensorPin); Serial.println(veri); if(veri > esikDegeri){ digitalWrite(buzzerPin, HIGH); delay(100); digitalWrite(buzzerPin, LOW); delay(100); } else{ digitalWrite(buzzerPin, LOW); } }</pre>

A.2 Devre Şemaları

A.2.1 Destek ve Hareket Sistemi



Şekil A.1: Protez Kol Modeli Devre Şeması

- ✓ Sıcaklık sensörünün sol bacağı 5 volt'a, orta bacağı A0'a, sağ bacağının GND ye bağlanması gerekir.
- ✓ Buzzer ses kartının sol bacağı, 5 volt'a, orta bacağı 8'e, sağ bacağı ise GND' ye bağlanır.

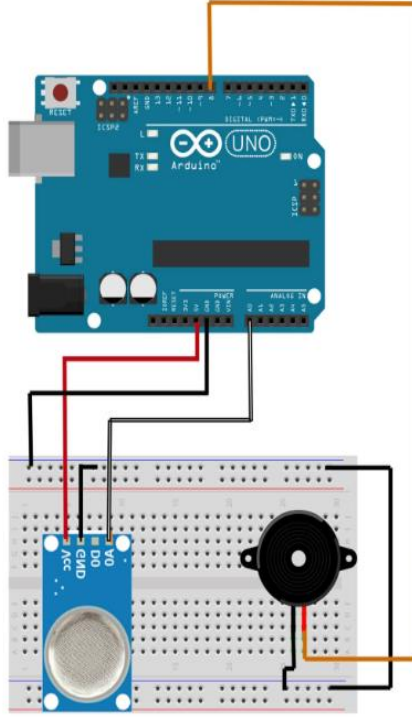
Eğer iki bacaklı buzzer kullanılırsa sol bacağı D4'e, sağ bacağı dirençle birlikte GND'ye bağlanır. Kodlar buzzer ses kartına göre yazılmıştır. İki bacaklı buzzer kullanılırsa kodlar buna göre değiştirilir.

- ✓ Servo motorun sarı kablosu 2 numaraya, kırmızı kablosu 5 volt'a, siyah kablosu ise GND'ye bağlanır.

Düzenekte birden fazla 5 volt ve GND bağlantıları olduğu için arduino kartına servo motor, buzzer ses kartı ve sıcaklık sensörü aynı anda takılınca arduino kartında söz konusu bağlantılara yer kalmayacaktır. Bunun için breadboardın kırmızı hattı 5V, mavi hattını GND'ye bağlanıp sensörlerin 5 volt ve GND 'ye takılması gereken yerlerin aşağıdaki gibi kırmızı ve mavi hatlara takılması gerekir (Şekil 1).

A.2.2 Sindirim Sistemi ve Solunum Sistemi

- ✓ Sindirim ve solunum sisteminde aynı sensör kullanılacağından devre şeması ve kodlar aynıdır.
- ✓ Hava kalite sensör kartının sol bacağı A0'a, orta bacağı GND'ye sağ bacağı 5 volt'a bağlanır.
- ✓ Buzzer'ın sol bacağı 8'e, sağ bacağı direnç ile birlikte GND'ye bağlanır (Şekil 2).



Şekil A.2: Mide ve akciğer modeli devre şeması

A.2.3 Dolaşım Sistemi ve Boşaltım Sistemi

- ✓ Dolaşım sistemi ve boşaltım sisteminde aynı sensör ve kodlar kullanılacağından devre şeması ve kodları aynıdır.
- ✓ Su seviye sensör kartının sol bacağı A0'a, orta bacağı GND'ye sağ bacağı 5 volt'a bağlanır.
- ✓ Buzzer'ın sol bacağı 8'e, sağ bacağı GND'ye bağlanır (Şekil 3)

KONTROL GRUBU İLE İŞLENEN DERS PLANLARI

B.1 Destek ve Hareket Sistemi

BÖLÜM I

Dersin adı	Fen Bilimleri	TARİH: 6.Hafta: 26-30 Ekim 2020
Sınıf	6	
Ünitenin Adı/No	VÜCUDUMUZDAKİ SİSTEMLER	
Konu	F.6.2.1. Destek ve Hareket Sistemi	
Önerilen Süre	4 Ders Saati	

BÖLÜM II

Öğrenci Kazanımları /Hedef ve Davranışlar	2. ÜNİTE F.6.2.1.1. Destek ve hareket sistemine ait yapıları örneklerle açıklar.
Ünite Kavramları ve Sembolleri/Davranış Örüntüsü	Kıkırdak, kemik ve kemik çeşitleri, eklem ve eklem çeşitleri, kaslar ve kas çeşitleri
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Soru-Cevap, Buluş, Araştırma, Gösteri, İnceleme, Deney
Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça	Ders Kitabı, EBA
Açıklamalar	a. Kemiklerin yapısına girilmeksizin kemik çeşitleri kısa, uzun ve yassı olarak verilir. b. Eklem çeşitleri ayrıntılara girilmeksizin verilir. c. Kas çeşitlerinin çalışma prensipleri (istemli - istemsiz) ve yorulma durumları çerçevesinde verilerek ayrıntılı yapısına girilmez.

Etkinlikler	
Özet	DESTEK VE HAREKET SİSTEMİ İnsanlarda organlara destek olan, şekil kazandıran ve hareketi sağlayan vücut yapılarına destek ve hareket sistemi denir. Destek ve hareket sistemi 3 kısımda incelenir: • İskelet • Kas • Eklem İskeletin Yapısı Ve Görevleri Farklı şekil ve uzunluklardaki kemiklerin birbirlerine bağlanmalarıyla oluşan yapıya iskelet denir. Vücudumuzdaki iskelette yaklaşık 210 kemik bulunur. Kemikler yapı, şekil ve görünümüne göre üç grupta incelenir. Bunlar; 1-Uzun kemik 2-Kısa kemik 3-Yassı kemiktir. 1-Uzun Kemik: Boyu eninden fazla olan kemik çeşididir. Sarı kemik iliği bulundurur. Ön kol, pazu, kaval, el parmak ,baldır gibi kemikler uzun kemiklere örnektir. 2-Kısa Kemik:Boyları enlerine göre kısa olan kemiklerdir. El ve ayak bileklerindeki kemikler ve omurgada bulunan kemikler kısa kemiklere örnek olarak verilebilir. 3-Yassı Kemik: Geniş yüzeyli, kalınlığı az olan kemiklerdir. Göğüs, kalça, kafatası, çene, kaburga, kürek kemikleri yassı kemiklere örnektir. EKLEMLER İskelet sistemini oluşturan kemikler arasındaki bağlantıyı sağlayan birleşme yerlerine “eklem” denir. Eklemler hareket yeteneklerine göre 3 gruba ayrılır; oynar eklem, yarı oynar eklem, oynamaz eklem. 1-OYNAR EKLEM: Hareket yeteneği en fazla olan eklemlerdir. Kol , dirsek, diz, parmak bulunur. Eklemi oluşturan kemikler arasında eklem sıvısı bulunur. Not: Eklem sıvısı kemiklerin aşınmanı önler ve hareketi kolaylaştırır. 2-YARI OYNAR EKLEM: Sınırlı bir hareket yeteneğine sahiptir. Omurgayı



	oluşturan omurlar, alt çene, boyun gibi eklemler yarı oynar eklemlere örnek olarak verilebilir. 3-OYNAMAZ EKLEM: Birbirine bağladığı kemikler arasında boşluk bulunmaz. Eklemler arasında eklem sıvısı yoktur. Kafatası, kuyruk sokumu gibi eklemler oynamaz eklemlere örnek olarak verilebilir. KASLAR Hareketimizi sağlayan yapılardan biride kaslardır. Kaslar organizmada hareket sisteminin en önemli yapılarıdır. İskeletin üzerini sararak vücuda şekil veren, kasılıp gevşeme özelliğiyle hareketi sağlayan yapıya kas denir. Vücudumuzda 3 çeşit kas vardır. Bunlar; iskelet kası (çizgili kas), düz kas ve kalp kasıdır. 1-İSKELET KASI (ÇİZGİLİ KAS) • İsteğimize bağlı çalışır. • Çabuk yorulur. • Kol ve bacaklarda, yüz, sırt, karın gibi... 2-DÜZ KAS • İsteğimiz dışında ve düzenli olarak çalışan kaslardır. • Mide, bağırsak, dalak gibi iç organlarda, idrar yollarında, yemek ve soluk borularında bulunur. • Yorulmazlar. 3-KALP KASI • Yalnızca kalpte bulunur. • Çizgili kas gibi görünüp düz kas gibi çalışır. • Yani isteğimiz dışında, sürekli çalışır ve yorulmaz.
--	--

BÖLÜM III

Ölçme-Değerlendirme	
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapılabilir.

BÖLÜM IV

Planın Uygulanmasına İlişkin Açıklamalar	Planın uygulanması sırasında yaşanabilecek aksaklıkların giderilmesi için önceden tedbirler alınmalı, bölgesel farklılıklara göre plan esnetilmelidir.
---	--

FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMENİ
MÜDÜRÜ

OKUL

B.2 Sindirim Sistemi

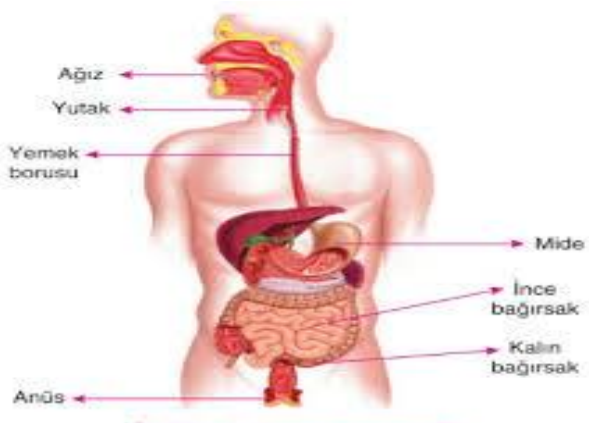
DERS PLANI

BÖLÜM I

Dersin adı	Fen Bilimleri TARİH: 7. Hafta: 2-6 Kasım 2020
Sınıf	6
Ünitenin Adı/No	VÜCUDUMUZDAKİ SİSTEMLER
Konu	F.6.2.2. Sindirim Sistemi
Önerilen Süre	4 Ders Saati

BÖLÜM II

Öğrenci Kazanımları /Hedef ve Davranışlar	2. ÜNİTE F.6.2.2.1. Sindirim sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar. F.6.2.2.2. Besinlerin kana geçebilmesi için fiziksel (mekanik) ve kimyasal sindirime uğraması gerektiği çıkarımını yapar
Ünite Kavramları ve Sembolleri/Davranış Örüntüsü	Sindirim sistemini oluşturan yapı ve organlar, fiziksel (mekanik) ve kimyasal sindirim, enzimler, karaciğer, pankreas, karaciğer ve pankreasın sindirimdeki görevleri
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Soru-Cevap, Buluş, Araştırma, Gösteri, İnceleme, Deney
Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça	Ders Kitabı, EBA
Açıklamalar	a. Kimyasal sindirim denklemlerine girilmeden sadece kimyasal (mekanik) ve fiziksel sindirimin tanımları verilir. b. Kimyasal sindirimde enzimlerin görev aldığı belirtilir ancak yapıları, çalışma mekanizmaları ve isimlerine değinilmez.

Etkinlikler	Basit malzemeler kullanılarak sindirim sistemi modeli yaptırılabilir.
Özet	SİNDİRİM SİSTEMİ Yediğimiz besinlerin hücrelere geçebilecek duruma getirilmesi işlemine sindirim denir.  Sindirim sistemi yapı ve organları Sindirim sistemi organlarımız; ağız, yutak, yemek borusu, mide, ince bağırsak, kalın bağırsak ve anüs (rektum)tür. AĞIZ: Sindirim sisteminin başladığı organ ağızdır. Ağızda bulunan dişler, dil ve tükürük sıvısı sayesinde besinlerin fiziksel sindirimi burada başlar. Ayrıca karbonhidratların da kimyasal sindirimi tükürük sıvısı içerisindeki enzimler sayesinde ağızda başlar. YUTAK: Ağız-burun boşluğu ile yemek-soluk borularının birleştiği yere yutak denir. Ağızdan gelen besinlerin yemek borusuna iletilmesini sağlar. Burada fiziksel-kimyasal sindirim yoktur. YEMEK BORUSU: Yutaktan gelen besinleri yapısında bulunan kaslar yardımıyla kasılıp-gevşeme hareketi yaparak mideye iletir. Burada fiziksel-kimyasal sindirim yoktur. MİDE: Yemek borusunun bittiği yerde başlayan ince bağırsağın başladığı yerde biten organdır. Yapısında bulunan kaslar sayesinde kasılıp-gevşeme hareketi yapar, besinleri çalkalayarak çorba kıvamına getirerek fiziksel sindirim yapar. Mide öz suyu içerisindeki enzimler sayesinde proteinlerin kimyasal sindirimi burada başlar. İNCE BAĞIRSAK: Mideden gelen besinlerin sindirim işlemlerinin

tamamlandığı ve kana geçtiği organdır. Sistemin en uzun organıdır. Yağların kimyasal sindirimi pankreastan gelen pankreas öz suyu içerisindeki enzimler sayesinde burada başlar ve biter.

Karaciğerden gelen safra sıvısı yağların fiziksel sindirimine yardımcı olur. Karbonhidrat ve proteinlerin kimyasal sindirimi de pankreas öz suyundaki enzimler sayesinde burada tamamlanır.

KALIN BAĞIRSAK: İnce bağırsaktaki emilim sonrası besinler içerisinde kalan su burada emilerek kana geçer. İnce bağırsaktan kısadır. Besinlerin vücut için gerekli olmayan kısımları atık madde olarak buradan son bölüm olan anüse gönderilir.

ANÜS: Atık maddelerin vücut dışına atıldığı yerdir.

Sindirim sonucunda büyük moleküllü besinler küçük moleküllere dönüşür. Sindirim, **fiziksel(mekanik) sindirim** ve **kimyasal sindirim** olmak üzere iki grupta incelenir.

***Fiziksel (mekanik) Sindirim:** Besinlerin ağızdaki dişler yardımıyla ezilerek ve midemiz tarafından bulamaç haline getirilerek küçük parçalara ayrılması işlemine denir.

***Kimyasal Sindirim:** Dişler ve mide tarafından parçalanmış besinlerin bazı salgılar yardımıyla daha küçük moleküllere parçalanması işlemine denir. Kimyasal sindirimi sağlayan bu salgılara **enzim** adı verilir. Enzimler büyük moleküllü besin içeriklerini küçük moleküllere dönüştürür.

HANGİ BESİN, NEREDE, NASIL SİNDİRİLİR?

Besin İçeriği	Kimyasal Sindirime Başladığı Yer	Kimyasal Sindiriminin Tamamlandığı Yer	Kimyasal Sindirimi Sağlayan Enzim
Karbonhidratlar	Ağız	İnce Bağırsak	Tükürükteki Enzim
Proteinler	Mide	İnce Bağırsak	Mide öz suyunda bulunan enzimler ve mide asidi
Yağlar	İnce Bağırsak	İnce Bağırsak	Pankreas öz suyunda bulunan enzimler
Su	Kimyasal sindirime uğramazlar!		
Mineraller			
Vitaminler			

BÖLÜM III

Ölçme-Değerlendirme	
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.

BÖLÜM IV

Planın Uygulanmasına İlişkin Açıklamalar	Planın uygulanması sırasında yaşanabilecek aksaklıkların giderilmesi için önceden tedbirler alınmalı, bölgesel farklılıklara göre plan esnetilmelidir.
---	--

FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMENİ

OKUL MÜDÜRÜ

B. 3 Dolaşım Sistemi

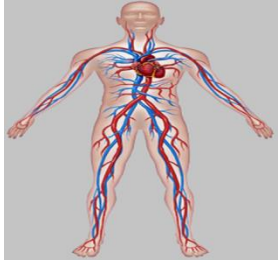
DERS PLANI

BÖLÜM I

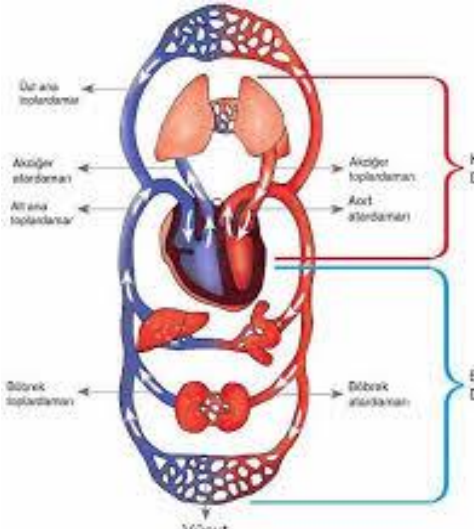
Dersin adı	Fen Bilimleri TARİH: 9.Hafta: 23-27 Kasım 2020
Sınıf	6
Ünitenin Adı/No	VÜCUDUMUZDAKİ SİSTEMLER
Konu	F.6.2.3. Dolaşım Sistemi
Önerilen Süre	4 Ders Saati

BÖLÜM II

Öğrenci Kazanımları /Hedef ve Davranışlar	2. ÜNİTE F.6.2.3.1. Dolaşım sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini model kullanarak açıklar. F.6.2.3.2. Büyük ve küçük kan dolaşımını şema üzerinde inceleyerek bunların görevlerini açıklar.
Ünite Kavramları ve Sembolleri/Davranış Örüntüsü	Dolaşım sistemini oluşturan yapı ve organlar, kalbin yapısı ve görevi, kan damarları, büyük ve küçük kan dolaşımı, kan grupları, kan bağıışı, dolaşım sistemi
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Soru-Cevap, Buluş, Araştırma, Gösteri, İnceleme, Deney
Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça	Ders Kitabı, EBA
Açıklamalar	a. Kalbin dört odacığı, kalbi oluşturan yapılar ve isimleri verilmeden belirtilir. b. Kalbi oluşturan yapıların ve kapakçıkların isimlerine yer verilmez.

	c. Kalbin çalışma mekanizmasına değinilmez. ç. Nabız ve tansiyona değinilir. d. Lenf dolaşımına değinilmez. Atardamar, toplardamar ve kılcal damarların ayrıntılı yapısına girilmeden görevleri belirtilir.
Etkinlikler	Büyük ve serbest bir alana küçük ve büyük kan dolaşımı modeli elektrik bantları ile oluşturulup, oyuncak arabalar ile oyun şeklinde dolaşım sistemi oyunu oynanabilir.
Özet	DOLAŞIM SİSTEMİ  Vücudumuzdaki her bir hücrenin besin ve oksijen ihtiyacını karşılamak; metabolizma sonucu oluşan artık madde ve karbondioksitleri uzaklaştırmak için bir araya gelmiş organ sistemine dolaşım sistemi denir. Dolaşım sistemini kalp, damarlar ve kan oluşturur. Dolaşım sistemi kan yolu ile; •Hücrelere besin ve oksijen taşır. •Vücudu mikroplara karşı korur. •Hücrede oluşan atık maddelerin vücut dışına atılmasını sağlayan organlara (akciğer, böbrek) taşır. A) KALP Kanın damarlar ile vücudumuzun her tarafını dolaşmasını sağlayan kaslı organımıza kalp denir. Kalp; •Göğüs kafesi içinde ve iki akciğer arasında bulunur. •Yumruk büyüklüğünde bir organımızdır. •Kalbimiz dört odacıktan oluşur. •Kanı vücuda pompalayan ve vücutta birikmiş kirli kanı toplayarak akciğerlere gönderen organdır. •Kalbin sol tarafında oksijence zengin olan temiz kan bulunur. Sağ

	tarafında ise karbondioksitçe zengin olan kirli kan bulunur. NABİZ: Kalbin kasılıp gevşemesine denir. Sağlıklı bir insanın kalbi dakikada ortalama 75-80 defa atar. TANSİYON: Kalpten pompalanan kanın damara yaptığı basınca denir. B)DAMARLAR Vücudumuzda kanı tüm hücrelere taşıyan yapıya damar denir. Vücudumuzda atardamar, toplardamar ve kılcal damar olmak üzere 3 çeşit damar bulunur. 1-Atardamarlar •Kanı kalpten alarak tüm yapı ve organlara taşıyan damarlardır. •Kalın duvarlı ve kan basıncının yüksek olduğu damarlardır. •Kanı götürdüğü organın adı ile isimlendirilir. (Böbreğe kan götürüyorsa böbrek atardamarı olarak isimlendirilir.) •Akciğer atardamarı hariç tamamı oksijen yönünden zengin olan temiz kanı taşır. 2-Toplardamarlar •Kanı vücuttan toplayıp kalbe getiren damarlardır. •Kan basıncı düşüktür. •Kanı hangi organdan getiriyorsa o organın ismi ile isimlendirilir. (Kanı böbrekten getiriyorsa böbrek toplardamarı olarak isimlendirilir.) •Akciğer toplardamarı hariç hepsi karbondioksit açısından zengin olan kirli kan taşır. 3-Kılcal Damarlar •Kan ve doku hücreleri arasında madde alışverişini gerçekleştirir. •Kan basıncı toplardamardan fazladır. •Kan akış hızı en düşük damarlardır.
--	---

	BÜYÜK VE KÜÇÜK KAN DOLAŞIMI  Vücutta kan dolaşımı büyük ve küçük kan dolaşımı olmak üzere iki şekilde gerçekleşir. 1-Küçük Kan Dolaşımı: Vücutta kirlenen kanın temizlendiği dolaşım çeşididir. Sağ taraftaki kirli kan akciğer atardamarı aracılığı ile akciğere götürülür ve burada temizlenir. Temizlenen kan akciğer toplardamarı ile kalbin sol tarafına getirilir. Bu dolaşıma küçük kan dolaşımı denir. 2-Büyük Kan Dolaşımı: Akciğerde temizlenen kanın vücuda dağıtılıp, vücutta kirlenen kanın kalbe getirildiği dolaşım çeşididir. Sol taraftaki temiz kan, aort atardamarı ve diğer atardamarlarla iç organlara ve tüm dokulara taşınır. Kılcallarda oksijen ve karbondioksit değişimi olur. Kirlenen kan toplardamarlarla kalbin sağ tarafına getirilir.
--	---

BÖLÜM III

Ölçme-Değerlendirme	
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapılabilir.

BÖLÜM IV

Planın Uygulanmasına İlişkin Açıklamalar	Planın uygulanması sırasında yaşanabilecek aksaklıkların giderilmesi için önceden tedbirler alınmalı, bölgesel farklılıklara göre plan esnetilmelidir.
---	--

FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMENİ

OKUL MÜDÜRÜ

B. 4. Solunum Sistemi

DERS PLANI

BÖLÜM I

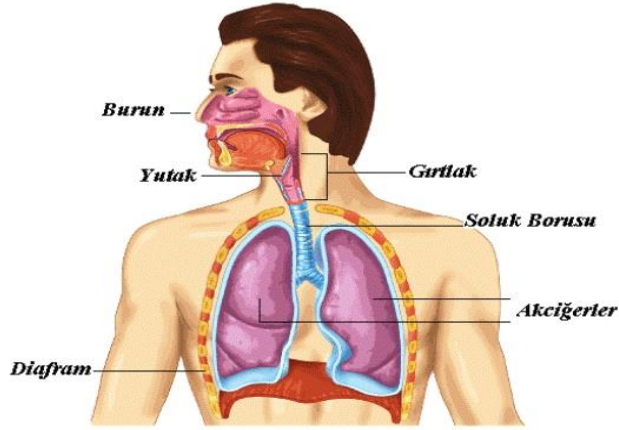
Dersin adı	Fen Bilimleri 2020	TARİH: 11.Hafta: 7-11 Aralık
Sınıf	6	
Ünitenin Adı/No	VÜCUDUMUZDAKİ SİSTEMLER	
Konu	F.6.2.4. Solunum Sistemi	
Önerilen Süre	4 Ders Saati	

BÖLÜM II

Öğrenci Kazanımları /Hedef ve Davranışlar	2. ÜNİTE F.6.2.4.1. Solunum sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar.
Ünite Kavramları ve Sembolleri/Davranış Örüntüsü	Solunum sistemini oluşturan yapı ve organlar, akciğerler
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Soru-Cevap, Buluş, Araştırma, Gösteri, İnceleme, Deney
Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça	Ders Kitabı, EBA
Açıklamalar	Gaz alışveriş mekanizması ve solunum gazlarının kandaki taşınımı anlatılmaz
Etkinlikler	Balon ve pet şişe ile solunum sistemi modeli yapımı.

Özet

SOLUNUM SİSTEMİ



Solunum sistemi havadaki oksijenin kana, kanda bulunan karbondioksitinde havaya verilmesini sağlar. Solunum sistemi **burun, yutak, gırtlak, soluk borusu, bronş, bronşçuk ve akciğerlerden** oluşur.

Burun

Soluduğumuz hava burundan alınır. Hava burunda nemlenir ve ısınır. Burundaki kıllar ve sümüksü madde havadaki toz parçacıklarını tutar. Burun aynı zamanda koku alma organımızdır.

Yutak

Ağız ve burun boşluğuyla, yemek ve soluk borusunun birleştiği kısımdır. Burun ya da ağız yoluyla gelen hava yutağa geçer.

Gırtlak

Yutaktan gelen havayı soluk borusuna iletir. Gırtlak kıkırdaktan oluşur ve gırtlakın içinde bulunan ses telleri ile ses oluşumu sağlanır.

Soluk borusu

Üst üste dizilmiş kıkırdak halkalardan oluşur. Soluk borusunun görevi, havanın akciğerlere iletilmesini sağlamaktır. Soluk borusunun içi bir zarla kaplıdır. Bu zar, toz parçacıklarını ve mikropları tutmak için kaygan ve yapışkan bir salgı üretir. Tutulan yabancı maddeler balgam

	şeklinde dışarı atılır. Bronşlar ve bronşçuk Soluk borusu, bronş adı verilen iki, kola ayrılır. Bu kollardan biri sağ, diğeri sol akciğere girer. Akciğerlerde gittikçe incelen birçok dala ayrılarak bronşçukları oluşturur. Akciğer Süngerimsi yapıda olan akciğerler biri sağda, diğeri solda olmak üzere iki tanedir. Sol akciğerin küçük olmasının nedeni burada kalbin bulunmasıdır. Akciğerlerin yapısında, çok ince duvarları olan alveoller bulunur. Alveollerin çevresi çok sayıdaki kılcal damarlarla çevrilidir. Akciğerle kan arasındaki gaz alışverişi alveollerde gerçekleşir. Diyafram Soluk alıp verme olayında görevli yapılardan biri diyaframdır. Diyafram akciğerlerin çalışmasını destekleyen güçlü bir kastır. Diyafram kası çizgili bir kastır.
--	--

BÖLÜM III

Ölçme-Değerlendirme	
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Biyoloji dersi ile ilişkili bir konu olduğu için gerekli görülen yerlerde öğretmen bir biyoloji öğretmeni ile fikir alışverişi yapabilir.

BÖLÜM IV

Planın Uygulanmasına İlişkin Açıklamalar	Planın uygulanması sırasında yaşanabilecek aksaklıkların giderilmesi için önceden tedbirler alınmalı, bölgesel farklılıklara göre plan esnetilmelidir.
---	--

FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMENİ

OKUL MÜDÜRÜ

B. 5 Boşaltım Sistemi

DERS PLANI

BÖLÜM I

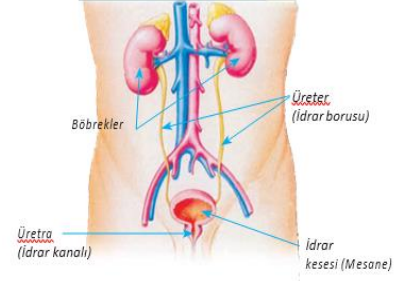
Dersin adı	Fen Bilimleri TARİH: 12.Hafta: 14-18 Aralık 2020
Sınıf	6
Ünitenin Adı/No	ÜNİTE 2: VÜCUDUMUZDAKİ SİSTEMLER
Konu	F.6.2.5. Boşaltım Sistemi
Önerilen Süre	4 Ders Saati

BÖLÜM II

Öğrenci Kazanımları /Hedef ve Davranışlar	F.6.2.5.1. Boşaltım sistemini oluşturan yapı ve organları model üzerinde göstererek görevlerini özetler.
Ünite Kavramları ve Sembolleri/Davranış Örüntüsü	Boşaltım, böbrekler, deri, akciğer, kalın bağırsak
Güvenlik Önlemleri (Varsa):	
Öğretme-Öğrenme-Yöntem ve Teknikleri	Soru-Cevap, Buluş, Araştırma, Gösteri, İnceleme, Deney
Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve Kaynakça	Ders Kitabı, EBA,OKULİSTİK,MORPA
Açıklamalar	a. Böbreklerin boşaltım sistemindeki görev ve önemi vurgulanır fakat böbreğin ayrıntılı yapısı (nefron,kabuk, havuzcuk, öz vb.) verilmez. b. Kalın bağırsak, deri ve akciğerin yapısına girilmeden görevleri özetlenir.
Etkinlikler	Boşaltım Sistemi Modeli Yapalım

Özet

Doku ve organlara kan yoluyla taşınan besin maddeleri, yaşamsal etkinlikler için gerekli olan enerjinin karşılanması amacıyla kullanılır. Bu olay sonunda oluşan atık maddelerin birçoğu kana geçer. Atık maddelerin vücuttan dışarı atılması işlemi **boşaltım** olarak adlandırılır.



Boşaltım olayında görev yapan yapı ve organların tümüne **boşaltım sistemi** adı verilir.

Böbreklerimizin Yapısı ve Görevleri

Böbrekler, karın boşluğunun arkasında, belimizin iki yanında yer alan, fasulye biçiminde bir çift organdır. Elimizi açarak belimize koyduğumuzda arkadaki başparmaklarımız böbreklerimizin üzerine gelir.

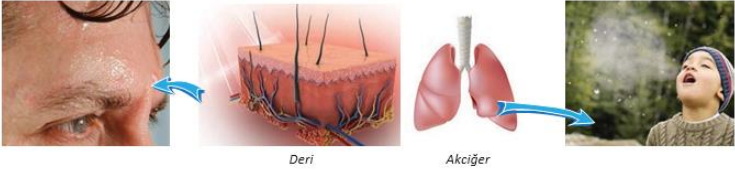
Böbreklere giren ve böbreklerden çıkan damarlar, böbrekler içerisinde kılcal damarlara ayrılır. Vücudumuzdaki hücrelerden toplanan kan böbrek atardamarı ile böbreklere gelir. Atık maddeleri içeren bu kanın boşaltım birimlerinde süzülmesi sonucu içindeki atıklar ayrılır. Zararlı maddelerden temizlenen kan, böbrek toplardamarı ile böbrekten çıkar. Kandan süzülerek idrarın içeriğini oluşturan üre ve tuz, su ile birlikte **idrar** olarak **üretere**, oradan da **idrar kesesine** gider. İdrar kesesinde biriken idrar, vücuttan **üretra** ile atılır.

Üreter (İdrar borusu): Böbreklerde oluşan idrarı idrar kesesine ulaştırır.

İdrar kesesi: İdrar borusundan gelen idrarın dışarı atılana kadar depolandığı kısımdır.

Üretra (İdrar kanalı): İdrarın vücuttan atıldığı kısımdır.

Vücudumuzda oluşan atık maddeler, sadece böbrekler tarafından vücudumuzdan uzaklaştırılmaz. Böbrekler dışında, vücudumuzda oluşan atık maddeleri uzaklaştıran diğer boşaltım organları da **kalın bağırsak, akciğer** ve

	deridir. Deri, vücudumuzda oluşan atık maddeleri ve tuzun fazlasını ter bezleri yardımıyla su ile birlikte dışarı atar. Akciğerler, kan içindeki karbondioksit ile birlikte bir miktar su buharını, soluk verme işlemi yoluyla dışarı verir. Kalın bağırsak, su ve sindirim sonucu oluşan besin atıklarını dışkı olarak vücuttan uzaklaştırır.  Deri Akciğer
--	---

BÖLÜM III

Ölçme-Değerlendirme	Çoktan seçmeli, açık uçlu, doğru-yanlış, eşleştirme, boşluk doldurma, iki aşamalı test gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılacaktır.
Dersin Diğer Derslerle İlişkisi	Önceki sınıfın fen konuları, günlük yaşam ve yakın çevresi ile ilişkilendirilir.

BÖLÜM IV

Planın Uygulanmasına İlişkin Açıklamalar	Planın uygulanması sırasında yaşanabilecek aksaklıkların giderilmesi için önceden tedbirler alınmalı, bölgesel farklılıklara göre plan esnetilmelidir.
---	--

FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMENİ

OKUL MÜDÜRÜ

C

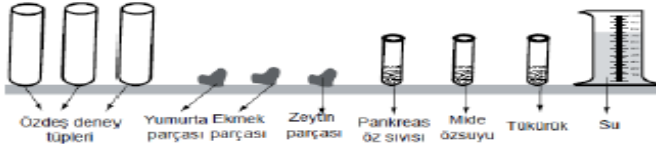
AKADEMİK BAŞARI TESTİ

Sevgili öğrenciler; Bu kâğıtta cevaplamanızı istediğimiz sorular vücudumuzdaki sistemler konusunda bilimsel bir çalışma yapmak amacıyla hazırlanmıştır. Verdiğiniz cevaplarınız sadece çalışma kapsamında kullanılacak olup;- başka bir amaç için kullanılmayacaktır. Katkılarınız için şimdiden teşekkürler.

Gülsüm MEÇO

SORULAR

1. Vücudumuza aldığımız besinler fiziksel ve kimyasal sindirime uğradıktan sonra kana geçer. Kimyasal sindirim özel salgılar içerisinde bulunan enzimler sayesinde bir miktar su kullanılarak gerçekleşir.



Bir öğrenci karbonhidratların kimyasal sindirimini sınıfta yapacağı bir etkinlikle gözlemlemek istiyor. Bu öğrenci amacına ulaşmak için yukarıdaki malzemelerden hangilerini kullanmalıdır?

- A) Deney tüpü, ekmek parçası, tükürük ve su.
- B) Deney tüpü, yumurta parçası, mide öz suyu ve su.
- C) Deney tüpü, zeytin parçası, pankreas öz sıvısı ve su.
- D) Deney tüpü, yumurta parçası, mide öz suyu.

2. Aşağıdakilerden hangisi atıkları vücuttan uzaklaştırma yöntemi değildir?

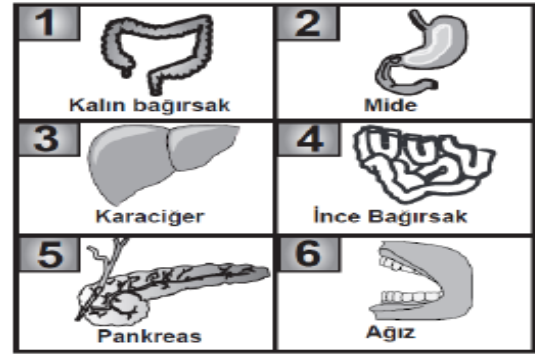
- A) İdrar
- B) Terleme
- C) Emilim
- D) Solunum

3. I. Çiğneme
II. Tükürük sıvısının salgılanması
III. Mide kaslarının kasılıp gevşemesi
IV. Pankreas öz sıvısının salgılanması

Yukarıda sindirimle ilgili olaylar verilmiştir. Bu olaylardan hangileri ile mekanik, hangileri ile kimyasal sindirim gerçekleşir?

	Mekanik sindirim	Kimyasal sindirim
A)	II ve IV	I ve III
B)	I ve II	III ve IV
C)	II ve III	I ve IV
D)	I ve III	II ve IV

4.



Yukarıdaki tabloda sindirim sistemi organları ve yardımcı organlar verilmiştir. Emilim bu organlardan hangisinde gerçekleşir?

- A) Yalnız 4
- B) 2 ve 4
- C) 1 ve 4
- D) 3 ve 5

5. Sağlıklı bir insanın aşağıda verilen damarlarından hangisinde, boşaltım maddeleri yoğunluğu en fazladır?

- A) Akciğer toplardamarı
- B) Böbrek atardamarı
- C) Aort
- D) Karaciğer atardamarı

Diğer sayfaya geçiniz.

6. Aşağıdaki tabloda karbonhidrat, yağ ve protein moleküllerinin insan sindirim kanalında kimyasal sindirime uğradığı bölgeler verilmiştir.

Sindirim organı Sindirilen besinler	I	II	III
Karbonhidratlar	+	-	+
Yağlar	-	-	+
Proteinler	-	+	+

(+: sindirim var, -: sindirim yok)

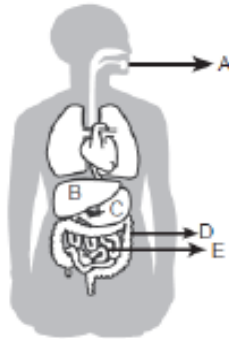
Buna göre I,II ve III ile belirtilen organlar aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	I	II	III
A)	Ağız	Mide	İnce bağırsak
B)	Ağız	İnce bağırsak	Mide
C)	Mide	İnce bağırsak	Kalın bağırsak
D)	Ağız	Mide	Kalın bağırsak

7. Vücudumuzda çizgili kaslar el, ayak,kol ve bacakların yapısında bulunur. Aşağıdakilerden hangisi çizgili kasların özelliklerindendir?

- A) Hücreleri uzun ve mekik şeklindedir.
B) İç organlara tutunmuşlardır.
C) Kasılma ve gevşeme şeklinde hareket ederler.
D) Çalışması yavaş, düzenli ve uzun sürelidir.

8. Yandaki şekilde insanın sindirim sistemi verilmiştir. Bu şemada sindirim organları harflerle gösterilmiştir. Bu organların görevleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?



- A) Karbonhidratların sindirimi A,B ve E organlarında gerçekleşir.
B) B organı yağların sindirimine yardımcı olur.
C) Sindirilen besinler E organından kana geçer.
D) Su ve mineraller D organından kana geçiş yapar.

9. Bir öğrenci fen bilimlerinde öğrendiği bilgilerle boşaltım organlarımız ve boşaltımında görevli atıklarla ilgili aşağıdaki tabloyu dolduruyor.

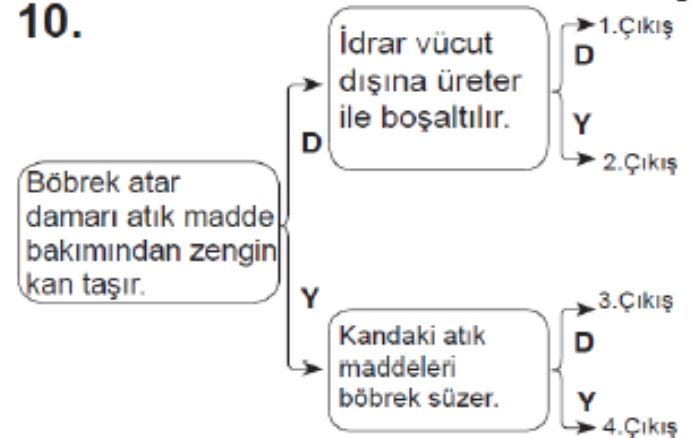
Boşaltım organı Boşaltım maddeleri	I	II	III
İdrar	✓		
Su	✓	✓	✓
Tuz	✓		
Karbondioksit		✓	
Besin atıkları			✓

Atık maddelerin boşaltımını yapan organın hizasına ✓ işaretini koyuyor.

Buna göre I,II ve III ile belirtilen organlar hangisidir?

	I	II	III
A)	Böbrek	Akciğer	Kalın Bağırsak
B)	Akciğer	Deri	Böbrek
C)	Böbrek	Deri	Akciğer
D)	Deri	Akciğer	Böbrek

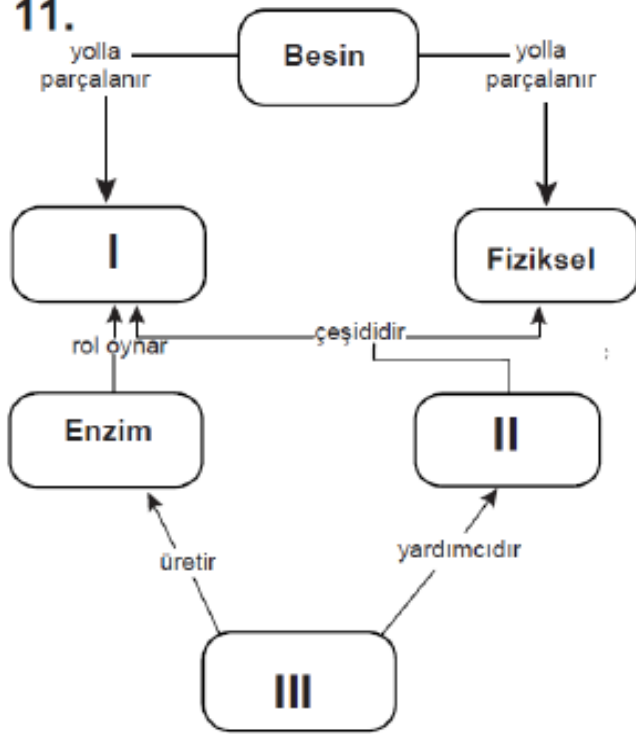
10.



Yukarıda doğru(D) ve yanlış(Y) olma durumuna göre uygun adımlar izlendiğinde kaçınıcı çıkışa ulaşılır?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

11.



Yukarıdaki kavram haritasında numaralı kutulara gelmesi gereken uygun kavramlar nedir?

	I	II	III
A)	Kimyasal	Pankreas	Sindirim
B)	Pankreas	Kimyasal	Sindirim
C)	Kimyasal	Sindirim	Pankreas
D)	Pankreas	Sindirim	Kimyasal

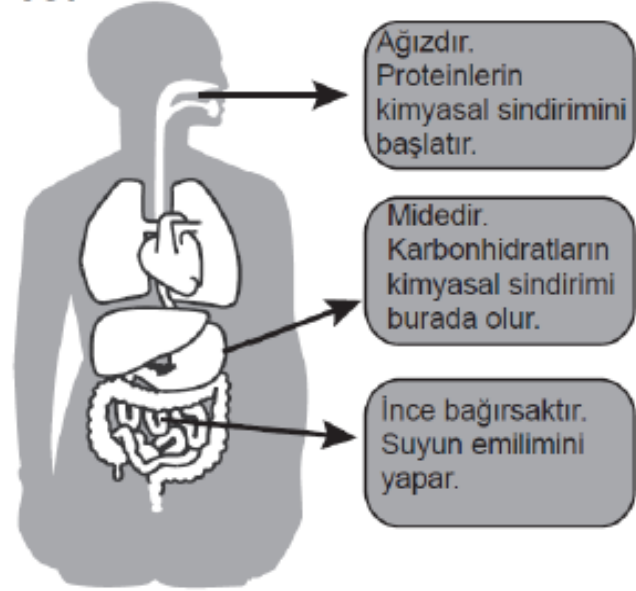
12.



Eklemlerle ilgili yukarıdaki çocuklardan hangilerinin söyledikleri doğrudur?

- A) Yalnız Aslı
B) Yalnız Ebru
C) Aslı ve Ayhan
D) Ebru ve Ayhan

13.



Fen ve teknoloji dersinde öğretmen Enver'e insanda sindirim sistemi organlarının isimlerini ve görevlerini yukarıdaki model üzerinde göstererek söylemesini istemiştir. Enver'in verdiği cevaplar yukarıdaki gibidir. Buna göre Enver'le ilgili ne söylenebilir?

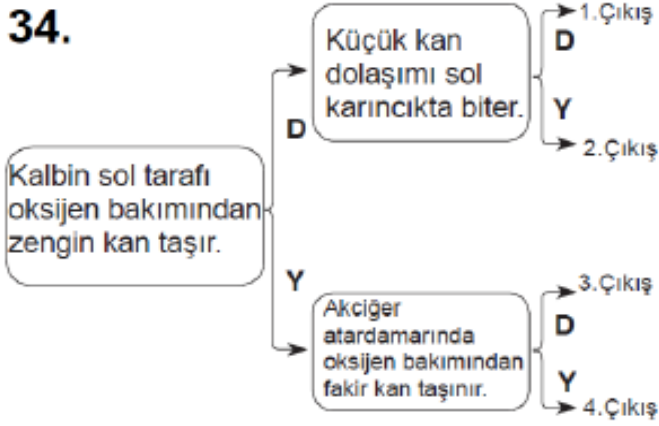
- A) Sindirim sistemi organlarının isimlerini biliyor ancak görevlerini birbirine karıştırıyor.
B) Sindirim sistemi organlarının isimlerini birbirine karıştırıyor ancak görevlerini biliyor.
C) Sindirim sistemi organlarının isimlerini ve görevlerini biliyor.
D) Sindirim sistemi organlarının isimlerini ve görevlerini bilmiyor.

14. Alveoller akciğerlerimizde bulunan bir yapıdır. Alveoller üzüm salkımını andırır ve etrafı kılcal damarlarla çevrilidir. Alveoller solunum olayı sayesinde kanın oksijen bakımında zenginleşmesini sağlar.

Aşağıdakilerden hangisi alveollerde gerçekleşir?

- A) Kılcal damarlarla gaz değişimi
B) Alınan havanın nemlendirilmesi
C) Alınan havadaki tozların tutulması
D) Kandaki tüm atıkların dışarı atılması

34.



Yukarıdaki, şemada uygun adımlar izlendiğinde kaçınıcı çıkışa ulaşılır?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

35.

Soluk borusu ①	Yutak ②	Burun ③
Bronşçuk ④	Bronş ⑤	Gırtlak ⑥

Yukarıdaki tabloda solunum sistemindeki yapı ve organlar numaralı bir şekilde verilmiştir.

Solunumda aldığımız hava hangi sırayla bu takip ederek alveollere kadar ulaşır?

- A) 3 → 2 → 6 → 1 → 5 → 4
 B) 3 → 2 → 1 → 6 → 5 → 4
 C) 4 → 6 → 5 → 1 → 2 → 3
 D) 6 → 4 → 5 → 3 → 2 → 1

Sınav bitti.
Cevaplarınızı kontrol ediniz.

D

TEMEL STEM BECERİ DÜZEYLERİ ÖLÇEĞİ

STEM Beceri Düzeyleri Algı Ölçeği

Değerli Öğrenciler; aşağıdaki temel FETEMM beceri düzeylerinizi belirlemek amacıyla bir taslak ölçek bulunmaktadır. Sizlerden elde edilecek veriler ışığında ölçeğin geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılacaktır. Ölçekteki ifadeleri dikkatle okuyarak size uygun seçeneği işaretlemeniz bu çalışma için çok önemlidir. Temel Tanımlar tablosunu incelemeniz, ifadeleri kolayca anlayabilmenize yardımcı olacaktır. Değerlendirme yaparken anlamadığınız ifadeleri 0 (sıfır) şeklinde puanlayınız. Diğer ifadelerin ise sizi temsil etme durumunu 1 (hiç katılmıyorum) ile 7 (tamamen katılıyorum) arasında uygun gördüğünüz şekilde puanlayınız. Katkılarınız için şimdiden çok teşekkür ederiz.

0 (maddeyi anlamadım), 1 (Hiç katılmıyorum) ← → 7 (Kesinlikle katılıyorum)

Temel Kavramlar

Kavram	Ölçekte kullanılan anlamı
Analiz etme:	Çözümleme. Karmaşık bir bütünü, yapısını anlamak amacıyla parçalarına, öğelerine, birleşenlerine ayırma.
Analog sinyal:	Değeri sürekli değişen sinyaller
Atıf:	Bir eseri kaynak olarak gösterme
Bağıntı:	Bir ya da birkaç şeyin bir ya da birkaç şeye karşı olan durumu, oranı, niteliği.
Çıkarım:	Verilmiş bir ya da daha çok bilgidan sonuç çıkarma işlemi
Dijital sinyal:	Değeri sadece 0 veya 1 şeklinde değer alan sinyaller (sayısal sinyaller)
Model:	Bir problemin çözümü için tüm yönleri ile düşünülmüş, tasarlanmış bir çözüm yolu. Bir problemi çözmek için geliştirilebilecek bir aracın taslağı.
Nicel:	Sayısal büyüklüklerle ilgili.
Olgu:	Birtakım olayların dayandığı sebep veya bu sebeplerin yol açtığı sonuç. Kolayca anlaşılabilen, tam olarak bilinen, objektif olarak kanıtlanabilen ve bilimsel verilere (bilgilere) dayandırılabilen somut şeyler,
Soyut:	Beş duyu organından biriyle algılanamayan, maddesi olmayan, varlıkları inançla ve his ile bilinen kavram veya varlıklar.
Tasarım:	Bir sürecin/çözümün nasıl yapılacağını, hangi birimlerden oluşacağını tasarlayıp ayrıntıları düzenleme işi.
Veri:	Sonuç çıkarmak, çıkarım yapmak, ya da bir incelemeyi sürdürmek için gerekli olaylara, ilişkilere ve sayısal ham bilgilere verilen ad.

	Orj. No	Maddeler	0	1	2	3	4	5	6	7
Fen	2	Topladığım bilgilerden yola çıkarak bir tasarım ortaya koyabilirim								
	11	Materyal, zaman veya maliyet kısıtlamaları ve başarı kriterlerinin verildiği basit bir problemi tasarlayabilirim.								
	12	Bir problemin çözümü için topladığım kanıtları grafik veya tablo şeklinde ifade edebilirim.								
	13	Bir problemin çözümü için farklı çözümler üretebilirim.								
	5	Bir problemi en küçük bileşenlerine kadar analiz edebilirim.								
	15	Herhangi bir problem hakkında, problemi çözmek için tasarım yapabilirim.								
	14	Bir konuyu anlayabilmek için konuyla ilgili tüm detayları göz önünde bulundurabilirim.								
	19	Problemin çözümü için bilimsel kanıtlar toplayabilirim.								
	4	Bir olguya ilişkin ölçümler yaparak tahminlerde bulunabilirim.								
	10	Bir tasarım yapmak için bilgi toplarım								
	20	Bir model geliştirirken en küçük ayrıntıları bile hesaba katabilirim.								
Mühendislik ve Teknoloji	30	Bir problemin çözümü için matematiksel bir model önerebilirim.								
	25	Bir problemi çözmek amacıyla bir cihazı inşa etmek için bilimsel prensipleri uygulayabilirim.								
	28	Bir problemi çözmek amacıyla bir cihazı tasarlamak için bilimsel prensipleri uygulayabilirim.								
	29	Bir modeli laboratuvarında bir deney düzeneği kurarak test edebilirim.								
	32	Bir eşitliğin iki tarafını eşitlemek için tamsayıların özelliklerini kullanabilirim								
	27	Bir konuyu anlayabilmek için birbiri ile ilişkili bilgileri bir modelde toplayabilirim.								
Matematik	38	Bir problemin çözümü için tasarlanan bir araştırma projesinde diğer arkadaşlarımla işbirliği yaparak çalışabilirim.								

37	Günlük yaşamda karşılaştığım problemleri çözmek için oranlama ve akıl yürütmeyi kullanırım.								
6	Tüm kanıtları göz önünde bulundurarak bir konuya ilişkin iddialar ortaya koyabilirim.								
34	Pozitif ve negatif sayıların bir yön belirtebileceğinin farkındayım. (örneğin, sıfırın altında -3 derece, üstünde +4 derece gibi)								
35	Matematik problemlerini çözmek için oranlama ve akıl yürütmeyi kullanırım.								
36	Fen alanları ile ilgili basit bir modeli açıklamak için matematiksel ifadeleri kullanabilirim.								

E

ELEŞTİREL DÜŞÜNME ÖZ DÜZENLEME ÖLÇEĞİ

Eleştirel Düşünme – Öz Düzenleme Ölçeği

1' den 12' ye kadar olan sorularda çeşitli davranışlar sıralanmıştır. Bu davranışları yapıp yapmadığınızı ve ne sıklıkta yaptığınızı (her zaman – bazen – hiçbir zaman) uygun boşluğa X koyarak belirtin.

DAVRANIŞLAR		Her Zaman	Bazen	Hiçbir Zaman
1.	Birisi benim yaptığım işlemlerden farklı bir yol önerdiğinde düşünmeden reddederim.			
2.	Bir problemi çözerken birden fazla doğru yol bulmaya çalışırım.			
3.	Karar verirken duygularıma göre davranırım.			
4.	Çalışırken anlayamadığım şeyleri öğrenmek için çabalarım.			
5.	Kendi fikirlerim ile başkalarının fikirlerini karşılaştırırım.			
6.	Haklı olduğumu düşünürsem başkalarının fikirlerini dinlemem.			
7.	Sınavlarda hata yaptığımda nerede hata yaptığımı anlamaya çalışırım.			
8.	Zor durumda kaldığımda başkalarından yardım istemem.			
9.	Basit problemleri çözmek yerine, zor problemleri çözmeyi tercih ederim.			
10.	Yeni çözümler üretmeyi gerektiren problemlerle daha çok ilgilenirim.			
11.	Çok fazla düşünmemi gerektiren işlerden kaçarım.			
12.	Bir problemi çözerken, çözümün nasıl olacağını önce başka birine sorarım.			

F

SEBEP SONUÇ İLİŞKİSİ ÖLÇEĞİ

SEBEP - SONUÇ İLİŞKİSİ ÖLÇEĞİ

KISIM I

Açıklama: Bu ölçekte bahsedilen fiziksel olaylar ile içerisinde hareket bulunan; topun düşmesi, arabanın hareket etmesi, camın kırılması gibi olaylar anlatılmaktadır.

S. No	SEÇENEKLER	Her zaman	Sık sık	Arada sırada	Nadiren	Hiçbir zaman
1	Çevremizde gerçekleşen fiziksel olaylar arasında bir ilişki olduğunu düşünürüm.					
2	Fiziksel bir olayın sebebini bilirim olayın nasıl gerçekleştiğini daha kolay anlarım.					
3	Çevremizde gerçekleşen fiziksel bir olayın sebeplerini araştırmak bana sıkıcı gelir.					
4	Sebebini öğrendiğim fiziksel bir olayı daha kolay hatırlarım.					
5	Bir olayın sebebini araştırmanın bize olayın sonucu hakkında ipucu verdiğini düşünürüm.					
6	Çevremizde gerçekleşen fiziksel bir olayın sonucunda neler olacağını merak etmem.					
7	Fiziksel olayların gerçekleşmesinde bir düzenin var olduğunu düşünürüm.					
8	Fiziksel bir olayın sebebine bakarak sonucunun ne çıkacağını tahmin etmenin gereksiz olduğunu düşünürüm.					
9	Fiziksel bir formülün nereden çıktığını anlamaya çalışmanın zor bir uğraş olduğunu düşünürüm.					
10	Çevremizde gerçekleşen fiziksel bir olayın sebeplerini araştırmanın boş ve yararsız olduğunu düşünürüm.					

YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

GÖRÜŞME FORMU

Sevgili öğrenciler;

Yaptığınız Arduino destekli STEM eğitimi ile ilgili görüşlerinize yönelik aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- 1) Sizce Arduino kullanarak etkinlik hazırlamanın avantajları nelerdir?
- 2) Sizce Arduino kullanarak etkinlik hazırlamanın dezavantajları nelerdir?
- 3) Arduino ile yaptığınız etkinliklerin size olan katkılarını açıklar mısınız?
- 4) Arduino ile yaptığınız etkinliklerin sizin için eğitici olduğunu düşünüyor musunuz?
- 5) Arduino ile hazırlanan etkinlikler sırasında grup çalışmasının verimli olup olmadığı konusundaki görüşleriniz nelerdir?
- 6) Arduino destekli etkinlikler üzerinde çalışmanız fen bilimleri dersine karşı bakış açınızı değiştirdi mi?
- 7) Vücudumuzdaki sistemler konusunda Arduino destekli etkinliklerin bu konuyu öğrenmenize yardımcı olduğunu düşünüyor musunuz? Açıklayınız
- 8) İlerde Arduino destekli bilimsel projeler hazırlamak ister misiniz?
- 9) Arduino destekli etkinlikler, seçeceğiniz meslek konusunda sizi etkiledi mi?

H

VELİ ONAM FORMU

VELİ ONAM FORMU

Sayın Veli;

Çocuğunuzun katılacağı bu çalışma, “ARDUİNO İLE DESTEKLENMİŞ STEM EĞİTİMİ: Vücudumuzdaki Sistemler” adıyla, Ekim-Aralık 2020 tarihleri arasında yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Hedefi, Ortaokul 6. Sınıf Fen Bilimleri Dersi, “Vücudumuzdaki Sistemler” ünitesinin öğretiminde Arduino ile desteklenmiş STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına, temel STEM beceri düzeylerine, eleştirel düşünme eğilimlerine, sebep sonuç ilişkisi kurma becerilerine ve öğrenci görüşlerine etkisini saptamaktır.

Araştırma Uygulaması: Anket / Görüşme / Gözlem şeklindedir.

Araştırma T.C. Milli Eğitim Bakanlığı’nın ve okul yönetiminin de izni ile gerçekleştirilmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çocuğunuz çalışmaya katılıp katılmamakta özgürdür. Araştırma çocuğunuz için herhangi bir istenmeyen etki ya da risk taşımamaktadır. Çocuğunuzun katılımı tamamen sizin isteğinize bağlıdır, reddedebilir ya da herhangi bir aşamasında ayrılabilirsiniz. Araştırmaya katılmamama veya araştırmadan ayrılma durumunda öğrencilerin akademik başarıları, okul ve öğretmenleriyle olan ilişkileri etkilemeyecektir.

Çalışmada öğrencilerden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir.

Onay vermeden önce sormak istediğiniz herhangi bir konu varsa sormaktan çekinmeyiniz. Çalışma bittikten sonra bizlere telefon veya e-posta ile ulaşarak soru sorabilir, sonuçlar hakkında bilgi isteyebilirsiniz. Saygılarımızla,

Gülsüm Meço,

gulsummeco@gmail.com

*Velisi bulunduğum sınıfı numaralı öğrencisi
.....’in yukarıda açıklanan araştırmaya katılmasına izin
veriyorum. (Lütfen formu imzaladıktan sonra çocuğunuzla okula geri gönderiniz*).*

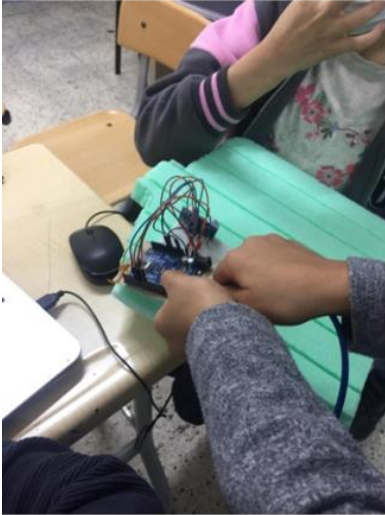
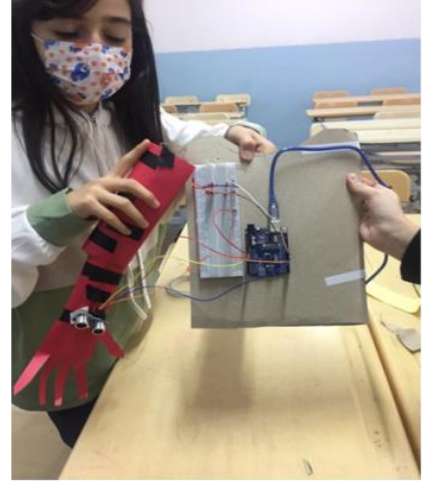
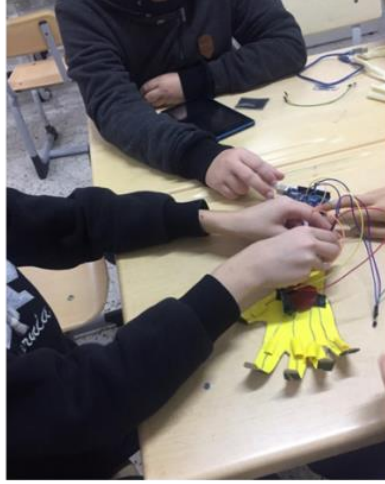
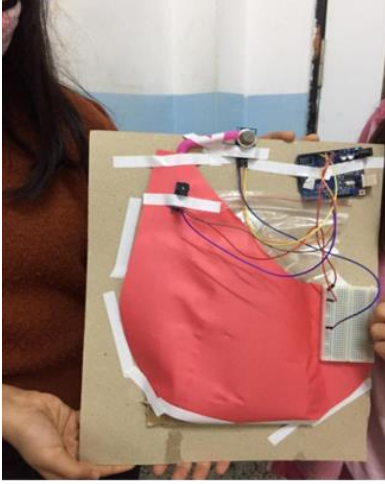
.../.../.....

121 İsim-Soyisim İmza:

Veli Adı-Soyadı :

I

ARDUİNO DESTEKLİ STEM EĞİTİMİNDEN BAZI FOTOĞRAFLAR



TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Makaleler

1. Meco, G. ve Görgülü Arı, A. (2021). Arduino Destekli STEM Etkinliklerine Yönelik Ortaokul Öğrencilerinin Görüşleri. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi / The Journal of International Social Research*, Cilt: 14 Sayı: 7, Volume: 14 Issue: 76
2. Görgülü Arı, A.; Meço, G. (2021). A New Application in Biology Education: Development and Implementation of Arduino-Supported STEM Activities. *Biology*, 10, 506. <https://doi.org/10.3390/biology10060506>