T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARDUINO DESTEKLİ STEM ETKİNLİKLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE EĞİTİMİNE ENTEGRASYONU

Büşra ÜNVER GÜRSOY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Programı

Danışman

Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI

Temmuz, 2024

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARDUINO DESTEKLİ STEM ETKİNLİKLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE EĞİTİMİNE ENTEGRASYONU

Büşra ÜNVER GÜRSOY tarafından hazırlanan tez çalışması 3.07.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Bayram COŞTU, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Hakan AKÇAY, Üye
Boğaziçi Üniversitesi _____

Danışmanım Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI sorumluluğunda tarafımca hazırlanan "Arduino Destekli STEM Etkinliklerinin Sürdürülebilir Çevre Eğitimine Entegrasyonu" 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.

Büşra ÜNVER GÜRSOY

İmza

Eşime

ve

Aileme

TEŞEKKÜR

Öncelikle, tez çalışmamın her aşamasında bilgi, görüş ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, destek ve sabrıyla yanımda olan ve en önemlisi, beni her zaman cesaretlendiren değerli danışmanım Prof. Dr. Aslı Görgülü Arı'ya en içten teşekkürlerimi sunuyorum. Sizden öğrendiklerim, akademik hayatım boyunca benim için büyük bir yol gösterici olacaktır. Hayatım boyunca yanımda olan, bana güç veren ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım. En büyük destekçim, yol arkadaşım, aldığım kararlara her zaman saygı duyan ve fikirlerime daima önem veren sevgili eşim Gürtay Sezay Gürsoy'a, bu zor süreçte bana gösterdiği destek ve sabır için minnettarım. Bu başarı, sadece akademik bir kazanç olmanın ötesinde, aynı zamanda kişisel gelişimimin de önemli bir göstergesi. Bu yolculuk boyunca sergilediğim büyüme, öz disiplin ve kararlılık, benim için büyük bir gurur kaynağı oldu. Son olarak, lisans eğitimime başlarken kendime hedef koyduğum yüksek lisans eğitimimi tüm zorluklara rağmen başarıyla tamamlayarak kendime verdiğim sözü tutmanın gururunu yaşıyorum ve kendime teşekkür ediyorum. Bu tezi, tez yazma sürecimde bana ilham veren ve destek olan herkese ithaf ediyorum.

Büşra ÜNVER GÜRSOY

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR iv
KISALTMA LİSTESİ vii
ŞEKİL LİSTESİ viii
TABLO LİSTESİ ix
ÖZET x
ABSTRACT xii
1 GİRİŞ 1
1.1 Problem Durumu 2
1.2 Araştırmanın Amacı 3
1.3 Problem Cümlesi 4
1.4 Alt Problemler 4
1.5 Araştırmanın Önemi 4
1.6 Varsayımlar 6
1.7 Sınırlılıklar 6
1.8 Tanımlar 6
2 KURAMSAL ÇERÇEVE 8
2.1 STEM Eğitimi Hakkında 8
2.2.1. STEM Uygulamaları 9
2.2.2. Türkiye'de ve Dünyada STEM Uygulamaları 10
2.2.3. Türkiye'de Fen Eğitiminde STEM Uygulamaları 13
2.2.4. STEM Alanında Yapılan Akademik Çalışmalar 14
2.2 Robotik Kodlama ve Arduino 17
2.3.1. Robotik Kodlama 17
2.3.2. Arduino 22
2.3 Fen Bilgisi Öğretiminde STEM ve Sürdürülebilir Çevre Eğitimi 29
2.3.1 Doğal Çevre ve İnsan 29
2.3.2 Çevre Eğitimi 29
2.3.3 Sürdürülebilir Çevre Eğitimi 33
2.4 Literatür İncelemesi 37
3 YÖNTEM 41
3.1 Araştırma Yöntemi 41
3.2 Araştırma Modeli 42

3.3 Araştırmanın Örneklem Grubu 43
3.4 Veri Toplama Araçları 44
3.4.1 Nitel Veri Toplama Araçları 45
3.4.2. Nicel Veri Toplama Araçları 46
3.5 Uygulama Aşaması 46
3.5.1. Çevre Dostu Çöp Kovası 47
3.5.2. Güneş Enerjili Sokak Aydınlatması 49
3.5.3. Ses Kontrollü Aydınlatma Sitemi 52
3.5.4. Yağmur Suyu Toplama Sistemi 55
3.5.5. Akıllı Sulama Sistemi 59
3.6 Verilerin Analizi 62
3.6.1. Nitel Veri Analizi 63
3.6.2. Nicel Veri Analizi 63
4 BULGULAR 64
4.1 Nicel Bulgular 64
4.1.1. Akademik Başarı Testi Bulguları 64
4.1.2. Çevresel Tutum Ölçeği Bulguları 65
4.2 Nitel Bulgular 67
4.2.1. Birinci Tema; Çevre Bilinci ve Sürdürülebilirlik 67
4.2.2. İkinci Tema; STEM ve Arduino Projeleri 72
4.2.3. Üçüncü Tema; STEM Projelerinde Beceri Gelişimi ve Dikkat Edilmesi Gerekenler 78
5 SONUÇ 84
KAYNAKÇA 90
A ÇEVRE BİLGİ TESTİ 104
B YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU 109
C ÖLÇEK İZİNLERİ 110
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR 113

KISALTMA LİSTESİ

STEM	Science, Technology, Engineering and Maths
FeTeMM	Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik
PISA	Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı
TIMSS	Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması
TALIS	Uluslararası Öğretme ve Öğrenme Araştırması
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Teşkilatı
RUR	Rossum's Universal Robots
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
ABT	Akademik Başarı Testi
ÇTÖ	Çevre Tutum Ölçeği

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2. 1. STEM Bileşenleri 9
Şekil 2. 2 Lisans ve yüksek lisans STEM mezunlarının ülkelere göre toplam işgücüne oranı. "2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimleri" 12
Şekil 2. 3 Arduino Kart Çeşitleri 24
Şekil 2. 4 Arduino Uno Kartı 25
Şekil 2. 5 Arduino IDE Başlangıç Ekranı 27
Şekil 2. 6 Kullanılan Bazı Arduino Ekipmanları 28
Şekil 2. 7 Kullanılan Bazı Arduino Ekipmanları 28
Şekil 3. 1 Akıllı Çöp Kovası Projesinin Devre Şeması 48
Şekil 3. 2 Akıllı Çöp Kovası Projesinin Arduino Kodu 48
Şekil 3. 3 Projenin Öğrenciler Tarafından Gerçekleştirilmesi 49
Şekil 3. 4 Güneş Enerjili Sokak Aydınlatması Projesinin Devre Şeması 51
Şekil 3. 5 Güneş Enerjili Sokak Aydınlatması Projesinin Arduino Kodu 51
Şekil 3. 6 Projenin Öğrenciler Tarafından Gerçekleştirilmesi 52
Şekil 3. 7 Ses Kontrollü Aydınlatma Sistemi Projesinin Devre Şeması 54
Şekil 3. 8 Ses Kontrollü Aydınlatma Sistemi Projesinin Arduino Kodu 54
Şekil 3. 9 Projenin Öğrenciler Tarafından Gerçekleştirilmesi 55
Şekil 3. 10 Yağmur Suyu Toplama Sistemi Projesinin Devre Şeması 57
Şekil 3. 11 Yağmur Suyu Toplama Sistemi Projesinin Arduino Kodu 58
Şekil 3. 12 Projenin Öğrenciler Tarafından Gerçekleştirilmesi 59
Şekil 3. 13 Akıllı Sulama Sistemi Projesinin Devre Şeması 61
Şekil 3. 14 Akıllı Sulama Sistemi Projesinin Arduino Kodu 61
Şekil 3. 15 Projenin Öğrenciler Tarafından Gerçekleştirilmesi 62

TABLO LİSTESİ

Tablo 3. 1 Dört Gruplu Ön Test- Son Test Seçkisiz Deneysel Desenin Simgelerle İfade Edilmiş Gösterimi 43
Tablo 3. 2 Nitel ve Nicel Veri Toplama Araçları 45
Tablo 4. 1 Bağımlı Gruplar İçin t-Testi Sonuçları 64
Tablo 4. 2 Bağımlı Gruplar İçin t-Testi Sonuçları 66
Tablo 4. 3 Birinci Soru Frekans Analizi 68
Tablo 4. 4 İkinci Soru Frekans Analizi 70
Tablo 4. 5 Üçüncü Soru Frekans Analizi 71
Tablo 4. 6 Dördüncü Soru Frekans Analizi 73
Tablo 4. 7 Beşinci Soru Frekans Analizi 74
Tablo 4. 8 Altıncı Soru Frekans Analizi 75
Tablo 4. 9 Yedinci Soru Frekans Analizi 77
Tablo 4. 10 Sekizinci Soru Frekans Analizi 78
Tablo 4. 11 Dokuzuncu Soru Frekans Analizi 80
Tablo 4. 12 Onuncu Soru Frekans Analizi 82

ÖZET

Arduino Destekli STEM Etkinliklerinin Sürdürülebilir Çevre Eğitimine Entegrasyonu

Büşra ÜNVER GÜRSOY

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI

Bu araştırma, STEM tabanlı sürdürülebilir çevre eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları ve çevreye yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında deney ve kontrol gruplarına uygulanan testler ve yapılan görüşmeler doğrultusunda elde edilen bulgular analiz edilmiştir. Akademik başarı testi sonuçları, STEM tabanlı eğitimin öğrencilerin bilgi düzeylerinde anlamlı bir artış sağladığını göstermiştir. Çevre tutum ölçeği sonuçları ise öğrencilerin çevreye yönelik tutumlarında olumlu bir iyileşme olduğunu ortaya koymuştur. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde elde edilen veriler üç ana tema altında toplanmıştır: çevre bilinci ve sürdürülebilirlik, STEM ve Arduino projeleri, STEM projelerinde beceri gelişimi ve dikkat edilmesi gerekenler. Öğrencilerin çevre bilinci ve sürdürülebilirlik konusundaki farkındalıkları oldukça yüksek bulunmuştur. STEM ve Arduino projeleri konusunda öğrenciler, çeşitli görevler üstlenebileceklerini ve çevre ile bu projeleri birleştirerek aktif rol almak istediklerini belirtmişlerdir. STEM uygulamalarında geri dönüşümün önemi de öğrenciler tarafından vurgulanmıştır. Bu araştırma sonuçlarına dayanarak, çevre

eğitiminin her öğretim kademesinde yaygınlaştırılması ve STEM tabanlı yaklaşımların eğitim programlarına entegre edilmesi gerektiği önerilmektedir. Eğitim materyallerinin ve yöntemlerinin çeşitlendirilmesi, öğrencilerin ilgisini çekmek ve öğrenme sürecini daha etkili kılmak açısından faydalı olacaktır. Sonuç olarak, STEM tabanlı sürdürülebilir çevre eğitimi, öğrencilerin akademik başarılarını ve çevreye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Çevre Eğitimi, STEM Eğitimi, Akademik Başarı, Çevre Tutumu, Geri Dönüşüm.

ABSTRACT

Integration of Arduino Supported STEM Activities into Sustainable Environmental Education

Büşra ÜNVER GÜRSOY

Department of Mathematics and Science Education

Master of Science Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI

This study aims to investigate the impact of STEM-based sustainable environmental education on students' academic achievement and attitudes towards the environment. The findings obtained from tests and interviews conducted with experimental and control groups were analyzed. The results of the academic achievement test showed that STEM-based education significantly increased students' knowledge levels. The environmental attitude scale results revealed a positive improvement in students' attitudes towards the environment. The semi-structured interviews were categorized into three main themes: environmental awareness and sustainability, nature conservation, and the importance of recycling. Students demonstrated a high level of awareness regarding environmental issues and sustainability. They expressed their willingness to take on various tasks related to nature conservation, such as waste collection and sorting, awareness-raising, and preparing posters and panels. The importance of recycling in STEM applications was also emphasized by the students. Based on these findings, it is recommended that environmental education be widespread at all educational levels and that STEM-based approaches be integrated into educational programs. Diversifying educational materials and methods can be beneficial in engaging students and

making the learning process more effective. In conclusion, STEM-based sustainable environmental education positively impacts students' academic achievements and their attitudes towards the environment.

Keywords: Sustainable Environmental Education, STEM Education, Academic Achievement, Environmental Attitude, Recycling.

1
GİRİŞ

Günümüzde çevre sorunları, küresel ölçekte hızla artan ve çözüm bekleyen ciddi meseleler arasında yer almaktadır. İklim değişikliği, doğal kaynakların tükenmesi, biyolojik çeşitliliğin azalması ve kirlilik gibi sorunlar, sürdürülebilir çevre politikalarının ve farkındalığının önemini giderek artırmaktadır. Bu bağlamda, eğitim sistemleri, çevre bilincinin kazandırılması ve sürdürülebilirlik prensiplerinin benimsetilmesi açısından kritik bir role sahiptir.

STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) eğitimi, öğrencilerin analitik düşünme, problem çözme ve yaratıcılık gibi becerilerini geliştirmelerine olanak tanıyan disiplinler arası bir yaklaşımdır. STEM eğitiminin, çevre eğitimi ile entegre edilmesi, öğrencilerin çevresel sorunları daha iyi anlamalarını ve bu sorunlara yönelik inovatif çözümler geliştirmelerini sağlamaktadır. Bu entegrasyon sürecinde, teknolojinin rolü büyük bir önem arz etmektedir.

Arduino, açık kaynaklı ve kullanıcı dostu yapısıyla, STEM eğitiminde yaygın olarak kullanılan bir elektronik platformdur. Arduino'nun modüler yapısı ve geniş sensör ve aktüatör yelpazesi, öğrencilere çeşitli çevresel parametreleri ölçme, analiz etme ve bu veriler ışığında projeler geliştirme imkânı sunar. Bu projeler, hem öğrencilerin teorik bilgilerini pratik uygulamalara dönüştürmelerine olanak tanır, hem de çevre sorunlarına yönelik somut ve uygulanabilir çözümler üretmelerini teşvik eder.

Bu tezde, Arduino destekli STEM etkinliklerinin sürdürülebilir çevre eğitimine entegrasyonu ele alınacaktır. Çalışmanın amacı, Arduino platformunun çevre eğitimi bağlamında nasıl etkili bir şekilde kullanılabileceğini ve bu entegrasyonun öğrencilere sağladığı faydaları ortaya koymaktır. Tez, literatür taraması, örnek projeler ve uygulama sonuçları ile desteklenecek olup, Arduino tabanlı eğitim modellerinin çevre bilincinin artırılmasındaki rolünü inceleyecektir.

Bu bağlamda, çalışmanın ilk bölümünde, sürdürülebilir çevre eğitimi ve STEM yaklaşımının önemi ve temelleri ele alınacak, ikinci bölümde ise Arduino ekipmanları ve bu ekipmanların çevresel projelerdeki kullanımları detaylı bir şekilde incelenecektir. Üçüncü bölümde, çeşitli Arduino destekli STEM

projelerinin uygulama süreçleri ve sonuçları tartışılacak, son bölümde ise elde edilen bulgular ışığında genel bir değerlendirme yapılacaktır.

1.1 Problem Durumu

21. yüzyılda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında meydana gelen hızlı değişiklikler, bilim ve teknolojideki önemli ilerlemelerinin de bir sonucu olarak modern hayatın tüm yönlerini etkilemiştir (Bookhamer, 2022; Bozkurt, 2014; Karaman ve Karaman, 2016; Mardian, 2022). Bu değişiklikler; iletişimden sağlığa, ulaşımdan eğitime kadar birçok alanı etkisi altına almaktadır. Örneğin biyoteknoloji ve genetik mühendisliği, hastalıkların teşhis tedavisinde büyük bir rol oynarken yapay zekâ ve robotlarla ilgili alanda öğrenilenler endüstriyel süreçlere yardımcı olmaktadır. Bu örnekler bilim ve teknolojinin toplum üzerinde nasıl bir etkisi olduğuna dikkat çekmektedir.

Bireylerin 21. Yüzyıldaki teknolojik gelişmelere uyum sağlayabilmek ve bu gelişmelerin öncüsü olabilmek için yaratıcı düşünme, analitik düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme ve teknolojiyi işlevsel bir şekilde kullanması gerekmektedir. Öğrencilerin fen bilimlerindeki yeteneklerini diğer alanlarla bütünleştirmeleri, bu gelişmeler doğrultusunda ilerleyebilmek için gereklidir. Farklı öğretim modelleri kullanılarak gelişmelerin takip edilmesi mümkündür. Bu nedenle teknoloji ve bilgi üretiminin öneminin farkında olan ülkeler, nitelikli insanların yetiştirilmesi için eğitim sistemlerini değiştiriyor veya yeniden tasarlıyor. (Bozkurt, 2014).

Ülkelerin inovasyon ve ekonomik büyüme çabalarında matematik, bilim, mühendislik ve teknoloji çok önemlidir. (Bicer, Capraro ve Capraro, 2018). Bu disiplinler yenilikçi çözümlerin oluşması için kritik bir öneme sahiptir. Ayrıca, bu alanlar, bireylerin yeteneklerini geliştirerek toplumun bilgi temelli bir şekilde ilerlemesini sağlayacaktır. Ülkemizde Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) eğitim programının kısaltması FeTeMM olarak da bilinir ve her iki kısaltma da literatürde sıklıkla kullanılmaktadır. (Çorlu ve Çallı, 2017). STEM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki eğitim ve öğretim uygulamalarını içermektedir (Çolakoğlu ve Günay-Gökben, 2017; Çorlu ve Çallı, 2017).

STEM eğitimi genellikle teorik bilginin yanı sıra öğrencilere pratik beceriler kazandırmayı hedefler. Bu pratik becerilerin kazandırılmasını sağlayan STEM'in içerisinde yer alan eğitsel robotik uygulamalardır. Eğitimsel robotik uygulamaları, STEM kavramlarının farklı ilgi alanlarına dikkat çekerek öğrenmeyi teşvik eder (Mead, Thomas & Weinberg, 2012). Arduino gibi platformlar, öğrencilere elektronik ve programlama becerilerini gerçek dünya uygulamalarıyla birleştirerek öğrencilerin öğrendikleri bilgileri somut ürünlere dönüştürmelerini sağlar. Akgündüz (2016) bazı robotik setlerin STEM eğitiminde kullanıldığı bilinmektedir ancak Arduino Uno gibi setler daha eleştirel ve yaratıcı düşünmeyi teşvik eder. Bu bağlamda STEM alanında problem çözme ve eleştirel düşünme becerileri Arduino gibi donanım ve yazılım platformlarıyla gerçekleştirilmiş olur.

Arduino gibi donanım ve yazılım platformlarının sürdürülebilir çevre eğitimiyle birleştirilmesi, öğrencilerin çevresel sorunlara duyarlılık kazanmalarını ve STEM becerilerini geliştirmelerini sağlar. Arduino tabanlı uygulamaların sınıflara entegrasyonu ve öğrencilerin bu teknolojiyi etkili bir şekilde kullanabilmesi için uygun eğitim materyalleri, öğretim stratejileri ve öğretmen eğitimi eksikliği bulunmaktadır. Dolayısıyla, Arduino'nun sürdürülebilir çevre eğitimiyle entegrasyonu için etkili bir eğitim modeli ve destekleyici kaynakların geliştirilmesi gerekmektedir.

PISA ve TIMSS sonuçlarına bakıldığında, MEB 2023 vizyonu ve sürdürülebilir politikalar açısından STEM eğitiminin ülkemizin ekonomik büyümesi, uluslararası rekabet gücü ve sürdürülebilir politikalar açısından önemini vurgulamaktadır (MEB, 2018b). Sürdürülebilir çevre ile ilgili çalışmaların daha fazla önem kazanarak öğrencilere çevre dostu teknolojilerin tasarlatılması ve uygulama fırsatı verilmesi gerekmektedir. Arduino gibi platformların STEM ile iç içe olması mühendislik, programlama ve çevre bilimi konularını bir araya getirir. Bunun sonucunda öğrenciler sürdürülebilir çevre konularında yaratıcı ve yenilikçi çözümler geliştirme fırsatı sunar. Bu bağlamda, uygulamaların karşılaştırılması ve literatüre yeni bir katkı sunulması amaçlanmaktadır.

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada, Ortaokul 5.sınıf Fen Bilimleri Dersi 'İnsan ve Çevre' ünitesinde gerçekleştirilen Arduino destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik

başarıları, çevreye yönelik tutumlarına ve STEM' karşı motivasyon ve ilgileri üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

1.3 Problem Cümlesi

Arduino destekli STEM uygulamalarının ortaokul 5. Sınıf öğrencilerine yönelik "İnsan ve Çevre "ünitesinin akademik başarı, tutum ve ilgilerine yönelik etkisi var mıdır? olarak tespit edilmiştir.

1.4 Alt Problemler

1. Arduino tabanlı STEM uygulamalarının deney grubu ile kontrol grubu arasında ön test-son test akademik başarı yönünden anlamlı bir fark var mıdır?
2. Arduino destekli STEM uygulamalarının deney grubu ile kontrol grubu arasında ön test-son test çevresel tutum ölçeği arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Bu uygulamalardan sonra öğrenciler Arduino ve STEM hakkında ne düşünüyorlar? Bu görüşler, toplanan nicel verilerin sonuçlarını açıklamak için nasıl kullanılabilir?

1.5 Araştırmanın Önemi

Yeni eğitim anlayışları, bilim ve teknolojideki yeniliklerle birlikte çağa ayak uydurabilen, sorunlara yaratıcı çözümler üretebilen, eleştiren, sorgulayan bilgiyi ve teknolojiyi doğru kullanarak üreten bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Eğitimde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonunu hedef alan STEM eğitim yaklaşımıyla (Ercan, 2014) "yaratıcılık", "eleştirel düşünme", "problem çözme", "iş birliği yapabilme becerileri gelişmiş" (Akgündüz ve diğerleri, 2015; Bookhamer, 2022; Lange, Robertson, Tian, Nivens ve Price, 2022; Weng, Jong ve Chiu, 2021) sürdürülebilir kalkınma bilinciyle yetişmiş sadece fen okuryazarı değil evrensel okuryazar bireyler yetiştirmek hedeflenmektedir. Bu bağlamda STEM eğitim yaklaşımının öneminin giderek artması, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği'nde eğitim politikalarının temel bileşeni halinde olmaya başlamıştır (Ercan, 2014). Bilgiyi aktarmada görevli olan öğretmenlerimizden yeni eğitim anlayışlarını benimsemeleri, dersleri bu doğrultuda

işlemeleri ve bu süreçte öğrenciye rehber olmaları istenmektedir. Arduino ve STEM tabanlı eğitim, yeni eğitim anlayışlarının içerisinde yer alarak öğrencilere matematik, bilim, teknoloji ve mühendislik alanlarında kariyer fırsatları sunar. Günün teknoloji odaklı iş dünyasında ve toplumunda, bu alanlarda yetenekli ve donanımlı bireyler önemli roller oynayabilir. Fen öğretim programında disiplinler arası etkileşimin kullanılmasıyla, çağın getirdiklerine paralellik sağlayan teknolojiyi kullanarak fen, matematik ve mühendislik becerilerini birleştiren STEM eğitimi yaklaşımı, problem çözme yeteneklerini geliştirmeyi öne çıkarıyor. (MEB, 2018).

STEM ve Arduino tabanlı eğitimler öğrencilerin pratik deneyimler kazanmasını ve gerçek dünyadaki sorunları çözme yeteneklerini geliştirmelerine yardımcı olur. Günlük yaşamımızın her alanında problem çözme ve karar verme yetenekleri çok önemlidir. (Anwari ve diğerleri, 2015; Barquilla ve Cabili, 2021). Aynı zamanda STEM öğrencilere veri analizi yapma, hipotez oluşturma, deney tasarlama ve sonuçları yorumlama gibi süreçler kazandırır. Bu araştırmada özellikle sürdürülebilirlik kavramının vurgulanmasıyla birlikte çevresel sorunlara Arduino gibi platformlarla sürdürülebilir bir dünya için çözümler geliştirmeye teşvik edilir. Çağdaş teknolojinin eğitimde nasıl kullanılabileceği ve öğrencilerin öğrenme deneyimlerini nasıl geliştirebileceğini göstermektedir. Arduino gibi donanım ve yazılım platformları öğrencilere el becerileri kazandırarak öğrenmeye karşı motivasyonu artırmaktadır. Bu temel araştırma ileri çalışmalar için bir kılavuz sağlayabilir ve eğitim politikaları ile programlarının geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

STEM tabanlı eğitim öğrencilere seçim yapmayı, doğru kararlar almayı ve etkili iletişim becerileri kurmayı öğretmektedir. Örneğin, bir mühendis, yaptığı tasarımı bütüncül olarak değerlendirerek en iyi çözümü seçmelidir. STEM eğitimi öğrencilere karar verme sürecinde mantıklı düşünme, riskleri değerlendirme, sonuçları tahmin etme, bilimsel düşünme, teknoloji kullanımı ve etkili iletişim kurma becerilerini öğretmektir. Bu yetenekler, öğrencilerin hayatları boyunca farklı durumlarda doğru kararlar vermelerine yardımcı olur. Ülkemizde Sürdürülebilir Çevre ve Arduino tabanlı STEM üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde yeteri kadar çalışma yapıldığı görülmemektedir. Bu çalışma çevresel sorunları anlamak, analiz etmek ve çözmek için gerekli olan bilgi ve becerileri sağlamaktadır.

Sürdürülebilir çevre ile birlikte sürdürülebilir proje ile de proje sürekliliği sağlanmış olup literatüre farklı bir bakış açısı kazandırılmak istenmiştir. Bu çalışma gelecekteki çalışmalara ışık tutabilir ve yol gösterebilir. Sürdürülebilir çevre ile STEM arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için bu bağlamda önemli bir kaynak olması bekleniyor.

1.6 Varsayımlar

1. Araştırmada deney ve kontrol grupları arasında homojen bir dağılımın olduğu varsayılmaktadır.
2. Dış etkenlerin deney ve kontrol gruplarına etki etmediği ya da iki gruba da eşit miktarda etki ettiği varsayılmaktadır.
3. Deney ve kontrol gruplarına araştırma sürecinin her aşamasının standart bir şekilde uygulandığı varsayılmaktadır.
4. Araştırmada kullanılan ölçeklerin güvenilir ve geçerliliğinin kabul edilebilir olduğu varsayılmaktadır.
5. Araştırmaya katılan öğrencilerin motivasyonlarının yüksek ve sürece aktif bir şekilde katılacakları varsayılmaktadır.
6. Deney ve kontrol grubuna katılan katılımcıların başlangıçta benzer bilgi seviyeye sahip olduğu varsayılmaktadır.
7. Araştırmanın örnekleminin evrenin tamamını temsil ettiği varsayılmaktadır.

1.7 Sınırlılıklar

1. Araştırma 2023-2024 eğitim-öğretim yılı bahar dönemi ile sınırlı kalmıştır.
2. Araştırmanın uygulanması 4 haftalık bir süre ile sınırlıdır.
3. Örneklem grubu 70 5. Sınıf öğrencileri ile sınırlı kalmıştır.
4. Araştırma 5. Sınıf Fen Bilimleri dersi "İnsan ve Çevre" konusu ile sınırlıdır.

1.8 Tanımlar

Çevre: "Canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde bulundukları biyolojik, fiziksel, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamdır" (T.C. Çevre Kanunu).

Çevre eğitimi: Çevre Eğitimi, bireylerin ve toplulukların çevre hakkında bilgi sahibi olmalarını, çevresel sorunların farkına varmalarını ve bu sorunlara çözüm bulma konusunda bilinçlenmelerini amaçlayan bir eğitim sürecidir. Bu eğitim, doğrudan veya dolaylı olarak doğa ve çevre ile ilgili konuları içerir (Alım, 2006; Tanrıverdi, 2009).

Sürdürülebilir Çevre: Sürdürülebilir Çevre, doğal kaynakların ve ekosistemlerin, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama yeteneklerini tehlikeye atmadan, mevcut neslin ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde korunması ve yönetilmesi anlamına gelir. Bu kavram, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları bir arada ele alarak uzun vadeli bir denge sağlamayı hedefler. (Özdemir, Özkan ve Özgen, 2006).

Çevresel Tutum: Çevreye karşı oluşturulan inanç ve duygular, bireyleri çevreyi iyileştirme ve koruma çabalarına katılmaya teşvik eder. (UNESCO-UNEP,1978).

STEM: Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik), Mathematics (Matematik) disiplinlerinin kısaltması olan STEM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bilim disiplinlerindeki eğitim ve öğrenme tekniklerini içerir (Çolakoğlu ve Günay Gökben, 2017; Çorlu ve Çallı, 2017).

Arduino: Bu sistem, sensörlerden gelen sinyalleri işleyerek farklı komut sinyallerine dönüştürebilir. Örneğin, ışıkları yakıp söndürmek veya motorları çalıştırmak gibi (Arduino, 2019). Tek başına veya mevcut işletim sistemleriyle (Windows, Linux, Android vs.) entegre olarak çalışabilen programlanabilir elektronik bir kart (Ersoy, Madran & Gülbahar, 2011) tarafından tanımlanan bir sistemdir.

2
KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1 STEM Eğitimi Hakkında

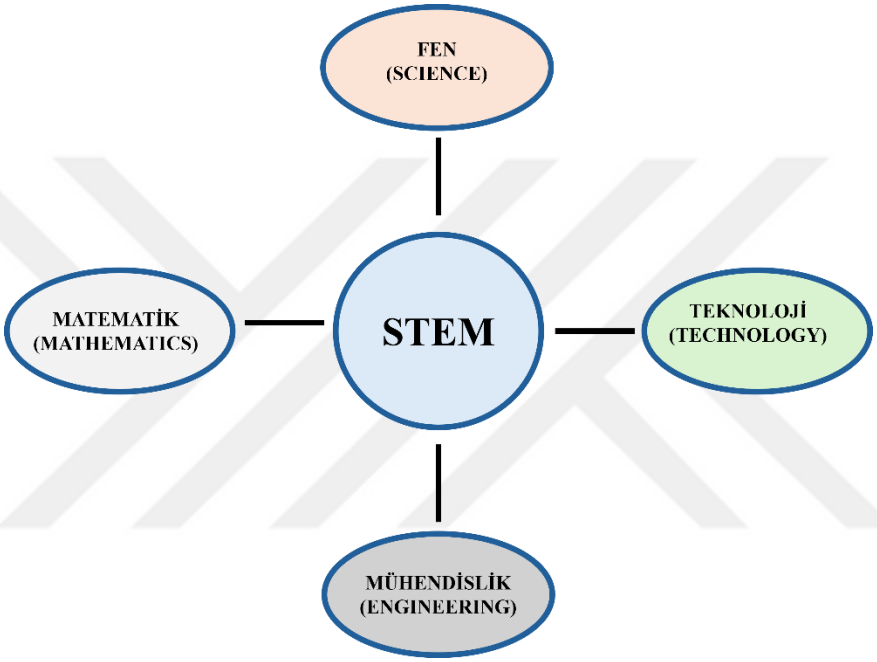
STEM, "Science" (Bilim), "Technology" (Teknoloji), "Engineering" (Mühendislik) ve "Mathematics" (Matematik) kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır. STEM eğitimi, bu dört disiplini bir araya getirerek öğrencilere bilimsel düşünme, problem çözme ve yaratıcı yetenekler kazandırmayı amaçlar.

21. yüzyılda teknolojideki gelişmeler eğitim, eğitim ortamları ve eğitim teknolojilerini etkiledi. Ülkelerin çağa ayak uydurabilmesi ve daha iyi seviyelere ulaşabilmesi için bilim ve teknoloji alanlarında eğitim almak çok önemlidir (Ucer, 2019). Ek olarak, insanların bu yüzyılda üretici olmasını bekliyor. Öte yandan, üretici olmak için bireylerin etkili iletişim becerileri, problem çözme becerileri, yaratıcı ve eleştirel düşünme becerileri gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip olmaları gerekir (Akgündüz vd., 2015).

STEM eğitimi, fen bilimleri eğitiminde yeni bir yaklaşımdır. Farklı disiplinleri birleştirerek yeni çözümler üreten bir eğitim yaklaşımıdır (Doğanay, 2018). ABD Ulusal Bilim Vakfı (NSF), 1990 yıllarında "SME&T" olarak anılmaya başlandı. 2001 yılında NSF Eğitim ve İnsan Kaynakları Birimi Direktörü Judith Ramaley, "STEM" olarak değiştirilmesini önerdi (Akaygün, S., Aslan-tutak, F. ve Özel, S. (2020)). Şekil 2. 1'de görüldüğü gibi STEM bileşenleri, bilim (fen), teknoloji (teknoloji), mühendislik (mühendislik) ve matematik (matematik) kelimelerinin kısaltmasıdır.

OECD raporlarına göre, diğer ülkelerdeki STEM öğretim stratejileri de incelenmiştir. Bu raporlara göre, STEM eğitimi müfredata dahil edildi ve öğrenciler ve öğretmenlerin yeteneklerini geliştirdi. Bu, ülkemizde öğretimin daha etkin katılımını sağladı. Öğretmen odaklı girişimler, sınıf özerkliği, en iyi STEM öğretmenlerinin ödüllendirilmesi ve yüksek lisans mezunu olup eğitim araştırmalarını yürüten ve sergileyen öğretmenlerin sayısı, birçok programda dikkate alınan faktörlerdi (Marginson, Tytler, Freeman & Roberts, 2013).

STEM uygulamalarında ders içi programlar farklı olabilir, ancak genel olarak birden çok disiplinin kazanımlarının birleştirildiği disiplinler arası bir süreç izlenir. Bu planlama, dört temel disiplinin birini temel olarak tutan ve diğer üç disiplinin yardımcı olarak kullanıldığı etkinlikler düzenler. Bu durum ders planlarını belirler. STEM uygulamalarında öğrenci kazanımlarının dikkate alınması nedeniyle, planlar gerçek hayattaki sorunları ele alıyor. Gerçek hayattan bir kesitin içinde bulunduğu sorunların çözümüne odaklanır. Bu sorunlar, öğrencilerin seviyelerine uygun materyallerle desteklenen ders planları kullanılarak sınıfta öğrencilere uygulanır.



Şekil 2. 1. STEM Bileşenleri

2.1.1. STEM Uygulamaları

Bilimsel araştırmalar ve yenilikler, teknolojinin gelişmesiyle birlikte hızlandı. Benzer şekilde, STEM eğitimine yönelik çalışmalar da önemli ölçüde artmıştır. Chesloff (2013), STEM eğitiminin okul öncesi döneminde başlaması gerektiğini vurgulayarak, STEM'in yaratıcılık, merak, iş birliği ve eleştirel düşünme kavramlarıyla şekillendiğini vurgular. Bunun yanında uzmanlar, STEM eğitimi yaklaşımının kuramsal çerçevesini ele almakta, ortaokuldan üniversiteye uzanan uygulamaları ve çeşitli yaş gruplarını kapsayan materyalleri geliştirmektedir.

STEM eğitiminin yaygınlaşması ve öğretmenler için hizmet-içi mesleki gelişim programlarının yanı sıra öğretmen yetiştirme ders programlarına da dahil edilmesi, STEM eğitiminin etkili bir şekilde yürütülmesinin önemli ölçüde öğretim

uygulamalarına bağlı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, STEM eğitiminin öğretmen yeterliklerine öncelik verilmesi ön plana çıkar. Ülkemizde STEM merkezlerinin sayısının arttığı, STEM okullarının kurulmaya başlandığı, STEM atölyelerinin açıldığı ve STEM alanlarında akademik çalışmaların hızlandığı görülmektedir. Ayrıca alan yazında STEM ile ilgili kavramlar da yer alıyor: STEM elçisi öğretmenler ve okullar, STEM sertifikalı öğretmenler, STEM şenlikleri ve ulusal ve uluslararası STEM ders planları yarışmaları. 2014 yılından bu yana TÜSİAD, STEM eğitiminin kalitesini ve farkındalığını artırmaya çalışıyor. 2016 ve 2019 yıllarında Millî Eğitim Bakanlığı STEM ile ilgili raporlar yayınladı (Aygun, Aslan-Tutak ve Özel, 2020).

2.1.2. Türkiye'de ve Dünyada STEM Uygulamaları

1980'ler itibariyle Amerika Birleşik Devletleri'nde fen ve matematik eğitiminin güçlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. 2001 yılında Judith A. Rameley, STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) kısaltmasını ilk kez kullandı (Gazibeyoğlu, 2018). Sonrasında ABD'de STEM eğitimi ülke ekonomisi için çok önemli görüldü ve ülke genelinde çok sayıda STEM Merkezi kuruldu (MEB, 2016). Amerika Birleşik Devletleri'nde STEM ile ilgili çalışmaların temel amacı, ülke ekonomisi dışında öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek ve PISA sonuçlarını iyileştirmektir (Kuenzi, 2008).

Avrupa Birliği'nde güncel teknolojik ürünlerin ve geçerliğini koruyan bilimsel süreçlerin, bilim insanları ile toplum arasındaki iletişim kaynaklarını güçlendirmek için etkili bir şekilde paylaşılması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu değişikliklerle birlikte, bilimsel ve teknolojik bilgi sahibi bireylerin sayısının artacağı tahmin edilmektedir. Bu, bilim ile toplum arasında güçlü bir diyalog ve paylaşımın ortaya çıkmasına yol açacaktır (Akgündüz & Ertepınar, 2015).

Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Teşkilatı (OECD), Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PİSA) ile 15 yaş grubundaki öğrencilerin matematik alanındaki başarılarını karşılaştırmıştır. PİSA üç yıl sürer ve öğrencilerin bilgi ve becerilerini değerlendirir. Çin, Singapur, Tayvan, Kore, Finlandiya ve İsviçre, başarı sıralamasında en iyi ülkeler olarak belirlenmiştir. Bu ülkelerde STEM atölyeleri özellikle önemlidir. Avustralya'da STEM resmi olarak sağlık meslek

liseleri, tarım, çevre ve diğer ilgili alanları kapsar (Marginson, Tytler, Freeman & Roberts, 2013).

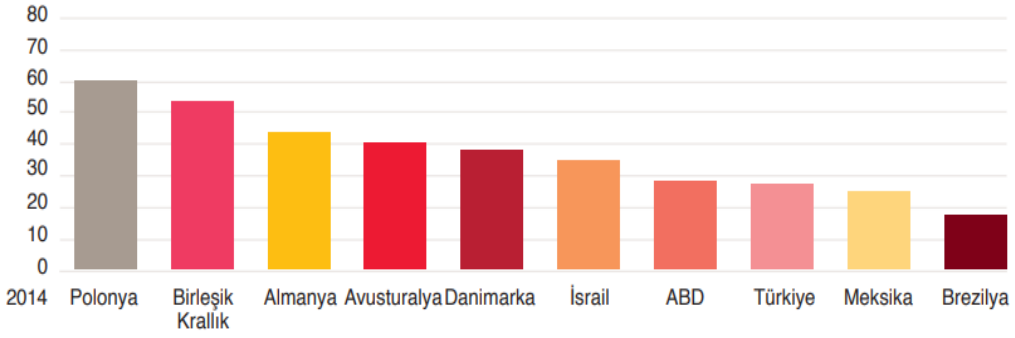
Türkiye'de STEM eğitimine yönelik 2015 yılı ve öncesine ait bir stratejik eylem planı yoktur. TÜSİAD (2014), STEM alanında dünya çapındaki gelişmelerin ardından, STEM alanlarında çalışanlar ile STEM alanlarında çalışanlar arasında şirket alan katkısı açısından farklılık olduğunu belirten bir rapor yayınladı. Bu rapor, STEM alanlarında mevcut iş gücünün oluşturulması, öğrencilerin bu alanlarda daha fazla eğitim alması ve STEM becerilerini geliştirmek için eğitimin her aşamasında planlama yapılması gerektiğini belirtmektedir.

Türk eğitim sistemi, STEM'in disiplinler arası ve iş birliği içinde öğrenme özelliklerine benzer. STEM kuramı, köy enstitülerinden başlayan ve öğretmen okulları ile devam eden bir geleneğe dayanmaktadır. STEM kuramı, öğretmen ve öğrencilerin ilgi ve deneyimleri ile şekillenmektedir (Akgündüz vd., 2015).

2013 öğretim yılı müfredatında Türkiye'de öğrenci başarısının anlık performansa dayalı olarak değerlendirilmesinden vazgeçildi. Bunun yerine, süreç odaklı ve öğrenme süreciyle bütünleşen bir değerlendirmeye geçildi. Bunun yanında MEB'e (2018) göre, bu sistemin amacı öğretmenleri ve okulları eğitim sürecinde daha aktif hale getirmek. 2015-2019 Stratejik Planında, MEB, PISA ve TIMMS gibi sınavlarda ülkemiz beklenen sonuçlara ulaşamayınca STEM'in güçlendirilmesi için hedeflere yer verilmiştir. STEM eğitimi, bu amaçlara ulaşmak için ülkemizde PISA ve TIMMS sınavlarında beklenen düzeye ulaşmak için çok önemli bir strateji olarak ele alınmıştır (MEB, 2016). Bu amaçlar doğrultusunda, müfredat artık 21. yüzyıl becerilerine odaklanmaya başlamıştır. Ayrıca, müfredatta günlük sorunlara da yer verilmeye başlanmıştır. Bu değişikliklerle birlikte, hedeflenen başarıları elde etmek için yeni öğretim yöntemlerine ihtiyaç duyuldu. STEM öğretim yaklaşımı bu amaçlara uygundur (Çavaş, Ayar & Gürcan, 2020).

TÜSIAD (2014), STEM alanlarından mezun olanların iş bulma oranının ortalama %19 olduğunu belirtti. 2014 verilerine göre, STEM çalışanları ile STEM çalışanları dışındakiler arasında önemli bir fark var. Rapor, ülkemiz için STEM eğitiminin önemli olduğunu ve STEM eğitimi için bir strateji oluşturmanın gerekli olduğunu vurgulamaktadır. TÜSİAD (2014) tarafından yayınlanan bir rapora göre, STEM alanında istihdam yaratmak için öncelikli olarak STEM alanında eğitim görecek

öğrenci sayısını artırmak gerekir. Eğitimin amacı, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına öğretimin tüm kademelerinde önem verilmesi ve STEM öğretmenlerinin rehberliğinde çağdaş beceriler edinmelerini sağlamaktır.



Şekil 2. 2 Lisans ve yüksek lisans STEM mezunlarının ülkelere göre toplam işgücüne oranı. "2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimleri" (TÜSİAD, 2017, https://tusiad.org/tr/faaliyet-raporlari/item/9911-tusiad-faaliyet-raporu-2017 adresinden erişilmiştir).

Ülkelere Göre Lisans ve Yüksek Lisans STEM Mezunlarının Toplam İşgücüne Oranı Şekil 2. 2'de gösterilmiştir. Gelişmekte olan ülkelerden Brezilya (%17) ve Meksika (%26) düşük puana sahiptir. Bu ülkelerin puanları, Birleşik Krallık (%53), Almanya (%42), Avustralya (%40), Danimarka (%39), İsrail (%35) ve ABD'nin (%29) gerisinde kaldı (TÜSİAD, 2017).

TUBİTAK, ilköğretim düzeyinde fen bilimleri ve teknoloji (STEM) eğitimini desteklemek için proje çalışmaları ve yarışmalar düzenlemektedir. Ek olarak, TÜBİTAK tarafından desteklenen birçok şehirde STEM eğitimi için bilim merkezleri kurulmaya başlanmıştır. Bilim merkezleri, öğrencilere bilimi ve bilim adamlarını sevdirerek toplumda bilime karşı önyargıları ortadan kaldırmayı amaçlıyor. STEM etkinlikleri, öğrencilerin dersleri dışında STEM bilim merkezlerinde gerçekleştirilmektedir (STEM Akademi, 2013).

STEM eğitimi becerilerini artırmak için hizmet içi eğitim kapsamında ve eğitim fakültelerinde öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bütünleşik öğretmenlik bilgilerini güçlendirici eğitimler almaları gerekiyor. Bununla ilgili çalışmalar çok yetersizdir (Çavaş, Ayar & Gürcan, 2020).

2.1.3. Türkiye'de Fen Eğitiminde STEM Uygulamaları

Cumhuriyet döneminden günümüze fen dersi öğretim programları incelendiğinde, 1926 öğretim programında gözlem yoluyla öğrenme, grup çalışması ve bilimsel yöntemler kullanılmıştır. 1936 öğretim programında Tabiat Bilgisi adı altında bireysel denemeler yoluyla öğrenildiğinden, düşünme ve karar verme sürecinin önemi vurgulanmıştır. 1936 İlkokul Programı, öğrencilerin uygulamalı olarak yaparak-yaşayarak öğrenmelerini gerektirir.

1969-1970 yılları arasında eğitim müfredatında "Tabiat Bilimleri" dersi, Fizik ve Kimya derslerini birleştirmiştir. 1992 yılında yenilenen fen programı, öğrencilerin yaratıcı ve yaratıcı düşünme yeteneklerini geliştirmekle kalmayıp aynı zamanda bilim ve teknolojinin önemini ve amacını kavramalarına yardımcı oldu (MEB, 1992).

2013 yılında güncellenen program, öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılaştıkları sorunları çözmelerini, davranışlarını sorgulamalarını ve bilimsel değerleri benimsemelerini sağlamak için dünyadaki ve ülkemizdeki gelişmeleri ve değişimleri yakından takip etmeyi amaçlamaktadır. Millî Eğitim Bakanlığı'nın 2023 vizyonuna ulaşmak için amaçlanan hedefte matematik, fen ve teknoloji, mühendislik ve diğer ilgili alanlarda iş birliği yapmak çok önemlidir (Çorlu, Adıgüzel, Ayar & Özel, 2012). İlköğretim fen öğretim programları, 2000 yılından bu yana öğrenciyi merkeze alarak tasarlanmıştır. Geleceğin bilim adamları olarak görülmeleri ve deney, gözlem ve proje yapmalarına fırsat verilmesi, öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini, üst düzey düşünme becerilerini ve olaylara eleştirel bir bakış açısıyla bakabilmelerini sağlar.

Son yıllarda ülkemizde ve diğer ülkelerde fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarında farklı ve modern öğretim yaklaşımlarının uygulanması, STEM eğitimi olarak bilinen yeni ve çağdaş bir eğitim anlayışı olarak öne çıkmıştır. Bu nedenle, 2005, 2013 ve 2017 yıllarında Millî Eğitim Bakanlığı Fen Bilgisi Dersi Öğretim Programlarında değişiklikler yaptı. Bu değişiklikler, toplumlarda ihtiyaç duyulan nitelikli insan gücünü yetiştirmeyi amaçlamıştır. Eğitim sisteminin temel bileşeni olan öğretim programlarındaki bu değişiklikler, öğrenci başarısıyla doğrudan ilişkili olduğu için çok önemlidir (Bakırcı & Gülseven, 2018). Fen dersleri ne kadar iyi tasarlanmışsa, öğrencilerin fen bilimlerini öğrenmesi o kadar kolay olacaktır.

Fen eğitiminin başarılı olması için diğer disiplinlerle bağlantılı olması gerekir. Günümüzde, fen eğitimi matematik, teknoloji ve mühendislik gibi diğer alanlardan ayrı düşünülmemektedir. Bu nedenle, birçok ülke ve eğitimci, matematik, fen, teknoloji ve mühendislik gibi alanların bir arada öğretilmesinin önemli olduğunu belirtmektedir (Yıldırım & Selvi, 2017).

Çiftçi ve Topçu (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, okul öncesi öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik zihinsel modelleri ve görüşleri incelenmiştir. Araştırma kapsamında on dört hafta boyunca STEM eğitimine yönelik etkinlikler gerçekleştirilmiş ve öğretmen adaylarının bu eğitim sonrası oluşturdukları zihinsel modeller ile görüşleri odak grup görüşmeleri ve çizimlerle değerlendirilmiştir. İçerik analizi yöntemi kullanılarak yapılan bu değerlendirmede, STEM eğitiminin özellikleri, öğrenme ve başarı, beceri, duyuşsal özelliklerin gelişimi, tasarım ve ürün, tasarım odağı gibi temalar ortaya çıkmıştır. Öğretmen adaylarının STEM eğitimini derslere entegre etme, destekleyici öğretim yöntem ve teknikleri ile ölçme ve değerlendirme yöntemlerine ilişkin görüşleri de üç ana tema altında toplanmıştır. Bu bulgular, öğretmen eğitimi programlarının ve öğrenme ortamlarının yeniden düzenlenmesi için önemli ipuçları sunmaktadır.

2.1.4. STEM Alanında Yapılan Akademik Çalışmalar

Olivarez (2012), 8. sınıfta okuyan 176 öğrenciden oluşan bir örneklem oluşturdu ve STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisini araştırdı. Bu çalışma, deneysel metodoloji kullanılarak yürütüldü ve öğrencilerden 73'ü deney grubu, 103'ü ise kontrol grubu olarak çalıştı. STEM eğitiminin uygulandığı deney grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir matematik, fen ve okuma başarısı farkı vardı. STEM eğitiminin öğrenci başarısına olumlu bir etkisi olduğunu belirtti.

Araştırmanın amacı, ortaokul 7. sınıf Fen Bilimleri dersine STEM uygulamalarının ve tam öğrenmenin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına, sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına, motivasyonlarına, STEM'e karşı tutumlarına ve bilginin kalıcılığına olan etkilerini belirlemektir. Araştırma, karma araştırma yöntemi desenlerinden yakınsayan paralel desenin kullanıldığı ve STEM uygulamalarının öğrencilere anlamlı öğrenme sağladığını buldu. Bu bulgular, uygulamaların öğrencilerin çağdaş becerilerini geliştirdiğini ve grup çalışmalarına

yardımcı olduğunu göstermektedir. Öğretmenlerle yapılan görüşmelerin sonuçlarına göre, öğretmenler STEM uygulamaları hakkında yeterli bilgi ve araçlara sahip değildir.

Hacıoğlu (2017), STEM eğitimi ile ilgili etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel düşünme ve bilimsel yaratıcılık yetenekleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırma, 3. sınıfta eğitim gören öğretmen adayları ile 14 hafta boyunca Fen Öğretimi ve Laboratuvar Uygulamaları dersinde mühendislik tasarımı temelli bir fen eğitimi yaklaşımı kullanılarak yürütüldü. Nitel veriler, sürekli karşılaştırmalı analiz, betimsel analiz ve yarı yapılandırılmış görüşme ve açık uçlu soru formlarından elde edildi. Araştırma, STEM eğitimi temelli etkinliklerin öğretmen adaylarının eleştirel düşünme yeteneklerini ve bilimsel yaratıcılığı geliştirdiğini göstermiştir. Ek olarak, STEM eğitimi temelli etkinliklerin öğretmen adaylarının eleştirel düşünme ve bilimsel yaratıcılığı geliştirebileceğine inandıkları keşfedildi.

Yavuz'un 2019'daki araştırması, STEM içerikli uygulamalarla işlenen ilkokul üçüncü sınıf fen bilimleri dersinin STEM mesleklerine, algılarına ve tutumlarına etkisini belirlemeye yönelikti. Araştırma eylem araştırması olarak tasarlanmıştır. Araştırmaya göre, STEM uygulamaları öğrencilerin STEM mesleklerine olan ilgisini, algılarını ve tutumlarını artırıyor. Sonuçlar, öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarının birbirine bağlı olduğunu ve STEM uygulamalarının eğlenceli olduğunu gösterdi. STEM uygulamalarının öğrencilerin eleştirel düşünme, yaratıcılık, iş birliği yapma ve iletişim gibi 21. yüzyıl becerilerine katkıda bulunduğunu da gösterdi.

Siregar, Rosli, Maat ve Capraro (2019), 1998 ile 2017 yılları arasında STEM uygulamalarının matematik eğitimine olan etkilerini inceleyen 134 araştırmayı incelediler. Çalışmanın sonuçları, STEM uygulamalarının matematiksel başarı üzerine 21. yüzyıl becerilerini geliştirme konusunda umut verici olduğunu göstermektedir. Araştırmaya göre STEM uygulamaları öğrencilerin iletişim becerilerini, problem çözme becerilerini, akademik başarılarını ve ilgilerini artırıyor.

Canbazoğlu ve Tümkaya (2020), ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin fen, mühendislik, matematik ve teknolojinin entegre edilerek uygulandığı herhangi bir

FeTeMM uygulamasını deneyimlememiş olmalarına rağmen, FeTeMM tutum düzeylerini araştırdılar.

FeTeMM tutumlarının "katılıyorum" düzeyinde olduğu, yani iyi düzeyde olduğu ortaya çıkarılmıştır. Öğrencilerin FeTeMM tutumları, cinsiyet, okul öncesi eğitim alma, meslek seçimi ve baba eğitim düzeyine göre farklılık göstermedi. Ancak, anne eğitim düzeyine göre önemli bir farklılık gösterdi.

Kavak (2020), STEM aktivitelerinin çocukların temel bilimsel süreç becerilerini nasıl etkilediğini araştırıyor. Araştırmanın ana hedefi, sorunlarla başa çıkabilen, sorgulayan, araştıran ve yeni fikirler geliştiren bireyler yetiştirmektir. Araştırma grubu 60 ila 72 aylık çocuklardan oluşuyordu. Araştırma, yarı deneysel bir nicel araştırma deseni kullanarak yürütüldü. Deney grubundaki çocuklarla kontrol grubundaki çocuklar arasındaki temel bilimsel süreç becerilerinin önemli ölçüde farklılık gösterdiğini göstermiştir. Araştırma, 60 ila 72 aylık çocukların STEM etkinliklerinin temel bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini ortaya koydu.

STEM ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, STEM ile ilgili en fazla ortaokul öğrencisine yönelik araştırmaların yapıldığı görülüyor. STEM, öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve bilimsel yaratıcılık becerilerine göre incelenmektedir. Literatürdeki araştırmalar, STEM uygulamalarının eleştirel düşünme, problem çözme ve bilimsel yaratıcılık becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir (Alan, 2017; Hacıoğlu, 2017; Hebebci, 2019; Tabaru, 2017; Kavak, 2020; Yıldırım, 2016). Çalışmalar, öğrencilerin STEM bileşenlerine ilişkin tutumlarını ve STEM algılarını incelemektedir. Araştırma sonuçlarına göre, STEM bileşenlerine ilişkin öğrencilerin uygulamalar sonucunda olumlu bir tutum geliştirdikleri görülmektedir (Alan, 2017; Canbazoğlu ve Tümkaya, 2020; Yavuz, 2019; Yıldırım, 2016).

Olivarez (2012); Yıldırım (2016); Tabaru (2017) ve Hebebci (2019), STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemiştir. Bu araştırmaya göre STEM uygulamaları öğrencilerin akademik başarılarını artırıyor. Bunun yanında, araştırmalar, STEM uygulamalarının bilginin kalıcılığına, öğrencilerin motivasyonuna ve matematik eğitimine olumlu etkileri olduğunu göstermektedir (Siregar ve diğerleri, 2019; Yıldırım, 2016).

STEM ile ilgili araştırmalar, öğrencilerin kariyerlerine olan ilgilerini, mesleki gelişim faaliyetlerini ve kariyer yönelimlerini incelemiştir. Araştırmaya göre STEM ile ilgili etkinliklerin uygulanması, öğrencilerin STEM bileşenlerine olan ilgilerinin ve kariyer hedeflerinin arttığını göstermektedir (Hebebci, 2019; Yavuz, 2019).

2.2 Robotik Kodlama ve Arduino

2.2.1. Robotik Kodlama

Gelişen teknolojinin sunduğu ekonomik avantajlar ve öğrencilere kazandırdığı beceriler göz önüne alındığında, robotik kodlama eğitimi gelecek nesillere öğretilmelidir (Akman Selçuk, 2019). Sonuç olarak, öğretim programlarında robotların kullanımı, kodlama ve programlama, web tabanlı programlama gibi derslerin yer aldığı görülmektedir. Buna ek olarak, fen bilimleri derslerinde robotik uygulamaları yer alır. Bu, kodlama ve robotik hakkında öğrenilenleri uygulamaya dönüştürme potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir (Akçay, 2018). Ortaokul bilgisayar bilimi dersi öğretim programlarının amacı, öğrencilerin programlama konusunda teknik bilgi edinmeleri, en az bir programlama dili becerisine sahip olmaları ve robot programlama temellerini öğrenmeleridir (MEB, 2018b).

"Robot" kelimesinin etimolojisi ve anlamı 1921'de ortaya çıkmıştır. Çekçe'de, "mecburi hizmet, angarya, köle emeği" anlamına gelir. Çek oyun yazarı Karel Čapek, yazdığı bir bilimkurgu hikâyede "Rossum'un Evrensel Robotları (RUR, Rossum's Universal Robots)" başlığını kullanarak robot kavramını günümüzde yeniden canlandıran ilk kişi olmuştur. 1939 yılında Westinghouse şirketi, bir mekanik insan ve köpek tasarlayarak robot kavramını gündelik hayatımıza daha fazla soktu. 1940'lı yıllara gelindiğinde, bilim kurgu yazarı Isaac Assimov, robotları fiziksel olarak insanların otomasyonu olarak görüyordu ve robotların sorumluluklarını aşmasını engellemek için belirli etik kurallar koyuyordu. Isaac Assimov, "Robotik Bilimi" terimini ilk kez bu ahlaki standartlara uygun robotlar oluşturmak için kullandı (Akçay, 2018).

Amerikan Robot Enstitüsü, robotu "malzemelerin, parçaların ve araçların hareket ettirilebilmesi için tasarlanmış olan çok fonksiyonlu ve programlanabilir manipülatör veya farklı görevleri yerine getirebilmek için değişken programlı

hareketleri gerçekleştirebilen özel araç" olarak tanımlıyor (Akçay, 2018). Robotlar, programlama veya bilgisayar tarafından kontrol edilen ve kendi başına çeşitli görevleri yerine getiren elektromekanik araçlardır (Su, 2019). Robotlar, farklı özelliklerdeki sensörler yardımı ile çevresinden bilgi alabilir ve bu bilgiyi analiz ederek hedeflerine göre çıktılar üretebilir (Esgil, 2019).

Robotlar çok çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır. Ayrıca eğitim, sanayi, endüstri, tıp ve çoğunlukla mühendislik alanlarında da kullanılmaktadır. Özellikle gelişen teknolojinin eğitimde kullanılmaya başlamasıyla kodlama eğitimi vermeye başlandı ve bu da robotların eğitimde kullanılmasına yol açtı (Erdoğan, 2019; Esgil, 2019).

Çağın getirdiklerine uygun olarak, bilgi ve teknolojinin sürekli gelişimi ve yenilenmesi ile zorluklarla başa çıkma yöntemleri de değişmiştir. Yeni zorluklarla karşı karşıya olduğumuz bu çağda, yeni çözümler ortaya çıkmıştır. Bu çözüm yöntemlerinin öğrencilere okullarda öğretilmesi gerekmektedir. Robotlar, öğrencileri günlük yaşamda karşılaştıkları zorluklara karşı eğitmek için sınıf ortamında bilgisayarlar, elektronik cihazlar ve oyunlarla eğitmektedir. Robotların teknolojiye dayalı öğretimde kullanılması, öğrencilerin yaratıcılığını, iş birliğini ve öz birliği geliştirmesine yardımcı olabilir. Öğrencileri ve öğretmenleri iş birliği içinde çalışmaya teşvik ederek öğrenme, keşif ve icat yapmaya teşvik eder. Geleneksel öğretim yöntemlerinden farklı olarak, eğlenceli ve kapsamlı bir araçtır. Dinamik teknolojinin kullanılmasına izin verir ve yenilikçidir. Robotlar, yeni eğitim ortamları yaratır. Ek olarak, öğrencilerin bilişsel becerilerini ve yeteneklerini geliştirir (Hu, 2019; Junior, Neto, Hernandez, Martins, Roger ve Guerra, 2013). Eğitimde robotlar, somut materyallerin soyut bir ortamda davranışlarını kontrol edebilmelerini sağlar (Alimisis, 2012).

Robotlar, algılama, planlama ve hareket etme yeteneğine sahip makinelerdir. Robotik, robotların yapımı, tasarımı ve geliştirilmesi ile ilgili bilim dalıdır (Akman Selçuk, 2019). Robotik projelerin ve etkinliklerin öğrenme sürecinde oynadığı roller iki farklı kategoriye girer. Birincisi öğrenme nesnesi olarak robotiktir, ikincisi ise öğrenme aracı olarak robotiktir. Robotik, bir öğrenme nesnesi olarak bilim dalını kendi içinde öğrenmeyi ifade eder. Yani yapay zekâ, programlama, tasarım ve robot yapımı gibi robotik bilimleri öğrenmeyi amaçlar. Öğrenme aracı olarak robotik, öğrencilere dersleri öğretmek için robotik kullanımını ifade eder. Bu kapsamda

genellikle fen, matematik, BT ve tasarım gibi derslerde ve tüm sınıf seviyelerinde kullanılır. Robotik, proje tabanlı öğrenmede ve disiplinler arası öğrenmede harika bir araçtır (Alimisis ve Kynigos, 2009).

Robotlar dersleri eğlenceli hale getirir, motivasyonu artırır, ilgi çekicidir ve öğrencilere sorunları çözme yeteneği ve özgüven kazandırır. Hayal gücünü geliştirir ve yaratıcı ve yenilikçi düşünmeyi teşvik eder. Grup çalışması, iş birliğini artırır. Disiplinler arası bir yapısı nedeniyle teknolojiye olan ilgiyi artırır ve matematik ve tasarım süreçlerinde yetenek ve becerileri geliştirir. Ayrıca sürekli öğrenme sağlar. Robotik etkinliklerin kullanıldığı dersler, probleme dayalı, tasarım temelli ve yaparak yaşayarak öğrenme ortamı sağlar. Robotik ile öğrenciler dener, hata yapar ve düzenlemeler yapar. Öğrenciler öğrenirken sürekli olarak aktiftir. Bu nedenle robotik eğitim, sonuçtan ziyade sürece odaklanan öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı sağlar. Taylor ve Baek, 2017; Barak ve Assal, 2016; Catlin, 2012; Cejka, Rogers ve Portsmore, 2006; Chebotareva ve Gavrilova, 2019; Ching, Yang, Wang, Baek, Swanson ve Chittoori, 2019; Eguchi, 2017; Jung, Lee, Cherniak ve Cho, 2019; Oh ve Lawson, 2020; Peixoto, Castro, Blazquez, Martin, Sancristobal, Carro ve Plaza, 2018; Taylor ve Baek, 2017; Chebotareva ve Gavrilova, 2019; Ching, Yang, Wang Bütün bunlardan yola çıkarak, robotik eğitimin yapılandırmacı yaklaşımın temelini oluşturduğu söylenebilir. Bu nedenle Piaget ve Papert'in çalışmaları, eğitimde robotik araçların kullanılmasını temellendirir. Piaget ve Papert'e göre, öğrencilerin aktif bir şekilde öğrendikleri ve öğrendikleri her şeyin kendileri için anlamlı olduğundan emin oldukları takdirde, öğrenciler en iyi öğrenmeyi başarabilirler (Kucuk ve Sisman, 2018).

Robotik, problem çözme yeteneğini önemli ölçüde geliştirir. Bir robot tasarlarken bir bilim insanı gibi düşünerek bir probleme çözüm bulmaya çalışan öğrenciler, kodlama veya tasarım aşamalarında karşılaştıkları sorunlara da çözüm bulmaya çalışır (Aksu, 2019; Şimşek, 2019).

İnsanlar bir sorunu çözmek için birbirleriyle iletişim ve etkileşim kurarlar, ancak farklı diller konuşan bireylerin birbirleriyle iletişim kurmalarında sorunlar ortaya çıkabilir. Bilgisayar da aynı durumdadır. Sonuç olarak, insanlar bilgisayarlardaki bu sorunu çözmek için "kod" üretirler. Bilgisayarların birbirleriyle "iletişim kurmasını" sağlayan kodlar ortak dildir. Yazılı formül olarak girdilerin bulunmasının yanı sıra sensörler kullanarak veri toplanabilir ve "robotlar" gibi

hareketli nesneler üzerinde kontrol sağlanabilir. Kullanıcı, kod, devre ve bunları birleştirme yeteneğine sahipse bir robot yapabilir. Kodlama ve robotik, bilgisayarların ve teknolojinin hızla gelişmesiyle giderek daha önemli hale geliyor. Bu nedenle kodlama eğitiminin önemi artıyor (Şimşek, 2019).

Programlama ve kodlama terimleri birçok ülkede aynı şeydir (Balanskat ve Engelhardt, 2015; Karaman, 2019; Kılıç, 2019). Bununla birlikte, programlama temel olarak kodlamadan daha geniş bir terimdir ve farklı kavramlar içermektedir (Lye ve Koh, 2014; Şenol, 2019). Kodlama, bilgisayar, uygulama veya akıllı cihazların ne yapması gerektiğini söylemek olarak tanımlanabilir (Özer Şanal ve Erdem, 2017). Kod bloklarının yazılma sürecinin tamamı programlama olarak adlandırılır (Akçay ve Çoklar, 2016). Tanımlardan da anlaşılacağı gibi, kodlama programlamanın sadece bir parçasıdır.

Günümüzde programlama denildiğinde akla Java, C++ ve C# gibi üst düzey programlama dilleri gelir. Kodlama denildiğinde ise Scratch ve Kodu Game Lab gibi kodlama araçları gelir. Bu programlama dillerinin aksine, bu araçların arayüzleri ve kullanımı çok daha eğlenceli ve basit. Bu nedenle, çocukların öğrenebileceği, ilgilerini çekebileceği ve isteklerini artırabileceğinden, daha sonra daha üst düzey programlama dillerini öğrenmeye daha istekli olacaklardır (Şenol, 2019).

Bilgi işlemsel düşünme (BİD) becerisini geliştirmek, programlama ve kodlama eğitiminin amaçlarından biridir. Ancak, Alsancak Sırakaya'ya (2019) göre bu eğitimin çok sayıda faydası vardır. Bu programların basit arayüzleri sayesinde makine dilinden ziyade günlük konuşmaya uygun kodlama yapılabilir. Sonuç olarak, kodlama becerileri öncelikle dil öğrenme becerilerine dayalı olsa da kodlama becerileri artık problem çözme becerilerine dayalı olacaktır. Bununla birlikte, problem çözme yeteneğini geliştirir ve soyutlama ve çözümleme becerilerini geliştirir (Bers, 2021; Özer Şanal ve Erdem, 2017; Şenol, 2019). 21. yüzyılda kodlama yeteneği çok önemlidir (Çam, 2019; Numanoğlu ve Keser, 2017). Teknoloji okuryazarı bireyler yetiştirir ve matematiksel düşünme yeteneklerini geliştirir (Ünsal, 2019). Öğrencilerin yaratıcılığını geliştirmelerini sağlar (Bers, 2021; Pinto ve Escudeiro, 2017). Kodlama, öğrencilerin neden-sonuç ilişkileri kurmasına yardımcı olur (Aksu, 2019). Kodlama konusunda bilgi sahibi olmak yeni kariyer fırsatları da sunar. Günümüzde, gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler

kodlama eğitimine büyük önem vermektedir. Bunun nedeni, daha önce üretime dayalı büyümenin teknoloji tabanlı endüstriye bağlı olmasıdır. Dolayısıyla kodlama becerilerine sahip kişilerin yetiştirilmesi ve istihdam edilmesi, ülke ekonomisinin büyümesi ve gelişmesi için de giderek daha önemli hale geliyor (Aytekin, Sönmez Çakır, Yücel ve Kulaözü, 2018). Kodlama öğrenen bireyler hem teknolojik ürünlerin tüketicisi hem de üretici olarak hizmet ederler (Stevens ve Verschoor, 2017). Kodlama öğrenmek çok önemli olduğu için çocukların kodlama eğitimine başlamaları önem arz etmektedir (Çavdar, 2018). Kodlama eğitimi, dünyanın birçok ülkesinde çocuklara erken yaşta verilmeye başlıyor. Genelde ortaokul seviyesinde verilse de son zamanlarda ilkokullarda da verilmektedir (Akman Selçuk, 2019).

Kodlama eğitiminin erken yaşlarda verilmesi öğrencilerin analitik düşünme becerilerini geliştirir ve bilgi teknolojilerine olan yatkınlığını artırır, ancak burada öğrencilere verilen eğitimin niteliği dikkat edilmesi gerekir. Çünkü yapılan araştırmalar, akademik eğitim alan çocukların kısa vadede daha başarılı oldukları ancak oyun yoluyla öğrenen çocukların daha uzun süre başarılı olduğunu göstermiştir (Şahin, 2019). Bu konuda MEB çalışmaları vardır. Mühendislik uygulamaları, disiplinler arası etkileşimi artırmak için yeni öğretim programına dahil edildi. Dördüncü sınıftan sekizinci sınıfa kadar her kademede fen ve mühendislik uygulamaları eğitim programında yer almaktadır. MEB, 2018'a, Türkiye'de, fen ve mühendislik alanlarında çalışmak için gerekli olan ortamı sağlamak için birçok okulda atölyeler kurulmuştur. Kodlama da bu atölyelerden biridir. Bu atölyelerde öğrenciler basit kodlama ve basit uygulamalar yapabilirler. Bununla birlikte, kodlamanın sadece mühendislik eğitimi için gerekli olduğu düşünülmemelidir. Öğrencilerin tasarım, kodlama ve bilgisayar kullanımı becerileri kodlama ile geliştirilir (Başaran, 2018).

Kodlama eğitiminde robotik araçlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Robot tasarlarken öğrenciler hem kodlama öğreniyor hem de algoritma mantığı öğreniyor. Kodlama eğitiminde robotların kullanılması, öğrencilerin kodlarını uygulamalı olarak test etmelerini sağlar. Uygulamalı öğrenme, bilindiği gibi öğrenciler için daha uzun vadeli öğrenme sağlar. Sonuç olarak, kodlama eğitimde hem kodlama hem de fen ve matematik gibi diğer dersleri öğretmek için bir araç olarak kullanılmaktadır (Şahin, 2019).

Robotik kodlama iki şekilde yapılır. Bunlardan birisi sıfırdan yapmak, diğeri ise hazır kitlerden yardım almak anlamına gelir. Kitler eğitimde, özellikle küçük yaş gruplarında çok daha yaygındır. Robot kitleri, programlanabilir mikro denetleyiciler, motorlar, çeşitli sensörler ve robotu programlamak için gerekli olan yazılım gibi çeşitli işlevsel araçlar içerir (Vandevelde, Saldien, Ciocci ve Vanderborght, 2013). Arduino, bu kitlerin bir örneğidir. Bu kitler blok tabanlı kodlama ve sürükle bırak mantığı ile çalışır. Dolayısıyla, küçük çocukların kodlama öğrenmesini kolaylaştırır ve kullanımı basittir (Esgil, 2019).

2.2.2. Arduino

Arduino, açık kaynaklı bir mikrodenetleyicidir (Hertzog ve Swart, 2016; Pan ve Zhu, 2018; Savasgard, 2014; Yıldız, 2020). Beug'a (2012) göre mikro denetleyici, belirli görevleri yerine getirmek için tasarlanmış küçük bir bilgisayar kartıdır. 2003 yılında İtalya'da beş arkadaş (Massimo Banzi, David Cuartilles, Tom Igoe, Gianluca Martino ve David Mellis) tarafından geliştirilen Arduino, ucuz ve herkesin kullanabileceği işlem gücüne sahip bir donanım ve yazılım kümesidir (Barrett, 2010). Arduino, geliştirme ortamına ve çıkış kartına dayanan fiziksel bir bilgi işleme platformudur (Banzi, 2011). Bu nedenle, basit gibi görünen elektronik ve programlama, bu konularda hiçbir bilgisi olmayan kişiler tarafından bile kolayca kullanılabilir (McRoberts, 2013). Arduino, açık kaynaklı olduğundan, herkes onu geliştirebilir ve kullanabilir (Hertzog ve Swart, 2016; Junior ve diğerleri, 2013).

Arduino, mühendisler, sanatçılar ve tasarımcılar için kullanışlı bir mikro denetleyici olarak tasarlanmıştır. Programlama dili bilen veya bilmeyen herkes kullanabilir (Banzi, 2011; Craft, 2013; Schmidt, 2011). Arduino, uygun fiyatlı ve basit kullanımıyla öğrenciler için de oldukça uygundur. Bu araç, öğrencilere temel elektronik ve programlama eğitimi verirken temel dersleri de öğretebilir. Sonuç olarak, Arduino eğitimde ve eğitim kurumlarında en yaygın olarak kullanılan mikro denetleyicilerden biridir (Pajankar, 2018). Bununla birlikte, Arduino endüstriyel üretim, sağlık, madencilik, trafik izleme, mimarlık, elektrik, tamir ve tıp gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Banzi, 2011; Pajankar, 2018; Evans, 2011).

Arduino, açık kaynaklı olması ve uygun fiyatlı olması nedeniyle herkes tarafından erişilebilir olmalıdır. Arduino ile mikro denetleyiciler, Arduino'dan önceki popüler markalardan çok daha ucuzdur. ATmega168 ilk olarak Massimo Banzi ve Casey

Reas tarafından geliştirildi. 2003 yılında Massimo Banzi, David Mellis ve David Cuartielles, ATmega168 mikro denetleyiciye wiring desteği ekleyerek kaynak kodunu Arduino'ya çevirdiler. Tom Igoe ve Gianluca Martino daha sonra gruba katıldı ve Arduino'yu geliştirerek ticari bir marka haline geldi (Melgar ve Diez, 2012). Kullanıcılar bu özelliklerinden dolayı Arduino'yu çok seviyorlar (Kubínová ve Šlégr, 2015; Pajankar, 2018).

Arduino'ya bu kadar ilgi duymanın birçok nedeni vardır. Bu nedenlerden bazıları aşağıdaki gibidir:

- Arduino, açık kaynaklı bir kaynaktır. Açık kaynaklı olması, geliştirilen projelerde telif ücreti ödemeden proje üretme ve satmayı sağlar (Banzi, 2011; Hertzog ve Swart, 2016; Jamieson, 2011; Pajankar, 2018; Pan ve Zhu, 2018; Sinap, 2017).
- Arduino ile geliştirilen projeler topluluklarla paylaşılabilir ve daha hızlı gelişim sağlanır (Banzi, 2011; Pan ve Zhu, 2018; Hertzog ve Swart, 2016).
- Arduino için ücretsiz yazılımı bulabilirsiniz. Ayrıca çok uygun fiyatlı Arduino kartları satın alabilirsiniz (Agatolio ve Moro, 2017; Banzi, 2011; Jamieson, 2011; Pan ve Zhu, 2018; Hertzog ve Swart, 2016).
- Arduino kullanımı basit. Elektronik ile yeni tanışan bireyler bile ürün tasarlama ve programlama konusunda ustadır (Hertzog ve Swart, 2016; McRoberts, 2013; Pan ve Zhu, 2018; Sinap, 2017).
- Arduino yazılımı olan IDE, çeşitli platformlara uyumludur. IDE, Windows, Mac OSX ve Linux ile uyumludur (Banzi, 2011; Hertzog ve Swart, 2016; Jamieson, 2011; Pajankar, 2018; Pan ve Zhu, 2018).
- Ek olarak, Arduino için çeşitli programlama ortamları (Arduino IDE, Scratch for Arduino, Snap for Arduino; mBlock vb.) mevcuttur (Agatolio ve Moro, 2017).

Arduino'nun bazı avantajları ve dezavantajları vardır. Bunlar aşağıdaki gibidir:

- Arduino mikro denetleyicileri on bitlik bir çözünürlüğe sahiptir. Bu nedenle karmaşık ve bileşik görevleri yerine getiremez. Arduino, daha iyi bir cihazın daha yüksek çözünürlüğe sahip olması nedeniyle bu durumlarda uygun bir seçenek olmayabilir (Edward, 2020).

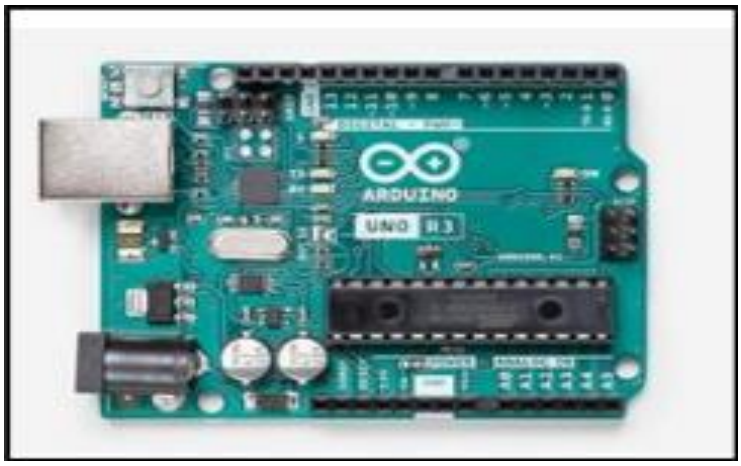
- Arduino’da hata ayıklayıcı yoktur. Bu nedenle kontrol dosyalarının kontrol edilmesi mümkün değildir. İyi takip edilmediğinde, hataların tespiti ve çözümü zorlaşır (Edward, 2020).
- Arduino programlama dili C ve C++'dır. Edward'a (2020) göre, temel C ve C++ bilgisi olanlar için daha kolay olacaktır.
- Arduino'nun hafızası sınırlıdır. Bu nedenle çok az sayıda bilgi depolayabilir. Arduino belleği 32 kilobayt ve RAM'i 2 kilobayttır. Bu nedenle, özel ve gelişmiş projelerde kullanılması zor olabilir (Edward, 2020; Savasgard, 2014).
- Arduino kartları için sınırlı pin sayısı vardır. Sonuç olarak, belirli projeler harici bir entegre devre gerektirebilir (Savasgard, 2014).
- Arduino kartları çok çeşitlidir ve bunlar gittikçe artıyor. En popüler Arduino kartı Arduino Uno'dur (Bell, 2013; Craft, 2013; Ersin, 2015). Arduino Uno, Arduino Leonardo, Arduino Due, Arduino Yun, Arduino Tre, Arduino Micro, Arduino Robot, Arduino Esplora, Arduino Mega ADK, Ethernet, Arduino Mega 2560, Arduino Mini, Arduino LilyPad USB, LilyPad Arduino Simple, LilyPad Arduino SimpleSnap, Arduino Nano, Arduino Pro Mini, Arduino Pro ve Arduino Fio dahil olmak üzere çeşitli Arduino Şekil 2. 3 çeşitli Arduino kartlarını göstermektedir.



Şekil 2. 3 Arduino Kart Çeşitleri (Eraytaç, 2019)

Arduino ailesinin ana üyesi Arduino Uno'dur (Şekil 2. 4). Özellikle yeni başlayanlar için Arduino Uno önerilir. ATmega328 mikrodenetleyicisinin temelini oluşturan Arduino Uno, 16 MHz hızında çalışır. Arduino Uno ayrıca 32 KB flash belleğe ve

2 KB SRAM'a sahiptir. Üzerinde altı analog giriş pini (A0-A5) ve on dört dijital giriş/çıkış pini bulunmaktadır. Bu on dört dijital pinin (0-13) altısı PWM çıkışı olarak kullanılabilir. Arduino Uno, güç giriş pinleri (USB, DC, AC) veya DC barrel konektörü kullanılarak güç sağlanabilir. Arduino üzerindeki dijital pin 13'e bağlı haldeki "yardımcı program" kartında LED ve sıfırlama düğmesini çalıştırabilirsiniz. Arduino Uno, diğer Arduino modellerinden farklıdır çünkü USB denetleyicisine sahiptir. Bu özellik sayesinde cihazın herhangi bir bilgisayara bağlandığında tanınması daha kolaydır. Kartın arabirimi için bir yazılım sürücüsü yüklemek, önceki Arduino sürümleri için gereklidir (Bell, 2013; Craft, 2013; Edward, 2020; Savasgard, 2014; Schmidt, 2011; Pan ve Zhu, 2018; Ünver, 2017). Arduino Uno 12V'ye kadar güç alabilir. Bu nedenle 12V'den fazla akım kullanmamak gerekir. Bu aşırı ısınmaya yol açabilir. 20V veya daha yüksek akım kullanımında Arduino Uno kartı tahrip olacaktır. Kart ayrıca GND, 5V ve 3.3V pinleri içerir. GND topraklama pini olarak kullanılır. 5V ve 3.3V pinleri ise projeler için gerekli olan voltajları sağlar. Klasik piller de güç kaynağı olarak kullanılabilir, ancak bunun bir dezavantajı, kartın sık kullanılması halinde piller çok çabuk bitebilir (D'Ausilio, 2012; Güven ve Kozcu Çakır, 2020; Olsson, Gaetano, Odhner ve Wiklund, 2008; Savasgard, 2014).



Şekil 2. 4 Arduino Uno Kartı (https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3 17.04.2024)

Arduino Uno, Arduino Mega ile karşılaştırılabilir. Arduino Mega, diğerlerinden daha fazla pin ve daha fazla belleğe sahiptir. Ayrıca, sağ tarafına üç ek konektör eklenerek Arduino Mega'nın genişletilebilir özelliği vardır. Ayrıca, Arduino'nun sahip olduğu temel özellikler aynıdır (Wheat, 2011). Arduino Uno gibi diğer

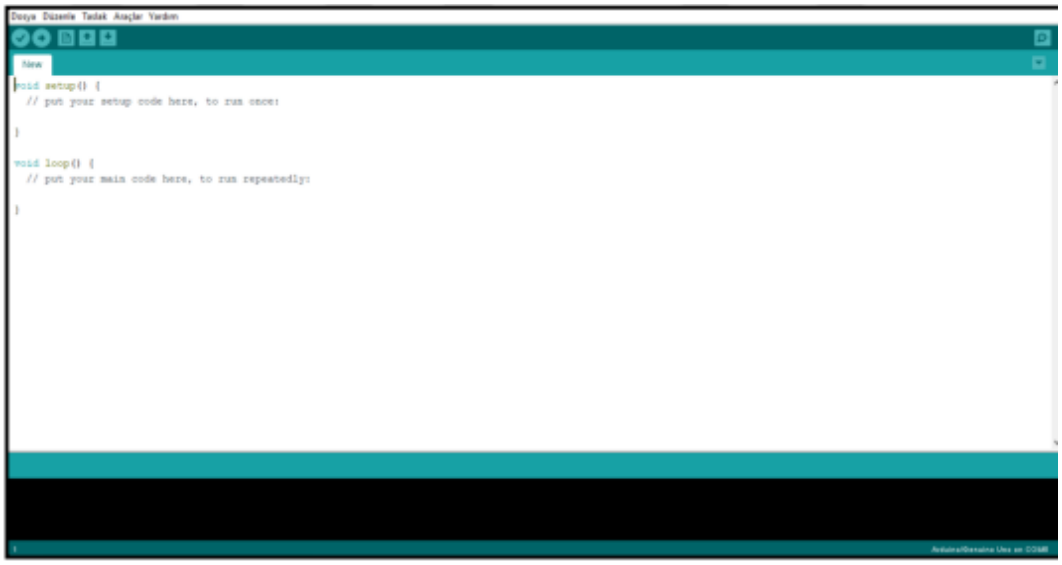
Arduino cihazları ve sensörlere bağlanarak belirli komutlar verebilirsiniz. Örneğin, Arduino'ya bağlanan bir sensör, algılanan değerin önceden belirlenen eşik değerin üzerinde veya altında olmasına göre ışığı açıp kapatmayı ayarlayabilir.

2.2.2.1. Arduino IDE

IDE, Arduino devre elemanlarını eklemek ve kod yazmak için kullanılan bir ortamdır. Projelere başlamadan önce, Arduino IDE'yi bilgisayara kurmak gerekir; pek çok farklı işletim sistemi ile uyumludur (Gibb, 2010; Schmidt, 2011). Sonuç olarak, kullanılacak IDE'yi seçmek çok önemlidir. Aksi takdirde yükleme gerçekleşmeyecektir. IDE seçmek ve bilgisayara yüklemek için www.arduino.cc web adresini ziyaret edin. Bu süreç zaman alabilir. Daha sonra bilgisayara indirilmiş olan zip klasörü açılarak istenilen yere kaydedilir. Ardından Arduino. Kurulum, EXE dosyasını açtıktan sonra başlatılabilir. Projeler, kurulumun tamamlanmasından sonra IDE tarafından hazırlanır (Herger ve Bodarky, 2015).

Arduino IDE'yi açtığınızda, içindeki kod "eskiz" olarak adlandırılır. Bunlar C++ dilinde yazılmıştır. Bu nedenle, Arduino IDE, önceden C veya C++ bilgisi olmayan kullanıcılar için IDE'yi öğrenmek çok daha kolay olacaktır. Bununla birlikte, Arduino IDE'nin geliştirilme amacı, daha önce C veya C++ bilgisi olmayan kullanıcılar için IDE'yi öğrenmeyi kolaylaştırmaktır (McRoberts, 2013).

Arduino IDE'de açılan ilk ekranda, void setup () ve void loop() olarak bilinen iki boşluk işlevi yazılabilir (Şekil 2. 5). İşlev ilk olarak void setup () metodunun içine yazılır. void setup() işlevi, yalnızca bir kez çalıştırılmak istenen işlemler için kullanılabilir. Arduino ilk başladığında, resetlendiğinde veya kapatıldığında yalnızca bir kez çalışır. Bununla birlikte, void loop () sürekli tekrarlanacak işlemler için kullanılır. void loop() işlevi, kütüphaneleri kullanarak değişkenleri ve pin modlarını tanımlar. void loop() işlevi Arduino'dan istenen işlemleri yazarken void setup() işlevi başlatma adımları için kullanılır (Sinap, 2017). Bununla birlikte, bu kodları yazmak için Arduino kod blokları kullanılabilir. Arduino'yu blok kodlarla kodlamak için mBlock programı kullanılabilir. Piedade'ya (2019) göre, bu tür programlarda kod blokları, öğrencilerin doğru bloğu seçmelerini kolaylaştıracak renkli kategoriler şeklinde düzenlenmiştir.

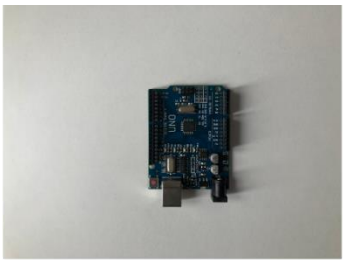


Şekil 2. 5 Arduino IDE Başlangıç Ekranı

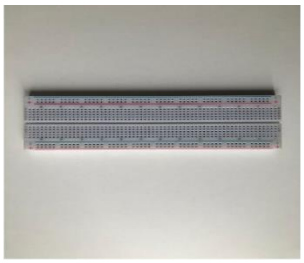
2.2.2.2. Arduino Ekipmanları

Arduino'nun sunduğu modüler yapı ve geniş kapsamlı sensör, aktüatör ve diğer bileşen çeşitliliği, eğitimcilerin ve öğrencilerin çeşitli projeleri kolaylıkla hayata geçirmesine olanak tanır. Kullanılan ekipmanların her biri, çevresel verilerin toplanması, analizi ve uygulanabilir çözümlerin geliştirilmesi süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Ayrıca, Arduino'nun entegrasyonu, öğrencilerin hem teorik bilgi birikimini hem de pratik becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur, böylece çevre bilinci ve mühendislik tasarım süreçlerine dair kapsamlı bir anlayış kazanmalarını sağlar.

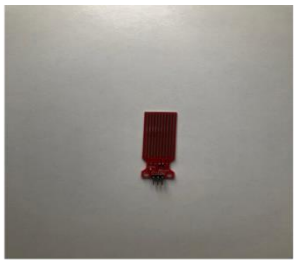
Arduino tabanlı projeler, gerçek dünya problemlerine yönelik çözümler üretebilmek adına farklı sensörler ve modüllerle desteklenir. Örneğin, sıcaklık, nem, ışık ve hava kalitesi sensörleri, çevresel parametrelerin izlenmesi ve değerlendirilmesinde kullanılırken; motorlar ve LED'ler gibi aktüatörler ise çevreye duyarlı otomasyon sistemlerinin oluşturulmasında kritik öneme sahiptir. Şekil 2. 6 ve Şekil 2. 7'de tez çalışması kapsamında uygulanan projelerde sıkça kullanılan Arduino ekipmanlarının görselleri sunulmuştur.



Arduino Uno



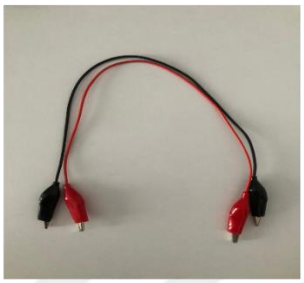
Devre Kurulum Tahtası



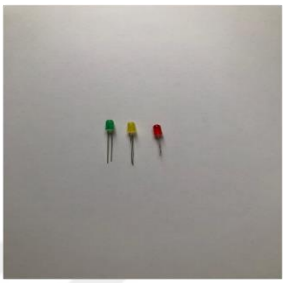
Su Seviyesi Sensörü



Jumper Bağlantı Kabloları



Krokodil Bağlantı Kablosu



Led

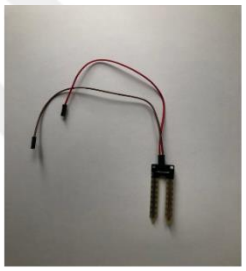
Şekil 2. 6 Kullanılan Bazı Arduino Ekipmanları



DC Su Motoru



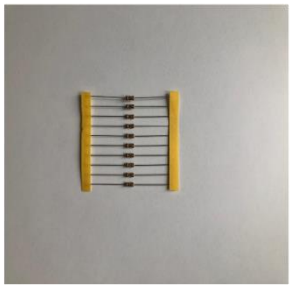
Servo Motor



Toprak Nem Sensörü



Arduin-PC Bağlantı Kablosu



Direnç

Şekil 2. 7 Kullanılan Bazı Arduino Ekipmanları

2.3 Fen Bilgisi Öğretiminde STEM ve Sürdürülebilir Çevre Eğitimi

2.3.1 Doğal Çevre ve İnsan

Big Bang teorisine göre evren yoğun ve kompakt bir noktada madde ve enerji kaynağının patlaması sonucunda oluştu (Krebs, 2006). Güneş ve Dünya yaklaşık 5 milyar yıl önce oluştu ve ilk mikroplar 3 ila 3,5 milyar yıl önce ortaya çıktı. Günümüzden 70 milyon yıl geriye gidildiğinde dinozorlar görülmüş ve 5 milyon yıl geriye gidildiğinde insanın ilk ataları görülmüştür (Gedik, 1998). Homo sapiens, 40.000 yıl önce dünyanın her yerine yayılmıştır (Brazier, 2018). Dünyanın Orta Kuşak Bölgesinde M.Ö. 8000 ile 6500 arasında meydana gelen tarım devrimi, insanların dünya çapında doğaya yön vermeye başlamasını sağladı (McNeill, 2002). 18. yüzyıla gelindiğinde, tarım ve yazı devrimlerinin yarattığı bilgi zenginliği sanayi devrimine yol açtı. Teknoloji, Sanayi Devrimi sonrası hızla gelişti (Güven, 2016). Günün çevresel felaketleri, büyük çaplı fabrikalar, otomobiller, uçaklar, gemiler ve diğer teknolojik gelişmeler nedeniyle doğaya verilen zararın artmasıyla ortaya çıktı. Özellikle son zamanlarda, bu felaketleri önlemek için çeşitli girişimler yapılmıştır. Belki de bu çabalardan en önemlileri eğitim alanında gerçekleştirilmiştir. Çünkü eğitim, çevreye duyarlı ve bilinçli insanlar yetiştirir. Bu, mevcut sorunları çözmek ve gelecekte yeni sorunların ortaya çıkmaması için önlem almak anlamına da gelir.

2.3.2 Çevre Eğitimi

Teknolojik ilerleme ve endüstrileşme insan yaşamını kolaylaştırırken doğal dengeyi bozmaktadır. Hava, toprak ve su kirliliği gibi ekosistemin çeşitli bölümlerinde ortaya çıkan sorunlar, birçok sorunu da beraberinde getirmiştir. Asit yağmurları, türlerin yok olması ve küresel ısınma gibi büyük yıkımlar meydana getirdi (Öztürk, 2013). Eğitim, doğayı koruma bilinci geliştirmenin tek yoludur. Çevre eğitimi, insanların doğayı koruma konusunda olumlu bir bakış açısına sahip olmalarını sağlar. Eğitim ve öğretim, çevre sorunlarına uzun vadeli çözümler üretmek için çok önemlidir (Uzun ve Sağlam, 2006). Çevre eğitimi programları, çevre konusunda farkında olan ve çevresel sorunların çözümüne bir paydaş olarak katılan bireyler yetiştirmek için kullanılmalıdır. Bu tür uygulamalar, çevre eğitimi ayrı bir programda veya program içinde yer alan derslerde bütünleşik olarak

gerçekleştirilebilir. Bununla birlikte, eğitim sürecinin ve programların değerlendirilmesi, bu uygulamaların ne kadar etkili olduğunu belirlemek ve iyileştirmeler yapmak için gereklidir. Bununla birlikte, yirminci yüzyılda bu rekabetin insanlığın olumsuz bir şekilde etki görmeye başladığı görülmektedir. Çevre felaketleri arasında aşırı nüfus artışı, fosil yakıt tüketimi, savaşlar ve çevrenin yanlış ve aşırı kullanımı yer almaktadır. Bu bozulmanın nedeni olan biz insanların çevreye daha fazla bilinçlenmesi, bozulan çevre dengesinin yeniden düzenlenmesine yardımcı olabilir. Sonuç olarak, çevre eğitimi, doğada meydana gelen sorunlara karşı en etkili koruyucu önlemdir (Gülay ve Öznacar, 2010). Diğer taraftan, doğal kaynak kullanıcılarının ve geleceğin liderlerinin bugünün çocukları olması çok önemlidir. Bu nedenle, gelecekteki olumsuzlukları önlemek için çevre eğitimi ve çevreye duyarlı bireyler yetiştirmek çok önemlidir (Brause ve Wood, 1993). Sonuç olarak, çevre eğitimi her öğretim aşamasında gereklidir (Gülay ve Öznacar, 2010).

2.3.2.1 Ortaokulda Çevre Eğitimi Amaçları

Çevre eğitimi hem sağlıklı yaşama ve sorumluluk alma eğitimi hem de içinde yaşadığı çevreye duyarlı ve bilinçli bir eko birey oluşturma eğitimidir. Buna ek olarak, sürdürülebilir yaşam, toplumsal refah ve dünya çapında barışa yardımcı olur (Önal ve diğerleri, 2017).

Bilgi: Çevre ve çevre sorunları hakkında çeşitli deneyimler edinerek bireylerin ve sosyal grupların temel bir anlayış geliştirmelerine yardımcı olmak.

Tutum: Bireylere ve sosyal gruplara çevrelerinin iyileştirilmesine ve korunmasına aktif olarak katılmaya teşvik etmek için bir dizi değer kazandırmak.

Beceri: Çevresel sorunları tanımlama ve çözme becerilerini sosyal gruplara ve bireylere öğretmek.

Hungerford ve ark. daha sonra IEEP tarafından dört aşamalı özel hedef bölümleri oluşturdu. Bu hedef bölümleri aşağıdaki gibidir:

I. Seviye (Bilgi): Öğrencilerin çevreleri hakkında daha fazla bilgi edinmelerini sağlar. Bu, öğrencilerin çevreleri hakkında doğru kararlar vermelerini sağlar.

II. Seviye (Kavramsal Bilinç): Öğrencilere toplu eylem ve çevre sağlığı arasındaki ilişkiyi kavramsallaştırmak.

III. Seviye, bilişsel süreç (beceri): çevresel sorunları araştırmak, incelemek, değerlendirmek ve değer yargılarını şekillendirmek.

IV. *Seviye Katılım (Eylem):* Çevre sorunlarını çözmek için çevresel katılım becerilerini geliştirme seviyesidir (Hungerford ve Peyton, 1994; Ünal ve Dımışkı, 1999). Değişen görüşler, çevre eğitiminin amaçlarını değiştirmiştir. Bu anlayışların bir sonucu olarak, günümüzde çevre eğitiminin odak noktası vatandaşlık kavramıdır (Özdemir Özen, 2011). Bunun bir sonucu olarak, çevre eğitiminin amacı, insanların çevreyi insan etkileri bağlamında görme yeteneğine sahip olmak ve doğal süreçler ve sistemler, ekonomi, kültür, hükümet yapısı ve sosyal eşitlik gibi konularda bilgi sahibi olmaktır (NAAEE, 2004; NAAEE, 2005). Görüldüğü gibi, çevre eğitimi yirminci yüzyılın ikinci yarısında dünya çapında önemli ölçüde yayılmaya başlamıştır. 1977'de Tiflis Konferansı tarafından belirlenen temel hedefler ve amaçlar, bu alana günümüzdeki adını vermiştir. Çevre eğitimi, 1992'de Rio Konferansı ve daha sonra Tiflis Konferansı'nın temelini oluşturdu ve günümüzde vatandaşlık eğitimi ile paralel bir amaca sahiptir.

2.3.2.2 Çevre Eğitiminde Tarihsel Gelişmeler

İnsanın doğayla etkileşimi nedeniyle ortaya çıkan çevre sorunlarının artması, çevre eğitiminin gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Günümüzde çevre eğitiminin öneminin fark edilmesi ve planlı bir şekilde ele alınması son derece yenidir. Dünyanın büyüyen nüfusunu karşılamak için 1940'lı yıllarda yeni girişimler başladı. 1940 yılında Meksika'da başlayan "Yeşil Devrim", yeni fikirlerle daha fazla gıda üretmeyi başarmıştır. Daha sonra çevreye verdiği zarar ortaya çıkacak olsa da Yeşil Devrimin çevreye verdiği zararın farkındalığı arttı (Teksöz, 2014). Rachel Carson'un 1962 yılında yayınlanan "Silent Spring" (Sessiz Bahar) kitabı, çevre konusunda daha fazla farkındalığa yol açtı (Özdağ, 2011).

Ekim 1975'te Sırbistan'ın Belgrat şehrinde, Stockholm Konferansının ardından 60 ülkeden çevre ve eğitim uzmanlarının katılımıyla "Uluslararası Çevre Eğitimi Çalıştayı" düzenlendi. Bu çalıştay, enerji verimliliği ve çevre için hedefler belirledi. UNESCO-UNEP, 1976'da ve 1977'de Tiflis'te çevre eğitimi ile ilgili ilk uluslararası toplantıyı düzenledi (UNESCO, 1978). Çevre eğitimi, Tiflis Bildirgesi'nde önemli bir yere sahiptir. Çevre bilincini artırmak ve olumlu bir bakış açısına sahip olmak gibi kesin hedefler koydu (Çabuk, 2019). Bu konferans ayrıca hükümetler arası ilk

toplantı olduğu için önemlidir (Barry, 1992; Ünal ve Dımışkı 1999). Tiflis Konferansı, uluslararası alanda çevre eğitimi politikalarını şekillendirdi (Fien ve Tilbury, 1996; Knapp vd., 1995). Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu (WCED), Tiflis Konferansı'ndan on yıl sonra "Ortak Geleceğimiz-Brundtland Raporu"nu yayınladı (Altunbaş, 2003; Çabuk, 2019). Çevre eğitimi, sürdürülebilir kalkınma için gerekli olan kapsamlı sosyal değişimleri gerçekleştirmek için çok önemlidir (Fien ve Tilbury, 1996). Çevre eğitiminin küresel dengesizlikleri önleyebileceği ve çevreyi koruyabileceği vurgulanmıştır (Çabuk, 2019). 1990'larda "Dünya Koruma Stratejisi" uygulanacak (IUCN, UNEP ve WWF, 1991). Rio Dünya Çevre Zirvesi olarak da bilinen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı, 21 Haziran 1992'de Rio de Janeiro'da düzenlendi ve uluslararası düzeyde daha önemli bir etkinlikti (Çabuk, 2019; Fien ve Tilbury, 1996). Daha sonraki uluslararası girişimler bu konferanslardan etkilendi. 1997 yılında Selanik'te Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Gelişme Komisyonu tarafından düzenlenen "Uluslararası Çevre Toplum Konferansı: Sürdürülebilirlik için Eğitim ve Toplum Bilinci" adlı bir konferans vardı. Bu konferans aynı zamanda Rio+5 Konferansı olarak bilinir.

Rio+5 Deklarasyonu, çevre üzerindeki aşırı tahribatı vurguladı (De Haan ve Harenberg, 1999; Kaya, vd., 2011). Diğer taraftan, 1992 yılında kabul edilen "İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi"nin bir sonucu olarak 1997 yılında Kyoto Protokolü, sera gazı salınımlarını azaltmak için hedefleri ve yaptırımları belirlemiştir (Çabuk, 2019; Güneş, 2012). Benzer şekilde, 2002 yılında Johannesburg, Güney Afrika Cumhuriyeti'nde "Sürdürülebilir Gelişim Üzerine Dünya Zirvesi" düzenlendi (WSSD, 2002). Çevresel değişimi yavaşlatmanın yanı sıra zirve öğrenir ve gelişir. Bu, karmaşık dünyada hızlı dönüşümlerin sürdürülmesi ve geliştirilmesi için bir temel sağlar (Folke ve diğerleri, 2002).

1982 Anayasası 59. maddesi, anayasal düzeyde ikinci adımı tanımladı (Güveyi, 2018). Eğitim programlarına dahil edilmesi gerektiği belirtilse de çevre kavramı yeterince önemsenmemiş ve bunun sonucunda günümüzde çevre farkındalığı gelişmemiştir (Doğan, 2007 aktaran Haktanır vd., 2016). 11 Ağustos 1983 tarihinde Resmî Gazetede yayınlanan 2872 sayılı Çevre Kanunu, çevrenin herkesin yaşam alanı olduğunu vurgular ve çevreyi korumak için açık amaçlar belirler (Çevre Kanunu, 1983).

İlk bağımsız çevre kuruluşu olan "Çevre Sorunları Koordinasyon Kurulu", 12.02.1973 tarihli ve 7/5836 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile kuruldu. Bu kurum daha sonra 1974 yılında "Çevre Koordinasyon Kurulu" olarak kuruldu, 1978 yılında "Başbakanlık Çevre Örgütü" olarak kuruldu, 1984 yılında "Çevre Genel Müdürlüğü" olarak kuruldu, 1989 yılında "Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı" olarak kuruldu ve 2011 yılında "Çevre ve Şehircilik Bakanlığı" olarak kuruldu (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018 İlkokullarda "Çevre, Sağlık, Trafik ve Okuma" dersi verilirken, ortaokullarda "Çevre ve İnsan" dersi seçmeli dersler arasındaydı (Ünal ve Dımışkı, 1999). 1990'lı yıllarda yeni çevre mühendisliği lisans programları da açıldı. Çevre konusunda daha fazla insanın farkındalığı arttıkça, 1995 yılında Çevre Bakanlığı ile Millî Eğitim Bakanlığı arasında okul öncesi eğitimden liseye kadar çevre ile ilgili konuların öğretimine ilişkin hususlar içeren "Çevre Eğitimi Konularında Yapılacak Çalışmalara İlişkin İş birliği Protokolü" imzalandı. a. Okul öncesi ve ilköğretim çağındaki çocuklara çevre konusunda uygulamalı eğitim verilmesi, b. Ortaöğretim kurumlarında öğretmenlerin ve öğrencilerin çevre konusunda daha fazla bilgi edinmesi, c. Haftada bir saat çevre dersinin programlarda zorunlu olarak yer alması ve d. Ülke genelinde, mesleki teknik eğitim programlarında olduğu gibi çıraklık eğitim programlarında da çevre ile ilgili konuların ele alınması için tüm öğretmen ve öğrencilerin çevre hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlamak için çevre eğitimine yönelik hizmet içi eğitim kursları başlatılmıştır. Çevre Bakanlığı ile Millî Eğitim Bakanlığı arasında birçok kez imzalanan bu protokol, günümüze kadar daha da genişletildi. Çevre eğitiminin tarihsel geçmişine bakıldığında, kirliliğe bağlı çevresel sorunların hem dünyada hem de Türkiye'de arttığı görülmektedir.

2.3.3 Sürdürülebilir Çevre Eğitimi

Dünya uzun süredir insanlara yeterli kaynak sağladı, ancak son iki yüzyılda artan nüfus ve doğanın yanlış kullanımı küresel yoksunluğa yol açtı. Bu yoksunluk nedeniyle sürdürülebilirlik konusu gündeme gelmeye başladı. Özgenç, 2015'te “Sürdürülebilir kalkınma” kavramı, Malthus ve Jevons gibi 18. ve 19. yüzyıl ekonomistleri tarafından geliştirilmiş olsa da 20. yüzyılda çevre ile ilgili sorunların ortaya çıkmasıyla ortaya çıktı (Yeni, 2014). "Sürdürülebilirlik" teriminin İngilizce kökeni "sustain" veya "sürdürülebilirlik"tir. Bu terim çok eski zamanlarda kullanılsa da günümüzde oldukça yenidir (Bozoğlan, 2002; Özgenç, 2015).

Sürdürülebilirlik, tanımından da anlaşıldığı gibi, çevre, insan ve ekonomi ile ilişkilidir. Bununla bağlantılar kurarken, gelişimin çevresel sorunlarına da dikkat çekmektedir. Sürdürülebilir gelişme fikri, ekonomik kalkınma stratejilerini çevre koruma yasalarıyla birleştirir. Bununla birlikte, sürdürülebilir gelişme, sadece üst düzey yöneticiler tarafından değil, ekonominin tüm bileşenlerinde çevre ve kalkınmaya ilişkin inançlarda değişiklik gerektirir (Özdemir Özen, 2011). Sonuç olarak, insanlığın bilinçlendirilmesi ve eğitim, çevreyi ve toplumu sürdürülebilir hale getirmek için kritik öneme sahiptir (Hopkins ve McKeown, 2002). Geçmişte eğitim, kamu bilincini geliştirmek ve siyaseti değiştirmek için çok önemliydi. Çevre eğitiminin de sürdürülebilir kalkınma için çok önemli olacağı açıktır. UNESCO'ya (2010) göre sürdürülebilir gelişme için eğitim, çevre ve çevreyi koruma ile ilgili bilgi ve becerileri, öğretim ve toplum bilinci sistemleri ile bütünleştirmelidir. UNESCO'ya (2002) göre, eğitim, tüm yaş gruplarında sürdürülebilir gelişme ve sürdürülebilir bir gelecek için çevreye yönelik sorumluluk ve bilinç uyandırma sürecidir. Bunun bir göstergesi olarak, dünya liderleri 25-27 Eylül 2015 tarihinde BM Genel Merkezi'nde New York'ta 'Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini' onayladılar. Bu hedefler, 2030 yılına kadar tüm boyutlarda yoksulluğu ortadan kaldırmak ve insanlığın genel refahı sağlamak için tasarlanmıştır. Çevresel vatandaşlık, çağdaş toplumlarda çevre sorunlarını çözmek için gerekli çevre bilincini geliştirme yöntemidir (Okudan Dernek ve Tırış, 2020). Çevresel vatandaşlık, toplumun her kesiminde çevreye yönelik olumlu bir bakış açısı ve çevre bilincini geliştirmede çok önemlidir (Buko, 2009; Çermik ve Akçay, 2020). Kısacası, ulusal ve uluslararası düzeyde toplumların sürdürülebilir gelişme konusunda bilinçlendirilmesi için çevresel vatandaşlık çok önemlidir.

2.3.3.1 Sürdürülebilir Çevre Bilinci ve Tutumu

Sürdürülebilir çevre bilinci, insanların çevresel sorunlar hakkında daha fazla bilgi edinmeleri ve sürdürülebilirlik ilkelerini benimsemeleri anlamına gelir. Sürdürülebilir çevre bilinci, insanların doğal kaynakları etkin bir şekilde kullanmaları, çevre kirliliğini azaltmaları, ekosistemleri korumaları ve gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmaları konusunda bir farkındalık kazanmalarını gerektirir. Çevre eğitiminin strateji ve ilkelere uygun olarak belirli amaçları ve görevleri yerine getirmesi beklenir. Bu bağlamda, çevre eğitiminin amacı, "insanların, ekolojik çevre dizgelerini ve insanlığın bu dizge içindeki yerini

kavramalarına, aynı zamanda bireylerin, insan toplumlarının, gezegenle uyum içinde yaşayabileceklerine ilişkin görüş geliştirmelerine, etkili ve sorumlu bir katılım için gerekli becerileri kazanmalarına yardım etmektir (Şengül, 2001). Sürdürülebilir çevre bilinci, insanların doğal çevrenin ne kadar önemli olduğunu daha iyi anlamaları ve ona uygun yaşam tarzı seçmeleri için teşvik eder. Bu farkındalık, çevresel sorunların çözümü için birlikte çalışmayı ve katılımı öne çıkarır. Sürdürülebilir bir gelecek için çözümler üretmek için bireyler, yerel ve uluslararası düzeyde çevresel projelere katılarak, çevre politikalarının oluşturulmasında etkin bir rol oynayarak ve çevre konularında farkındalık yaratarak yönlendirilir. Çevre bilinci, gelecek nesillerin yaşayabileceği sağlıklı ve dengeli bir çevrenin korunması için çok önemlidir. Doğal kaynakları sürdürülebilir bir şekilde kullanarak, ekosistemlere zarar vermeden, çevre kirliliğini azaltarak ve iklim değişikliğiyle mücadele ederek gelecek nesillere daha iyi bir dünya bırakma sorumluluğu taşıyoruz. Sonuç olarak, sürdürülebilir çevre bilinci, insanların çevresel sorunlara daha fazla duyarlı olmasını, sorumluluklarını yerine getirmesini ve sürdürülebilirlik ilkelerine uygun davranmasını sağlar. Bu bilinç, doğal kaynakları korumamızı, çevresel sorunlara karşı bilinçli ve aktif bir şekilde mücadele etmemizi ve gelecek nesillere sürdürülebilir bir dünya bırakmamızı sağlar. Her birey kendi sorumluluklarını yerine getirerek sürdürülebilir çevre bilincini geliştirebilir ve çevremizi koruma yolunda adımlar atabilir.

Sürdürülebilir çevre yaklaşımı, doğal kaynakları korumak, çevre kirliliğini azaltmak ve ekosistemleri sürdürülebilir bir şekilde kullanmak için vardır. Bu yaklaşım, insanların çevreleriyle nasıl etkileşim kurduklarına bakar ve doğal kaynakları akıllıca kullanarak gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak ister. Doğal kaynakların miktarı her geçen gün azalmakta, ekosistemler yok olmakta ve çevre kirliliği tehlikeli seviyelere ulaşmaktadır. Bu olumsuz sonuçlar, insanlığın refahını ve geleceğini tehlikeye atmaktadır. Sonuç olarak, sürdürülebilir bir çevre anlayışı, doğaya ve geleceğe olan sorumluluğumuzu anlamak ve harekete geçmek için bizi çağırır. Doğal kaynakların etkili kullanımı, sürdürülebilir çevre anlayışının temelini oluşturur. Bilinçli bir şekilde enerji, su, ormanlar, tarım alanları ve diğer doğal kaynakların kullanılması, gelecek kuşakların da bu kaynaklardan yararlanmasını sağlar. Doğal kaynakların etkili kullanımı ise enerji tasarrufu yapmak, su kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir tarım uygulamak gibi pratik

eylemlerle mümkündür. Sürdürülebilir çevre anlayışı, aynı zamanda çevre kirliliğini azaltmayı amaçlar. Hava, su ve toprak kirliliği gibi çevresel etkilerin önlenmesi ve atıkların etkili bir şekilde yönetilmesi için çaba sarf edilmesi gerekir. Sürdürülebilirlik, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmeyi, atık yönetimini iyileştirmeyi ve geri dönüşümü teşvik etmeyi içerir. Çevrenin önemli sorunları arasında hızlı ve düzensiz nüfus artışı, hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği, biyolojik çeşitliliğin azalması, iklim değişiklikleri, katı atık yönetimi, radyoaktif kirlilik ve ses kirliliği yer almaktadır. Çevre kirliliği, canlıları tehdit eden ve cansız varlıkların niteliğini değiştiren zararlı maddelerin hava, su, toprak ve gıdalar gibi bütün alıcı ortamlara yoğun bir şekilde karışmasıdır. Alıcı ortamların fiziksel, kimyasal ya da biyolojik özellikleri bu olay nedeniyle değiştiğinden, doğal dengeleri bozulmaktadır (Yıldız ve diğerleri, 2008). Schneider ve Kay (1994), insan aktivitelerinin atmosferin kompozisyonunu küresel düzeyde değiştirmesine ve toprakların kıtasal düzeyde bozulmasına neden olduğunu söylüyor. Bununla birlikte, dünyanın kapasitesinin çoktan aşıldığına dair şüpheler de artıyor (Marin, 2004). Çevre sorunları, Yeryüzündeki yaşamı ve varlıkların yok oluşunu tehdit etmektedir. Bu hızlı yok oluş süreci, doğadan uzak bir yaşam sürdürmesi mümkün olmayan insanlar için en büyük tehlikeyi içerir. İnsan-doğa ilişkileri nedeniyle ortaya çıkan bu tehlikelere ilişkin farkındalıklar çok eskilere dayanmaz. 1944'te yaygın olarak kullanılmaya başlanan DDT, deterjanlar ve sentetik plastikler, II. Dünya Savaşı sırasında atom bombası projelerinde kullanılan radyoaktif maddelerin dikkati çeken ilk olaylardır. 1950'lerin sonlarıyla 1960'ların başlarında bu ürünlerin çevre üzerindeki kirletici etkisinin fark edilmesi başladı.

2.3.3.2 Türkiye'de Sürdürülebilir Çevre Eğitimi

Türkiye'de Sürdürülebilir Çevre Eğitimi, son yıllarda eğitim politikalarında ve sivil toplum çalışmalarında önemli bir yer tutmaya başlamıştır. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB), 2013 yılında çevre eğitimi temalarını çeşitli ders müfredatlarına entegre etmiştir. Bu girişim, öğrencilere çevre bilincini kazandırmayı ve sürdürülebilirlik kavramını günlük yaşamlarının bir parçası haline getirmeyi hedeflemektedir (MEB, 2013).

Eğitim politikalarındaki bu değişiklikler, çevre eğitiminin yalnızca fen ve coğrafya gibi belirli derslerle sınırlı kalmayıp, tüm eğitim seviyelerine ve derslere yayılmasını sağlamıştır. Bu sayede öğrenciler, çevre konularını farklı disiplinler

aracılığıyla öğrenmekte ve bu bilgileri daha geniş bir bağlamda değerlendirebilmektedir (Özdemir, 2016). Örneğin, biyoloji derslerinde ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik konuları ele alınırken, sosyal bilgiler derslerinde çevresel sorunlar ve sürdürülebilir kalkınma gibi konular işlenmektedir.

Sivil toplum kuruluşları da sürdürülebilir çevre eğitimi konusunda çeşitli projeler ve eğitim programları yürütmektedir. Bu kuruluşlar, okullarda ve toplum genelinde çevre bilincini artırmak için çeşitli etkinlikler, seminerler ve eğitim materyalleri sunmaktadır. Bu çalışmalar, çocuklar ve gençlerin yanı sıra yetişkinlerin de çevre konularında bilinçlenmesine katkıda bulunmaktadır (Demir ve Yalçın, 2014). Ayrıca, doğa temelli eğitim programları ve çevre kulüpleri aracılığıyla öğrencilerin aktif katılımı teşvik edilmekte ve çevresel sorunlara karşı duyarlılıkları artırılmaktadır (Tidball ve Marianne, 2010).

Genel olarak, Türkiye'de sürdürülebilir çevre eğitimi hem resmi hem de gayri resmi yollarla yaygınlaştırılmakta ve desteklenmektedir. Eğitim politikalarındaki yenilikler ve sivil toplum kuruluşlarının çalışmaları, çevre bilincinin artırılmasına ve sürdürülebilir yaşam biçimlerinin benimsenmesine önemli katkılar sağlamaktadır (Özdemir, 2016; MEB, 2013). Bu süreçte, öğrencilerin çevresel farkındalıklarının artırılması ve sürdürülebilir davranışların teşvik edilmesi hedeflenmektedir.

2.4 Literatür İncelemesi

Demir ve Şahin (2018) tarafından yürütülen bir araştırma, ortaokul öğrencilerine çevre eğitimi vermenin öğrencilerin çevrelerini nasıl algıladıklarını inceledi. Araştırma sonuçlarına göre, çevre eğitimi alan öğrencilerin çevrelerine yönelik bakış açılarında önemli bir iyileşme olduğu gözlemlenmiştir. Ek olarak, bu öğrencilerin çevresel sorunlara daha duyarlı olduklarını ve sürdürülebilirlik konusunda daha fazla farkında olduklarını keşfettiler (Demir & Şahin, 2018).

Yılmaz ve Güneş (2019), STEM etkinliklerinin ilkokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini nasıl etkilediğini araştırdı. Çalışma, STEM etkinliklerinin yaratıcı düşünme, problem çözme ve analitik düşünme becerilerini geliştirdiğini ortaya koydu. Ek olarak, Yılmaz & Güneş'e (2019) göre, STEM alanlarının öğrencilerin ilgisini artırdığı ve akademik başarılarını artırdığı gösterilmiştir.

Kara ve ark. (2020), lise düzeyinde STEM ve çevre eğitimini birleştirmenin öğrencilerin çevresel farkındalığı ve akademik başarıları üzerindeki etkisini araştırdı. Çalışma, entegre edilen bu eğitim modellerinin öğrencilerin akademik başarılarını ve çevresel farkındalıklarını artırdığını göstermiştir. Öğrencilerin çevresel sorunlara daha duyarlı olduğu ve bu sorunlara çözüm bulma konusunda daha proaktif olduğu gösterilmiştir (Kara, Demirtaş ve Aydın, 2020).

Aksoy ve Yıldız (2021), ortaokul öğrencilerine yönelik STEM tabanlı çevre projelerinin öğrencilerin bilimsel düşünme yetenekleri ve çevresel farkındalık düzeyleri üzerindeki etkisini araştırdı. Bu araştırma, STEM'e dayalı çevre projelerinin öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirdiği ve çevre konusunda daha fazla farkındalık kazandıkları sonucuna varmıştır. Ek olarak, çevresel sorunları çözmek için öğrencilerin daha yaratıcı ve etkili yöntemler geliştirebileceği belirtildi (Aksoy & Yıldız, 2021).

Jones ve Sund'un 2019'da yürüttüğü bir çalışma, çevre eğitimi programlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini nasıl geliştirdiğini araştırdı. Bu çalışma, ortaokul öğrencilerinin deneysel ve gözlemsel becerilerinde önemli bir gelişme olduğunu göstermiştir. Çalışma, çevre ile ilgili projelerin öğrencilerin STEM alanlarındaki ilgisini artırdığını ve bilimsel kavramları daha iyi anlamalarını sağladığını buldu (Jones & Sund, 2019).

Smith ve Watson (2020), ilkokulda STEM eğitim programlarının eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini nasıl etkilediğini araştırdı. Bu araştırma, STEM'e dayalı etkinliklerin öğrencilerin yaratıcı problem çözme ve analitik düşünme becerilerini geliştirdiğini buldu. Ayrıca çalışma, öğrencilerin sürdürülebilirlik hakkında daha fazla bilgi edindikleri ve çevreye daha duyarlı hale geldikleri sonucuna vardı (Smith & Watson, 2020).

Çalışma 3, Lee ve ark. (2021) tarafından lise öğrencileri arasında yürütülen bir araştırmada, STEM eğitiminin çevresel bilinç ve eylem üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma, STEM projeleri ile entegre edilmiş çevre eğitiminin, öğrencilerin çevresel sorunlara daha aktif bir şekilde yaklaşmalarına yardımcı olduğunu göstermiştir. STEM dersleri, öğrencilerin çevresel sorunları çözme konusunda daha iyi olduğunu gösteriyor (Lee, Brown ve Green, 2021).

Çalışma 4 Walker ve Peterson (2022) tarafından yapılan bir araştırma, STEM ve çevre eğitiminin birleştirilmiş bir yaklaşımla verilmesinin öğrencilerin motivasyonunu ve akademik başarısını nasıl etkilediğini inceledi. Bu araştırma, öğrencilerin hem çevreye daha fazla dikkat ettiğini hem de STEM alanlarında daha iyi performans gösterdiğini göstermiştir. Grup çalışmaları, öğrencilerin sosyal becerilerini geliştirmelerine ve öğrenme sürecine daha fazla katılmalarına neden oldu (Walker & Peterson, 2022).

Öztürk ve Şimşek (2020) tarafından yürütülen bir araştırma, ortaokul öğrencilerine yönelik entegre STEM ve çevre eğitimi programlarının öğrencilerin çevreye olan bakış açılarını ve becerilerini nasıl etkilediğini araştırdı. Araştırma sonuçları, bu tür entegre programların öğrencilerin çevre hakkında daha fazla bilgi edinmelerine yardımcı olduğunu ve çevreye daha olumlu bir bakış açısına sahip olduklarını göstermiştir. Ek olarak, çevresel sorunlara ilişkin öğrenci farkındalığının arttığı keşfedildi (Öztürk & Şimşek, 2020).

Peterson ve Schlein (2019), bir çevre bilimi ve mühendislik programının lise öğrencilerinin STEM alanlarındaki kariyer ilgilerini nasıl etkilediğini araştırdı. Çalışma, bu programın öğrencilerin mühendislik ve çevre bilimlerine olan ilgilerini artırdığını ve bu alanlarda kariyer yapma arzularını artırdığını göstermiştir. Program bittikten sonra öğrencilerin STEM alanlarında çalışmak için daha fazla istekleri olduğu vurgulanmıştır (Peterson & Schlein, 2019).

Gökçek ve ark. (2021), fen bilgisi öğretmenliği adaylarına yönelik bir çalışmada, STEM'e dayalı çevre eğitimi etkinliklerinin aday öğretmenlerin öğretim becerileri üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışma, bu tür etkinliklerin öğretmen adaylarının çevresel eğitim hakkında daha fazla bilgi ve beceri kazanmasına yardımcı olduğunu göstermiştir. Ek olarak, öğretmen adaylarının çevresel sorunlara daha duyarlı ve çözüm odaklı yaklaşımları olduğu keşfedildi (Gökçek, Yıldız ve Aydın, 2021).

Dolan ve ark. (2020), üniversite düzeyinde çevre eğitimi ve STEM derslerinin öğrencilerin sürdürülebilirlik konusundaki farkındalığı ve eylemleri üzerindeki etkilerini inceledi. Araştırmalar, bu derslerin öğrencilerin sürdürülebilirlik hakkında daha fazla bilgi ve farkındalık kazanmalarını sağladığını ve onları çevre dostu davranmaya teşvik ettiğini göstermektedir. Ders bittikten sonra, öğrencilerin

çevresel konulara daha fazla ilgi duydukları ve bu konularda daha fazla aktif rol oynadıkları vurgulanmıştır (Dolan, Metcalfe ve Thompson, 2020).

Erdoğan ve Tuncer (2020), STEM'e dayalı çevre eğitimi programlarının lise öğrencilerinin çevresel farkındalığını ve davranışını nasıl etkilediğini araştırdı. Bu araştırma, STEM temelli programların öğrencilerin çevrelerini daha iyi anladığını ve daha olumlu davrandığını göstermiştir. Ek olarak, öğrencilerin çevreye daha duyarlı davrandıkları keşfedildi (Erdoğan & Tuncer, 2020).

Kanter ve Konstantopoulos (2018), ortaokul düzeyinde STEM ve çevre eğitimi entegre programlarının STEM alanlarına olan ilgilerini ve akademik başarılarını nasıl etkilediğini inceledi. Çalışma, bu tür programların STEM alanlarındaki akademik başarılarını ve ilgilerini artırdığını göstermiştir. STEM derslerine öğrencilerin daha olumlu baktığı vurgulanmıştır (Kanter & Konstantopoulos, 2018).

Karaoğlu ve Demir (2019), fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM ve çevre eğitimi entegrasyonunun öğretmen adaylarının öğretim yetenekleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma, öğretmen adaylarının hem STEM hem de çevre eğitimi yeterliliklerini bu entegrasyonun sayesinde geliştirdiğini göstermiştir. Ek olarak, öğretmen adaylarının çevresel sorunlara daha duyarlı ve etkili öğretim stratejileri geliştirdikleri keşfedildi (Karaoğlu & Demir, 2019).

Stevens ve ark. (2019), üniversite öğrencileri arasında yürütülen bir araştırmada, STEM projeleri ve çevre eğitiminin öğrencilerin sürdürülebilirlik konusundaki bilgi ve tutumları üzerindeki etkisini araştırdılar. Bu araştırmaya göre, çevre eğitimi ve STEM projeleri öğrencilerin sürdürülebilirlik bilincini ve çevre dostu davranışları geliştirir. Çevresel sorunlar hakkında daha fazla farkındalık kazanan öğrenciler olduğu vurgulanmıştır (Stevens, McLaughlin, & Seager, 2019).

3
YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın tasarımı, örneklem grubu, inceleme nesneleri, veri toplama araçları ve verilerin analizi gibi unsurlar detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

3.1 Araştırma Yöntemi

Bu çalışma, karma bir araştırma yöntemi kullanmıştır. Karma araştırma yöntemi, nicel ve nitel veri toplama ve analiz yöntemlerinin bir arada kullanılmasını içerir. Bu yöntem, araştırmacılara derinlemesine anlayış sağlamanın yanı sıra geniş bir veri yelpazesiyle desteklenmiş sonuçlar elde etme imkânı sunar. Karma araştırma yöntemi:

- "Araştırma süreci nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanımını kapsayan bir metodolojidir.
- Bir yöntem olarak karma yöntem, nitel ve nicel verilerin toplanması, analizi ve bir arada kullanılmasına odaklanır.
- Karma yöntem araştırmasının temel dayanağı, nitel ve nicel yöntemlerin bir arada kullanılması yoluyla araştırma probleminin daha iyi anlaşılmasıdır." (Fırat, Yurdakul & Ersoy, 2014)

Bu tezde hem nicel hem de nitel veri toplanmış ve analiz edilmiştir. Nicel veri toplamak için, Çevre Bilgi Testi ve Çevresel Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçekler, öğrencilerin çevre hakkındaki bilgi düzeyini ve çevresel tutumlarını değerlendirmek için standartlaştırılmış araçlardır. Ön test ve son test uygulanarak, araştırmanın başlangıç ve sonuç verileri elde edilmiştir. Bu veriler, SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. SPSS, nicel verilerin istatistiksel analizlerini gerçekleştirmek için yaygın olarak kullanılan bir araçtır.

Nitel veri toplamak için, yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Bu form, öğrencilerin Arduino destekli STEM etkinlikleri ile çevre eğitimi arasındaki ilişkiyi daha derinlemesine anlamak için tasarlanmıştır. Görüşmeler, NVIVO yazılımıyla analiz edilmiştir. NVIVO, nitel veri analizi için kullanılan bir yazılımdır

ve araştırmacılara metin tabanlı verilerin keşfi, organizasyonu ve yorumlanması konusunda yardımcı olur.

Bu karma araştırma yaklaşımı, araştırmanın kapsamlı bir anlayışını sağlamış ve hem nicel hem de nitel bulguların birleştirilmesiyle daha kapsamlı sonuçlara ulaşılmasını sağlamıştır.

3.2 Araştırma Modeli

Bu çalışmada, yarı deneysel bir araştırma modeli kullanılmıştır. Yarı deneysel araştırma modeli, deney grubu ve kontrol grubu oluşturarak bir müdahalenin etkisini ölçmeyi amaçlar. Bu model, araştırmacıların neden-sonuç ilişkilerini belirlemesine ve müdahalenin etkisini değerlendirmesine olanak tanır.

Deney grubu, Arduino destekli STEM etkinliklerine katılan öğrencilerden oluşurken, kontrol grubu ise bu etkinliklere katılmayan öğrencilerden oluşmaktadır. Deney ve kontrol grupları arasındaki farklılıklar, Arduino destekli STEM etkinliklerinin sürdürülebilir çevre eğitimine entegrasyonunun etkilerini değerlendirmek için kullanılacaktır.

Bu araştırma modeli, araştırmanın kontrollü bir ortamda yürütülmesini sağlamış ve müdahalenin etkilerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanımıştır.

Araştırmayı yönlendiren nicel yöntemlerden oluşan kontrol gruplu ön test-son test seçkisiz deneysel deseni kullanılmıştır (Tablo 3. 1). Deneysel desen araştırmaları, değişken ve sonuç arasındaki neden-sonuç ilişkisini inceler. Araştırmada kullanılan ön test-son test deneysel desende, bağımsız değişkenler öncesinde ve sonrasında ölçülür (Gay & Airasian, 2000).

Tablo 3. 1 İki Gruplu Ön Test- Son Test Seçkisiz Deneysel Desenin Simgelerle İfade Edilmiş Gösterimi

Grup Simgesi	İşlem Simgesi	Ön Test Simgesi	Son Test Simgesi
G_1	X_1	$Ö_{1,1}$	$Ö_{1,2}$
G_2	X_2	$Ö_{2,1}$	$Ö_{2,2}$

Nicel verilerin toplanmasından sonra yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanıldı ve nitel araştırma yöntemlerini desteklemek için betimsel analiz kullanıldı. Araştırmacı ve kişi arasında kontrollü ve amaçlı sözel iletişim, yarı yapılandırılmış görüşme olarak bilinen nitel araştırma yöntemlerinden biridir (Cohen, Manion ve Morrison, 2013). Nitel verilerin analizinden elde edilen veriler, gerektiğinde katılımcıların cevaplarından doğrudan alıntı yaparak betimsel bir yaklaşımla sunulabilir ya da bazı temalar belirlenerek temalar arasında ilişkiler bulunabilir. Araştırmacı, betimsel ve tematik analizin yanı sıra kendi yorumlarını da kullanarak verileri analiz edebilir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Nitel araştırmaya toplam on öğrenci katıldı. Nitel verilerde öğrenciler Ö1, Ö2 ve ardından Ö10 ile kodlanmıştır. Nitel veriler, yarı yapılandırılmış bir görüşme formunun yardımıyla nicel verileri destekledi.

3.3 Araştırmanın Örneklem Grubu

Bu çalışmanın örneklem grubu, ilköğretim düzeyindeki 5. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Bu yaş grubu, çevre eğitimi konularına ilgi duyan ve öğrenme potansiyeli yüksek öğrencileri içermesi bakımından araştırmanın amacına uygun bir seçimdir.

Örneklem grubu, 70 öğrenciden oluşmaktadır. Bu öğrenciler, farklı sosyoekonomik düzeylere ve çevresel bilgi düzeylerine sahip olabilirler. Bu çeşitlilik, araştırmanın genellenebilirliğini artırarak elde edilen bulguların daha geniş bir öğrenci popülasyonuna uygulanabilirliğini sağlayacaktır.

Örneklem grubunun seçimi, araştırmanın güvenilirliğini ve geçerliliğini artırmak için titizlikle yapılmıştır. Bu öğrenciler, araştırmanın hedeflerine ulaşmak için önemli bir rol oynamaktadırlar.

3.4 Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada, araştırmanın amaçlarına ulaşmak için çeşitli veri toplama araçları kullanılmıştır. Hem nicel hem de nitel veri toplama yöntemleriyle çevre eğitimi ve Arduino destekli STEM etkinliklerinin entegrasyonuyla ilgili geniş bir veri yelpazesi elde edilmiştir.

Nicel araştırma için kullanılan veri toplama araçları şunlardır:

Çevre Bilgi Testi: Ön test ve son test olarak uygulanan standartlaştırılmış bir testtir. Öğrencilerin çevre hakkındaki bilgi düzeylerini ölçmek amacıyla hazırlanmıştır.

Çevresel Tutum Ölçeği: Ön test ve son test olarak uygulanan bir ölçektir. Öğrencilerin çevresel tutumlarını değerlendirmek için kullanılmıştır.

Nitel araştırma için kullanılan veri toplama aracı ise şunlardır:

Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu: Arduino destekli STEM etkinlikleri ile çevre eğitimi arasındaki ilişkiyi daha derinlemesine anlamak için hazırlanmıştır. Araştırmacılar, öğrencilerle bireysel görüşmeler yaparak katılımcıların deneyimlerini, görüşlerini ve algılarını belirlemeye çalışmıştır.

Araştırma hem nicel hem de nitel veri toplama araçlarını kullanarak yürütüldü. Bu araştırmanın güvenirliği, geçerliliği ve katılımcı düzeyinin uygun olduğu ölçekler seçildi. Ölçekler şu şekildedir:

1. Yürütülen uygulamalar öncesi ve sonrası çevreye yönelik farkındalıklarının incelenmesi için Cömert (2011) tarafından hazırlanan "Akademik Başarı Testi (ABT)",
2. Yürütülen uygulamaların öncesi ve sonrasında çevre sorunlarına yönelik tutum ve davranışlarını ölçmek amacıyla Yücel ve Özkan (2014) tarafından hazırlanan "Çevreye Yönelik Tutum Ölçeği (ÇYTÖ)" kullanılmıştır.

Araştırmacılardan gerekli izinler alındıktan sonra bu ölçekler kullanılmıştır (EK 3). Tablo 3. 2, araştırmanın nicel verilerini toplama araçlarını göstermektedir:

Tablo 3. 2 Nitel ve Nicel Veri Toplama Araçları

Veri Toplama Araçları	Uygulama Biçimi	Yöntem	Kaynak
Akademik Bilgi Testi	Ön test-son test	Nicel Veri Toplama Aracı	(Cömert, 2011)
Çevresel Tutum Ölçeği	Ön test-son test	Nicel Veri Toplama Aracı	(Yücel ve Özkan, 2014)
Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	Son test	Nitel Veri Toplama Aracı	Araştırmacı

Bu veri toplama araçları, araştırmanın hem nicel hem de nitel boyutlarını kapsamlı bir şekilde ele alarak araştırmanın amacına uygun verilerin toplanmasını sağlamıştır. Bu sayede, Arduino destekli STEM etkinliklerinin sürdürülebilir çevre eğitimine entegrasyonunun etkileriyle ilgili kapsamlı bir analiz yapılmıştır.

3.4.1 Nitel Veri Toplama Araçları

Araştırmanın nitel verileri Fen Bilimleri dersi kapsamında 5. Sınıf öğrencilerine 6. Ünitede yer verilen İnsan ve Çevre konusu kapsamında Arduino robotik platformu uygulamalarıyla yapılan STEM eğitimi sonrasında toplanmıştır.

3.4.1.1 Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Görüşme formu hazırlanırken soruların araştırmanın nicel verilerini destekleyecek nitelikte seçilmesine dikkat edilerek hazırlanmıştır. Form, 10 adet sorudan oluşmaktadır ve katılımcıların STEM ve Arduino konusundaki genel düşüncelerini, çevre sorunlarına dair endişelerini ve STEM projelerinde çevresel etkileri nasıl ele aldıklarını anlamaya yönelik sorular içermektedir. Ayrıca, STEM projeleri sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar, karşılaşılabilecek zorluklar ve bu zorlukların nasıl aşılabileceği hakkında katılımcıların görüşlerini toplar. Form, STEM projeleri yaparken gelişen beceriler, çevre koruma konusunda bireysel sorumluluklar ve geri dönüşümün önemi gibi konuları da kapsamaktadır. Katılımcıların kişisel deneyimlerini ve projelerden aldıkları keyfi veya öğrendikleri bilgileri paylaşmalarını teşvik eden bu form, nitel veri toplamada derinlemesine bilgi elde etmeyi hedefler. Bu görüşme soruları kullanılarak gönüllü olan 10 öğrenci ile uygulama sonunda görüşmeler yapılmıştır ve kayıt altına alınmıştır. Görüşmeler

15-30 dakika aralığında sürmüştür. Yarı yapılandırılmış görüşme formu EK 2' de yer almaktadır.

3.4.2. Nicel Veri Toplama Araçları

Araştırmanın nicel verileri Fen Bilimleri dersi kapsamında 5. Sınıf öğrencilerine 6. Ünitede yer verilen İnsan ve Çevre konusu kapsamında Akademik Başarı testi Arduino robotik platformu uygulamalarıyla yapılan STEM eğitimi öncesinde ve sonrasında toplanmıştır. Araştırmada kullanılan ölçekler hakkındaki bilgiler aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

3.4.2.2. Çevresel Tutum Ölçeği

Yücel ve Özkan, (2014) tarafından geliştirilen Çevresel Tutum Ölçeği izin alınarak kullanılmıştır. Çevresel Tutum Ölçeği 14 ve 21 madde olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Ölçeğin birinci kısmında yer alan maddelerin karşısına öğrencilerin çevreye yönelik davranışlarını belirlemek üzere "(1) hiçbir zaman, (2) nadiren, (3) ara sıra, (4) çoğunlukla, (5) her zaman" şeklinde puanlandırılmış seçenekler yerleştirilmiştir. Ölçeğin ikinci kısmında ise öğrencilerin çevreye yönelik düşüncelerinin ve duygularının ölçülmesi amacıyla "(1) hiç katılmıyorum, (2) çok az katılıyorum, (3) orta derecede katılıyorum, (4) çok katılıyorum, (5) tamamen katılıyorum" şeklinde puanlandırılmış seçenekler yerleştirilmiştir. İlgili ölçekler EK 1'de verilmiştir.

3.5 Uygulama Aşaması

Bu bölümde, ortaokul öğrencilerine yönelik gerçekleştirilen Arduino destekli STEM etkinliklerinin uygulama aşamaları detaylandırılacaktır. Sürdürülebilir çevre eğitimi ile entegre edilen bu projeler, öğrencilerin hem teknolojiye olan ilgilerini artırmayı hem de çevre bilinci kazanmalarını hedeflemektedir. Projelerin her biri (Çevre Dostu Çöp Kovası, Güneş Enerjili Sokak Aydınlatması, Ses Kontrollü Aydınlatma Sistemi, Yağmur Suyu Toplama ve Akıllı Sulama Sistemi) sürdürülebilir çevre eğitimine yönelik özgün içerikler sunmakta ve çeşitli Arduino devreleri ve kodlarıyla desteklenmektedir. Bu bölümde, projelerin gerçekleştirilme süreçlerinde kullanılan devreler ve kodlardan, öğrencilerle yapılan uygulamalardan ve her projenin sürdürülebilir çevre eğitimi ile ilişkilerinden ayrıntılı olarak bahsedilecektir.

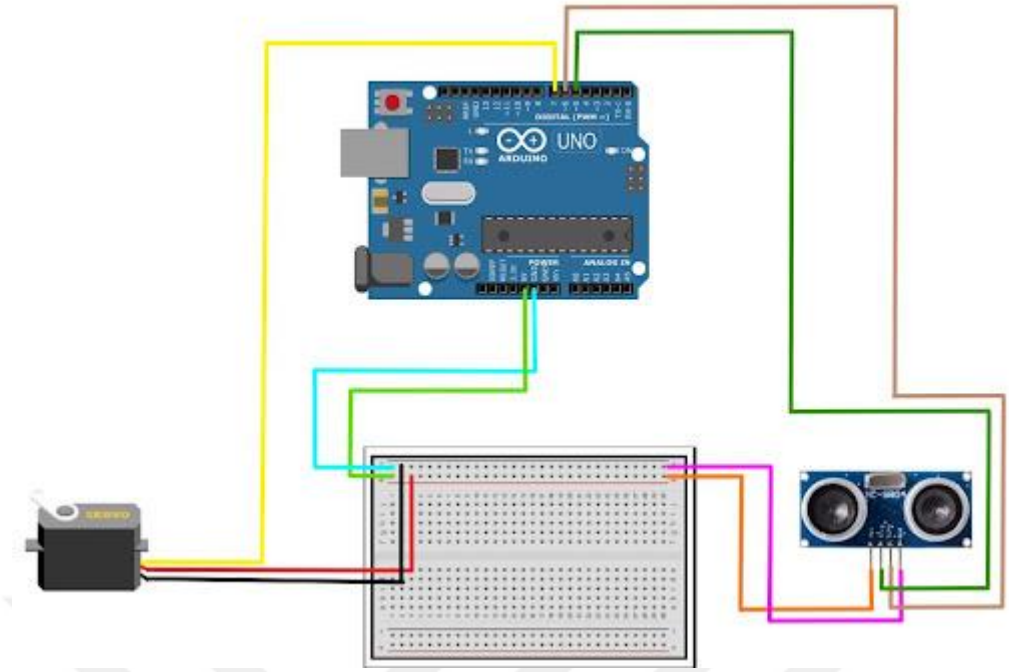
3.5.1. Çevre Dostu Çöp Kovası

Çevre Dostu Çöp Kovası projesi, öğrencilerin sürdürülebilir çevre yönetimi konusundaki farkındalıklarını artırmayı amaçlayan bir STEM etkinliği olarak önemli bir rol oynamaktadır. Bu proje, atık yönetiminin etkinliğini artırarak çevre kirliliğinin azaltılmasına katkıda bulunur. Arduino destekli olarak nesne algılayıcılar sayesinde kapağını otomatik olarak açan çöp kovası, kullanıcılara temassız bir deneyim sunarak hijyenin korunmasına ve yaygın hastalıkların önlenmesine de yardımcı olur.

Projenin sürdürülebilir çevre eğitimi ile ilişkisi şu şekildedir:

1. **Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm Bilinci**: Öğrenciler, çöp kovasının kullanımı ve işleyişi üzerine çalışırken, atık yönetiminin önemini öğrenirler. Çevre Dostu çöp kovası, geri dönüşüm malzemelerinin ayrı toplanmasını teşvik edebilir ve atıkların doğru şekilde ayrılması konusunda farkındalık yaratabilir.
2. **Enerji Verimliliği ve Teknolojik Uygulamalar**: Bu proje, enerji verimliliğinin ve teknolojik çözümlerin sürdürülebilir çevre yönetiminde nasıl kullanılabileceğini gösterir. Öğrenciler, elektronik devrelerin ve yazılımların çevreye duyarlı uygulamalarda nasıl entegre edilebileceğini öğrenirler.
3. **Çevre Kirliliğinin Azaltılması**: Çevre Dostu çöp kovası, atıkların uygun şekilde toplanmasını ve bertaraf edilmesini teşvik ederek çevre kirliliğinin azaltılmasına katkıda bulunur. Bu da öğrencilerin, çevre temizliği ve sağlığının korunması için teknolojik çözümlerin önemini anlamalarını sağlar.
4. **Kişisel ve Toplumsal Sorumluluk**: Proje, öğrencilerin kendi çevrelerine karşı duyarlılık geliştirmelerine yardımcı olur ve toplumsal sorumluluk bilincini artırır. Çöp kovasının kullanımını gözlemleyerek, çevreye duyarlı davranışlar sergilemenin ve sürdürülebilir uygulamalara katkıda bulunmanın önemi üzerinde durulabilir.

Çevre Dostu Çöp Kovası projesinin, öğrencilerle oluşturulan devre şeması ve Arduino kodları Şekil 3. 1 ve Şekil 3. 2'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 1 Çevre Dostu Çöp Kovası Projesinin Devre Şeması (tinkercad.com, 3 Haziran 2024)

```
#include <Servo.h>   //servo kütüphanesi
#include <Arduino.h>
Servo servo;
int triggerPin = 5;
int echoPin = 6;
int servoPin = 7;
long zaman;
int mesafe ;
void setup()
{
  servo.attach(servoPin);
  servo.write(0);
  delay(2000);
  // trigger pinini output olarak seçiyoruz
  pinMode(triggerPin, OUTPUT);
  // echo pinini input olarak seçiyoruz
  pinMode(echoPin, INPUT);
  //serial iletişimi başlatıyoruz
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  // Trigger pini 0 Volt olarak ayarlıyoruz.
  digitalWrite(triggerPin, LOW);
  delayMicroseconds(2); // Trigger pinini 10 saniye için high olarak ayarlıyoruz ve 5 V gerilim uyguluyoruz.
  digitalWrite(triggerPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(triggerPin, LOW);
  // echoPini okur ve ses dalgası mikrosaniye olarak döndürür.
  zaman= pulseIn(echoPin, HIGH);
  // Mesafe hesaplaması
  mesafe = zaman* 0.034 / 2;
  //bundan sonraki iki satır HC-SR04 mesafe sensörünün, anlık olarak yaptığı mesafe ölçümlerinin sonucunu görmemizi sağlar.
  Serial.print("Mesafe: ");
  Serial.println(mesafe);
  if ( mesafe <= 50 ){  // mesafe 50 altında ise servo 135 dereceye geliyor.
    servo.write(135);
    delay(3000); // Delay süreleri opsiyoneldir, değiştirilebilir.
  }else{  // değil ise kendine 45 dereceye getiriyor.
    servo.write(45);
  }
}
```

Şekil 3. 2 Çevre Dostu Çöp Kovası Projesinin Arduino Kodu

Çevre Dostu Çöp Kovası projesinin devre şeması ve gerekli yazılım kodları belirlendikten sonra deney gruplarındaki öğrencilerle ilgili proje gerçekleştirilmiş ve buna ilişkin görseller Şekil 3. 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 3 Projenin Öğrenciler Tarafından Gerçekleştirilmesi

3.5.2. Güneş Enerjili Sokak Aydınlatması

Güneş Enerjili Sokak Aydınlatması projesi, öğrencilerin yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını öğrenmelerini ve sürdürülebilir enerji çözümleri hakkında farkındalık kazanmalarını sağlayan önemli bir STEM etkinliğidir. Arduino destekli olarak gündüzleri yanmayan ve sadece geceleri yanan bu aydınlatma sistemi, enerji verimliliği ve çevre dostu teknolojilerin uygulamalı olarak öğrenilmesine olanak tanır.

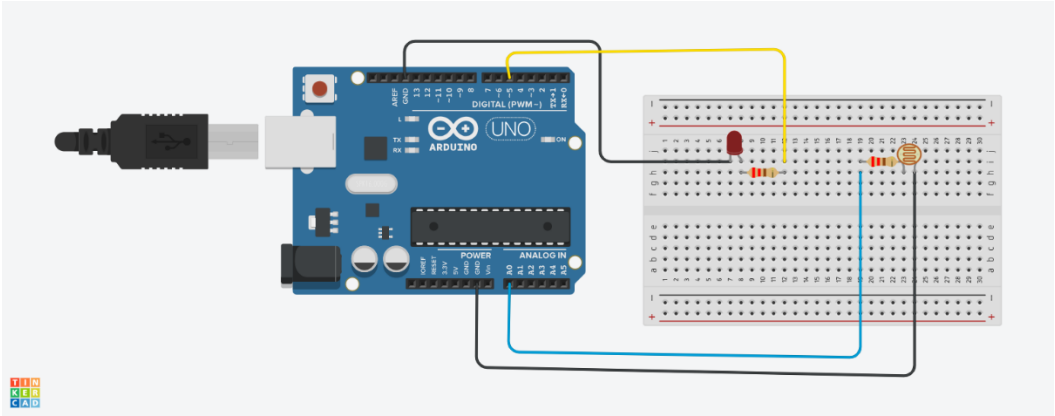
Projenin sürdürülebilir çevre eğitimi ile ilişkisi şu şekildedir:

1. **Yenilenebilir Enerji Kullanımı**: Güneş enerjisi, sürdürülebilir ve temiz bir enerji kaynağıdır. Bu proje, öğrencilere yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini öğretir ve güneş enerjisinin nasıl elektrik enerjisine

dönüştürülebileceğini gösterir. Böylece öğrenciler, fosil yakıtların çevreye olan olumsuz etkilerini azaltacak çözümler hakkında bilgi sahibi olurlar.

2. **Enerji Verimliliği ve Tasarrufu**: Aydınlatma sisteminin sadece geceleri yanması, enerji tasarrufu sağlar ve enerji verimliliğini artırır. Bu proje, öğrencilere enerji verimliliğinin önemi hakkında farkındalık kazandırır ve enerjiyi bilinçli kullanma alışkanlıklarını geliştirmelerine yardımcı olur.
3. **Çevre Kirliliğinin Azaltılması**: Güneş enerjisi kullanımı, fosil yakıtların neden olduğu hava kirliliğini ve sera gazı emisyonlarını azaltır. Bu proje, öğrencilerin çevre dostu enerji çözümleri hakkında bilgi edinmelerini ve çevre kirliliğinin azaltılmasına nasıl katkıda bulunabileceklerini öğrenmelerini sağlar.
4. **Teknolojik Uygulamalar ve İnovasyon**: Arduino ile desteklenen bu proje, öğrencilere teknoloji kullanarak çevreye duyarlı çözümler üretme becerisi kazandırır. Öğrenciler, sensörler ve mikrodenetleyiciler kullanarak yenilikçi aydınlatma sistemleri geliştirebilirler, bu da onların problem çözme ve yaratıcı düşünme yeteneklerini geliştirir.
5. **Kişisel ve Toplumsal Sorumluluk**: Bu proje, öğrencilerin sürdürülebilir çevre uygulamalarına kişisel olarak katkıda bulunma bilincini artırır. Aynı zamanda, toplumsal düzeyde enerji tasarrufu ve çevre koruma çabalarının önemini vurgular, öğrencilerin topluma faydalı bireyler olarak yetişmelerine katkıda bulunur.

Güneş Enerjili Sokak Aydınlatması projesinin, öğrencilerle oluşturulan devre şeması ve Arduino kodları Şekil 3. 4 ve Şekil 3. 5'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 4 Güneş Enerjili Sokak Aydınlatması Projesinin Devre Şeması

(tinkercad.com, 3 Haziran 2024)

```
#include <Arduino.h>

#define led1 11
#define led2 10
#define led3 9
#define led4 6
#define led5 5
#define led6 3

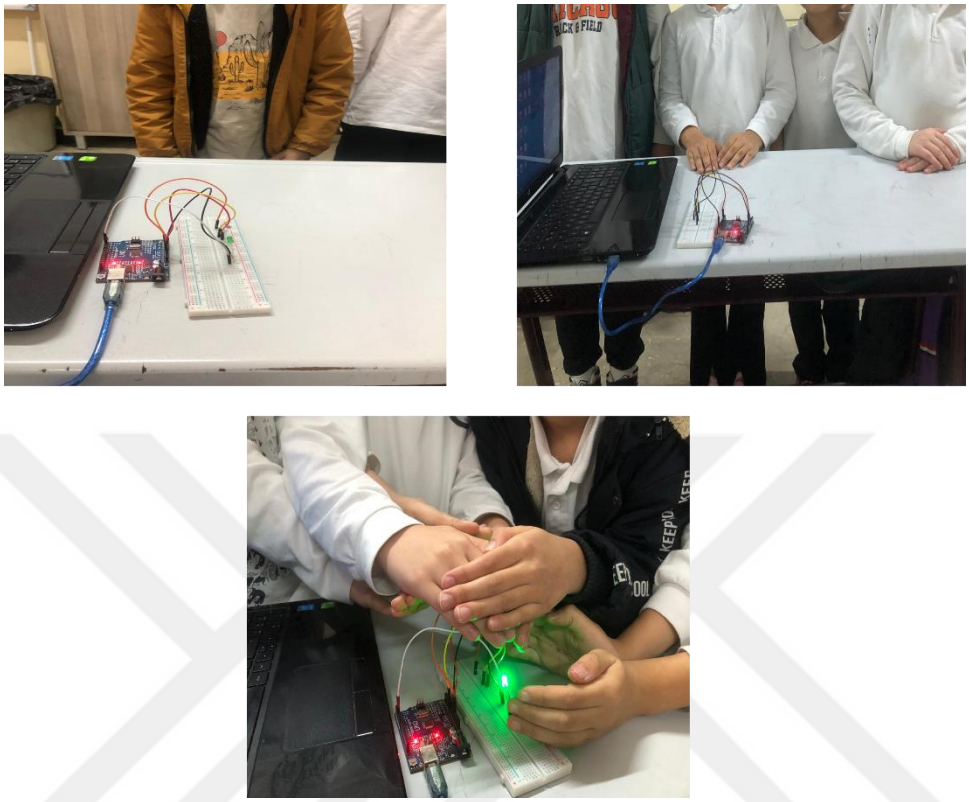
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(led1,OUTPUT);
  pinMode(led2,OUTPUT);
  pinMode(led3,OUTPUT);
  pinMode(led4,OUTPUT);
  pinMode(led5,OUTPUT);
  pinMode(led6,OUTPUT);
}
void loop() {
  int isik = analogRead(A0);

  if (isik > 200) {
    delay(250);
    digitalWrite(led1,LOW);
    digitalWrite(led2,LOW);
    digitalWrite(led3,LOW);
    digitalWrite(led4,LOW);
    digitalWrite(led5,LOW);
    digitalWrite(led6,LOW);
  } else if (isik<200){

    digitalWrite(led1,HIGH);
    digitalWrite(led2,HIGH);
    digitalWrite(led3,HIGH);
    digitalWrite(led4,HIGH);
    digitalWrite(led5,HIGH);
    digitalWrite(led6,HIGH);
  }
}
```

Şekil 3. 5 Güneş Enerjili Sokak Aydınlatması Projesinin Arduino Kodu

Güneş Enerjili Sokak Aydınlatması projesinin devre şeması ve gerekli yazılım kodları belirlendikten sonra deney gruplarındaki öğrencilerle ilgili proje gerçekleştirilmiş ve buna ilişkin görseller Şekil 3. 6'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 6 Projenin Öğrenciler Tarafından Gerçekleştirilmesi

3.5.3. Ses Kontrollü Aydınlatma Sitemi

Ses Kontrollü Aydınlatma Sistemi projesi, öğrencilerin enerji tasarrufu ve sürdürülebilir teknoloji uygulamaları konusunda bilinçlenmelerini sağlayan önemli bir STEM etkinliğidir. Arduino destekli olarak alkış sesi ile çalışan bu aydınlatma sistemi, enerji verimliliğini artırırken aynı zamanda kullanıcı dostu ve yenilikçi çözümler sunar.

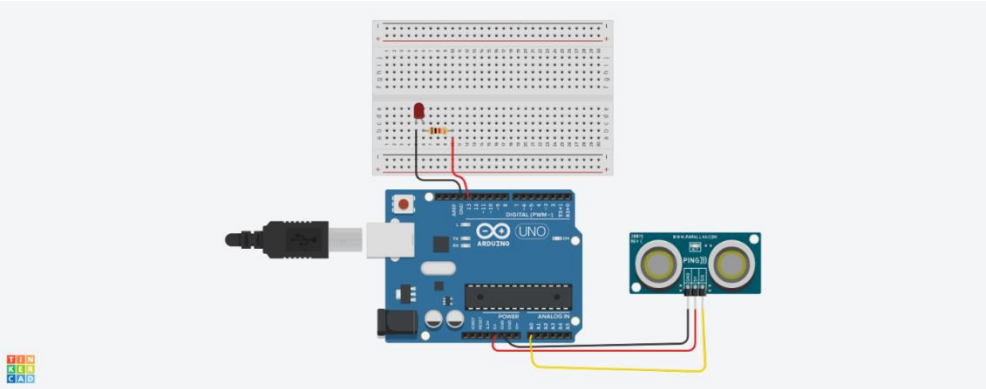
Projenin sürdürülebilir çevre eğitimi ile ilişkisi şu şekildedir:

1. **Enerji Tasarrufu ve Verimliliği**: Sesle kontrol edilen aydınlatma sistemi, lambaların yalnızca ihtiyaç duyulduğunda yanmasını sağlar. Bu, gereksiz enerji tüketimini önler ve enerji tasarrufuna katkıda bulunur. Öğrenciler, bu proje aracılığıyla enerji kaynaklarını verimli kullanmanın önemini öğrenirler.

2. **Teknolojik Uygulamalar ve İnovasyon**: Arduino kullanarak gerçekleştirilen bu proje, öğrencilere teknoloji ile çevre dostu çözümler üretme becerisi kazandırır. Ses sensörleri ve mikrodenetleyiciler kullanarak günlük yaşamda uygulanabilir yenilikçi sistemler tasarlama yeteneklerini geliştirirler.
3. **Kişisel ve Toplumsal Sorumluluk**: Proje, öğrencilerin çevreye duyarlı bireyler olarak enerji tasarrufu konusunda sorumluluk almalarını teşvik eder. Ayrıca, toplumsal düzeyde enerji tüketimini azaltma ve sürdürülebilir uygulamalara katkıda bulunma bilincini artırır.
4. **Çevresel Etki ve Bilinçlenme**: Alkış sesi ile kontrol edilen aydınlatma sistemi, enerji kaynaklarının bilinçli kullanımı konusunda farkındalık yaratır. Öğrenciler, projeyi gerçekleştirirken enerji tüketiminin çevresel etkileri hakkında bilgi edinir ve bu konuda duyarlılık geliştirir.
5. **Kullanıcı Dostu ve Erişilebilir Çözümler**: Sesle kontrol edilen aydınlatma sistemi, özellikle hareket kabiliyeti kısıtlı bireyler için kolaylık sağlar. Bu, sürdürülebilir teknolojilerin aynı zamanda toplumsal erişilebilirliği artırabileceğini gösterir ve öğrencilerin farklı ihtiyaçlara duyarlılık kazanmalarına yardımcı olur.

Ses Kontrollü Aydınlatma Sistemi projesi, öğrencilerin enerji verimliliği ve sürdürülebilir çevre uygulamaları konusundaki farkındalıklarını artırır. Bu proje, öğrencilerin çevreye duyarlı teknoloji çözümleri geliştirme becerilerini pekiştirirken, aynı zamanda sürdürülebilir bir gelecek için gerekli olan sorumluluk bilincini kazanmalarına katkıda bulunur.

Ses Kontrollü Aydınlatma Sistemi projesinin, öğrencilerle oluşturulan devre şeması ve Arduino kodları Şekil 3. 7 ve Şekil 3. 8'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 7 Ses Kontrollü Aydınlatma Sistemi Projesinin Devre Şeması (tinkercad.com, 3 Haziran 2024)

```
const int LED=13;
const int Sensor =A0; //A0 girişini analog giriş olarak belirledik.
int seviye;//Sesin şiddetini seviye değişkeni olarak tanımladık.
const int esik = 640;// ses şiddetinin eşik değerini buradan belirleriz.
void setup() {
pinMode(LED,OUTPUT);
Serial.begin(9600);

}

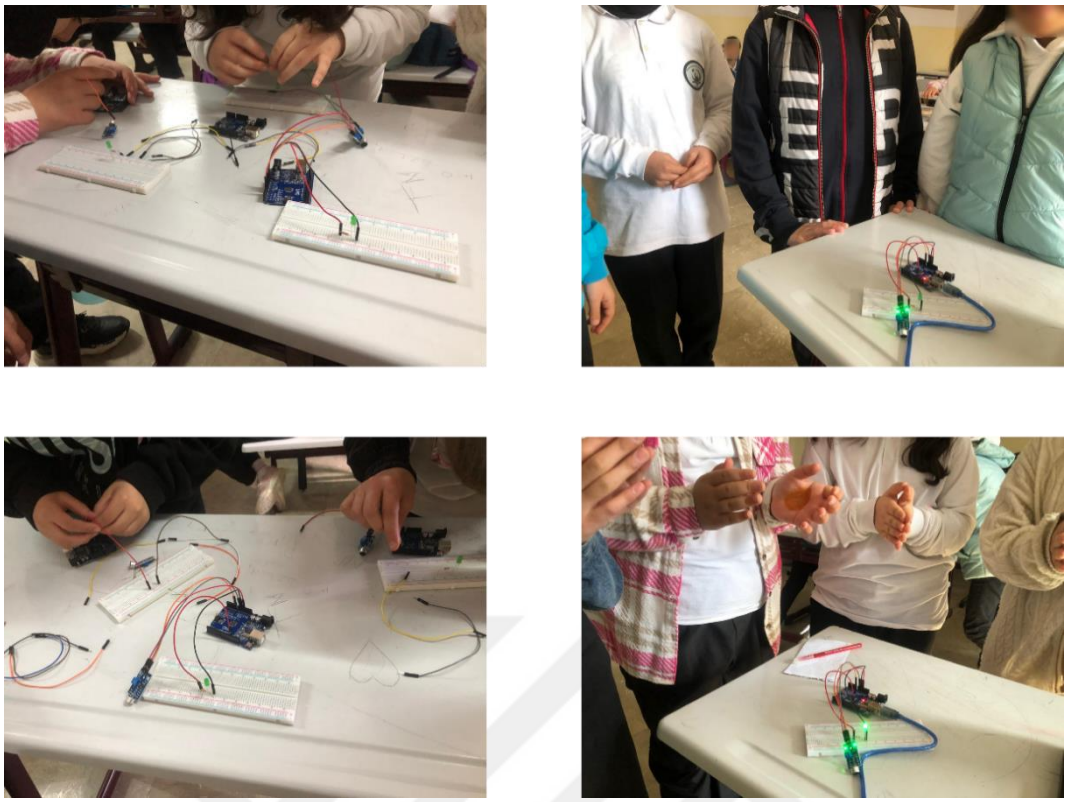
void loop() {
seviye=analogRead(Sensor);
Serial.println(seviye);

if(seviye>esik)// eğer ses seviyesi eşik değerinden büyük ise Led yanar ve bir saniye sonra söner.
{digitalWrite (LED,HIGH);
delay (5000);
digitalWrite(LED,LOW);
}
else
{digitalWrite(LED,LOW);}//eğer ses seviyesi eşik değerden küçük ise led söner

}
```

Şekil 3. 8 Ses Kontrollü Aydınlatma Sistemi Projesinin Arduino Kodu

Ses Kontrollü Aydınlatma Sistemi projesinin devre şeması ve gerekli yazılım kodları belirlendikten sonra deney gruplarındaki öğrencilerle ilgili proje gerçekleştirilmiş ve buna ilişkin görseller Şekil 3. 9'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 9 Projenin Öğrenciler Tarafından Gerçekleştirilmesi

3.5.4. Yağmur Suyu Toplama Sistemi

Yağmur Suyu Toplama Sistemi projesi, öğrencilerin su tasarrufu ve sürdürülebilir su yönetimi konularında bilinçlenmelerini sağlayan önemli bir STEM etkinliğidir. Arduino destekli olarak yağmur suyunu toplayan ve su miktarını ölçen bu sistem, su kaynaklarının etkin kullanımı ve çevre dostu uygulamaların öğrenilmesine katkıda bulunur.

Projenin sürdürülebilir çevre eğitimi ile ilişkisi şu şekildedir:

1. **Su Kaynaklarının Korunması ve Tasarrufu**: Yağmur suyu toplama sistemi, doğal su kaynaklarının korunmasına ve su tasarrufuna önemli ölçüde katkıda bulunur. Öğrenciler, suyun değerli bir kaynak olduğunu ve tasarruf edilmesi gerektiğini öğrenirler. Bu da su israfının önlenmesine ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına yönelik farkındalık yaratır.

2. **Teknolojik Uygulamalar ve İnovasyon**: Arduino ile desteklenen bu proje, öğrencilere teknolojiyi kullanarak çevreye duyarlı çözümler üretme becerisi kazandırır. Sensörler ve mikrodenetleyiciler kullanarak su miktarını ölçen

ve yönetebilen sistemler tasarlama yeteneklerini geliştirirler. Bu, onların yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerini pekiştirir.

3. **Çevre Kirliliğinin Azaltılması**: Yağmur suyunun toplanıp kullanılabilmesi, şehirlerde su baskınlarının ve yüzey akışının neden olduğu kirliliğin azaltılmasına yardımcı olabilir. Öğrenciler, bu proje sayesinde çevresel etkileri azaltma ve su yönetimi konusunda bilinçlenirler.

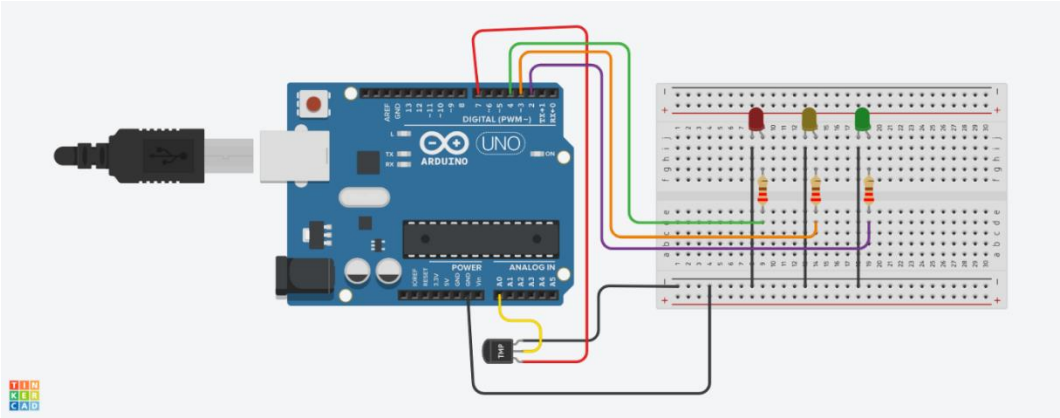
4. **Sürdürülebilir Tarım ve Bahçecilik Uygulamaları**: Toplanan yağmur suyu, tarımda ve bahçecilikte sulama amacıyla kullanılabilir. Öğrenciler, sürdürülebilir tarım uygulamaları hakkında bilgi edinir ve yağmur suyunun verimli kullanımının bitkisel üretim üzerindeki olumlu etkilerini öğrenirler.

5. **Kişisel ve Toplumsal Sorumluluk**: Proje, öğrencilerin çevreye karşı kişisel sorumluluk almalarını teşvik eder ve toplumsal düzeyde su tasarrufu bilincini artırır. Su tasarrufu yapmanın ve sürdürülebilir su yönetimi uygulamalarına katkıda bulunmanın önemini kavrarlar.

6. **İklim Değişikliği ile Mücadele**: Su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, iklim değişikliği ile mücadelede kritik bir rol oynar. Öğrenciler, bu proje ile iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya yönelik pratik çözümler geliştirme konusunda bilgi sahibi olurlar.

Yağmur Suyu Toplama Sistemi projesi, öğrencilerin su tasarrufu ve sürdürülebilir su yönetimi konularında bilinçlenmelerini sağlar. Bu proje, suyun etkin kullanımı ve çevre dostu teknolojilerin uygulanması açısından önemli bir eğitim aracı olup, sürdürülebilir bir gelecek için genç nesillerin gerekli bilgi ve becerileri kazanmalarına katkıda bulunur.

Yağmur Suyu Toplama Sistemi projesinin, öğrencilerle oluşturulan devre şeması ve Arduino kodları Şekil 3. 10 ve Şekil 3. 11'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 10 Yağmur Suyu Toplama Sistemi Projesinin Devre Şeması

(tinkercad.com, 3 Haziran 2024)

```
/* Change these values based on your calibration values */
int lowerThreshold = 420;
int upperThreshold = 520;

// Sensor pins
#define sensorPower 7
#define sensorPin A0

// Value for storing water level
int val = 0;

// Declare pins to which LEDs are connected
int redLED = 2;
int yellowLED = 3;
int greenLED = 4;

void setup() {
        Serial.begin(9600);
        pinMode(sensorPower, OUTPUT);
        digitalWrite(sensorPower, LOW);

        // Set LED pins as an OUTPUT
        pinMode(redLED, OUTPUT);
        pinMode(yellowLED, OUTPUT);
        pinMode(greenLED, OUTPUT);

        // Initially turn off all LEDs
        digitalWrite(redLED, LOW);
        digitalWrite(yellowLED, LOW);
        digitalWrite(greenLED, LOW);
}

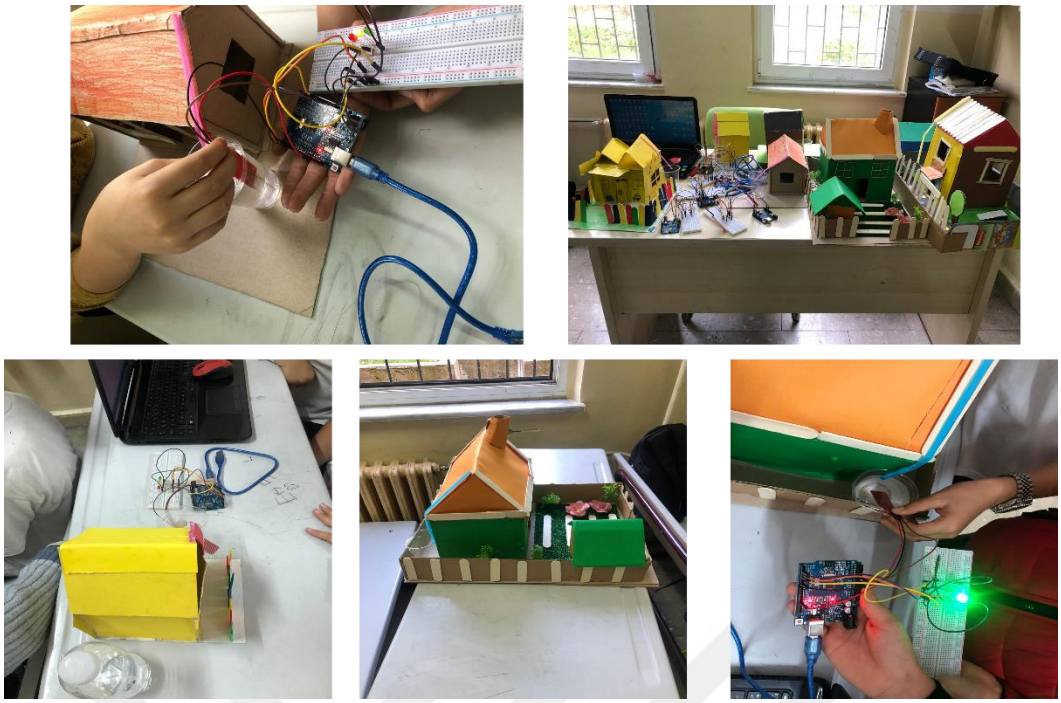
void loop() {
        int level = readSensor();

        if (level == 0) {
                Serial.println("Water Level: Empty");
                digitalWrite(redLED, LOW);
                digitalWrite(yellowLED, LOW);
                digitalWrite(greenLED, LOW);
        }
        else if (level > 0 && level <= lowerThreshold) {
                Serial.println("Water Level: Low");
                digitalWrite(redLED, HIGH);
                digitalWrite(yellowLED, LOW);
                digitalWrite(greenLED, LOW);
        }
        else if (level > lowerThreshold && level <= upperThreshold) {
                Serial.println("Water Level: Medium");
                digitalWrite(redLED, LOW);
                digitalWrite(yellowLED, HIGH);
                digitalWrite(greenLED, LOW);
        }
        else if (level > upperThreshold) {
                Serial.println("Water Level: High");
                digitalWrite(redLED, LOW);
                digitalWrite(yellowLED, LOW);
                digitalWrite(greenLED, HIGH);
        }
        delay(1000);
}

//This is a function used to get the reading
int readSensor() {
        digitalWrite(sensorPower, HIGH);
        delay(10);
        val = analogRead(sensorPin);
        digitalWrite(sensorPower, LOW);
        return val;
}
```

Şekil 3. 11 Yağmur Suyu Toplama Sistemi Projesinin Arduino Kodu

Yağmur Suyu Toplama Sistemi projesinin devre şeması ve gerekli yazılım kodları belirlendikten sonra deney gruplarındaki öğrencilerle ilgili proje gerçekleştirilmiş ve buna ilişkin görseller Şekil 3. 12'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 12 Projenin Öğrenciler Tarafından Gerçekleştirilmesi

3.5.5. Akıllı Sulama Sistemi

Akıllı Sulama Sistemi projesi, öğrencilerin su tasarrufu ve sürdürülebilir tarım uygulamaları konusunda bilinçlenmelerini sağlayan önemli bir STEM etkinliğidir. Arduino destekli olarak toprağın nem seviyesini ölçen ve kuruluğuna göre sulama yapan bu sistem, su kaynaklarının verimli kullanımı ve çevre dostu tarım tekniklerinin öğrenilmesine katkıda bulunur.

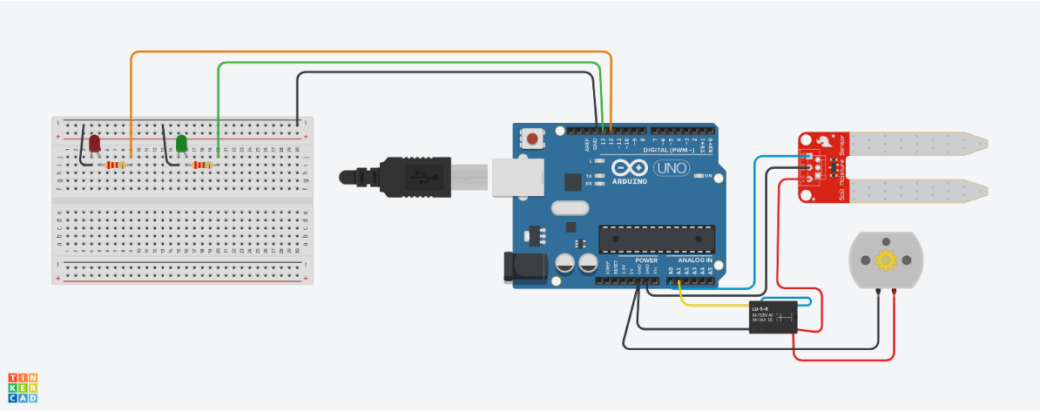
Projenin sürdürülebilir çevre eğitimi ile ilişkisi şu şekildedir:

1. **Su Tasarrufu ve Verimli Kullanım**: Akıllı sulama sistemi, suyun sadece gerektiğinde kullanılarak israf edilmesini önler. Bu, su kaynaklarının verimli kullanılmasını sağlar ve öğrencilerin su tasarrufu bilincini artırır. Proje, suyun sürdürülebilir yönetiminin önemini vurgular ve öğrencilerin bu konuda duyarlılık kazanmalarına yardımcı olur.
2. **Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları**: Toprağın nem seviyesine göre sulama yapabilen bu sistem, sürdürülebilir tarım uygulamalarının yaygınlaşmasına katkıda bulunur. Öğrenciler, bitkilerin su ihtiyacını doğru bir şekilde belirlemenin ve suyu verimli kullanmanın tarımsal üretim üzerindeki olumlu etkilerini öğrenirler.

3. **Teknolojik Uygulamalar ve İnovasyon**: Arduino kullanarak gerçekleştirilen bu proje, öğrencilere teknoloji ile çevreye duyarlı çözümler üretme becerisi kazandırır. Nem sensörleri ve mikrodenetleyiciler kullanarak bitkilerin ihtiyaçlarına uygun sulama sistemleri tasarlama yeteneklerini geliştirirler. Bu, onların problem çözme ve yaratıcı düşünme becerilerini pekiştirir.
4. **Çevresel Etki ve Bilinçlenme**: Proje, öğrencilerin suyun yanlış ve aşırı kullanımının çevresel etkileri hakkında bilinçlenmelerini sağlar. Akıllı sulama sistemi, suyun gereksiz yere kullanılmasını önleyerek su tasarrufunu sağlar ve toprak erozyonunu azaltır.
5. **Kişisel ve Toplumsal Sorumluluk**: Proje, öğrencilerin çevreye karşı kişisel sorumluluk almalarını teşvik eder ve toplumsal düzeyde su tasarrufu bilincini artırır. Sürdürülebilir sulama uygulamalarının yaygınlaşmasına katkıda bulunarak, su kaynaklarının korunması konusunda topluma örnek olurlar.
6. **İklim Değişikliği ile Mücadele**: Suyun verimli kullanımı, iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir faktördür. Öğrenciler, bu proje ile iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya yönelik pratik çözümler geliştirme konusunda bilgi sahibi olurlar. Akıllı sulama sistemleri, suyun akılcı kullanımı ile tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliğine katkıda bulunur.

Akıllı Sulama Sistemi projesi, öğrencilerin su tasarrufu ve sürdürülebilir tarım uygulamaları konularında bilinçlenmelerini sağlar. Bu proje, suyun etkin kullanımı ve çevre dostu teknolojilerin uygulanması açısından önemli bir eğitim aracı olup, sürdürülebilir bir gelecek için genç nesillerin gerekli bilgi ve becerileri kazanmalarına katkıda bulunur.

Akıllı Sulama Sistemi projesinin, öğrencilerle oluşturulan devre şeması ve Arduino kodları Şekil 3. 13 ve Şekil 3. 14'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 13 Akıllı Sulama Sistemi Projesinin Devre Şeması (tinkercad.com, 3 Haziran 2024)

```
#define ToprakSensoru A0
#define SuMotoru A1
#define YesilLed 13
#define KirmiziLed 12

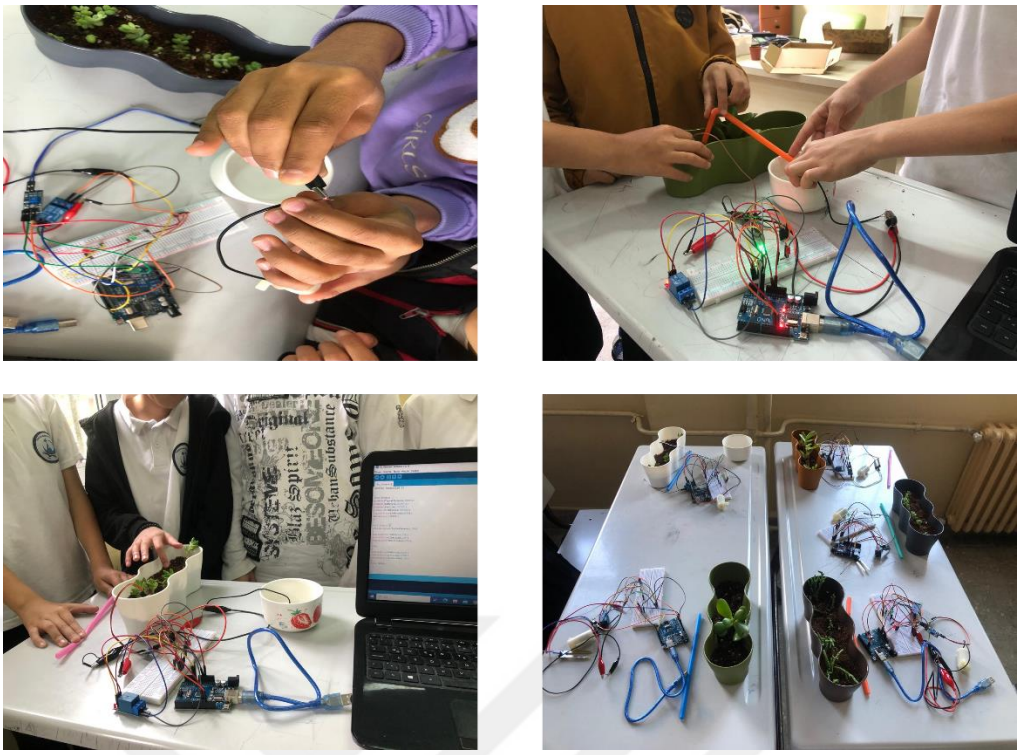

void setup() {
pinMode(ToprakSensoru,INPUT);
pinMode(SuMotoru,OUTPUT);
pinMode(YesilLed,OUTPUT);
pinMode(KirmiziLed,OUTPUT);
digitalWrite(SuMotoru,HIGH);
Serial.begin(9600);
}

void loop() {
if(analogRead(ToprakSensoru)>700)
{
digitalWrite(SuMotoru,LOW);
digitalWrite(YesilLed,LOW);
digitalWrite(KirmiziLed,HIGH);
}
else
{
digitalWrite(SuMotoru,HIGH);
digitalWrite(YesilLed,HIGH);
digitalWrite(KirmiziLed,LOW);
}
delay(1000);


}
```

Şekil 3. 14 Akıllı Sulama Sistemi Projesinin Arduino Kodu

Akıllı Sulama Sistemi projesinin devre şeması ve gerekli yazılım kodları belirlendikten sonra deney gruplarındaki öğrencilerle ilgili proje gerçekleştirilmiş ve buna ilişkin görseller Şekil 3. 15'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 15 Projenin Öğrenciler Tarafından Gerçekleştirilmesi

3.6 Verilerin Analizi

Bu çalışmada elde edilen veriler hem nicel hem de nitel analiz yöntemleri kullanılarak detaylı bir şekilde incelenmiştir. Nicel veriler SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir, nitel veriler ise NVIVO yazılımı ile analiz edilmiştir.

Nicel veri analizi, Çevre Bilgi Testi ve Çevresel Tutum Ölçeğinden elde edilen verileri içermektedir. Öncelikle, ön test ve son test verileri karşılaştırılarak Arduino destekli STEM etkinliklerinin sürdürülebilir çevre eğitimine olan etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu analizler, hipotezlerin test edilmesine ve elde edilen bulguların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının belirlenmesine olanak sağlamıştır.

Nitel veri analizi ise yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verileri kapsamaktadır. NVIVO yazılımı kullanılarak, görüşmelerin transkriptleri incelenmiş, ana temalar ve alt temalar belirlenmiştir. Nitel veri analizi, öğrencilerin Arduino destekli STEM etkinlikleri ile çevre eğitimi arasındaki ilişkiyi daha derinlemesine anlamak için yapılmıştır. Bu analizler, öğrencilerin deneyimlerini, görüşlerini ve algılarını anlamak için kritik bir rol oynamıştır.

Nicel ve nitel veri analizlerinin birleştirilmesi, araştırmanın sonuçlarının daha kapsamlı ve derinlemesine bir şekilde anlaşılmasını sağlamıştır. Elde edilen bulgular, Arduino destekli STEM etkinliklerinin sürdürülebilir çevre eğitimine entegrasyonunun etkileriyle ilgili önemli içgörüler sağlamıştır. Bu analizler, araştırmanın amacına ulaşmasına ve araştırma sorularının yanıtlanmasına yardımcı olmuştur.

3.6.1. Nitel Veri Analizi

Yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen veriler betimsel analiz yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Betimsel analizde veriler belirli temalara göre sınıflandırılır, özetlenir ve yorumlanır. Gözlem ya da görüşme sonucunda elde edilen verileri düzenlemek ve yorumlamak bu analiz yönteminin amacıdır (Yıldırım & Şimşek, 2011).

3.6.2. Nicel Veri Analizi

Bu çalışmada, SPSS programını kullanarak Arduino destekli STEM etkinliklerinin sürdürülebilir çevre eğitimine entegrasyonunu incelenmiştir. Veri analizi sürecinde öncelikle veri setinin doğruluğu incelenmiştir ve eksik veya yanlış bilgiler düzeltilmiştir. Daha sonra araştırma değişkenleri tanımlandı ve hipotez testleri yapıldı. Arduino destekli STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısı ve çevresel tutumları üzerindeki etkisini değerlendirmek için elde edilen istatistiksel sonuçlar kullanılmıştır.

4
BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde 5. Sınıf öğrencilerine uygulanan ölçeklerden ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen nicel bulgular ve nitel bulgular incelenmiş ve araştırmanın alt problemleri sırasıyla ele alınmıştır.

4.1 Nicel Bulgular

Araştırmanın nicel bulgularını; Akademik Başarı Testi (ABT) ve Çevresel Tutum Ölçeğinden alınan ön test ve son test verilerinin analizleri oluşturmaktadır.

4.1.1. Akademik Başarı Testi Bulguları

Akademik Başarı Testi, deney grubu ve kontrol grubu olmak üzere iki grup öğrenciye ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Yapılan bağımlı gruplar için t-testi sonuçları Tablo 4. 1'de sunulmuştur.

Tablo 4. 1 Bağımlı Gruplar İçin t-Testi Sonuçları

Gruplar	N	Ort.	SS	Sd	t	p
ABT-Kontrol Grubu-Ön test	36	7.27	2.44	35	-7.87	.000
ABT-Kontrol Grubu-Son test	36	10.13	2.46			
ABT-Deney Grubu-Ön test	34	8.52	3.19	33	-14.29	.000
ABT-Deney Grubu-Son test	34	14.73	2.6			

Bu çalışmada, STEM Tabanlı Sürdürülebilir Çevre Eğitimi'nin öğrencilerin akademik başarılarına etkisini değerlendirmek amacıyla uygulanan ön test ve son

test sonuçları analiz edilmiştir. Kontrol grubundaki 36 öğrencinin ön test ve son test puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını değerlendirmek için bağımlı örneklem t-testi uygulanmıştır. Kontrol grubu için elde edilen sonuçlar, ön test ortalamasının 7.27, standart sapmasının 2.44, son test ortalamasının 10.13 ve standart sapmasının 2.46 olduğunu göstermektedir. t değeri -7.87, p değeri ise .000 olarak bulunmuştur. Elde edilen p değeri (.000), .05 anlamlılık seviyesinden küçüktür, bu da kontrol grubundaki öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, kontrol grubunun akademik başarı düzeyinde kayda değer bir iyileşme olduğunu işaret etmektedir.

Deney grubundaki 34 öğrencinin ön test ve son test puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını değerlendirmek için bağımlı örneklem t-testi uygulanmıştır. Deney grubu için elde edilen sonuçlar, ön test ortalamasının 8.52, standart sapmasının 3.19, son test ortalamasının 14.73 ve standart sapmasının 2.6 olduğunu göstermektedir. t değeri -14.29, p değeri ise .000 olarak bulunmuştur. Elde edilen p değeri (.000), .05 anlamlılık seviyesinden küçüktür, bu da deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, deney grubunun akademik başarı düzeyinde önemli bir iyileşme olduğunu göstermektedir.

Analiz sonuçları hem kontrol grubunda hem de deney grubunda öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğunu göstermektedir. Ancak, deney grubunda elde edilen iyileşmenin daha belirgin olduğu görülmektedir. STEM Tabanlı Sürdürülebilir Çevre Eğitimi'nin, deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarını artırmada etkili olduğu söylenebilir. Bu bulgu, STEM temelli çevre eğitiminin öğrencilerin akademik gelişimlerine olumlu katkı sağladığını desteklemektedir.

4.1.2. Çevresel Tutum Ölçeği Bulguları

Çevresel Tutum Ölçeği, deney grubu ve kontrol grubu olmak üzere iki grup öğrenciye ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Yapılan bağımlı gruplar için t-testi sonuçları Tablo 4. 2'de sunulmuştur.

Tablo 4. 2 Bağımlı Gruplar İçin t-Testi Sonuçları

Gruplar	N	Ort.	SS	Sd	t	p
ÇTÖ-Kontrol Grubu-Ön test	36	3.36	.45	35	-5.15	.000
ÇTÖ-Kontrol Grubu-Son test	36	3.71	.25			
ÇTÖ-Deney Grubu-Ön test	34	3.4	.43	33	-3.34	.002
ÇTÖ-Deney Grubu-Son test	34	3.7	.29			

Bu çalışmada, Çevre Tutum Ölçeği (ÇTÖ) kullanılarak, STEM Tabanlı Sürdürülebilir Çevre Eğitimi'nin öğrencilerin çevreye yönelik tutumlarına etkisi değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları aşağıda sunulmaktadır.

Kontrol grubundaki 36 öğrencinin ön test ve son test puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını değerlendirmek için bağımlı örneklem t-testi uygulanmıştır. Kontrol grubu için elde edilen sonuçlar, ön test ortalamasının 3.36, standart sapmasının .45, son test ortalamasının 3.71 ve standart sapmasının .25 olduğunu göstermektedir. t değeri -5.15, p değeri ise .000 olarak bulunmuştur. Elde edilen p değeri (.000), .05 anlamlılık seviyesinden küçüktür, bu da kontrol grubundaki öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, kontrol grubunun çevreye yönelik tutumlarında kayda değer bir iyileşme olduğunu işaret etmektedir.

Deney grubundaki 34 öğrencinin ön test ve son test puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını değerlendirmek için bağımlı örneklem t-testi uygulanmıştır. Deney grubu için elde edilen sonuçlar, ön test ortalamasının 3.4, standart sapmasının .43, son test ortalamasının 3.7 ve standart sapmasının .29 olduğunu göstermektedir. t değeri -3.34, p değeri ise .002 olarak bulunmuştur. Elde edilen p değeri (.002), .05 anlamlılık seviyesinden küçüktür, bu da deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak

anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, deney grubunun çevreye yönelik tutumlarında önemli bir iyileşme olduğunu göstermektedir.

Analiz sonuçları hem kontrol grubunda hem de deney grubunda öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak, kontrol grubunda elde edilen iyileşmenin deney grubundaki kadar belirgin olmadığı görülmektedir. STEM Tabanlı Sürdürülebilir Çevre Eğitimi'nin, deney grubu öğrencilerinin çevreye yönelik tutumlarını artırmada etkili olduğu söylenebilir. Bu bulgu, STEM temelli çevre eğitiminin öğrencilerin çevreye yönelik tutumlarına olumlu katkı sağladığını desteklemektedir.

4.2 Nitel Bulgular

Araştırmanın nitel bulgularını, uygulama sonrası öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen verilerin analizi oluşturmaktadır. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu için öğrencilere sorulan 10 soru, 3 ana kategoriye ayrılmıştır. Bu temalar, öğrencilerin çevreye olan duyarlılıklarını, STEM ve Arduino projeleri konusundaki deneyimlerini ve düşüncelerini kapsayacak şekilde düzenlenmiştir.

4.2.1. Birinci Tema; Çevre Bilinci ve Sürdürülebilirlik

Öğrenciler, çevre konusundaki endişelerini çeşitli faktörlere dayandırmıştır. Su kirliliği ve susuzluk, hava kirliliği ve oksijen yetersizliği, ağaç kesimi ve ormanların yok olması, ozon tabakasının delinmesi ve fabrika sayılarının artması, çöp ve atık yönetimi ve toprak verimsizliği gibi konular öne çıkmıştır. Bu sonuçlar, öğrencilerin çevreye yönelik farkındalıklarının yüksek olduğunu ve çevre sorunlarına geniş bir perspektiften yaklaştıklarını göstermektedir. Öğrencilerin sürdürülebilir çevre konusuna dair endişelerine ait bulgular Tablo 4. 3'de gösterilmiştir.

Tablo 4. 3 Birinci Soru Frekans Analizi

Tema	**Kod**	***f***
Çevre Bilinci ve Sürdürülebilirlik	Su Kirliliği ve Susuzluk	2
	Hava Kirliliği ve Oksijen Yetersizliği	2
	Ağaç Kesimi ve Ormanların Yok Olması	2
	Ozon Tabakasının Delinmesi ve Fabrika Sayılarının Artması	1
	Çöp ve Atık Yönetimi	2
	Toprak Verimsizliği	1

Öğrencilere sorulan sorular EK B'de sunulmuştur. Öğrencilerin 1. soruya ait doğrudan cevapları aşağıda verilmiştir:

Ö1: Suyun bitmesi ve havanın kirlenmesi endişelendiriyor. Benim için çevre bizi hayatta tutan yaşadığımız sadece insanların değil bütün canlıların ve cansızların bulunduğu ortamdır.

Ö2: Ozon tabakasının delinmesi, fabrika sayılarının artması ve ağaçların kesilmesidir. Eğer bunlar devam ederse endişelerimiz daha da artacaktır.

Ö3: Benim için çevre çok güzel olmalı ve yerlere çöp atılmamalıdır. Temiz bir dünya olsa çok güzel olur.

Ö4: Ağaçlar olmazsa nefes alamayız yani oksijen alamayız. Çevre tertemiz olmalı bana göre. İnsanların çevreyi kirletmemesi gerekir.

Ö5: Ormanların yanmasıdır.

Ö6: Benim endişem ağaçların yok olması ve oksijensiz kalmaktan endişelenirim. Su kirliliği ve toprağın verimsizleşmesi de sorun olabilir.

Ö7: Ormanların yok olması ve oksijenin bitmesi sorun olur. Çevre benim için hayvanların olduğu çok güzel bir yer.

Ö8: Çevrenin kirlenmesi beni endişelendirir. Benim için çevrenin temiz ve ağaçlandırılmış olması gerekir.

Ö9: Kuraklık ve susuzluk endişelerimi oluşturur.

Ö10: Çevrenin ilerde kaybolacağı, yeşil alanlar ve ormanların yok olacağı endişelendirir. Çöpleri çöp kutusuna atmalıyız. Ormanlarda ateş yakmamalıyız. Benim için çevre yeşillikli güzel kelebeklerin uçuştuğu bir yerdir. Kirlenmiş bir çevre hem insanlığa hem çevreye zarar verir. Bunun olmasını kimse istemez.

Öğrenciler, doğanın korunması ve çevre kirliliği konusunda kendilerine düşen görevleri çeşitli eylemlerle ifade edilerek Tablo 4. 4'de sunulmuştur. Çöp toplama ve ayrıştırma, uyarma ve bilinçlendirme, afiş ve pano hazırlama, orman ve doğa koruma ve geri dönüşüm ve atık yönetimi gibi görevler belirtilmiştir. Bu bulgular, öğrencilerin çevre koruma konusunda aktif rol alma istekliliğini ve çeşitli yöntemlerle katkı sağlama farkındalığını yansıtmaktadır.

Tablo 4. 4 İkinci Soru Frekans Analizi

Tema	**Kod**	***f***
Çevre Bilinci ve Sürdürülebilirlik	Çöp Toplama ve Ayrıştırma	2
	Uyarma ve Bilinçlendirme	2
	Afiş ve Pano Hazırlama	2
	Orman ve Doğa Koruma	2
	Geri Dönüşüm ve Atık Yönetimi	2

Öğrencilere sorulan sorular EK B'de sunulmuştur. Öğrencilerin 2. soruya ait doğrudan cevapları aşağıda verilmiştir:

Ö1: Belirli yerdeki çöpleri toplayarak bu yerdeki canlıları koruyabiliriz.

Ö2: Gördüğüm çöpleri kaldırma, yere çöp atanları uyarma ve çevreye karşı insanları uyararak bilinçlendirme yapılmalıdır.

Ö3: Çevreyi kirleten kişileri gördüğümüzde uyarabiliriz ve çevre ile ilgili afiş hazırlayabiliriz.

Ö4: Yere çöp atanları uyararak çevre ile ilgili okulda pano hazırlayabiliriz.

Ö5: Çöpleri toplamak, ormanları korumak. Afiş hazırlayıp dağıtmak.

Ö6: Çöpleri çöp kutusuna atmak. Hayvanları beslemek ve onlara yuva yapmak. Hayvanları sahiplendirebiliriz. Bitkileri koruyabiliriz. Geri dönüşüm kutusuna geri dönüşümlerimizi atabiliriz.

Ö7: Çevremizdeki kişileri uyarabiliriz. Onların bilinçlenmesini sağlayabiliriz.

Ö8: Çöpleri yerlere atmayarak, fidan dikerek doğayı korurum.

Ö9: Mesela çöpleri ayrıştıran bir makine yapılabilir.

Ö10: Atık pillerimizi toprağa gömmek yerine geri dönüşüme kazandırabiliriz. Fabrika atıklarını suların olduğu yere dökmemeliyiz. Herkes kendi arabasını kullanmaktansa toplu taşımayı tercih etmesi lazım. Hava kirliliğinin daha az olması için.

STEM uygulamalarında geri dönüşümün önemine dikkat çeken öğrenciler, geri dönüşümün önemi ve eğlenceli hale getirilmesi, geri dönüşüm kutuları ve ayrıştırma, geri dönüşüm projeleri ve makineler, geri dönüşümün çevreye katkıları ve genel geri dönüşüm fikri gibi konuları vurgulamıştır. Bu, geri dönüşümün öğrenciler tarafından hem eğlenceli hale getirildiğini hem de çevresel katkılarının farkında olunduğunu göstermektedir. STEM uygulamalarında geri dönüşümün önemi ile ilgili olarak öğrencilerden elde edilen bulgular Tablo 4. 5'de sunulmuştur.

Tablo 4. 5 Üçüncü Soru Frekans Analizi

Tema	**Kod**	***f***
Çevre Bilinci ve Sürdürülebilirlik	Geri Dönüşümün Önemi ve Eğlenceli Hale Getirilmesi	2
	Geri Dönüşüm Kutuları ve Ayrıştırma	3
	Geri Dönüşümün Çevreye Katkıları	2
	Geri Dönüşüm Projesi ve Makineler	2
	Genel Geri Dönüşüm Fikri	1

Öğrencilere sorulan sorular EK B'de sunulmuştur. Öğrencilerin 3. soruya ait doğrudan cevapları aşağıda verilmiştir:

Ö1: Bence geri dönüşümün önemi anlatılabilir. Bu şekilde projeler yaparak geri dönüşüm daha eğlenceli hale gelebilir.

Ö2: Bahsedilebilir. Geri dönüşüm olarak maddeleri kutu ayıracak ve kâğıt, plastik, metal, pil olarak ayrılacak.

Ö3: Herkesin evinde geri dönüşüm kovası olursa daha eğlenceli olur atık atmak ve geri dönüşüme katkı sağlamış oluruz.

Ö4: Bence bahsedilebilir.

Ö5: Bahsedilebilir. Çevre dostu çöp kovası ile geri dönüşüm söz konusu olur.

Ö6: Geri dönüşüm yapılmıştır. Çöpleri geri dönüştürerek çevre kirliliğini azaltmış oluruz.

Ö7: Geri dönüşüm STEM projeleri içinde yapılır. Çevre için çok güzel bir uygulamadır.

Ö8: STEM uygulamalarında geri dönüşüm projesi yapılabilir. Mesela çöpleri otomatik geri dönüşüm kutusuna atabilen bir robot yapılabilir.

Ö9: Olabilir. Mesela çöpleri ayrıştıran bir makine yapılabilir.

Ö10: Bence STEM uygulaması geri dönüşüm hakkında bilgi verebilir.

4.2.2. İkinci Tema; STEM ve Arduino Projeleri

Öğrenciler, Arduino ve STEM hakkında genel olarak pozitif görüşler, eğitim ve mühendislik odaklı görüşler, çevreye katkı ve kullanışlılık ve proje ve deney odaklı görüşler belirtmişlerdir. Bu bulgular, öğrencilerin STEM ve Arduino projelerine olan olumlu bakış açısını ve bu projelerin eğitici değerini anlamlandırdıklarını göstermektedir. Öğrencilerin Arduino ve STEM hakkındaki düşüncelerine ilişkin bulgular Tablo 4. 6'da sunulmuştur.

Tablo 4. 6 Dördüncü Soru Frekans Analizi

Tema	**Kod**	***f***
STEM ve Arduino Projeleri	Genel Pozitif Görüşler	3
	Eğitim ve Mühendislik Odaklı Görüşler	3
	Çevreye Katkı ve Kullanışlılık	2
	Proje ve Deney Odaklı Görüşler	2

Öğrencilere sorulan sorular EK B'de sunulmuştur. Öğrencilerin 4. soruya ait doğrudan cevapları aşağıda verilmiştir:

Ö1: Bence Arduino sistemi çok iyi. STEM hakkında düşüncelerim pek bir şey bilmiyorum.

Ö2: Arduino kodlamalardan oluşmaktadır. Eğlenceli bir çalışma bazen çok zor olabiliyor. Hassas oldukları için çabuk bozulabilir. STEM dersleri sayesinde gelecekte mühendis olmayı planlıyorum. Dersler STEM' le çok eğlenceli geçti.

Ö3: Benim için çok güzeldi.

Ö4: Kullanışlı ve güzel. Bunu kullandığımızda doğayı kirletmemiş oluruz.

Ö5: Eğlenceli geçti dersler. Sonuçta yeni bir şey keşfettik.

Ö6: Öğrencilere Fen dersini anlamada yardımcı olduğu için bu dersle ilgilenen öğrenciler için çok katkısı vardır.

Ö7: Arduino ve STEM günlük yaşamdaki sorunlara çözüm bulmamızı sağlamıştır.

Ö8: Arduino ve STEM le ilgili bir sürü projeler düzenleyip bunları sergileyebiliriz.

Ö9: Çok eğlenceli deneyler yapıyoruz. Arduino ve STEM i öğreniyoruz.

Ö10: STEM öğrencilerin problemleri rahatça çözmesini ve sıkı bir disiplinle yapılır. Yeni nesil açıyla öğrencilere bilgi ve beceri kazanmalarını sağlar. Arduino ise mikro denetleyici kart sayesinde kodlamalarla proje tasarlamamızı sağlar. Derslerimizi daha iyi öğrenmiş oluruz.

Arduino projelerinin çevre sorunlarının çözümüne yönelik etkisi, projelerin gerçekleştirilmesi ve potansiyel etki, bilinçlenme ve çevreye katkı, su israfını

önleme ve geniş kapsamlı çevresel çözümler gibi konularla ifade edilmiştir. Öğrencilerin, Arduino projelerinin çevresel sorunlara yönelik somut katkılar sağladığını ve farkındalık yarattığını düşündükleri görülmektedir. STEM uygulamalarında kullanılan Arduino projesinin çevre sorunlarının çözümüne yönelik öğrencilerden elde edilen bulgular Tablo 4. 7'de sunulmuştur.

Tablo 4. 7 Beşinci Soru Frekans Analizi

Tema	**Kod**	***f***
STEM ve Arduino Projeleri	Projelerin Gerçekleştirilmesi ve Potansiyel Etki	2
	Bilinçlenme ve Çevreye Katkı	3
	Su İsrafını Önleme	3
	Geniş Kapsamlı Çevresel Çözümler	2

Öğrencilere sorulan sorular EK B'de sunulmuştur. Öğrencilerin 5. soruya ait doğrudan cevapları aşağıda verilmiştir:

Ö1: Bence gerçeğe dönüştürülürse etki eder.

Ö2: Etkisi oldu. Bu projelerle daha bilinçli olduk ve çevre sorunlarına ait çözümler geliştirdik.

Ö3: Etkili projeler oldu. Mesela, Arduino ile yapılan bir projede toprağın nemini ölçerek bitkinin ne zaman suya ihtiyacı olduğunu anlayıp su israfını önledik.

Ö4: Bence olur.

Ö5: Oldu. Hayatımı israftan kurtardı.

Ö6: Bence oldu. Çünkü su israfını ve yok olan ağaçları korudular.

Ö7: Bana etkisi oldu. Çevreye katkısı oldu ve bilinçli oldum.

Ö8: Etkisi oldu. Mesela biz Fen Hocamızla Arduino ve STEM ile ilgili otomatik çiçek sulama projesi yaptık.

Ö9: Evet oldu. STEM le çevreyi koruduk bence.

Ö10: Çok etkili oldu. STEM uygulamalarıyla birlikte kullandığımız Arduino çevre sorunlarını yönetir. Mesela su kirliliğine karşı önlemler aldık ve çöpleri otomatik sensörlerle toplayan bir proje tasarladık.

Öğrenciler, Arduino kullanarak çevre dostu projeler yaparken kablolama ve donanım sorunları, kodlama ve yazılım zorlukları, malzeme ve proje fikri zorlukları ve diğer zorluklar (izinler, insan faktörü) gibi zorluklarla karşılaşabileceklerini belirtmişlerdir. Bu zorlukların aşılması için ise öğrencilerin yaratıcı ve problem çözme becerilerini geliştirmeleri gerektiği anlaşılmaktadır. Arduino kullanarak çevre dostu bir proje yaparken karşılaşabileceğin zorluklar. Arduino kullanarak çevre dostu bir proje yaparken karşılaşabilecek zorluklara ilişkin elde edilen bulgular Tablo 4. 8'de sunulmuştur.

Tablo 4. 8 Altıncı Soru Frekans Analizi

Tema	**Kod**	**f**
STEM ve Arduino Projeleri	Kablolama ve Donanım Sorunları	3
	Kodlama ve Yazılım Zorlukları	3
	Malzeme ve Proje Fikri Zorlukları	2
	Diğer Zorluklar (İzinler, İnsan Faktörü)	2

Öğrencilere sorulan sorular EK B'de sunulmuştur. Öğrencilerin 6. soruya ait doğrudan cevapları aşağıda verilmiştir:

Ö1: Kabloları bağlarken ya da kodlamayı yaparken zorlanabiliriz. Hassas malzemeler olduğu için dikkatli kullanmamız gerekir.

Ö2: Çevreye zarar vermeyen malzemeler bulmak zor olabilir.

Ö3: Elektronik malzemeleri iyice tanımalıyız. Devreyi oluştururken hatalı olabilir.

Ö4: Kodlamayı projeye göre dikkatli bir şekilde kodlamak gerekir.

Ö5: Belediyeler izin vermeyebilir. İnsanlar istemeyebilir.

Ö6: Çevre dostu proje fikirleri bulmak zor olabilir.

Ö7: Arduino bilgisinin olması ve bunu projelerde uygulamak biraz zor olabilir.

Ö8: Arduino'nun kabloları çıkabilir veya bozulabilir.

Ö9: Arduino kodlamaları yanlış olabilir ve zaman kaybı oluşturabilir.

Ö10: Bazı zorluklarla karşılaşırım. Onlardan birisi de projemizin çalışmaması olabilir. Kabloları yanlış bağlamış olabiliriz. Kabloları yanlış yere takmış olabiliriz. Kabloları yanlış yerlerinden çıkartıp doğru yerlerine takabiliriz.

Öğrencilerin Arduino ile proje yapma fikirleri arasında hayvanlara ve ev hayvanlarına yönelik projeler, enerji tasarrufu ve ev içi kullanım projeleri, hava kalitesi ve çevre izleme projeleri, su israfı ve su kaynaklarını koruma projeleri, yenilenebilir enerji ve taşıma araçları projeleri, teknolojik cihaz ve mekanizma tasarımı ve başarısızlık ve özgüvenle ilgili duygular yer almaktadır. Ayrıca, bazı öğrenciler genel proje düşüncesi olmadığını ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar, öğrencilerin geniş bir yelpazede projeler düşündüğünü ve çeşitli alanlarda çevresel sorunlara çözüm üretmek istediklerini göstermektedir. Arduino kullanarak bir proje yapmayı düşünen öğrencilere ilişkin elde edilen bulgular Tablo 4. 9'da sunulmuştur.

Tablo 4. 9 Yedinci Soru Frekans Analizi

Tema	**Kod**	***f***
STEM ve Arduino Projeleri	Hayvanlara ve Ev Hayvanlarına Yönelik Projeler	1
	Enerji Tasarrufu ve Ev İçi Kullanım Projeleri	2
	Hava Kalitesi ve Çevre İzleme Projeleri	1
	Su İsrafı ve Su Kaynaklarını Koruma Projeleri	1
	Yenilenebilir Enerji ve Taşıma Araçları Projeleri	1
	Teknolojik Cihaz ve Mekanizma Tasarımı	1
	Başarısızlık ve Özgüvenle İlgili Duygular	1
	Genel Proje Düşüncesi Yok	2

Öğrencilere sorulan sorular EK B'de sunulmuştur. Öğrencilerin 7. soruya ait doğrudan cevapları aşağıda verilmiştir:

Ö1: Hocamız ile yapmadan önce başka bir yerde yapmadık. Öğretmenimle yaptıktan sonra yapmak istedim. Hayvanlarımıza mama veren bir icat yapmak istedim.

Ö2: Bu projelerden sonra düşündüm. Evimizde kullanacağımız lamba söndürme projesi olurdu. Ailem evde ışığı kapatmayı unuttuğu için israf olmasın diye bu projeyi yapmayı düşünürdüm.

Ö3: Hayır düşünmedim.

Ö4: Bu projeler hem eğlenceli hem yeni şeyler öğrenmemizi sağlar. Hava kalitesini izleme projesini yapmak isterdim.

Ö5: Robot el yapmak isterdim. Yorulduğumuzda bize yardımcı olması için.

Ö6: Ben su israfını engellemekle ilgili bir proje tasarlamak isterdim.

Ö7: Güneş enerjisiyle çalışan bir araba yapmak istedim.

Ö8: Proje yapmayı düşünmedim.

Ö9: Tekerleğimizin istediğimiz hızda ve yönde döneceği bir proje tasarlamak çok eğlenceli olurdu.

Ö10: Doğa ve çevre kirliliğini önlemek için bir proje yapmayı düşündüm ama gerçekleştiremedim, başaramadım ve özgüvenimi yitirdim. Proje yapma fikrinden vazgeçtim.

4.2.3. Üçüncü Tema; STEM Projelerinde Beceri Gelişimi ve Dikkat Edilmesi Gerekenler

STEM projeleri yaparken dikkat edilmesi gerekenler arasında malzeme ve ekipman kullanımı, malzeme hassasiyeti ve dikkat gerekliliği, projenin faydalı olması ve amaç odaklılık, dikkat ve titizlik ve hata yapmamaya dikkat ve özgüvenle ilgili duygular yer almaktadır. Öğrenciler, STEM projelerinde detaylara ve dikkat gerektiren konulara önem verdiklerini ifade etmişlerdir. Bir STEM projesi yaparken nelere dikkat edilmesi gerektiği konusunda öğrencilerden elde edilen bulgular Tablo 4. 10'da sunulmuştur.

Tablo 4. 10 Sekizinci Soru Frekans Analizi

Tema	**Kod**	***f***
STEM Projelerinde Beceri Gelişimi ve Dikkat Edilmesi Gerekenler	Malzeme ve Ekipman Kullanımı	2
	Malzeme Hassasiyeti ve Dikkat Gerekliliği	4
	Projenin Faydalı Olması ve Amaç Odaklılık	2

	Dikkat ve Titizlik	1
	Hata Yapmamaya Dikkat ve Özgüvenle İlgili Duygular	1

Öğrencilere sorulan sorular EK B'de sunulmuştur. Öğrencilerin 8. soruya ait doğrudan cevapları aşağıda verilmiştir:

Ö1: Bütün STEM ile ilgili eşyaların yanımızda olmasına dikkat ederiz.

Ö2: Malzemelerin hassaslığına göre dikkat edilmesi gerekir. Uygulama adımlarının takip edilmesi gerekir.

Ö3: Malzemeleri dikkatli kullanmamız gerekir.

Ö4: Bunlar çok hassastır.

Ö5: İnsanlar için faydalı olacağına dikkat edilmelidir.

Ö6: Çevre sorunlarını çözmeye yönelik olması gerekir.

Ö7: STEM yaparken dikkatli olunmalı ve bütün adımları yaparken eksiksiz yapılmalıdır.

Ö8: STEM projeleri dikkat gerektirir. Dikkat edilerek yapılmalıdır.

Ö9: STEM ve Arduino hassas olduğu için dikkat edilmelidir.

Ö10: Hata yapmamaya dikkat etmeliyiz. Başarmak için özgüvenli gururlu ve azimli bir şekilde çalışmalıyız. Yaptığımız projeden bence bilgide edinmeliyiz ve kendimize bilgi katmalıyız.

Öğrenciler, STEM projeleri yaparken hızlı düşünme ve anlama becerisi, teknik ve mühendislik becerileri, el-göz koordinasyonu ve el becerisi, zihinsel gelişim ve bilgi edinme, zaman yönetimi ve sorumluluk alma, problem çözme ve eleştirel düşünme, proje yapmaya ilgide artış, projelerden keyif alma ve motivasyon gibi becerilerin geliştiğini belirtmişlerdir. Bu, STEM projelerinin öğrencilerin çeşitli becerilerini geliştirdiğini ve onları motive ettiğini göstermektedir. STEM projeleri yaparken hangi becerilerin geliştiğine ilişkin elde edilen bulgular Tablo 4. 11'de sunulmuştur.

Tablo 4. 11 Dokuzuncu Soru Frekans Analizi

Tema	**Kod**	***f***
STEM Projelerinde Beceri Gelişimi ve Dikkat Edilmesi Gerekenler	Hızlı Düşünme ve Anlama Becerisi	1
	Teknik ve Mühendislik Becerileri	1
	El-Göz Koordinasyonu ve El Becerisi	3
	Zihinsel Gelişim ve Bilgi Edinme	1
	Zaman Yönetimi ve Sorumluluk Alma	1
	Problem Çözme ve Eleştirel Düşünme	1
	Proje Yapmaya İlgide Artış	1
	Projelerden Keyif Alma ve Motivasyon	1

Öğrencilere sorulan sorular EK B'de sunulmuştur. Öğrencilerin 9. soruya ait doğrudan cevapları aşağıda verilmiştir:

Ö1: Hızlı düşünme ve hızlı anlamanın geliştiğini düşünüyorum.

Ö2: Teknik ve mühendislik becerilerimiz gelişir.

Ö3: El göz koordinasyonumuz gelişir.

Ö4: El becerimiz artar. Problem çözme becerimiz artar.

Ö5: Zihnimizde öğrendiğimiz bilgiler bizi geliştirir.

Ö6: Zamanı güzel yönetebiliriz. Gruptaki arkadaşlarımızla birlikte sorumluluk almayı öğrenmiş oluruz.

Ö7: Bir problemi çözme becerisi oluşturur. Eleştirel düşünebiliriz.

Ö8: El becerisi kazanarak daha pratik düşünmeyi öğrendim.

Ö9: Proje yapmaya olan ilgimiz arttı.

Ö10: Bende projenin kendisini yapmaktan çok keyif alırım ve o projenin çalışması bana büyük bir keyif verir.

Soru 10: Bir STEM projesi yaparken en çok keyif aldığın veya öğrendiğin şey nedir?

Öğrencilerin STEM projeleri yaparken en çok keyif aldıkları veya öğrendikleri şeyler arasında grup çalışması ve beyin fırtınası, kabloları bağlama ve bağlantılar, el becerisi ve zihinsel gelişim, projelerde çalışma ve keşfetme, sensörlerin kullanımı ve otomatik sistemler, projenin çalışması ve sonuç almak, STEM teknolojisinin kullanımı ve hassaslık ve projenin yapılması ve sonucun keyfi yer almaktadır. Bu bulgular, STEM projelerinin öğrenciler için hem eğitici hem de eğlenceli olduğunu ve onların pratik becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Bir STEM projesi yaparken öğrencilerin en çok keyif aldığı veya öğrendiğin şeylere ilişkin elde edilen bulgular Tablo 4. 12'de sunulmuştur.

Tablo 4. 12 Onuncu Soru Frekans Analizi

Tema	**Kod**	***f***
STEM Projelerinde Beceri Gelişimi ve Dikkat Edilmesi Gerekenler	Grup Çalışması ve Beyin Fırtınası	1
	Kabloları Bağlama ve Bağlantılar	2
	El Becerisi ve Zihinsel Gelişim	1
	Projelerde Çalışma ve Keşfetme	2
	Sensörlerin Kullanımı ve Otomatik Sistemler	1
	Projenin Çalışması ve Sonuç Almak	1
	STEM Teknolojisinin Kullanımı ve Hassaslık	1
	Projenin Yapılması ve Sonucun Keyfi	1

Öğrencilere sorulan sorular EK B'de sunulmuştur. Öğrencilerin 10. soruya ait doğrudan cevapları aşağıda verilmiştir:

Ö1: En çok keyif aldığım şey arkadaşlarımla birlikte beyin fırtınası yaparak hep beraber yeni şeyler öğrenmemizdir.

Ö2: En keyif aldığım kabloları bağlamaktır.

Ö3: Kabloları takmak çok keyifliydi ve onları dikkatli bağlamamız gerekir.

Ö4: El becerimi geliştirdi ve zihnimi açtı.

Ö5: Çevre dostu çöp kovası ve ses kontrollü aydınlatma sistemi en çok keyif aldığım projeler arasındaydı.

Ö6: Yeni şeyler öğrenmek ve keşfetmek çok eğlenceli oldu.

Ö7: En çok keyif aldığım sensörlerin kodları algılaması ve otomatik açılması oldu.

Ö8: STEM projesi yaparken en keyif aldığım şey projenin çalışmasıdır.

Ö9: STEM in çalışmasına bayılırım. Çok hassas olduğunu öğrendim.

Ö10: Ben projenin kendisini yapmaktan çok keyif alırım ve bende o projenin çalışması bana büyük bir keyif verir.

5
SONUÇ

Bu araştırmanın amacı, STEM tabanlı sürdürülebilir çevre eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları ve çevreye yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemektir. Araştırma kapsamında deney ve kontrol gruplarına uygulanan testler ve yapılan görüşmeler doğrultusunda elde edilen bulgular, çevre eğitiminin öğrenciler üzerinde belirgin bir etki yarattığını göstermektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, Arduino destekli STEM etkinliklerinin sürdürülebilir çevre eğitimine entegrasyonunun öğrenciler üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışma kapsamında elde edilen veriler ve bulgular, mevcut literatürle uyumlu olup, literatürdeki benzer çalışmalar tarafından desteklenmektedir.

Akademik Başarı

Çalışmada, Arduino destekli STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin STEM tabanlı etkinlikler sayesinde bilimsel bilgi birikimlerinde ve problem çözme becerilerinde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Bu bulgu, Barak ve Zadok (2009) tarafından yapılan çalışmayla uyumludur. Onlar da STEM tabanlı projelerin öğrenci motivasyonunu ve öğrenme performansını artırdığını belirtmişlerdir. Aynı şekilde, Hacıoğlu ve Kabapınar (2017), STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarını artırmada etkili olduğunu göstermiştir.

Çevresel Farkındalık ve Tutumlar

Çalışmada, Arduino destekli STEM etkinliklerinin öğrencilerin çevresel farkındalıklarını ve çevreye yönelik olumlu tutumlarını artırdığı görülmüştür. Öğrencilerin çevresel sorunlara daha duyarlı hale gelmeleri ve sürdürülebilirlik bilinci kazanmaları, bu tür etkinliklerin önemli bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Özdemir (2007), çevre eğitiminin bireylerin çevresel farkındalıklarını ve sürdürülebilir davranışlarını artırdığını belirtmiştir. Benzer şekilde, Kollmuss ve Agyeman (2002) de çevre eğitiminin çevresel davranışları olumlu yönde etkilediğini vurgulamışlardır.

Öğretmen Yeterlilikleri

Çalışma, STEM tabanlı çevre eğitiminin öğretmen adaylarının öğretim becerilerini geliştirdiğini ve çevresel konularda daha etkili öğretim stratejileri geliştirmelerine yardımcı olduğunu göstermiştir. Gökçek ve arkadaşları (2021), fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik STEM temelli çevre eğitimi etkinliklerinin, öğretmen adaylarının çevresel eğitim konusundaki bilgi ve becerilerini artırdığını belirtmişlerdir. Bu durum, öğretmenlerin çevresel sorunlara yönelik daha bilinçli ve çözüm odaklı yaklaşımlar geliştirmelerine katkı sağlamaktadır.

Teknolojik Araçların Kullanımı

Arduino gibi teknolojik araçların eğitimde kullanılması, öğrencilerin hem teorik bilgilerini pratiğe dökmelerine yardımcı olmuş hem de öğrenme sürecini daha eğlenceli ve ilgi çekici hale getirmiştir. Barak ve Zadok (2009), STEM projelerinde robotik gibi teknolojik araçların kullanımının, öğrencilerin problem çözme becerilerini ve bilimsel kavramları anlamalarını geliştirdiğini göstermiştir. Bu, çalışmada elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir.

Sosyal ve Duygusal Gelişim

Çalışmanın sonuçları, STEM tabanlı çevre eğitiminin öğrencilerin sosyal ve duygusal gelişimlerine de katkıda bulunduğunu göstermiştir. Öğrencilerin grup çalışmaları ve projeler yoluyla iş birliği yapma, iletişim kurma ve liderlik becerilerini geliştirdikleri gözlemlenmiştir. Bu bulgu, Beers, Boshuizen, Kirschner ve Gijselaers (2006) tarafından yapılan çalışmayla da desteklenmektedir. Onlar, STEM eğitiminin öğrencilerin sosyal becerilerini geliştirdiğini ve karmaşık problemleri çözme yeteneklerini artırdığını belirtmişlerdir.

Akademik Başarı Testi Sonuçları:

Çalışmanın akademik başarı testi sonuçları, STEM tabanlı sürdürülebilir çevre eğitiminin öğrencilerin bilgi düzeylerinde anlamlı bir artış sağladığını göstermektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ortalaması 7.27 iken son test ortalaması 10.13'e yükselmiş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($t=-7.87$, $p<.001$). Deney grubunda ise, ön test ortalaması 8.52'den son testte 14.73'e yükselmiş ve bu artış da istatistiksel olarak anlamlıdır ($t=-14.29$, $p<.001$). Bu sonuçlar, STEM tabanlı eğitimin, çevre bilgisi ve farkındalığını artırmada etkili olduğunu göstermektedir.

Çevre Tutum Ölçeği Sonuçları:

Çevre tutum ölçeği sonuçları da benzer şekilde deney grubunda anlamlı bir iyileşme göstermektedir. Kontrol grubunun ön test ortalaması 3.36 iken son test ortalaması 3.71 olarak bulunmuş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($t=-5.15$, $p<.001$). Deney grubunda ise ön test ortalaması 3.4'ten son testte 3.7'ye yükselmiş ve bu fark da anlamlı bulunmuştur ($t=-3.34$, $p=.002$). Bu bulgular, STEM tabanlı sürdürülebilir çevre eğitiminin, öğrencilerin çevreye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır.

Görüşme Sonuçları:

Öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerde elde edilen veriler, üç ana tema altında toplanmıştır: çevre bilinci ve sürdürülebilirlik, STEM ve Arduino projeleri, STEM projelerinde beceri gelişimi ve dikkat edilmesi gerekenler. Öğrencilerin çevre bilinci ve sürdürülebilirlik konusundaki farkındalıkları oldukça yüksektir. Su kirliliği ve susuzluk, hava kirliliği ve oksijen yetersizliği, ağaç kesimi ve ormanların yok olması gibi konular en çok vurgulanan sorunlar arasındadır. Öğrenciler, çevre sorunlarına geniş bir perspektiften yaklaşmakta ve çevresel sürdürülebilirlik konularında bilinçli olduklarını göstermektedirler.

STEM ve Arduino Projeleri Hakkındaki Görüşler:

STEM ve Arduino projeleri konusunda öğrenciler, çeşitli projeler üretebileceklerini belirtmişlerdir. Bu projeler arasında hayvanlara ve ev hayvanlarına yönelik projeler, enerji tasarrufu ve ev içi kullanım projeleri, hava kalitesi ve çevre izleme projeleri, su israfı ve su kaynaklarını koruma projeleri, yenilenebilir enerji ve taşıma araçları projesi, teknolojik cihaz ve mekanizma tasarımı projeleri yer almaktadır. Öğrencilerin bu projelerde yer almak istemesi, onların çevreyi koruma konusunda aktif rol almak istediklerini ve çeşitli yöntemlerle katkı sağlayabileceklerini göstermektedir. Örneğin, çöp toplama ve ayrıştırma, öğrencilere geri dönüşümün önemini, doğru atık yönetiminin çevre üzerindeki olumlu etkilerini öğrenme fırsatı sunar ve geniş kapsamlı çevresel çözümler oluşturma fırsatı sağlar. Hayvanlara mama veren bir icat yapılmasının istenmesi, öğrencilerin çevre konusunda farkındalık yaratma ve diğer bireyleri de bilinçlendirme potansiyelini ortaya koymasına olanak sağlar. Öğrencilerin robot el yapmak istemesi teknolojik cihaz

ve mekanizma tasarımında teorik bilgilerini pratiğe dökerek somut bir ürün ortaya çıkarmalarını sağlar.

STEM Projelerinde Beceri Gelişimi ve Dikkat Edilmesi Gerekenler:

STEM uygulamalarında hızlı düşünme ve anlama becerisi, el-göz koordinasyonu ve el becerisi, zihinsel gelişim ve bilgi edinme gibi konular öne çıkmaktadır. Öğrencilerin kabloları bağlama noktasında bu süreci eğlenceli hale getirebildikleri belirtilmiştir. Eğlenerek öğrenilen bilgiler zihinde daha kalıcı hale gelecektir. STEM projelerinde bu becerilerin geliştirilmesi öğrencilerin hem akademik hem de kişisel gelişimlerine büyük katkı sağlar. Bu becerileri elde etmeleri aynı zamanda gelecekteki kariyerlerinde ve yaşamlarında başarılı olmalarına yardımcı olacaktır.

Tartışma:

Elde edilen bulgular, literatürde yer alan diğer çalışmalarla uyum içerisindedir. Örneğin, Barak ve Zadok (2009), STEM tabanlı eğitim yaklaşımlarının öğrenci motivasyonunu ve öğrenme performansını artırdığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Beers, Boshuizen, Kirschner ve Gijselaers (2006) STEM eğitiminin problem çözme becerilerini ve eleştirel düşünme yeteneklerini geliştirdiğini vurgulamışlardır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, STEM tabanlı çevre eğitiminin öğrencilerin çevre bilinci ve sürdürülebilirlik konusundaki farkındalıklarını artırdığını ortaya koymuştur. Özellikle, öğrencilerin çevreye yönelik olumlu tutumlar geliştirmesi, gelecekteki çevresel sorunlara daha duyarlı ve çözüm odaklı bireyler yetişmesine katkı sağlayacaktır. Bu durum, literatürde belirtilen çevre eğitiminin bireylerin çevresel farkındalığını ve sürdürülebilir davranışlarını artırdığı bulgularıyla paraleldir (Özdemir, 2007; Kollmuss ve Agyeman, 2002).

Arduino destekli STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı bulgusu da literatürde geniş yer bulmaktadır. Çalışma sırasında uygulanan akademik başarı testi sonuçları, STEM tabanlı eğitimin öğrencilerin bilgi düzeylerinde anlamlı bir artış sağladığını göstermiştir. Benzer şekilde, Hacıoğlu ve Kabapınar (2017), STEM eğitim programlarının öğrencilerin bilimsel bilgi birikimini ve akademik başarılarını artırdığını belirtmişlerdir.

Çevresel tutum ölçeği sonuçları, öğrencilerin çevreye yönelik tutumlarında olumlu bir iyileşme olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuç, çevre eğitiminin öğrencilerin

çevresel tutumlarını ve davranışlarını olumlu yönde etkilediği bulgusunu desteklemektedir (Erten, 2003; Aydın ve Kaya, 2011). Özellikle STEM projelerinde geri dönüşüm ve sürdürülebilirlik temalarının işlenmesi, öğrencilerin bu konulara yönelik farkındalıklarını artırmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışmanın bulguları, STEM tabanlı sürdürülebilir çevre eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarını ve çevreye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Literatürde yer alan benzer çalışmaların bulgularıyla uyumlu olan bu sonuçlar, çevre eğitiminin her öğretim kademesinde yaygınlaştırılması ve STEM tabanlı yaklaşımların eğitim programlarına entegre edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Eğitim materyallerinin ve yöntemlerinin çeşitlendirilmesi, öğrencilerin ilgisini çekmek ve öğrenme sürecini daha etkili kılmak açısından faydalı olacaktır.

Öneriler:

Bu araştırma sonuçlarına dayanarak, çevre eğitiminin her öğretim kademesinde yaygınlaştırılması ve STEM tabanlı yaklaşımların eğitim programlarına entegre edilmesi gerektiği önerilmektedir. Çevre bilincinin erken yaşlarda kazandırılması, bireylerin çevresel sorunlara duyarlı ve çözüm odaklı yaklaşımlar geliştirmelerine yardımcı olacaktır. Ayrıca, öğretmenlerin bu konularda yeterli bilgi ve donanıma sahip olmaları için hizmet içi eğitim programlarının artırılması önem arz etmektedir.

Sonuç olarak, STEM tabanlı sürdürülebilir çevre eğitimi, öğrencilerin akademik başarılarını ve çevreye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilemektedir. Bu bağlamda, eğitim politikalarının bu yönde geliştirilmesi ve çevre eğitiminin daha geniş bir alanda uygulanması, gelecekte çevre sorunlarının azaltılmasına ve daha sürdürülebilir bir dünya için bilinçli bireyler yetiştirilmesine katkı sağlayacaktır. Çevre eğitimi, sadece bilimsel bilgi vermekle kalmayıp, aynı zamanda öğrencilerin çevresel sorunlara yönelik duyarlılıklarını ve bu sorunlara çözüm üretme kapasitelerini artırmaktadır. Bu nedenle, çevre eğitiminin bütüncül bir yaklaşım ile ele alınması ve her düzeyde yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır.

Bu öneriler doğrultusunda, STEM tabanlı sürdürülebilir çevre eğitiminin yaygınlaştırılması, çevresel sorunlara çözüm üreten, duyarlı ve bilinçli bireyler yetiştirilmesine katkı sağlayacaktır. Eğitim sisteminde yapılacak bu tür

iyileştirmeler, gelecekte daha yaşanabilir ve sürdürülebilir bir dünya oluşturma çabalarına önemli bir destek sunacaktır.

KAYNAKÇA

Akaygün, S., Aslan-Tutak, F., & Özel, S. (2020). Türkiye'de STEM eğitiminde araştırmalar ve uygulamalar. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi, 37*(1-2).

Akbaş, A., & Almalı, S. (2018). Ortaokul 8. sınıflar basit makineler ünitesine köy enstitüleri örneklerinin yansımaları. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 34*, 1-21.

Akçay, A., & Çoklar, A. N. (2016). Bilişsel becerilerin gelişimine yönelik bir öneri: Programlama eğitimi. *Eğitim Teknolojileri Okumaları*, 121-139.

Akçay, S. (2018). *Robotik FETEMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve motivasyon üzerine etkileri* (Yayın No. 10169573) [Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi].

Akgündüz, D., Ertepınar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A., & Türk, Z. (2015). *STEM eğitimi çalıştay raporu: Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme*. Aydın Üniversitesi: STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.

Akman Selçuk, N. (2019). *Eğitsel robotik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin ders motivasyonları, robotik tutumları ve başarıları açısından incelenmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. İstanbul Üniversitesi.

Aksoy, E., & Yıldız, S. (2021). Ortaokul öğrencilerine yönelik STEM tabanlı çevre projelerinin bilimsel düşünme ve çevresel farkındalık üzerindeki etkisi. *Eğitim Araştırmaları Dergisi, 19*(1), 112-129.

Aksu, F. N. (2019). *Bilişim teknolojileri öğretmenleri gözünden robotik kodlama ve robotik yarışmaları* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi.

Akyüz, Y. (1980). *Eğitim ve çevre*. Eğitim Yayınları.

Alan, B. (2017). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bütünleşik öğretmenlik bilgilerinin desteklenmesi: STEM uygulamalarına hazırlama eğitimi* (Yayın No. 10169574) [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi].

Alım, M. (2006). Avrupa birliği üyelik sürecinde Türkiye'de çevre ve ilköğretimde çevre eğitimi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 14*(2), 599-616.

Alimisis, D., & Kynigos, C. (2009). Constructionism and robotics in education: Teacher education on robotic-enhanced constructivist pedagogical methods. *School of Pedagogical and Technological Education (ASPETE)*, 11-26.

Alimisis, D., & Kynigos, C. (2009). Constructionism and robotics in education: Teacher education on robotic-enhanced constructivist pedagogical methods. *School of Pedagogical and Technological Education (ASPETE)*, 11-26.

Alsancak Sırakaya, D. (2019). Programlama öğretiminin bilişsel beceri gelişimine etkisi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, 23*(2), 575-590.

Altunbaş, H. (2003). *Çevre Sorunlarının İncelenmesi*. Yeşil Yayınları.

Anwari, I., Yamada, S., Unno, M., Saito, T., Suwarma, I., Mutakinati, L., & Kumano, Y. (2015). Implementation of authentic learning and assessment through STEM education approach to improve students' metacognitive

skills. *K-12 STEM Education, 1*(3), 123-136. https://doi.org/10.14456/k12stemed.2015.24

Arduino. (2019). *https://www.arduino.cc/en/Main/AboutUs*. (Erişim tarihi: 12.03.2024).

Arslan, M. (2007). Eğitimde yapılandırmacı yaklaşımlar. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 40*(1), 41-61.

Aydın, F., & Kaya, H. (2011). Ortaöğretim öğrencilerinin çevreye yönelik tutumlarının incelenmesi. *Eğitim ve Bilim, 36*(159), 223-237.

Aytekin, A., Sönmez Çakır, F., Yücel, Y. B., & Kulaözü, Ġ. (2018). Geleceğe yön veren kodlama bilimi ve kodlama öğrenmede kullanılabilecek bazı yöntemler. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 5*(5), 24-41.

Bakırcı, H., & Kutlu, E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 9*(2), 367-389.

Banzi, M. (2011). *Getting started with Arduino* (2nd ed.). O'Reilly.

Barak, M., & Assal, M. (2016). Robotics and STEM learning: Students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy-practice, problem solving, and projects. *International Journal of Technology and Design Education, 28*(1), 121-144. https://doi.org/10.1007/s10798-016-9385-9

Barak, M., & Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem-solving. *International Journal of Technology and Design Education, 19*(3), 289-307.

Barquilla, E., & Cabili, M. (2021). Integrating Arduino in STEM education: Improving students' practical and problem-solving skills. *Journal of Educational Technology Systems, 49*(3), 305-320.

Başaran, B. (2018). *Arduino'nun elektrik deneylerine entegre edilmesinin ve deney raporlarının poster şeklinde hazırlanmasının, fen bilgisi öğretmen adaylarının fizik laboratuvarlarına, teknolojiye ve bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi* (Yayın No. 10169576) [Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi].

Beck, U., & Beck-Gernsheim, E. (2013). *Distant love: Personal life in the global age*. Polity.

Beers, P. J., Boshuizen, H. P., Kirschner, P. A., & Gijselaers, W. H. (2006). Common ground, complex problems and decision making. *Group Decision and Negotiation, 15*(6), 529-556.

Bell, C. (2013). *Beginning sensor networks with Arduino and Raspberry Pi*. Springer Science+Business Media.

Bers, M. U. (2021). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge.

Bers, M. U. (2021). *Coding as problem solving: A new model for learning*. MIT Press.

Bianchi, S. M., Sayer, L. C., Milkie, M. A., & Robinson, J. P. (2012). Housework: Who did, does or will do it, and how much does it matter? *Social Forces, 91*(1), 55-63.

Bicer, A., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2018). The role of mathematics, science, engineering, and technology in countries' innovation and economic growth efforts. *International Journal of STEM Education, 5*(1), 1-14.

Billig, M. (1989). *Arguing and thinking: A rhetorical approach to social psychology*. Cambridge University Press.

Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı [UNCED]. (1992). Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı Raporu. *Birleşmiş Milletler*.

Bookhamer, R. S. (2022). *STEM in elementary school education: Evaluating a STEM and augmented reality professional development workshop for educators* (Yayın No. 30163840) [Doctoral Thesis]. ProQuest Dissertations & Theses Global.

Bosser, U. (2017). *Exploring the complexities of integrating socioscientific issues in science teaching* (Yayın No. 10169577) [Doctoral dissertation, Linnaeus University, Kalmar]. https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1167677/FULLTEXT01.pdf

Bozkurt, A. (2014). Ağ toplumu ve bilgi. *Türk Kütüphaneciliği, 28*(4), 510-525.

Canbazoğlu, H. B., & Tümkaya, S. (2020). İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik, matematik (FeTeMM) tutumlarının çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 11*(1), 188-209.

Castells, M. (2010). *The rise of the network society*. Wiley-Blackwell.

Catlin, D. (2012). Maximizing the effectiveness of educational robotics through the use of assessment for learning methodologies. In *Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics, Integrating Robotics in School Curriculum* (pp. 2-11).

Cejka, E., Rogers, C., & Portsmore, M. (2006). Kindergarten robotics: Using robotics to motivate math, science, and engineering literacy in elementary school. *International Journal of Engineering Education, 22*(4), 711.

Ceylan, S., & Ozdilek, Z. (2015). Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 177*, 223-228.

Chesloff, J. D. (2013). STEM education must start in early childhood. *Education Week, 32*(23), 27-32.

Ching, Y. H., Yang, D., Wang, S., Baek, Y., Swanson, S., & Chittoori, B. (2019). Elementary school student development of STEM attitudes and perceived learning in a STEM integrated robotics curriculum. *TechTrends, 63*(5), 590-601. https://doi.org/10.1007/s11528-019-00388-0

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research methods in education*. Routledge.

Connell, R. W. (2005). *Masculinities* (2nd ed.). University of California Press.

Craft, B. (2013). *Arduino projects for dummies*. John Wiley & Sons.

Crompton, R. (2006). *Employment and the family: The reconfiguration of work and family life in contemporary societies*. Cambridge University Press.

Çabuk, A. (2019). *Çevre Eğitimi ve Küresel Dengesizlikler*. Yeşil Kitap Yayınevi.

Çam, E. (2019). *Robotik destekli programlama eğitiminin problem çözme becerisi, akademik başarı ve motivasyona etkisi* (Yayın No. 10169578) [Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi].

Çavdar, L. (2018). *Kodlama eğitiminde kullanılan çevrimiçi platformların değerlendirilmesi: Code.org örneği* (Yayın No. 10169575) [Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi].

Çelik, H. (2021). *STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik farkındalıklarına, bilimsel yaratıcılıklarına ve problem çözme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Trakya Üniversitesi.

Çepni, S., Ayvacı, H. Ş., & Bacanak, A. (2006). *Fen Eğitimine Yeni Bir Bakış: FenTeknolojiToplum* (3. Baskı). Celepler Matbaacılık.

Çermik, H., & Akçay, B. (2020). Çevresel vatandaşlık: bir inceleme. *Çevre Bilimleri Dergisi, 8*(1), 45-58.

Çorlu, M. S., & Çallı, E. (2017). *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi*. Pusula.

De Haan, G., & Harenberg, B. (1999). *Sustainable Development Strategies*. Green Earth Publications.

Deboer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching, 37*(6), 582-601.

Demir, T., & Şahin, A. (2018). Ortaokul öğrencilerine yönelik çevre eğitimi programlarının öğrencilerin çevreye yönelik tutumlarına etkisi. *Eğitim ve Bilim, 43*(194), 83-96.

Doğanay, K. (2018). *Probleme dayalı STEM etkinlikleriyle gerçekleştirilen bilim fuarlarının ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarılarına ve fen tutumlarına etkisi* (Yayın No. 10169579) [Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi].

Dolan, A. M., Metcalfe, J., & Thompson, R. C. (2020). University-level environmental education and its impact on sustainability awareness and actions. *International Journal of Sustainability in Higher Education, 21*(5), 789-804.

Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States. In *6th Biennial International Conference on Technology Education Research*, Gold Coast, Queensland, Australia.

Dursun, F. (2006). Öğretim sürecinde araç kullanımı. *İlköğretmen Dergisi, 1*, 8-9.

Eguchi, A. (2017). Bringing robotics in classrooms. In *Robotics in STEM education.* Springer, Cham.

Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.

Erdoğan, Ö. (2019). *Robotik LEGO uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkilerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Amasya Üniversitesi.

Ersin, Ç. (2015). *Arduino mikrodenetleyici ve güneş enerjisi ile çalışan otomatik bitki sulama sistemi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi

Ersoy, H., Madran, R. O., & Gülbahar, Y. (2011, Şubat). Programlama dilleri öğretimine bir model önerisi: Robot programlama. *Akademik Bilişim 11. Konferansı*, Malatya.

Erten, S. (2003). 5. sınıf ve 6. sınıf öğrencilerinin çevre bilgisi ve çevre eğitimi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24*(24), 58-67.

Esgil, M. (2019). *Kodlama etkinliklerinin öğrencilerin bilgisayara yönelik tutum ve bilişim dersine duyuşsal katılımlarına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi.

Esping-Andersen, G. (2009). *The incomplete revolution: Adapting to women's new roles*. Polity.

Evrekli, E., İnel, D., Deniş, H., & Balım, A. G. (2011). Fen eğitimi alanındaki lisansüstü tezlerdeki yöntemsel ve istatistiksel sorunlar. *İlköğretim Online, 10*(1), 206-218. https://dergipark.org.tr/tr/pub/ilkonline/issue/8593/106858

Fırat, M., Yurdakul, İ. K., & Ersoy, A. (2014). Bir eğitim teknolojisi araştırmasına dayalı olarak karma yöntem araştırması deneyimi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi, 2*(1), 64-85.

Fien, J., & Tilbury, D. (1996). *Sürdürülebilir bir çevre için öğrenme: Asya ve Pasifik'te öğretmen eğitimi için bir gündem*. UNESCO.

Gay, L. R., & Airasian, P. (2000). *Education research: Competencies for analysis and application* (6th ed.). Prentice Hall.

Gazibeyoğlu, T. (2018). *STEM uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesindeki başarılarına ve fen bilimleri dersine karşı tutumlarına etkisinin incelenmesi* (Yayın No. 10169580) [Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi]. Gölcük, A. (2017). *Bilimsel hikâyelerle desteklenen fen eğitiminin öğrencilerin yaratıcılıkları ve duyuşsal özellikleri üzerindeki etkileri* (Yayın No. 10169581) [Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi].

Giddens, A. (2006). *Sociology* (5th ed.). Polity Press.

Gökçek, T., Yıldız, S., & Aydın, F. (2021). Fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik STEM temelli çevre eğitimi etkinliklerinin etkileri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 18*(1), 78-92.

Guzey, S. S., Harwell, M., & Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, *114*(6), 271-279.

Güven, A., & Kozcu Çakır, N. (2020). The impact of frequent card use on battery life. *Journal of Energy Storage*, *30*, 101408.

Güven, G., & Kozcu Çakır, N. (2020). *Fen eğitiminde robotik kodlama serüveni*. Eğiten Kitap.

Hacıoğlu, Y. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi* (Yayın No. 10169582) [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi].

Hansen, N. (2012, December 4). *Judith Ramaley: A legacy of growth in 7 years at WSU*. Winona Daily News. (Erişim tarihi: 18.03.2024).

Hebebci, M. T. (2019). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve tutumlarına yönelik etkisi* (Yayın No. 10169583) [Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi].

Herger, L. M., & Bodarky, M. (2015, March). Engaging students with open source technologies and Arduino. In *2015 IEEE Integrated STEM Education Conference* (pp. 27-32). IEEE.

Hertzog, P. E., & Swart, A. J. (2016, April). Arduino-Enabling engineering students to obtain academic success in a design-based module. In *Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 66-73). IEEE.

Hochschild, A. R., & Machung, A. (2012). *The second shift: Working families and the revolution at home*. Penguin Books.

Hu, H. (2019). An educational Arduino robot for visual deep learning experiments. *International Journal of Intelligent Robotics and Applications*, 1-9. https://doi.org/10.1007/s41315-019-00114-2

Hungerford, H. R., & Peyton, R. B. (1994). *Procedures for developing an environmental education curriculum*. Stipes Publishing.

Insights from the engagement of a child with autism spectrum disorder. *Technology, Knowledge and Learning*, *25*(1), 63-81. https://doi.org/10.1007/s10758-018-9394-8

Jamieson, P. (2011). Arduino for teaching embedded systems: Are computer scientists and engineering educators missing the boat?. In *Proceedings of the international conference on frontiers in education: Computer science and computer engineering (FECS)* (p. 1). The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp).

Jones, M., & Sund, P. (2019). The impact of environmental education programs on students' scientific process skills. *Journal of Environmental Education*, *50*(3), 230-245.

Junior, L. A., Neto, O. T., Hernandez, M. F., Martins, P. S., Roger, L. L., & Guerra, F. A. (2013). A low-cost and simple Arduino-based educational

robotics kit. *Cyber Journals: Multidisciplinary Journals in Science and Technology, Journal of Selected Areas in Robotics and Control (JSRC), 3*(12), 1-7.

Kan, M. Y., Sullivan, O., & Gershuny, J. (2011). Gender convergence in domestic work: Discerning the effects of interactional and institutional barriers from large-scale data. *Sociology*, *45*(2), 234-251.

Kanter, D., & Konstantopoulos, S. (2018). The impact of integrated STEM and environmental education programs on middle school students' academic achievement and interest in STEM. *Journal of Science Education and Technology*, *27*(6), 589-602.

Kara, N., Demirtaş, A., & Aydın, H. (2020). Lise düzeyinde entegre edilen çevre eğitimi ve STEM eğitiminin akademik başarı ve çevresel farkındalık üzerindeki etkisi. *Eğitim ve Bilim, 45*(203), 56-72.

Karaca, A., Uluçınar, Ş., & Cansaran, A. (2006). Fen bilgisi eğitiminde laboratuvarda karşılaşılan güçlüklerin saptanması. *Milli Eğitim Dergisi, 170*(2), 99-112.

Karaman, A., & Karaman, B. (2016). The influence of rapid changes in STEM areas on contemporary life. *International Journal of Engineering and Technology*, *8*(4), 167-174.

Karaman, U. (2019). *Ortaokul öğrencileri için kodlama eğitimine yönelik tutum ölçeğinin geliştirilmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.

Karamustafaoğlu, O. (2006). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin öğretim materyallerini kullanma düzeyleri: Amasya ili örneği. *AÜ Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi, 1*(1), 90-101.

Karaoğlu, A., & Demir, H. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik STEM eğitimi ve çevre eğitimi entegrasyonunun öğretim yeterliliklerine etkisi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 17*(4), 456-472.

Kavak, S. (2020). *G-FETEM uygulamalarının altıncı sınıf öğrencilerinin takım çalışması becerisine yansımaları: Bir karma yöntem araştırması* (Yayın No. 10169584) [Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi].

Kılıç, B., & Ertekin, Ö. (2017). *MEB için fen teknoloji mühendislik matematik (FeTeMM) modeli (STEM) ile eğitim*. http://tbae.bilgem.tubitak.gov.tr/. (Erişim tarihi: 24.03.2024).

Kılıç, O. (2009). *Çeviri yoluyla popüler bilim: Tübitak yayınları örneğinde Türkiye'de popüler bilim alanında çeviri yaklaşımları ve sorunları* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul Üniversitesi.

Kılıç, O. (2009). *Çeviri yoluyla popüler bilim: Tübitak yayınları örneğinde Türkiye'de popüler bilim alanında çeviri yaklaşımları ve sorunları* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul Üniversitesi.

Kılıç, S. (2016). Cronbach'ın alfa güvenirlik katsayısı. *Journal of Mood Disorders*, *6*(1), 47-48.

Kılıç, Ş. (2019). *Bilişim teknolojileri ve yazılım dersi kapsamında kodlama öğretiminin öğretmen görüşlerine göre değerlendirilmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Atatürk Üniversitesi.

Kılıç, Ş. (2019). *Bilişim teknolojileri ve yazılım dersi kapsamında kodlama öğretiminin öğretmen görüşlerine göre değerlendirilmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Atatürk Üniversitesi.

Knapp, C. E., Jickling, B., & Korteweg, L. (1995). Neden çevre eğitimi verilmelidir?. *Çevre Eğitimi Araştırmaları, 1*(1), 9-19. https://doi.org/10.1080/1350462950010102

Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior?. *Environmental Education Research, 8*(3), 239-260.

Köseoğlu, F., & Kavak, N. (2001). Fen öğretiminde yapılandırmacı yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 21*(1), 139-148.

Kubínová, Š., & Šlégr, J. (2015). Physics demonstrations with the Arduino board. *Physics Education, 50*(4), 472-474.

Kucuk, S., & Sisman, B. (2018). Pre-service teachers' experiences in learning robotics design and programming. *Informatics in Education, 17*(2), 301-320. https://doi.org/10.15388/infedu.2018.16

Kuenzi, J. J. (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action*. *https://digitalcommons.unl.edu/crsdocs/35/*. (Erişim tarihi: 09.04.2024).

Kuenzi, J. J. (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action*. https://digitalcommons.unl.edu/crsdocs/35/ adresinden 12 Mart 2024 tarihinde elde edilmiştir.

Kurtoğlu, R. (2020). *Nörofinans* (Vol. 829). Destek Publishing and Media Group.

Lacey, T. A., & Wright, B. (2009). Occupational employment projections to 2018. *Monthly Labor Review, 132*(11), 82-123.

Lakatos, I. (1978). *The methodology of scientific research programmes* (John Worrall & Greg Currie, Eds.). Cambridge University Press.

Lange, A. A., Robertson, L., Tian, Q., Nivens, R., & Price, J. (2022). The effects of an early childhood-elementary teacher preparation program in STEM on pre-service teachers. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 18*(12), 1-18. https://doi.org/10.29333/ejmste/12698

Lee, H., Brown, C., & Green, D. (2021). Integrating STEM education with environmental consciousness among high school students. *Environmental Education Research, 27*(4), 467-485.

Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12?. *Computers in Human Behavior, 41*, 51-61.

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. *https://dro.deakin.edu.au/eserv/du:30059041/tytler-stemcountry-2013.pdf*. (Erişim tarihi: 15.04.2024).

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. https://dro.deakin.edu.au/eserv/du:30059041/tytler-stemcountry-2013.pdf adresinden 12 Mart 2024 tarihinde elde edilmiştir.

Marrero, M. E., Gunning, A. M., & Germain-Williams, T. (2014). What is STEM education?. *Global Education Review, 1*(4), 1-10.

Maskan, A. K., & Maskan, M. H. (2007). İlköğretim 4. sınıf fen ve teknoloji ders kitabının değerlendirme ölçütleri yönünden incelenmesi. *D.Ü. Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 9*, 22-32.

McNeill, W. H. (2002). *The pursuit of power: Technology, armed force, and society since A.D. 1000*. University of Chicago Press.

McRoberts, M. (2013). *Beginning Arduino* (2nd ed.). Apress.

Mead, R. A., Thomas, S. L., & Weinberg, J. B. (2012). From grade school to grad school: An integrated STEM pipeline model through robotics. In C. Romanowski & J. Annetta (Eds.), *Robots in K-12 education: A new technology for learning*, 302-325.

Melgar, E. R., & Diez, C. C. (2012). *Arduino and kinect projects: Design, build, blow their minds*. Apress.

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2016). *STEM Eğitimi Raporu*. Millî Eğitim Bakanlığı. *https://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf*. (Erişim tarihi: 27.03.2024).

Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7, ve 8. sınıflar)*. *http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325*. (Erişim tarihi: 05.04.2024).

National Environmental Education Advisory Council [NEEAC]. (1996). *Environmental education for a sustainable future: A report from the National Environmental Education Advisory Council to the Environmental Protection Agency*. U.S. Environmental Protection Agency.

National Research Council [NRC]. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.

Numanoğlu, M., & Keser, H. (2017). Programlama öğretiminde robot kullanımı - Mbot örneği. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6*(2), 497-515. https://doi.org/10.14686/buefad.306198

Oh, M., & Lawson, F. (2020). The Engineering Ed project: Dealing with failure and the robotic future-engaging students in multidisciplinary STEM learning. *School Science Review, 101*(376), 51-56.

Okudan Dernek, B., & Tırış, E. (2020). Çevresel vatandaşlık: Çağdaş toplumlarda çevre sorunlarını çözmek için gerekli bir çevre bilinci geliştirme yöntemi. *Çevre Bilimleri Dergisi, 18*(2), 123-140.

Olivarez, N. (2012). *The impact of a STEM program on academic achievement of eighth-grade students in a South Texas middle school* (Yayın No. 10169585) [Doctoral dissertation, Texas A&M University].

Olsson, E., Gaetano, M., Odhner, J., & Wiklund, M. (2008). Battery consumption in electronic devices: A comparative study. *Journal of Power Sources, 176*(2), 538-543.

Özata-Yücel, E., & Özkan, M. (2014). Ortaokul öğrencilerine yönelik çevresel tutum ölçeği geliştirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27*(1), 27-48.

Özdağ, Ü. (2011). *Rachel Carson ve çevre hareketi: Silent Spring'in etkileri*. Yayıncı.

Özdemir Özen, A. (2011). *Çevre eğitimi ve sürdürülebilir kalkınma*. Eğitim Yayınları.

Özdemir, A. (2007). *Çevre eğitimi ve sürdürülebilir kalkınma*. Eğitim Yayınları.

Özdemir, O. (2007). Çevre eğitiminin önemi ve çevre eğitimine yönelik etkinlikler. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27*(1), 151-167.

Özdemir, S., Özkan, M., & Özgen, H. (2006). *Sürdürülebilir çevre ve doğal kaynakların korunması*. Çevre Yayınları.

Özer Şanal, B., & Erdem, M. (2017). The role of coding skills in problem solving: A review of literature. *Journal of Educational Technology & Society, 20*(1), 97-108.

Öztürk, N., & Şimşek, H. (2020). Ortaokul öğrencilerine yönelik entegre STEM ve çevre eğitimi programlarının etkileri. *Eğitim ve Bilim, 45*(204), 100-115.

Pajankar, A. (2018). *Arduino made simple: With interactive projects*. BPB Publications.

Pan, T., & Zhu, Y. (2018). *Designing embedded systems with Arduino: A fundamental technology for makers*. Springer Nature Singapore Ltd.

Peterson, T., & Schlein, K. (2019). The impact of an environmental science and engineering program on high school students' STEM career interests. *Journal of STEM Education, 20*(3), 45-59.

Pinto, A., & Escudeiro, P. (2017). The promotion of the 21st-century learning skills through the development of games using Scratch. *Journal on Advances in Theoretical and Applied Informatics, 3*(1), 10-15.

Sauve, L. (1999). Roots of environmental education: A Canadian perspective. *The Journal of Environmental Education, 30*(4), 3-6.

Savasgard, E. (2014). *Arduino: 101 beginners guide*.

Savasgard, O. (2014). Optimizing battery usage for smart cards. *IEEE Transactions on Smart Cards*, 7(3), 223-230.

Schmidt, M. (2011). *Arduino: A quick start guide*. Dallas, TX: Pragmatic Bookshelf.

Schneider, S. H., & Kay, J. J. (1994). *Global climate change and terrestrial ecosystems*. Academic Press.

Sinap, V. (2017). *Programlama eğitiminde probleme dayalı öğrenmeye yönelik Arduino etkinliklerinin kullanılması: Bir eylem araştırması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi.

Sinap, V. (2017). *Programlama eğitiminde probleme dayalı öğrenmeye yönelik Arduino etkinliklerinin kullanılması: Bir eylem araştırması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi

Sinap, V. (2017). *Programlama eğitiminde probleme dayalı öğrenmeye yönelik Arduino etkinliklerinin kullanılması: Bir eylem araştırması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi.

Siregar, N. C., Rosli, R., Maat, S. M., & Capraro, M. M. (2019). The effect of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) program on students' achievement in mathematics: A meta-analysis. *International Electronic Journal of Mathematics Education, 15*(1), 1-5.

Smith, J., & Watson, K. (2020). The effect of STEM education programs on elementary students' problem-solving and critical thinking skills. *International Journal of STEM Education, 7*(2), 112-125.

STEM Akademi. (2013, Nisan 24). *Dünyada STEM*. https://www.stemakademi.com/. (Erişim tarihi: 20.04.2024).

Stevens, C., McLaughlin, P., & Seager, T. (2019). The effects of environmental education and STEM projects on university students' sustainability knowledge and behaviors. *International Journal of Sustainability in Higher Education, 20*(7), 953-970.

Stevens, V., & Verschoor, J. (2017). Coding and English language teaching. *TESLEJ, 21*(2), 1-15.

Stoss, F. (1995). Dünya Günü: Sürdürülebilirlik ve çevre bilincinin bir aşaması. *Çevre Bilimi Araştırmaları, 7*(2), 123-135.

Sullivan, O. (2004). Changing gender practices within the household: A theoretical perspective. *Gender & Society, 18*(2), 207-222.

Şahin, M. (2019). *Kodlama eğitimi: Diğer derslerle entegrasyon*. Eğitim Yayınları.

Şen Gümüş, B. (2009). *Bilimsel öykülerle fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin fen tutumlarına ve bilim insanı imajlarına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

Şen Gümüş, B. (2009). *Bilimsel öykülerle fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin fen tutumlarına ve bilim insanı imajlarına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

Şen Gümüş, B. (2009). *Bilimsel öykülerle fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin fen tutumlarına ve bilim insanı imajlarına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

Şen Gümüş, B. (2009). *Bilimsel öykülerle fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin fen tutumlarına ve bilim insanı imajlarına etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.

Şengül, H. (2001). Çevre eğitiminin amacı. *Çevre Eğitimi Dergisi, 3*(2), 45-58.

Şengül, H. (2001). *Çevre eğitiminin amacı*. Çevre Eğitimi Dergisi, 3(2), 45-58.

Şenol, Y. (2019). Developing problem-solving skills through coding education. *Educational Sciences: Theory & Practice*, *19*(1), 175-190.

Şimşek, K. (2019). *Fen bilimleri dersi Madde ve Isı ünitesinde robotik kodlama uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.

Şimşek, K. (2019). *Fen bilimleri dersi Madde ve Isı ünitesinde robotik kodlama uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.

Şimşek, K. (2019). *Fen bilimleri dersi Madde ve Isı ünitesinde robotik kodlama uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*, *6*(1).

Tabaru, G. (2017). *İlkokul 4. sınıf öğrencilerine fen bilimleri dersinde uygulanan STEM temelli etkinliklerin çeşitli değişkenlere etkisi* (Yayın No. 10169586) [Yüksek Lisans Tezi, Ömer Halisdemir Üniversitesi]. ProQuest Tezleri ve Tezleri Küresel.

Taşdemir, A. (2021). Fen öğretiminde geliştirilen materyallerin öğrenme stratejileri bağlamında öz ve akran değerlendirmeleri. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 53*(53), 182-205.

Taylor, K., & Baek, Y. (2017). Collaborative robotics, more than just working in groups. *Journal of Educational Computing Research*, *56*(7), 979-1004. https://doi.org/10.1177/0735633117731382

Tezel, Ö., & Yaman, H. (2017). FeTeMM eğitimine yönelik Türkiye'de yapılan çalışmalardan bir derleme. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 6*(1), 135-145.

Thomas, T. A. (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades* (Yayın No. 3625770) [Doctoral dissertation]. ProQuest Dissertations & Theses Global.

Türk, A., & Erciş, A. (2017). Stockholm Dünya Çevre Konferansı: Çevre bilinci ve küresel hareketlilik üzerine bir inceleme. *Çevre ve Toplum Dergisi*, 4(2), 112-125.

Türküm, İ. (1998). *Ekolojik denge ve çevre*. Eğitim Yayınları.

TÜSİAD. (2014). *STEM (science, technology, engineering and mathematics fen, teknoloji, mühendislik, matematik) alanında eğitim almış işgücüne yönelik*

talep ve beklentiler araştırması. İstanbul: TÜSİAD. https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/8054-stem-alaninda-egitim-almis-isgucune-yonelik-talep-ve-beklentiler-arastirmasi. (Erişim tarihi: 26.04.2024).

TÜSİAD. (2017). *2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimleri*. İstanbul: TÜSİAD. https://tusiad.org/tr/faaliyet-raporlari/item/9911-tusiad-faaliyet-raporu-2017. (Erişim tarihi: 30.04.2024).

Ucer, S. (2019). *Fen öğretiminde popüler bilim makalelerinin rolü: Atom kavramı örneği* (Yayın No. 10169587) [Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi].

UNESCO. (2002). *Education for Sustainable Development: A Key Tool for Implementing Agenda 21*. Paris: UNESCO.

UNESCO-UNEP. (1978). *Environmental education: Objectives and principles*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. (2010). *UNESCO's Approach to Sustainable Development*. Paris: UNESCO.

Uzun, E., & Sağlam, N. (2006). *Eğitim ve çevre sorunları*. Eğitim Yayınları.

Ünal, S., & Dımışkı, E. (1999). *Çevre eğitimi ve sorunları*. Eğitim Yayınları.

Ünsal, L. (2019). *Okul öncesi ve ilkokul okul yöneticilerinin kodlama eğitimine yönelik görüşlerinin incelenmesi (Bağcılar ilçesi örneği)* (Yayın No. 10169588) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi - İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Eğitim Yönetimi ve Denetimi Ortak Yüksek Lisans Programı].

Walker, S., & Peterson, T. (2022). The influence of integrated environmental and STEM education on student motivation and academic achievement. *Journal of Science Education and Technology*, *31*(1), 89-102.

Weng, X., Jong, M. S., & Chiu, T. K. (2021, August). STEM making: fostering secondary students' collaborative skills with mentor-scaffolded authentic problem solving. In *2021 International Symposium on Educational Technology (ISET)*, Tokai, Nagoya, Japan. https://doi.org/10.1109/ISET52350.2021.00011

Wheat, D. (2011). *Arduino internals*. Apress.

Wieman, C. (2007). Why not try a scientific approach to science education? *Change: The Magazine of Higher Learning*, *39*(5), 9-15. https://doi.org/10.3200/CHNG.39.5.9-15

World Commission on Environment and Development [WCED]. (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press.

World Health Organization [WHO]. (2015). *Sustainable Development Goals (SDGs) Knowledge Hub*. [URL]

World Meteorological Organization [WMO]. (2013). *Climate Report: 2001-2010*.

Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FETEMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 34*(2), 249-265.

Yavuz, Ü. (2019). *İlkokul fen bilimleri dersinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) etkinlikleri ile işlenmesi* (Yayın No. 10169589) [Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi].

Yaylalı, M. (2009). *Sürdürülebilirlik ve çevre koruma*. Çevre Yayınları.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. Baskı). Seçkin.

Yıldırım, B. (2016). *7. sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi* (Yayın No. 10169590) [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi].

Yıldırım, B., & Selvi, M. (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama, 13*(2), 183-210.

Yıldız, B. (2020). Developing the attitude scale for Arduino use in courses. *Online - Elementary Education Online, 19*(2). https://doi.org/10.17051/ilkonline.2020.695841

Yılmaz, M., & Güneş, M. (2019). İlkokul öğrencilerine yönelik STEM etkinliklerinin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 16*(2), 289-303.

Yılmaz, T. (2013). *Kavram karikatürleriyle desteklenmiş bilimsel hikayelerin öğrencilerin akademik başarıları, tutumları ve motivasyonları üzerine etkisi* (Yayın No. 10169591) [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi].

Yılmaz, T. (2013). *Kavram karikatürleriyle desteklenmiş bilimsel hikayelerin öğrencilerin akademik başarıları, tutumları ve motivasyonları üzerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Celal Bayar Üniversitesi.

Zelenzy, M. (2001). *Environmental literacy and education: Attaining knowledge, values, and skills for sustainability*. Island Press.

A
ÇEVRE BİLGİ TESTİ

ÇEVRE BİLGİ TESTİ

1. **Aşağıdaki gazların hangisinin küresel ısınmaya etkisi <u>en fazladır</u>?**
   A) Çöp yığınlarından atmosfere yayılan gazlar
   B) Kömür ve petrol gibi fosil yakıtların yakılmasıyla oluşan gazlar
   C) Canlıların solunumu sırasında açığa çıkan gazlar
   D) Buzdolaplarında ve klimalarda soğutucu olarak kullanılan gazlar

2. Okul bahçemizde belli kalınlıkta bir toprak parçasının oluşması için milyonlarca yılın geçmesi gerektiğini biliyor musun? O halde toprağı çok iyi korumamız gerektiğini daha iyi anlıyorsundur.

   Aşağıdakilerden hangisi toprak kirliliğini azaltacak önlemlerden biri <u>değildir</u>?
   A) Organik tarımın yaygınlaştırılması
   B) Gübre kullanımında bilinçli hareket edilmesi
   C) Atık suların arıtılmadan toprağa verilmesinin önlenmesi
   D) Tarımsal mücadele ilaçlarının yaygınlaştırılması

3. Dünyada her saat, 400 çocuğun kirli sulardan dolayı hastalıklara yakalandığını okuyan Ayşegül bu duruma çok üzülmüş ve su kirliliğini azaltmak için neler yapılabileceğini düşünmüştür.

   Buna göre aşağıda verilenlerden hangisi su kirliliğini azaltacak önlemlerden biri <u>değildir</u>?
   A) Suyun tasarruflu kullanılmasını sağlamak
   B) Çiftçileri gübre kullanımı konusunda bilinçlendirmek
   C) Su kaynaklarına atıkların atılmasını önlemek
   D) Ağaç dikmek

4. **Aşağıdakilerden hangisi asit yağmurlarının sonuçlarından biri <u>değildir</u>?**
   A) Ormanların yok olması
   B) Göllerdeki balıkların topluca ölmesi
   C) Tarihi eserlerin tahribi
   D) Toprağın veriminin artması

5. **Sera gazlarının hangi özelliği küresel ısınmaya neden olur?**
   A) Diğer gazlarla tepkimeye girmeleri
   B) Havada soğuma meydana getirmeleri
   C) Dünyadan yansıyan güneş ışınlarını tutmaları
   D) Güneş ışınlarının Dünya'ya ulaşmasını engellemeleri

6. Ormanlar, doğal güzellikleri ve sayılamayacak kadar çok faydalarıyla iyi baktığımız takdirde tükenmez bir doğal kaynaktır. Son derece önemli olan bu doğal kaynaklarımızı tehdit eden faktörlerin başında orman yangınları gelmektedir.
   Aşağıdakilerden hangisi orman yangınlarının sonuçlarından biri <u>değildir</u>?
   A) Tarım alanlarının yok olması
   B) Canlıların yaşam alanlarının yok olması
   C) Ormanın doğal dengesinin bozulması
   D) Havadaki CO_2 dengesinin bozulması

7. Küresel ısınmayla daha sıcak bir yeryüzüne doğru ilerlediğimiz doğru. Daha sıcak bir dünya ifadesi kulağa hoş gelse de, bizi bekleyen o dünya kesinlikle bir cennet değildir!

   Aşağıdakilerden hangisi küresel ısınmanın ortaya çıkaracağı sonuçlardan biridir?
   A) Depremlerin artması
   B) Besin zehirlenmelerinin artması
   C) Biyolojik çeşitliliğin azalması
   D) İçme sularının kirlenmesi

8. **Aşağıdakilerden hangisi su kirliliğine neden <u>olmaz</u>?**
   A) Egzoz gazları
   B) Asit yağmurları
   C) Sanayi atıkları
   D) Güneşten gelen zararlı ışınlar

9. **Aşağıda asit yağmuruyla ilgili verilen ifadelerden hangisi doğrudur?**
   A) Fabrikaların bacalarından çıkan kükürtlü gazlar asit yağmurlarına neden olur.
   B) Ozon tabakasının zarar görmesi asit yağmurlarına neden olur.
   C) Ormanların tahrip edilmesi asit yağmurlarına neden olur.
   D) Sera etkisinin artması asit yağmurlarına neden olur.

10. **Aşağıdakilerden hangisi ozon tabakasının görevlerinden biridir?**
   A) Havadaki oksijen miktarını arttırır.
   B) Yeryüzünü asit yağmurlarından korur.
   C) Yeryüzünü zararlı ışınlardan korur.
   D) Canlıları zehirli gazlardan korur.

11. **Aşağıdakilerden hangisi toprak kirliliğine neden <u>olmaz</u>?**
   A) Yapay tarım ilaçları
   B) Nükleer atıklar
   C) Hayvan atıklarının çürümesi
   D) Evsel atıklar

12. Yeliz, bir dergide "Küresel ısınmanın nedeni, %90 insanlardır." ifadesini okuyunca çok şaşırdı ve küresel ısınmanın nedenleri hakkında bir araştırma yaptı. Bu araştırma sonucunda Yeliz, pek çok şeyin küresel ısınmaya neden olduğunu buldu.

    Aşağıdakilerden hangisi küresel ısınmanın nedenlerinden biri <u>değildir</u>?
   A) Fosil yakıtların kullanılması
   B) Ozon tabakasının incelmesi
   C) Orman yangınları
   D) Hızlı sanayileşme

13. Birkaç yıl önce, masmavi rengiyle insanları büyüleyen harika bir göl vardı. Gölde hayat mutlu bir şekilde devam ediyordu. Balıklar ve bazı küçük canlılar kendi doğal dengeleri içinde yaşıyorlardı. Gölün etrafındaki sebze ve meyve bahçelerinin sahipleri, daha çok ürün elde etmek için bahçelerinde gübreleme çalışmaları yapmaya başlamışlardı. Ancak, zaman içinde gölün o güzel mavi rengi yok olmaya ve gölden kötü kokular yayılmaya başlamıştı.

    Bu durumun nedeni aşağıdakilerden hangisiyle <u>açıklanamaz</u>?
   A) Aşırı buharlaşma su kirliliğine neden olur.
   B) Aşırı gübre kullanımı, göldeki canlıların ölümüne neden olur.
   C) Gübrenin içindeki maddelerle beslenen küçük bitkiler göldeki oksijeni tüketirler.
   D) Aşırı gübre kullanımı su kirliliğine neden olur.

14. **Aşağıdakilerden hangisi toprak erozyonun doğadaki sonuçlarından biridir?**
   A) Yağışların artması
   B) Toprak verimliliğinin artması
   C) Ekolojik dengenin korunması
   D) Bazı etkilerle toprakların deniz ve göllere taşınması

15. Bazı çevre sorunları sınır dinlemiyor. Dünyanın çeşitli yerlerinde kullanılıp atmosfere karışan ozon parçalayıcı maddeler, ozon tabakasını inceltmeye devam ediyor. Ortaya çıkan çevresel hasarlar ise dünyanın ortak malı… Ne sana, ne bana… Hepimize…

    Ozon tabakasındaki incelmenin bir sonucu olarak, aşağıda verilen rahatsızlıklardan hangisi <u>daha yaygın</u> olarak görülebilir?
   A) Kan kanseri
   B) Kemik erimesi
   C) Cilt kanseri
   D) Kalp krizleri

16. Aşağıdaki ifadelerden hangisi küresel ısınmadan dolayı deniz seviyelerinin yükselmesini en iyi açıklar?

A) Yağışların artması
B) Kutuplardaki buzulların erimesi
C) Sıcaklığın artmasıyla suyun genleşmesi
D) Sıcaklık etkisiyle su döngüsünün hızlanması

17. Aşağıdakilerden hangisi sera etkisini artıran faktörlerden biri değildir?

A) Ozon tabakasının incelmesi
B) Ağaçlık alanların azalması
C) Atmosferdeki CO_2 miktarının artması
D) Çöplerden yayılan gazlar

18. 1986 yılında meydana gelen Çernobil Nükleer Enerji Santrali Kazası sonrasında atmosfere büyük miktarda nükleer atık yayılmıştı. O dönemlerde pek çok insan ve canlı bu kazadan etkilenmişti.

Aşağıda verilenlerden hangisi bu etkilerden biri değildir?

A) Bitkilerin verimliliğinin artması
B) Hastalıklara karşı direncin azalması
C) Genetik bozuklukların oluşması
D) Kanser riskinin artması

19. Aşağıdakilerden hangisi ozon tabakasının incelmesinin canlılar üzerindeki etkilerinden biri değildir?

A) Cilt kanserinin artması
B) Göz hastalıklarının artması
C) Genetik bozuklukların görülmesi
D) Nefes darlığının görülmesi

20. Aşağıdaki gazlardan hangisi sera etkisinin oluşmasında en çok etkilidir?

A) Kükürt içeren gazlar
B) Bataklık gazları
C) Karbondioksit gazı
D) Spreylerde kullanılan gazlar

21. NASA'nın yaptığı bir araştırmaya göre, erozyonun şiddetlenerek devam etmesi durumunda Türkiye'nin büyük bir bölümü yakın bir gelecekte çöl olacaktır. Tahmin edileceği gibi, toprakları çölleşen bir ülkenin temel sorunları da açlık ve susuzluk olacaktır.

Konunun ciddiyetinden hareketle, erozyonu önlemek için aşağıdakilerden hangisi yapılmalıdır?

A) Toprak eğim yönünde sürülmelidir.
B) Orman yangınlarına karşı gerekli tedbirler alınmalıdır.
C) Çayır ve mera alanlarında hayvanlar otlatılmalıdır.
D) Tarım arazilerinde yapay gübre kullanılmalıdır.

22. Yaz mevsimi bu sene oldukça sıcak geçiyordu. Yetkililer, yağışların yeterli olmamasından dolayı barajlardaki su miktarının az olduğunu söylüyordu. Bir temmuz gününde suların kesildiğini gören Ayşe, küresel ısınmanın tehlikesini ilk defa fark etmişti. Ayşe o gün, küresel ısınmayı azaltmanın ne kadar önemli olduğunu anlamıştı.

Aşağıdakilerden hangisi küresel ısınmayı azaltmak için alınacak önlemlerden biri değildir?

A) Güneş ve rüzgar gibi temiz enerji kaynaklarının kullanılması
B) Toplu taşımacılığın yaygınlaştırılması
C) Geri dönüşümlü ürünlerin kullanılması
D) Ormanların korunması

23. Aşağıdaki gazlardan hangisi asit yağmuruna neden olur?

A) Spreylerde kullanılan gazlar (CFC)
B) Sobalardan çıkan karbonmonoksit gazı
C) Klor içeren gazlar
D) Kükürt içeren gazlar

I. BÖLÜM. Bu bölümde çevreye yönelik davranışlarınız belirlenmek istenmektedir. 1= hiçbir zaman gerçekleştirmediğiniz davranışları; 5= Her zaman gerçekleştirdiğiniz davranışları ifade etmektedir. Lütfen katılma derecenize göre uygun seçeneğe (X) işareti koyunuz.	**1.Hiçbir zaman**	**2.Nadiren**	**3.Ara sıra**	**4.Çoğunlukla**	**5.Her zaman**
1. Televizyonda çıkan çevre ile ilgili programları veya belgeselleri izlerim.	①	②	③	④	⑤
2. Çevreyle ilgili gelişmeleri haberlerden, günlük gazetelerden veya dergilerden takip ederim.	①	②	③	④	⑤
3. Çevreye zarar veren birini çekinmeden uyarırım.	①	②	③	④	⑤
4. Okulumuzda çevre temizliğiyle ilgili bir faaliyet düzenlenirse gönüllü olarak katılmak isterim.	①	②	③	④	⑤
5. Çevre sorunlarının çözümüne nasıl yardımcı olunabileceği konusunda ailemle konuşurum.	①	②	③	④	⑤
6. Dişlerimi fırçalarken su tasarrufu için musluğu sürekli açık tutmam.	①	②	③	④	⑤
7. Geri dönüşümü mümkün olan çöpleri, ayırarak geri dönüşüm kutusuna atarım.	①	②	③	④	⑤
8. Çevre konuları ile ilgilenen resmi örgütlere çevre kirliliğini azaltmak için ne yapabileceğimi sorarım.	①	②	③	④	⑤
9. Buzdolabının kapağını uzun süre açık bırakmam.	①	②	③	④	⑤
10. Evimizin balkonuna gelen kuşları beslerim.	①	②	③	④	⑤
11. Yazın çok sıcak havalarda sokak hayvanları için bazı yerlere kaplarda su koyarım.	①	②	③	④	⑤
12. Evde veya okulda gereksiz yere açık bırakılan lambaları kapatırım.	①	②	③	④	⑤
13. Alışveriş yaparken, daha pahalı da olsa çevreye en az zarar veren ürünleri tercih ederim.	①	②	③	④	⑤
14. Evimize ampul ve elektrikli ev eşyaları alınırken az elektrik harcayanlarını tercih etmeleri için ailemi uyarırım.	①	②	③	④	⑤

II. BÖLÜM. Bu bölümde çevreye yönelik düşüncelerinizin ve duygularınızın alınması amaçlanmıştır. 1= hiç katılmıyorum; 5= tamamen katılıyorum'a denk gelmektedir. Lütfen katılma derecenize göre uygun seçeneğe (X) işareti koyunuz.	**1.Hiç Katılmıyorum**	**2.Çok az katılıyorum**	**3.Orta derecede katılıyorum**	**4.Çok katılıyorum**	**5.Tamamen katılıyorum**
1. Ülkemiz doğal kaynaklar açısından zengin bir ülkedir, bu yüzden tükenmeleri söz konusu değildir.	①	②	③	④	⑤
2. Okullarda çevreyle ilgili dersler okutulmalıdır.	①	②	③	④	⑤
3. Dünyada, insanların hiçbir zaman kirletemeyeceği kadar çok su vardır	①	②	③	④	⑤
4. Su tasarrufu için banyo yaparken daha az su kullanılabilir	①	②	③	④	⑤
5. Çevre kendi kendini temizlediği için insanların atıkları problem olmaz.	①	②	③	④	⑤
6. Ozon tabakası özellikle Avustralya üzerinde incelmiş. Türkiye için bir tehlike yoktur.	①	②	③	④	⑤
7. Ekonomik büyüme çevrenin korunmasından daha önemlidir.	①	②	③	④	⑤
8. Çevre korumasına yardımcı olmak için kendi harçlığımdan bir miktar para verebilirim.	①	②	③	④	⑤
9. İleride arabam olduğunda, hava kirliliğini azaltmak için arabamı kullanmak yerine toplu taşıma araçlarına binmeyi tercih edebilirim.	①	②	③	④	⑤
10. Tarihi yerlere para harcamak yerine düzgün yollar yapılırsa ülkemiz için daha faydalıdır.	①	②	③	④	⑤
11. "Fast food" (hamburger, v.b.) tüketimi çevre için zararlıdır.	①	②	③	④	⑤
12. Çevre kirliliğini önlemek bizlerin değil, devletin sorumluluğudur.	①	②	③	④	⑤
13. Herhangi bir yerde orman yangını çıktığını duyduğumda çok üzülürüm.	①	②	③	④	⑤
14. Ağaçlandırma çalışmalarına katılmaktan hoşlanırım.	①	②	③	④	⑤
15. Çevre gezilerine katıldığımda sıkılırım.	①	②	③	④	⑤
16. Gelecekte susuz kalmaktan korkarım.	①	②	③	④	⑤
17. Hayvanların yaşam alanlarına bina yapıldığını görmek beni üzer.	①	②	③	④	⑤
18. Çevre kirliliğinin bizlere vereceği zarar beni korkutur.	①	②	③	④	⑤
19. İnsanların çevreye karşı duyarsız olmaları beni üzer.	①	②	③	④	⑤
20. Nesli tükenmekte olan hayvanlar için üzülüyorum .	①	②	③	④	⑤
21. Ülkemizdeki doğal kaynakların hızla tüketilmesi, geleceğimiz açısından beni kaygılandırır.	①	②	③	④	⑤

B
YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

1) Arduino ve STEM hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Düşüncelerinizi genel olarak açıklar mısınız?

2) Çevre konusunda endişelerimizi neler oluşturur? Senin için çevre nedir?

3) STEM uygulamalarında kullandığımız Arduino projesinin çevre sorunlarının çözümüne yönelik bir etkisi oldu mu? Açıklar mısınız?

4) Bir STEM projesi yaparken nelere dikkat edilmesi gerektiğini düşünüyorsun?

5) Arduino kullanarak çevre dostu bir proje yaparken karşılaşabileceğin zorluklar neler olabilir? Bu zorlukları aşmak için ne gibi adımlar atılabilir?

6) STEM projeleri yaparken hangi becerilerin geliştiğini düşünüyorsun? Açıklar mısınız?

7) Doğanın korunması ve çevre kirliliği konusunda sana ne tür görevler düşebilir?

8) Arduino kullanarak bir proje yapmayı düşündün mü? Düşündüysen, ne tür bir proje yapmak istersin?

9) STEM uygulamalarında geri dönüşümün öneminden bahsedilebilir mi? Olduysa bunları örneklerle açıklar mısınız?

10) Bir STEM projesi yaparken en çok keyif aldığın veya öğrendiğin şey nedir?

C
ÖLÇEK İZİNLERİ

Re: Ölçekler Hk.

7.03.2024 Per 12:51

Kime:Büşra ÜNVER
Bilgi

Sayın Hocam,

Prof. Dr. Muhlis ÖZKAN Hocam ile birlikte geliştirdiğimiz ortaokul öğrencilerine yönelik çevresel tutum ölçeğimizi kullanabilirsiniz.

Ölçeğin orjinal haline https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/153517 adresinden ulaşabilirsiniz. Ölçekte ters işleyen maddeler üçüncü bölümdeki (düşünce ve duygu) 1, 3, 5 ,6, 7, 10, 12 ve 15. maddelerdir. Yani toplamda 8 madde ters işliyor. ikinci bölümde (davranış) ters işleyen madde yoktur.

Çalışmalarınızda kolaylıklar dilerim.

6 Mart 2024 15:04, "Büşra ÜNVER" yazdı:

> Sayın Elif Hocam,
> Yıldız Teknik Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisiyim. Fen Bilimleri Eğitimi bölümünde Danışman Hocam Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI ile birlikte bir tez çalışması üzerinde çalışıyorum. İzniniz olursa yapacağımız çalışmada Çevresel Tutum Ölçeğini kullanmak istiyoruz. Eğer uygun görürseniz çalışmanıza atıf vermemiz koşuluyla testin tamamını göndermenizi rica ediyorum. Yardımcı olursanız çok sevinirim.
> İyi çalışmalar dilerim.
> Büşra ÜNVER GÜRSOY
> Yıldız Teknik Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı

Re: Ölçekler Hk.

Hülya Cömert
25.04.2024 Per 09:10
Kime:Büşra ÜNVER

Merhaba Büşra Hanım,

İlgili testi tabi ki kullanabilirsiniz.

İyi çalışmalar dilerim...

20 Nis 2024 Cmt, saat 20:14 tarihinde Büşra ÜNVER şunu yazdı:

> Sayın Hülya Hocam,
>
> Yıldız Teknik Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisiyim. Fen Bilimleri Eğitimi bölümünde Danışman Hocam Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI ile birlikte bir tez çalışması üzerinde çalışıyorum. İzniniz olursa yapacağımız çalışmada Çevre Bilgi Testi ölçeğini kullanmak istiyoruz. Eğer uygun görürseniz çalışmanıza atıf vermemiz koşuluyla testin tamamını göndermenizi rica ediyorum. Yardımcı olursanız çok sevinirim.
>
> İyi çalışmalar dilerim.
>
> Büşra ÜNVER GÜRSOY
> Yıldız Teknik Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu

Toplantı Tarihi: **10.07.2024** **Toplantı No:** **2024.07**

SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU TOPLANTI KARARI

Yürütücülüğünü Üniversitemiz Fen Bilimleri Enstitüsü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI danışmanlığında lisansüstü öğrencisi BÜŞRA ÜNVER GÜRSOY tarafından yapılacak olan "Arduino Destekli STEM Etkinliklerinin Sürdürülebilir Çevre Eğitimine Entegrasyonu" adlı çalışma ve bu çalışmada kullanılacak veri toplama araçları ve yöntemlerine ilişkin bilgilerde etiğe aykırı herhangi bir bulguya rastlanmamıştır.

Etik Kurul Üyeleri

Prof. Dr. Murat DONDURAN
Başkan

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Konferans Bildirileri

1. Ünver Gürsoy, B., & Görgülü Arı, A. (2023, Aralık). Sürdürülebilir çevre ve ekoloji eğitiminin STEM üzerinde etkileri hakkında bir inceleme. X. Yıldız Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi, Yıldız Teknik Üniversitesi (Çevrimiçi). 21 Aralık 2023.