
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

ROBOTİK STEM UYGULAMALARININ FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BAŞARI, İLGİ, PERFORMANS VE STEM ÖĞRETMEN KİMLİĞİ HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİNE ETKİSİ

Emine Eren

DOKTORA TEZİ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAZİRAN, 2024

TELİF HAKKI VE FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren on iki (12) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Emine

Soyadı : Eren

Bölümü : Fen Bilgisi Eğitimi

İmza :

Teslim Tarihi : …/.../….

TEZİN

Türkçe Adı : Robotik STEM Uygulamalarının Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Başarı, İlgi, Performans ve STEM Öğretmen Kimliği Hakkındaki Görüşlerine Etkisi

İngilizce Adı : The Effects of Robotic STEM Applications on Pre-Services Science Teachers' Achievement, Interest, Performance and Opinions About STEM Teacher Identity

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı : Emine Eren

İmza :…….

JÜRİ ONAY SAYFASI

Emine EREN tarafından hazırlanan "Robotik STEM Uygulamalarının Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Başarı, İlgi, Performans ve STEM Öğretmen Kimliği Hakkındaki Görüşlerine Etkisi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana bilim Dalı'nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. İlbilge DÖKME ……

(Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Başkan : Prof. Dr. Cemil AYDOĞDU ……

(Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi)

Üye : Prof. Dr. Nilüfer KAHRAMAN ……

(Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Üye : Doç. Dr. Ezgi Güven YILDIRIM ……

(Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Üye : Doç. Dr. İlke ÇALIŞKAN ……

(Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi)

Tez Savunma Tarihi :…../…../…….

Bu tezin Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı'nda doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Şaban ÇETİN

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü ……

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmam boyunca rehberliğini, desteğini esirgemeyen bilgeliğiyle, vizyonuyla ve titiz çalışma disipliniyle her zaman örnek alacağım beni her zaman destekleyen ve bilgilerini cömertçe paylaşan değerli danışmanım Prof. Dr. İlbilge DÖKME hocama saygı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Birlikte çalışma şansına sahip olduğum ve kendisinden çok şey öğrendiğim, çalışmamın her aşamasında desteğini ve değerli görüşlerini esirgemeyen, manevi desteğini ve sıcaklığını her zaman hissettiren tez izleme komitesinin değerli üyesi Doç. Dr. Ezgi GÜVEN YILDIRIM hocama sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Tez izleme komitesinin kıymetli üyesi Prof. Dr. Nilüfer KAHRAMAN hocama tezimin son haline gelmesinde çok değerli görüş, öneri ve destekleri için teşekkürlerimi sunuyorum. Tez savunma jürimin kıymetli üyeleri Prof. Dr. Cemil AYDOĞDU ve Doç. Dr. İlke ÖNAL ÇALIŞKAN hocalarıma değerli görüşleri için teşekkürlerimi ve saygılarımı sunuyorum.

Doktora tez çalışmamım katılımcıları olan değerli öğretmen adaylarına ve bu çalışmayla birlikte ortaya çıkan Robotik STEM Topluluğu'nun genç, dinamik ve hevesli yönetim kurulu üyelerine içten teşekkürü bir borç bilirim.

Eğitim hayatım boyunca bana inanan, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, her zaman ve her koşulda yanımda olan kıymetli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. İyi ki varsınız.

ROBOTİK STEM UYGULAMALARININ FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BAŞARI, İLGİ, PERFORMANS VE STEM ÖĞRETMEN KİMLİĞİ HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİNE ETKİSİ

(Doktora Tezi)

Emine Eren

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2024

ÖZ

Bu araştırmanın amacı robotik STEM uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının başarı, ilgi, performans ve STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşlerine etkisini incelemektir. Bu amaçla 2022-2023 eğitim öğretim yılında Ankara'da bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 61 fen bilimleri öğretmen adayı ile ön test ve son testlerin yapıldığı haftalar dahil olmak üzere dokuz hafta boyunca uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Araştırmada nicel ve nitel yöntemlerin birlikte kullanıldığı karma araştırma yöntemi tercih edilmiştir. Araştırmanın nicel bölümünde başarı, performans ve ilgiye ilişkin veriler toplanmıştır. Çalışmanın nitel bölümünde ise STEM öğretmen kimliğine ilişkin görüşler incelenmiştir. Araştırmada simülasyon programı (Tinkercad) kullanılarak elektrik devrelerine yönelik deney grubunda robotik STEM uygulamaları, kontrol grubunda ise robotik olmayan STEM uygulamaları yapılmıştır. Deney ve kontrol grubunda elektrik devrelerine ilişkin uygulamalardan sonra mühendislik ve tasarım uygulamaları yapılmıştır. Araştırma sonucunda robotik STEM uygulamalarının yapıldığı deney ve kontrol grubunda

bulunan öğretmen adaylarının elektrik devrelerine yönelik başarıları anlamlı olarak farklılık göstermiştir. Elektrik devrelerine yönelik yapılan ilk ve son uygulama performans puanları deney grubu için anlamlı farklılık gösterirken kontrol grubu için anlamlı farklılık göstermemiştir. Deney ve kontrol grubunun uygulamalara yönelik haftalık ilgi ortalamaları değişim gösterirken bu değişim haftalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Deney ve kontrol grubunun tüm haftalara yönelik ilgi puanlarının ortalamaları analiz edildiğinde deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşleri içerik analiziyle incelenmiştir. Öğretmen adayları uygulamalardan önce ve sonra STEM öğretmenini tanımlamıştır. Nitel bulgular STEM öğretmeninin profesyonel ve kişisel özelliklerini, STEM öğretmeni olma motivasyonuyla ilgili temaları ortaya çıkarmıştır. Uygulamalardan sonra deney ve kontrol grubunda kendini STEM öğretmen özelliğine sahip olarak gören öğretmen adaylarının sayısında artış olduğu belirlenmiştir. Deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının çoğunluğu STEM öğretmeni ile fen bilimleri öğretmeninin farklı olduğu düşünürken, kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının çoğunluğu STEM ve fen bilimleri öğretmeninin bazı yönleriyle farklı olduğunu belirtmiştir. Araştırma bulgularıyla ortaya çıkan sonuçlar tartışılarak yeni çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Robotik STEM, Öğretmen adayları, STEM öğretmen kimliği

Sayfa Adedi : xvi+187

Danışman : Prof.Dr. İlbilge DÖKME

THE EFFECTS OF ROBOTIC STEM APPLICATIONS ON PRE-SERVICES SCIENCE TEACHERS' ACHIEVEMENT, INTEREST, PERFORMANCE AND OPINIONS ABOUT STEM TEACHER IDENTITY

(Ph.D Thesis)

Emine Eren

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

June 2024

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the effects of robotic STEM applications on pre-service science teachers' achievement, interest, performance, and views on STEM teacher identity. For this purpose, applications were carried out with 61 science teacher candidates studying at a state university in Ankara in the 2022-2023 academic year for nine weeks, including the weeks when pre-tests and post-tests were carried out. In this study, a mixed research method, in which quantitative and qualitative methods were used together, was preferred. For the quantitative part of this study, data on achievement, performance, and interest were collected. In the qualitative part of the study, views on STEM teacher identity were examined. In this study, robotic STEM applications for electrical circuits were produced in the experimental group using a simulation program (Tinkercad), and non-robotic STEM applications were realized in the control group. Applications related to electrical circuits, engineering, and design were applied to both the experimental and control groups. The results showed that the achievement of pre-service teachers in the experimental

and control groups, in which robotic STEM applications were performed, significantly increased. While the performance scores of the first and last applications of electrical circuits showed a significant difference in the experimental group, they did not show a significant difference in the control group. Although the average weekly interest of the experimental and control groups in the applications changed, this change was not statistically significant. When the average interest scores of the experimental and control groups for all weeks were analyzed, it was determined that there was a significant difference in favor of the experimental group. The pre-service teachers' views on STEM teacher identity were analyzed using content analysis. Pre-service teachers were defined as STEM teachers before and after the practice. The qualitative findings revealed themes related to the professional and personal characteristics of STEM teachers and their motivation to become STEM teachers. After the interventions, it was determined that there was an increase in the number of pre-service teachers in the experimental and control groups who saw themselves as having STEM teacher characteristics. While the majority of the pre-service teachers in the experimental group thought that STEM teachers and science teachers were different, the majority of the pre-service teachers in the control group stated that STEM and science teachers were different in some aspects. The results of the research findings are discussed, and suggestions for new studies are presented.

Key Words : Robotics STEM, Pre-services teacher, STEM teacher identity

Page Number : xvi+187

Supervisor : Prof.Dr. İlbilge DÖKME

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE FOTOKOPİ İZİN FORMU i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI ii
JÜRİ ONAY SAYFASI iii
TEŞEKKÜR iv
ÖZ v
ABSTRACT vii
TABLOLAR LİSTESİ xii
ŞEKİLLER LİSTESİ xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR xvi
BÖLÜM I 1
GİRİŞ 1
1.1. Problem Durumu 1
1.2. Araştırmanın Amacı 5
1.3. Araştırmanın Problem Cümlesi 5
1.4. Alt Problemler 5
1.5. Araştırmanın Önemi 7
1.6. Araştırmanın Varsayımları 9
1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları 10
1.8. Tanımlar 10
BÖLÜM II 12
KURAMSAL ÇERÇEVE 12
2.1. STEM Eğitimi 12
2.1.1. Çevrimiçi Eğitim ve STEM 14

2.1.2. Eğitsel Robotik **17**
2.1.3. Mühendislik ve Tasarım Süreci **22**
2.1.4. STEM Eğitimi Araştırmaları **26**
2.2. Kimlik Teorisi ve STEM Kimliği **31**
2.2.1. Öğretmen Kimliği **36**
2.2.2. STEM Öğretmen Kimliği **37**
2.2.3. STEM Kimliği Araştırmaları **41**
2.3. İlgi **43**
2.3.1. STEM Eğitiminde İlgi **46**
BÖLÜM III **50**
YÖNTEM **50**
3.1. Araştırmanın Modeli **50**
3.2. Çalışma Grubu **53**
3.3. Veri Toplama Araçları **53**
3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları **54**
3.3.1.1. Elektrik Devreleri Konusu Başarı Testi (EDKBT) **54**
3.3.1.2. Uygulamalara Yönelik Performans Değerlendirme Rubriği **56**
3.3.1.3. Uygulamalara Yönelik İlgi Takip Formu **57**
3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları **58**
3.3.2.1. STEM Öğretmen Kimliği Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu **58**
3.4. Uygulama Süreci **58**
3.4.1. Uygulamaların Geliştirilmesi **58**
3.4.2. Pilot Uygulama **59**
3.4.3. Asıl Uygulama **61**
3.5. Geçerlik ve Güvenirliğe İlişkin Tedbirler **64**
3.6. Verilerin Analizi **66**
3.6.1. Nicel Verilerin Analizi **66**
3.6.2. Ön Testlerden Elde Edilen Verilerin Analizi **67**
3.6.3. Nitel Verilerin Analizi **68**
BÖLÜM IV **70**
BULGULAR **70**

4.1. Nicel Araştırma Problemlerine Ait Bulgular **70**
4.2. Nitel Araştırma Problemlerine Ait Bulgular **79**
BÖLÜM V **92**
SONUÇ VE TARTIŞMA **92**
5.1. Öğretmen Adaylarının Elektrik Devreleri Konusundaki Başarılarına Yönelik Sonuç ve Tartışma **92**
5.2. Öğretmen Adaylarının Uygulama Performanslarına Yönelik Sonuç ve Tartışma **94**
5.3. Öğretmen Adaylarının Uygulamalara Yönelik İlgilerine İlişkin Sonuç ve Tartışma **95**
5.4. Öğretmen Adaylarının STEM Öğretmen Kimliği Hakkındaki Görüşlerine Yönelik Sonuç ve Tartışma **98**
5.5. Öneriler **101**
KAYNAKLAR **103**
EKLER **127**
EK 1 Elektrik Devreleri Konusu Başarı Testi **128**
EK 2 Deney ve Kontrol Grubu Uygulama Değerlendirme Rubriği **129**
EK 3 Deney ve Kontrol Grubu Mühendislik ve Tasarım Değerlendirme Rubriği **131**
EK 4 Uygulamalara Yönelik İlgi Takip Formu **133**
EK 5 Öğretmen Adaylarının "STEM öğretmen Kimliği" Hakkındaki Görüşleri .**134**
EK 6 Deney Grubuna Ait Haftalık Uygulamalar **135**
EK 7 Kontrol Grubuna Ait Haftalık Uygulamalar **152**
EK 8 Deney Grubuna Ait Mühendislik ve Tasarım Uygulamaları **165**
EK 9 Kontrol Grubuna Ait Mühendislik ve Tasarım Uygulamaları **176**
EK 10 Araştırma Etik Komisyon İzni **186**

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. *Veri Toplama Araçlarına İlişkin Bilgiler* 53

Tablo 2. *EDKBT Konu, Kazanım ve Soru Dağılımları*.....54

Tablo 3. *Kazanımlara Ait Belirtke Tablosu* 55

Tablo 4. *EDKBT Madde Analizi Sonuçları*.....56

Tablo 5. *Pilot Uygulama Planı* 61

Tablo 6. *Uygulama Planı*.....63

Tablo 7. *Deney ve Kontrol Gruplarının EDKBT Normallik Analizi Shapiro-Wilk Testi Bulguları* 66

Tablo 8. *Deney ve Kontrol Grubunun Performans Puanları Normallik Analizi Shapiro-Wilk Testi Bulguları* 67

Tablo 9. *Deney ve Kontrol Gruplarının Uygulama Öncesi EDKBT Mann Whitney-U Testi Bulguları* 68

Tablo 10. *Deney ve Kontrol Gruplarının İlk Uygulama Performanslarına İlişkin Mann-Whitney-U Testi Bulguları* 68

Tablo 11. *EDKBT Betimsel İstatistik Verileri*.....70

Tablo 12. *Deney ve Kontrol Gruplarının Uygulama Sonrasında EDKBT Mann Whitney-U Testi Bulguları* 71

Tablo 13. *Deney Grubunun Ön test ve Son Test EDKBT Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları* 71

Tablo 14. *Kontrol Grubunun Ön ve Son Test EDKBT Ölçümlerinin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları* 72

Tablo 15. *Son Uygulama İçin Deney ve Kontrol Gruplarının Uygulama Performanslarına İlişkin Mann Whitney-U Testi Bulguları* 73

Tablo 16. *Deney Grubunun İlk ve Son Uygulamaya İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları* 73

Tablo 17. *Kontrol Grubunun İlk ve Son Uygulamaya İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları* 74

Tablo 18. *Deney ve Kontrol Grubu Mühendislik ve Tasarım Performans puanları Mann Whitney-U Testi Bulguları* 74

Tablo 19. *Deney ve Kontrol Grubu Tüm Haftaların Toplam İlgi Puan Ortalamaları Mann Whitney-U Testi Bulguları* 75

Tablo 20. *Deney Grubu Uygulamalara Yönelik Haftalık İlgi Puan Ortalamaları Friedman Testi Bulguları* 76

Tablo 21. *Kontrol Grubu Uygulamalara Yönelik Haftalık İlgi Puan Ortalamaları Friedman Testi Bulguları* 77

Tablo 22. *Uygulama Öncesi Deney ve Kontrol Gruplarının STEM Öğretmen Kimliği Hakkındaki Görüşleri* 79

Tablo 23. *Uygulama Sonrası Deney ve Kontrol Gruplarının STEM Öğretmen Kimliği Hakkındaki Görüşleri* 82

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Arduino Uno kartı 18

Şekil 2. mBlock programı arayüzü. 19

Şekil 3. Tinkercad programı arayüzü. 20

Şekil 4. National Aeronautics and Space Administration (NASA) mühendislik ve tasarım döngüsü (2011). 24

Şekil 5. Bilim kimliği modeli. 34

Şekil 6. Fizik kimliği modeli. 35

Şekil 7. Öğretmen kimliği modeli. 38

Şekil 8. STEM öğrenen kimliği modeli. 39

Şekil 9. Entegre STEM öğretmen kimliği modeli. 40

Şekil 10. İlgi gelişim modeli. 44

Şekil 11. Dört aşamalı ilgi gelişim modeli 45

Şekil 12. Araştırmanın tasarımı. 52

Şekil 13. Uygulamaların yapıldığı derslerden bazı kesitler. 62

Şekil 14. Uygulama aşamaları 62

Şekil 15. Deney ve kontrol grubunun haftalık uygulamalarından bir örnek 64

Şekil 16. Mühendislik ve tasarım uygulamasına ait bir örnek 64

Şekil 17. Deney grubu haftalık ilgi ortalamaları 75

Şekil 18. Kontrol grubu haftalık ilgi ortalamaları 76

Şekil 19. Deney grubu STEM öğretmen kimliği görüşleri kelime bulutu. 84

Şekil 20. Kontrol grubu STEM öğretmen kimliği görüşleri kelime bulutu 85

Şekil 21. Deney grubunun STEM ve fen bilimleri öğretmeni karşılaştırması 85

Şekil 22. Kontrol grubunun STEM ve fen bilimleri öğretmeni karşılaştırması 86

Şekil 23. Deney grubunun STEM öğretmen özelliği değerlendirmesi 87

Şekil 24. Kontrol grubunun STEM öğretmen özelliği değerlendirmesi 87

Şekil 25. Deney grubunun öğretmen olarak adlandırılma tercihleri 88

Şekil 26. Kontrol grubunun öğretmen olarak adlandırılma tercihleri 89

Şekil 27. Araştırma bulguları ve STEM öğretmen kimliği ilişkisi.....90

Şekil 28. Araştırma süresince ilgi gelişim aşamaları 97

SİMGELER VE KISALTMALAR

EDKBT	Elektrik Devreleri Konusu Başarı Testi
EUN	European School Net
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NGSS	New Generation Science Standarts
NRC	National Research Council
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
STEM	Science, Technology, Engineering, Mathematics
TED	Türk Eğitim Derneği
YEĞİTEK	Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde, araştırmanın gerekliliğini ortaya çıkaran problem durumu, araştırmanın amacı, problem cümlesi ve alt problemler, araştırmanın önemi, varsayımları, sınırlılıkları ve araştırma bağlamında kullanılan tanımlara yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Fen (Science), teknoloji (Technology), mühendislik (Engineering) ve matematik (Mathematics) (STEM) son yıllarda eğitim araştırmalarında en çok ilgi gören konulardan biridir. Bu ilginin arka planında STEM eğitiminin ortaya çıkış amacı ve vizyonu yer almaktadır. STEM eğitiminin ortaya çıkış amacı Amarika Birleşik Devletleri'nin teknoloji ve mühendislik alanlarında küresel rekabet gücünü elinde tutma ihtiyacına dayanmaktadır (Akgündüz vd., 2015; Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012). Bu amaç doğrultusunda mühendisliğin bilim standartlarına dahil edilmesi yoluyla öğrenci merkezli bir eğitim ortamı oluşturmak ve fen eğitimini geliştirmek hedeflenmektedir. Yine Amerika merkezli eğitim reformlarıyla yeni nesil bilim standartları (New Generation Science Standarts, [NGSS]) oluşturularak matematik ve teknolojinin STEM eğitimine dahil edilmesi teşvik edilmektedir (NGSS Lead States, 2013)

Küresel çapta ihtiyaç duyulan bilgi ve becerilerin geliştirilmesi için teknolojinin ve mühendisliğin eğitimle entegrasyonunu amaçlayan STEM eğitimi kritik öneme sahiptir. Problem çözme, analitik düşünme, eleştirel düşünme ve okuryazarlık bulunduğumuz yüzyıl için öne çıkan ve geliştirilmesi gerekli yeteneklerden sadece birkaçıdır (Milli Eğitim

Bakanlığı [MEB], 2016). Dünya Ekonomik Forumu'na göre (World Economic Forum, 2020) işgücünün %50'sinden fazlası 2025 yılına kadar bu becerilerin kazandırılmasına ihtiyaç duymaktadır.

Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü'nün (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD) başlattığı Eğitim ve Becerilerin Geleceği Projesi (Future of Education and Skills 2030 Project) eski eğitim standartlarının 21. yüzyılın yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim ve işbirliği becerileri ile değiştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (OECD, 2024). Bu sebeple bireyleri işgücü piyasasına hazırlamak, 21. yüzyılın gerektirdiği bilgi ve becerileri kazandırmak için STEM eğitimi önemli bir rol oynamaktadır.

Literatürde yer alan araştırmalar STEM eğitimi ile ilgili bazı önemli sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Bu önemli bulgulardan biri de öğrencilerin STEM'e ilgilerinin ve motivasyonlarının eğitimin erken yıllarında azalma eğilimi gösterdiğidir (Shin vd., 2019; Renninger, Costello-Kensey, Stevens, & Lehman, 2015). İlginin azalması aynı zamanda STEM meslek ve kariyer seçiminin de azaldığı anlamına gelmektedir. İlginin azalmasının sebepleri arasında teknoloji ve kaliteli eğitime erişimin kısıtlı olması, rol model eksikliği ve psikolojik nedenler yer almaktadır (Talafian, Moy, Woodard, & Foster, 2019). Azalan ilgiyi geri kazanmak için STEM'in nasıl uygulandığına odaklanmak etkili olacaktır. STEM eğitiminde kullanılan çevrimiçi öğrenme, sanal/artırılmış gerçeklik, robotik uygulamalar ve simülasyonlar gibi yeni teknolojiler eğitim-öğretim için ilgiyi arttırma ve motivasyon sağlama gibi avantajlar sunmaktadır (Maas & Hughes, 2020). Son yıllarda STEM'e olan ilgiyi tetiklemek için eğitsel robotik uygulamaları, Scratch ve Arduino gibi blok tabanlı kodlama programları tercih edilmektedir. Ancak yeni teknolojik araçların ve robotik uygulamaların ilgi çekici olduğu bilinse de ilginin sürdürülmesi hakkında bilinenler hala sınırlıdır (Dohn, 2020).

Eğitsel robotik, öğrencileri metin tabanlı veya blok tabanlı programlama dilleri kullanarak robotları çalıştırmaya teşvik eden ve bu süreçte problem çözme becerilerini kullanmalarını sağlayan bir öğretme/öğrenme aracı olarak bilinmektedir (Alimisis, 2013). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin entegrasyonunu ön plana çıkaran STEM uygulamalarında, eğitsel robotik genellikle öğretme ve öğrenme sürecine yardımcı olmak için kullanılmaktadır ve buna robot destekli STEM eğitimi adı verilmektedir (Atman-Uslu, Yavuz, & Koçak Usluel, 2023; Augello, Daniela, Gentile, Ifenthale, & Pilato, 2020; Evripidou vd., 2020). Çakır-Kozcu ve Güven, (2019) robotik uygulamaların, anlaşılması zor fen konularının

öğretimini daha anlaşılabilir kıldığını ve bu uygulamaların fen öğretiminde daha fazla tercih edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Spolaôr ve Benitti (2017) araştırmalarında robotik uygulamaların öğrenme için yardımcı bir araç olabileceğini savunmuştur ancak robot kullanmanın öğrenme performanslarını geliştirmek için gerekliliğine ve etkililiğine değinilmemiştir. Robotik uygulamalar sadece öğrenciler için ilgi çekici değildir aynı zamanda öğretmenler için de ilgi çekici öğretim araçlarından biridir. Kim vd., (2015) robotik uygulamaların öğretmenlerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarına ilgilerini uyandırmak için ve onları bu konuları öğrenme ve öğretmeye teşvik etmek için etkili bir araç olabileceğini belirtmektedir. Eğitsel robotiğin öğretmen eğitimine dahil edilmesinin önemine rağmen, özellikle öğretmen eğitiminde robotik uygulamalara odaklanan çalışmaların eksikliği söz konusudur (Kim vd., 2015).

Robotik uygulamaların olumlu etkileri bilinmesine rağmen öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bu uygulamaları derslerine entegre etmede bilgi eksikliği, malzeme yetersizliği, sınıf yönetiminin zorluğu gibi sebeplerle çekimser olduklarını gösteren çalışmalar literatürde yer almaktadır (Meral & Altun Yalçın, 2024; Talan, 2020). Shernoff, Sinha, Bressler ve Ginsburg (2017) öğretmenlerin STEM'e yönelik entegre yaklaşımlarla ilgilendiğini ancak derslerinde uygulamak için kendilerini hazır hissetmediklerini belirtmiştir. Öğretmenlerin kendilerini hazır hissetmeleri ve uygulamalar sırasında karşılaştıkları zorlukları aşabilmeleri için etkili STEM deneyimlerine ve STEM eğitimine henüz göreve başlamadan daha erken maruz kalmaları gerekmektedir (Radloff & Güzey, 2016). Bu sebeple öğretmen adaylarına odaklanan eğitsel robotik uygulamaları ve STEM araştırmaları kritik öneme sahiptir.

STEM eğitiminin artan öneminin bir sonucu olarak STEM alanlarına odaklanan ve STEM eğitimi veren okullar özellikle Amerika'da oldukça yaygındır. Bu okullarda görev yapan öğretmenler "STEM öğretmeni" olarak adlandırılmaktadır (El Nagdi, Leammukda & Roehrig, 2018). Ülkemizde de benzer eğitimler veren Avrupa Okul Ağı (European School Net-EUN) tarafından yürütülen ve Erasmus+ Programı tarafından finanse STEM Okul Etiketi (STEM School Label) uygulaması bulunmaktadır. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (Yeğitek) STEM Okul Etiketi'nin amacının "Okullara uygun bir STEM stratejisi geliştirerek öğrencileri, öğretmenleri ve diğer paydaşları STEM faaliyetlerine dahil etmek için gerekli araçları sağlamak" olduğunu ifade etmiştir (Yeğitek, 2024). Bu etiket sorgulama, araştırma, üretme ve buluş yapma becerilerini geliştirmeye yönelik STEM

eğitimi stratejisi benimseyen okullara değerlendirme sonrasında süreli olarak verilmektedir (MEB, 2022). Bu etikete sahip okullarda öğretim programı uygulamaları STEM odaklı projeler ve etkinlikler yapılmaktadır. Ülkemizde STEM eğitimi daha çok fen ve matematik derslerine entegre şekilde yapılmaktadır. Henüz üniversitelerde "STEM öğretmeni" yetiştiren bir lisans programı yoktur. Ancak adı "STEM öğretmeni" olmasa bile fen bilgisi öğretmen adayları üniversite eğitimleri sırasında STEM entegrasyonu ve uygulamaları ile ilgili dersler almaktadır. Öğretmen yetiştirme programlarında yer verilen alan eğitimi seçmeli derslerde "disiplinlerarası fen öğretimi" kapsamında STEM vurgusu yer almaktadır (Yükseköğretim Kurulu, 2018c). Çeşitli üniversiteler "STEM öğretmen eğitimi" adıyla kurslar düzenlemektedir. Öğretmen adaylarını STEM eğitimine hazırlamayı amaçlayan programlar giderek artmaktadır. Çünkü fen bilimleri öğretmen adayları göreve başladıklarında kaçınılmaz olarak derslerinde STEM etkinliklerine ve uygulamalarına yer vermek durumundadır. Milli Eğitim Bakanlığı'nın yayınladığı fen öğretim programında (MEB, 2018) ve ders kitaplarında yer alan, disiplinlerarası düşünme becerilerine odaklanan mühendislik ve tasarıma dayalı etkinlikler STEM eğitiminin bir parçasıdır. Öğretmenler öğretim programını uygularken, derse uygun materyaller geliştirilirken kimliklerin gelişmesine yol açan çeşitli etkinlikler ve etkileşimlerde bulunurlar (Yang vd., 2023). Öğretmenler ve öğretmen adayları STEM etkinlikleri veya uygulamalarını öğretimine dahil ettikçe STEM öğretmenleri olarak yeni bir kimlik oluşumu sürecine dahil olurlar (El Nagdi vd., 2018). Literatürde öğretmen kimliği ile ilgili araştırmalar (Avraamidou, 2014; Beauchamp & Thomas, 2009) olmasına rağmen STEM öğretmen kimliği araştırmaları henüz çok yenidir. Kimlik araştırmalarının daha fazla yapılması önerilmektedir (Thomas & Beauchamp, 2011) çünkü bu alandaki araştırma bulguları öğretmen adaylarının öğretmenliğin ilk yıllarında karşılaşacakları zorluklara hazırlıklı olmalarını sağlama potansiyeline sahiptir. Bu bağlamda eğitim ve öğretim anlayışının STEM eksenine doğru yönelmesi sebebiyle son yıllarda STEM öğretmen kimliği araştırmalarının önemi de giderek artmakta ve bu alanda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

STEM eğitiminin uygulayıcıları olan öğretmenlerin yetiştirilmesinin önemi göz önünde bulundurulduğunda STEM eğitimi, robotik STEM uygulamaları ve STEM öğretmen kimliği arasındaki ilişki önemli bir araştırma alanı olarak görülmektedir (Kim vd., 2015). Robotik STEM uygulamalarının etkilerinin araştırılması öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına yönelik ilgilerine ve STEM kimliklerini şekillendirmedeki rolüne ışık

tutabilir (El Nagdi vd., 2018). STEM eğitimi, robotik STEM uygulamaları ve öğretmen kimliğinin birlikte araştırıldığı çalışmalar yenilikçi öğretim yaklaşımlarının geliştirilmesine katkıda bulunabilir (Çolakoğlu, Steegh, & Parchmann, 2023). Robotik STEM uygulamaları öğretme ve öğrenmeyi önemli ölçüde etkileme potansiyeline sahiptir. Bu alanda araştırma yapmak, eğitimcilerin ve araştırmacıların teknolojik gelişmelerden haberdar olmalarını ve öğretmen adaylarının robotik STEM uygulamalarının potansiyel kullanım alanlarını ve etkilerini öğretmeye daha hazırlıklı olmalarını sağlar. Ayrıca robotik STEM uygulamalarının etkilerinin araştırılmasıyla bu teknolojilerin eğitim ortamlarına entegrasyonuna yönelik daha iyi uygulamaların geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı robotik STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının elektrik devreleri konusundaki başarılarına, uygulamalara yönelik performanslarına, uygulamalara yönelik ilgilerine etkisini araştırmaktır. Araştırmanın bir diğer amacı ise öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşlerini araştırmaktır.

1.3. Araştırmanın Problem Cümlesi

Robotik STEM uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının elektrik devreleri konusundaki başarılarına, uygulamalara yönelik performanslarına ve ilgilerine etkisi var mıdır? Öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşleri nelerdir?

1.4. Alt Problemler

1- Deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesi ve sonrasında Elektrik Devreleri Konusu Başarı Testi (EDKBT) puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

1.1. Deney ve kontrol grubu ön test EDKBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

1.2. Deney ve kontrol grubu son test EDKBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

1.3. Deney grubu ön test ve son test EDKBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

1.4. Kontrol grubu ön test ve son test EDKBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

2- Deney ve kontrol gruplarının performans puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

2.1. İlk uygulamada deney ve kontrol grubunun uygulama performans puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

2.2. Son uygulamada deney ve kontrol grubunun uygulama performans puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

2.3. Deney grubunun ilk ve son uygulamalardaki uygulama performans arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

2.4. Kontrol grubunun ilk ve son uygulamalardaki uygulama performans puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

2.5. Deney ve kontrol grubu mühendislik ve tasarım uygulaması performans puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

3- Deney ve kontrol gruplarının uygulama süresince ilgi puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

3.1. Deney ve kontrol grubu ilgi toplam puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

3.2. Deney grubunun uygulama süresince haftalık ilgi puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

3.3. Kontrol grubunun uygulama süresince haftalık ilgi puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

3.4. Uygulamalar sonrasında deney ve kontrol grubunun uygulamalara yönelik bireysel ilgileri gelişiyor mu?

4- Uygulama öncesi deney ve kontrol gruplarının STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşleri nelerdir?

5-Uygulama sonrası deney ve kontrol gruplarının STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşleri nelerdir?

1.5. Araştırmanın Önemi

Gelişmekte olan ülkeler için STEM eğitimi ve STEM meslekleri, yenilik, üretkenlik ve küresel ekonomik sistemde söz sahibi olabilmek için kritik öneme sahiptir (English, 2017). Yetişmiş insan sermeyesini oluşturmak için eğitim plan ve programları eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, işbirliği, bilgi ve iletişim teknolojilerini etkili kullanabilme gibi becerilere sahip bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Ülkemizde 2018 yılında öğretim programlarında yapılan değişiklikle bu becerilerin kazandırılması adına önemli bir adım atılmıştır. Fen Bilimleri Öğretim programında mühendislik ve tasarım becerileri ile fen eğitiminin bu yetkinlikleri kazanmadaki stratejik önemini ortaya çıkmaktadır (MEB, 2018). Öğretim programında fen, mühendislik, matematik, teknoloji gibi alanların pratikte öğretime entegre olması bir yönüyle STEM odaklı fen öğretiminin benimsendiğini göstermektedir. STEM ile ilgili çalışmalara bakıldığında genellikle STEM'i oluşturan dört disiplinin öğretime nasıl entegre edilmesi gerektiği veya nasıl bütünleştirilmesi gerektiği ile ilgili olduğu görülmektedir (Baker & Galanti, 2017; English & King, 2019; Ryu, Mentzer, & Knobloch, 2019). STEM eğitiminde entegrasyonun ya da bütünleştirmenin nasıl yapılması gerektiği ile çeşitli görüşler ve yaklaşımlar bulunmaktadır (Bryan, Moore, Johnson, & Roehrig 2015; Kelley & Knowles, 2016; Vasquez, Scneider, & Comer, 2013).

STEM eğitiminin nasıl entegre edildiği kadar önemli olan bir konu da öğretmenlerin STEM'i nasıl uyguladıkları ve derslerine nasıl dahil ettikleridir. Öğretmenlerin STEM'i derslerine entegre etmeye kendilerini hazır hissetmeleri ve uygulamalar sırasında karşılaştıkları zorlukları aşabilmeleri için öğretmen eğitimi sırasında edindikleri deneyimler kritik öneme sahiptir (Radloff & Güzey, 2016). Bu sebeple STEM eğitim ile ilgili çalışmaların öğretmen adayları bağlamında araştırılması STEM eğitiminin kalitesini arttıracak bulgular sunma potansiyeline sahiptir.

STEM ile ilgili içerik, etkinlik ve faaliyetlere olan ilginin belirlenmesi, ilgi geliştirme ve sürdürme stratejileri giderek önem kazanmaktadır (Staus, Lesseig, Lamb, Falk, & Dierking, 2020). Yeni öğrenme deneyimleri, öğrencilerin aktif katılım sağladığı ders tasarımları, merak uyandıran yeni bir durum, bilgisayar ve teknoloji içerikli dersler, eğitsel robotiğin kullanıldığı uygulamalar ilgi oluşturmada kullanılabilecek kaynaklardır (Jack & Lin, 2014; Mills, Tomas, Whiteford, & Lewthwaite, 2020). Eğitsel robotik ve STEM uygulamalarının öğrencilerin ilgileri üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu bilinmektedir (Kim vd., 2015;

Mosley, Ardito, & Scollins, 2016). Benitti ve Spolaôr'un (2017) sistematik literatür incelemesinde robotik uygulamaların farklı eğitim seviyelerinde çok çeşitli STEM kavramlarını öğretmek için kullanılabilir olduğunu takım çalışması ve problem çözme gibi önemli becerileri geliştirmek için önemli bir araç olduğunu vurgulamıştır. Robotik STEM'le ilgili literatüre bakıldığında çalışmaların genellikle K-12 sınıf seviyelerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Barak & Assal 2018; Darmawansah, Hwang, Chen, & Liang, 2023; García-Tudela & Marín-Marín, 2023; Sapounidis, Tselegkaridis, & Stamovlasis, 2022). Ancak bu seviyede görev alan veya alacak olan öğretmenler veya öğretmen adayları için robotik STEM uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı çalışmalar sınırlıdır (Fegely & Tang, 2022; Schina, Valls-Bautista, Borrull-Riera, Usart, & Esteve-González, 2021)

Eğitimde kullanılan robotlar öğrenmeyi daha ilgi çekici hale getirerek öğrencileri motive etmektedir (Eguchi, 2010). Robotik uygulamalar ve etkinlikler ilgiyi oluşturan dışsal faktörlerdir. Dışsal faktörlerle oluşturulan ilgi türü durumsal ilgidir ve nispeten kısa süreli ancak bireysel ilgiye dönüşme potansiyeline sahiptir (Hidi & Renniger, 2006). Öğretim uygulamaları ile sağlanan durumsal ilginin bireysel ilgi oluşturmada ve bunun kalıcılığını sağlamadaki rolünü inceleyen araştırmalara ihtiyaç vardır (Linnenbrink-Garcia, Patall, & Messersmith, 2012). STEM'e ilgi duymaya başlayan öğrencilerin nasıl ve neden ilgiyi devam ettirdiklerinin araştırılmasının literatüre katkı sağlayacağı belirtilmiştir (Shaby, Staus, Dierking, & Falk, 2021).

Öğretmenler STEM uygulamalarını derslerine entegre ettiklerinde ve sınıflarında STEM uygulamaları yaptıklarında mesleki kimliklerinde önemli bir dönüşüm geçirirler (El Nagdi vd., 2018; Slavit, Nelson, & Lesseig, 2016). Bu durum STEM öğretmeni olmanın getirdiği rol ve sorumlulukları ortaya çıkarır ve öğretmen kimliğini şekillendirir. Galanti ve Holincheck (2022) ilkokul öğretmenlerinin STEM'i öğretim uygulamalarına entegre etmede kendilerini hazır hissetmediklerini bu bunun yetersiz eğitim, okul tarafından sunulan desteğin kısıtlı olması ve kendilerini yetersiz görmeleri gibi faktörlerden kaynaklandığını belirtmiştir. Öğretmenlerin kendilerini hazır hissetmeleri derslerinde STEM uygulamalarını tercih etmelerine sebep olmaktadır. Öğretmenlerin STEM uygulamalarına aşina olmaları, bu uygulamaları derslerinde kullanmak için motive olmaları, bu uygulamalara ilgi duymaları kendilerini yetkin ve yeterli görmeleri kritik bir role sahiptir (Galanti & Holincheck, 2020). Çünkü bu bileşenler STEM öğretmen kimliğinin oluşumu için önemlidir (El Nagdi vd., 2018). STEM'in en yaygın uygulama alanlarında biri olan fen eğitiminde öğretmen

adaylarının STEM öğretmeni olma hakkındaki görüşlerinin araştırılması fen eğitiminin kalitesini doğrudan etkileme potansiyeline sahiptir.

STEM eğitiminin giderek artan önemi bu alanda daha fazla araştırmanın gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Gelişen teknoloji ve uzaktan eğitim araçlarının daha sık kullanımına duyulan ihtiyaçla birlikte hem yeni eğitim teknolojilerin hem de uzaktan öğrenme ortamlarının etkilerini belirleyecek araştırma bulgularına ihtiyaç duyulmaktadır. Eğitsel robotiğin gelişmesiyle ortaya çıkan robotik STEM uygulamaların öğrenme ve öğretme aracı olarak kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu sebeple öğretmen adaylarının yeni teknolojileri ve uygulamaları öğrenme ve öğretme aracı olarak kullanmaları kaçınılmazdır. Bu araştırmada robotik STEM uygulamalarının öğretmen adayları için bir öğrenme aracı olarak kullanılmasının çeşitli etkileri araştırılmıştır. Robotik STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının başarı, ilgi, performans ve STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşlerine etkisi araştırılmıştır. STEM uygulamalarında robotiğin kullanıldığı araştırmalarda genellikle yaz okulları ve hafta sonu kursları gibi okul dışı öğrenme ortamları tercih edilmektedir (Chiang, Zhang, Zhu, Shang, & Jiang, 2022). Robotik STEM uygulamalarının bir dersin veya belirli bir konunun öğrenme sürecine dahil edilmesinin etkilerini gösteren çalışmalar sınırlıdır (You, Chacko, & Kapila, 2021; Zhuang vd., 2022). Bu çalışmada robotik STEM uygulamalarının fizik laboratuvarı uygulama dersinin elektrik ünitesinde yer alan elektrik devreleri konusunun öğretiminde kullanılması ve öğretmen adaylarının bu konuya ilişkin başarılarına etkisini araştırması yönüyle önemlidir. Ayrıca ilk defa kodlama öğrenen öğretmen adaylarının robotik STEM uygulamalarındaki performanslarının ve ilgilerinin belirlenmesi de önemli katkılardan biri olma potansiyeline sahiptir. Bu çalışmanın öğretmen adaylarının mesleğe başladıklarında robotik STEM uygulamalarını derslerinde tercih etmelerinin nedenlerinden biri olan uygulmalara yönelik ilgilerinin araştırması yönüyle de literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. Öğretmen adaylarının başarı, ilgi, performans bağlamında STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşlerin yorumlanması STEM öğretmen kimliği araştırmaları için literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.6. Araştırmanın Varsayımları

- Deney ve kontrol gruplarının STEM uygulamalarını öğrenmeye ve yapmaya istekli oldukları varsayılmaktadır.

- Deney ve kontrol gruplarının öğrenme geçmişleri, deneyimleri yönüyle homojen olduğu varsayılmaktadır.
- Uygulama ortamının, deney ve kontrol grubu için öğrenmeyi ve katılımı teşvik etmede etkili olduğu varsayılmaktadır.

1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

- Bu araştırma 2022-2023 eğitim öğretim yılında Ankara ilinde bir devlet üniversitesinin birinci sınıfında öğrenim gören 61 fen bilimleri öğretmen adayı ile sınırlıdır.
- Araştırma konusu Fizik- II laboratuvar uygulamaları dersi elektrik devreleri konusu ile sınırlıdır.

1.8. Tanımlar

STEM: Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) (STEM) disiplinlerinin baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır. STEM, gerçek yaşamdaki problemleri çözmek amacıyla kısaltmada yer alan disiplinlerdeki bilgi ve becerilerin kullanıldığı eğitimi tanımaktadır (Breiner vd., 2012; Sanders, 2009).

Robotik STEM: Robotların ve robotik sistemlerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kavramlarını ve becerilerini öğretmek için araç olarak kullanılmasını ifade eder (Eguchi, 2016). Öğrencilerin robotlar tasarlayarak, inşa ederek ve programlayarak matematiksel ve bilimsel kavramları gerçek dünya senaryolarına uygulamaları için olanak tanıyan etkileşimli bir STEM eğitim yaklaşımıdır. Bazı popüler robotik STEM eğitim platformları arasında Arduino, Tinkercad ve Lego Mindstorms sıklıkla tercih edilmektedir (Kalaitzidou & Pachidis, 2023; Miller & Nourbakhsh, 2016).

STEM Öğretmen Kimliği: STEM öğretmen kimliği, öğretmenlerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarındaki eğitimci rolleriyle ilişkili olarak geliştirdikleri benlik duygusunu ve mesleki kimliği ifade eder (Galanti & Holincheck, 2022). STEM öğretmeni kimliği, bilimsel uygulamalardaki performans, STEM içerik bilgisindeki yeterlilik, STEM insanı olarak tanınma ve STEM disiplinlerine ilgi gibi çeşitli faktörlerden etkilenir (El Nagdi & Roehrig, 2020).

İlgi: Bireyin bir içerikle (bu içerik nesne, olaylar ya da fikir olabilir) zamanla tekrar etkileşim kurmadaki bilişsel ve motivasyonel yatkınlığı olarak tanımlanır (Renninger & Hidi, 2016)

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde araştırma konusu bağlamında sırasıyla STEM eğitimi, kimlik teorileri ile birlikte STEM kimliği ve ilgiye ilişkin kuramsal çerçeve, literatürde yer alan ulusal ve uluslararası çalışmalarla birlikte sunulmuştur.

2.1. STEM Eğitimi

STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında öğretme ve öğrenmeyi geliştirmeyi, STEM konularına ilgi ve motivasyonunu arttırmayı, 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeyi ve öğrenci başarısını artırmayı amaçlamaktadır (McDonald, 2016). STEM eğitimi, erken çocukluk eğitiminden üniversite yıllarına kadar eğitimin tüm aşamalarını kapsayan disiplinler arası bir yaklaşım olarak kabul edilir (Gonzalez & Kuenzi, 2012). Breiner vd. (2012) ve Sanders'e (2009) göre STEM, gerçek hayat problemlerini çözmek için farklı disiplinlerin entegrasyonu olarak tanımlanır.

STEM eğitimi, öğrencilerin öğrendikleri matematik ve fen kavramlarını mühendislik tasarımını ve teknolojisini uygulamalı bir ortamda kullanmasına olanak verir (Margot & Kettler, 2019). STEM eğitimi, öğrenciler arasında eleştirel düşünme, problem çözme ve işbirliği becerilerini geliştirmeyi ve onları STEM alanlarındaki kariyerlere hazırlamayı amaçlamaktadır (Erduran, 2020). STEM entegrasyonu fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kavramlarını entegre etmek için özgün problemleri kullanarak öğrencilerin bilgilerini gerçek dünyadaki durumlara uygulamalarına ve problemlere çözümler geliştirmelerine yardımcı olur (Campbell & Jobling, 2014).

Margot ve Kettler (2019) araştırmasında Honey, Pearson ve Schweingruber (2014) ile Moore ve diğerlerinin (2014) bulgularına dayanarak kaliteli bir K-12 STEM eğitimi için altı ana ilkeden oluşan bir çerçeve geliştirmiştir. Bu altı ilke aşağıdaki gibidir:

- Matematik ve fen içeriğinin dahil edilmesi: STEM eğitimi, öğrencilere güçlü bir temel sağlamak için ilgili matematik ve fen kavramlarını içermelidir.
- Öğrenci merkezli pedagoji: Öğretme yaklaşımı öğrencilerin ihtiyaçlarına ve ilgilerine odaklanmalı, onların öğrenme sürecine aktif olarak katılmalarına olanak sağlamalıdır.
- İlgi çekici ve motive edici bağlam: Dersler, öğrenciler için ilginç ve motive edici olan, öğrenme deneyimini daha anlamlı hale getiren gerçek dünya bağlamlarında yer almalıdır.
- Mühendislik tasarımı veya yeniden tasarımın dahil edilmesi: Öğrencilere, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini içeren mühendislik tasarımı veya yeniden tasarım sürecine katılma fırsatları verilmelidir.
- Hata yapmaktan ders almak: Öğrenciler hatalarından ders almaya ve bunları öğrenme ve gelişme fırsatları olarak görmeye teşvik edilmelidir.
- Takım çalışmasına vurgu: STEM eğitimi iletişimin ve işbirliğinin gelişimini desteklediği için işbirliği ve takım çalışmasına önem verilmelidir.

Bu çerçeve, öğretmenlere K-12 sınıflarında kaliteli STEM eğitimi sağlamaları için kapsamlı bir rehber sağlamaktadır. Bu sayede matematik ve fen içeriğini bütünleştirmenin, öğrenci merkezli pedagojiyi benimsemenin, ilgi çekici ve motive edici bağlamlar oluşturmanın, mühendislik tasarımı zorluklarını aşabilmenin, hatalardan ders alarak öğrenmeyi teşvik etmenin ve öğrenciler arasında takım çalışmasını desteklemenin önemini vurgulanmaktadır.

STEM eğitimi, öğrencileri teknolojik olarak gelişmiş ve hızla değişen bir dünyada başarılı olmak için gereken bilgi ve becerilerle donatmada önemli bir rol oynamaktadır (Bybee, 2010). Bu önemli rolü göz önüne alındığında öğretmenlerin bu yaklaşımı etkili bir şekilde nasıl öğretebileceklerini anlamanın önemi ortaya çıkmaktadır. Bu noktada öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının desteklenmesi problem çözme, eleştirel düşünme becerilerini ve işbirliğini teşvik edecek öğretim stratejilerini benimsemeleri, kendilerini yeterli hissetmeleri, kaynaklara ve materyallere erişim saylayabilmeleri STEM eğitiminin uygulanması için önemli hususlardan bazıları olarak karşımıza çıkmaktadır (Stohlmann, Moore, & Roehrig, 2012).

2.1.1. Çevrim içi Eğitim ve STEM

Çevrimiçi öğrenme 1990'ların başında eğitim için popüler konulardan biri olmaya başlamıştır. Birden fazla tanıma sahip olsa da çevrimiçi öğrenme, genellikle internet üzerinden erişilen dijital platformlar aracılığıyla bilgi veya beceri edinme sürecidir. Çevrimiçi öğrenme, eğitim içeriği sunmak ve öğrenme deneyimlerini kolaylaştırmak için dijital teknolojilerin ve internetin kullanılmasıdır (Palvia vd., 2018). Küresel çapta internetin ve teknolojinin gelişmesiyle daha da yaygınlaşan çevrim içi öğrenme özellikle yakın zamanda Covid-19 salgınıyla birlikte eğitim için vazgeçilmez öğrenme ortamlarından biri haline gelmiştir (Salta, Paschalidou, Tsetseri, & Koulougliotis, 2022).

Çevrimiçi öğrenmede zamanlama kritik noktalardan biridir. Çevrimiçi öğrenme eş zamanlı veya eş zamansız olabilir. Çevrimiçi öğrenmenin eş zamanlı olmasıyla öğrenciler ve öğretmenler aynı zamanda aynı sanal ortamda bulunurlar. Eş zamansız öğrenmede ise öğrenciler ve öğretmenlerin aynı anda sanal ortamda bulunmak zorunda değildir. Her öğrenci kendi belirlediği zaman diliminde öğrenme ortamından yararlanabilir (Greenhow, Graham, & Koehler, 2022).

Öğrencilerin derse katılımı dersin yüz yüze ya da çevrimiçi olmasından bağımsız olarak önemlidir. Öğrencilerin çevrimiçi eğitim ortamlarında derse katılımlarını bilişsel, duygusal ve davranışsal olarak üç kategoriyle incelemiştir. Bu üç katılım boyutu aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Bilişsel katılım

Çevrimiçi öğrenmeye bilişsel katılım, öğrenme sürecine aktif katılımı içeren, öğrenenlerin bilgiyi işlemek, problemleri çözmek ve kavramları uygulamak için harcadığı zihinsel çabayı ifade eder (Borup, Graham, West, Archambault, & Spring, 2020; Martin & Borup, 2022). Bilişsel katılımı teşvik etmek için eğitimciler öğrenciler için öğrenme hedefleri sağlayabilir, aktif öğrenmeyi teşvik edebilir, geri bildirim sağlayabilir. Bu stratejiler öğrencilerin motive olmalarına, öğrenme içeriklerini daha iyi anlamalarına yardımcı olarak katılımı destekler.

Duyuşsal katılım,

Çevrimiçi öğrenmeye duyuşsal katılım, öğrencilerin öğrenme faaliyetlerine yönelik duygusal tepkisini ve enerjisini ifade eder (Borup vd., 2020). Öğrencilerin motivasyonunu, kalıcılığını ve başarısını etkileyebileceği için öğrenme sürecinde çok önemlidir. Çevrimiçi öğrenmeye duyuşsal katılımı teşvik etmek için eğitimciler ilişkiler kurabilir, öğrencilerin

kendilerini ifade etmelerini teşvik edebilir ve geri bildirim sağlayabilirler (Martin & Borup, 2022).

Davranışsal katılım

Davranışsal katılım yukarıda bahsedilen bilişsel ve duyusal katılımını içinde barındıran ve bunların fiziksel temsili olan katılım boyutudur (Martin & Borup, 2022). Çevrimiçi öğrenme ortamlarında davranışsal katılım için belirli ön koşullar sağlanmalıdır. Örneğin teknolojik olarak yeterli ekipman ve altyapı ve bunları kullanabilme becerileri çevrimiçi ortamlara davranışsal katılımı sağlamaktadır (Martin & Borup, 2022).

Çevrimiçi öğrenmenin STEM eğitiminde kullanılması bilgi ve becerileri kazandırılmasında önemli bir role sahiptir (Fakhrudin, Wicaksana, Nastiti, Saljadziba, & Indriyanti, 2021). Öner-Armağan, Metin ve Atalay (2023) tarafından fen bilimleri öğretmenlerinin yüz yüze ve çevrimiçi STEM tabanlı etkinliklere ilişkin görüşlerini karşılaştırıldığı bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada üçü kadın, ikisi erkek olmak üzere beş fen bilgisi öğretmeni yapılandırılmış mülakatlara katılmıştır. Görüşmeler sesli ve görüntülü olarak kaydedilmiş ve veriler betimsel ve içerik analizi yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli etkinlikleri "Fiziksel Etkinlikler" ve "Fen, Mühendislik ve Girişimcilik" öğrenme alanları ile ilişkilendirdiklerini göstermektedir. Öğretmenler yüz yüze STEM etkinliklerinin sınıf yönetimi, grup çalışması ve işbirliği açısından yönetilmesinin daha kolay olduğunu bildirmiştir. Ancak, büyük grupları yönetmenin zor olabileceğini de belirtmişlerdir. Öğretmenler uzaktan eğitimde STEM temelli etkinliklerin ise materyal sınırlamaları, zaman kısıtlamaları, teknolojik altyapı ve mobil cihaz sorunları gibi konular zorluklara sahip olduğunu belirtmiştir. Yüz yüze veya çevrimiçi ortamlarda, STEM etkinlikleri tasarlarken fen öğretmenlerinin bakış açılarını dikkate almanın önemli olduğu STEM eğitim programları geliştirilirken öğretmenlerin deneyimlerinin dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Fackler ve Sexton (2020) küresel salgın nedeniyle uzaktan öğrenmeye geçişle ilgili beş tartışma teması belirlemiştir; bunlar arasında öğretmen eğitiminde değişiklik, çevrimiçi etkileşimli araçların benimsenmesi, öncelikli endişelerin ele alınması, fen bilimlerini öğretme yöntemleri derslerinin odak noktalarının değiştirilmesi ve daha büyük kurumlarla işbirliği yer almaktadır. Araştırmanın bulguları üniversitelerin, öğretmen yetiştiren programlarının zorlu zamanlarda birbirlerine yardım etmek için bir araya geldiklerini göstermiştir. Bulgulara dayanarak, eğitiminin çevrimiçi ve uzaktan öğrenme stratejilerini

içerecek şekilde değiştirilmesi, fen öğretimi ile ilgili derslerin odak noktasının 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine öncelik verecek şekilde değiştirilmesi önerilmiştir.

Coşkun Karabulut, Elcan ve Kariper, (2023) çalışmasında fen bilimleri öğretmen adayları için kimya eğitiminde çevrim içi STEM tabanlı uygulamalı etkinliklerin etkililiğini araştırmıştır. Çevrimiçi kimya laboratuvar dersleri alan 20 öğretmen adayına STEM temelli uygulamalı etkinliklerin nasıl tasarlanacağı öğretilerek onlardan evdeki malzemeleri kullanarak kendi deneylerini oluşturmaları istenmiştir. Öğretmen adayları her hafta bir deney tasarlayarak, videolar çekerek raporlar hazırlamıştır. Çalışma, STEM temelli bu uygulamalı etkinliklerin öğretmen adaylarının kimya laboratuvarı öğretimindeki başarısı üzerindeki etkisini incelemiştir. Öğretmen adaylarının kimya laboratuvarı başarısının, STEM temelli uygulamalı etkinlikler aracılığıyla önemli oranda geliştiği belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının kimya laboratuvarı öğretimine yönelik tutumları, STEM temelli uygulamalı etkinliklere katıldıktan sonra daha olumlu hale gelmiştir. Araştırmadan çıkarılan önemli sonuçlardan biri çevrimiçi STEM tabanlı uygulamalı etkinliklerin, geleneksel laboratuvar ortamları olmadığında bile kimya laboratuvarı dersi için etkili araçlardan biri olduğudur. Çalışma, salgın sonrasında uygulamalı öğrenme deneyimleri sağlamaya yönelik bir çözüm olarak çevrimiçi STEM tabanlı uygulamalı etkinliklerin potansiyeline dair önemli bulgular sunmuştur.

De Coito ve Estaiteyeh, (2022) Kanada bağlamında STEM öğretmenlerinin COVID-19 salgını nedeniyle çevrimiçi öğretime geçiş konusundaki deneyimlerini incelemek için bir çalışma yapmıştır. Araştırma bulguları, öğretmenlerin bazı başarılar elde ederken, çevrimiçi öğretime yönelik tutum ve görüşlerini olumsuz yönde etkileyen bazı zorluklarla karşılaştıklarını göstermiştir. Çalışma sonucunda çevrimiçi öğretimin etkililiğini artırmak için, erişilebilir çevrimiçi öğretim platformları ve araçlarının geliştirilmesi ve çevrimiçi öğretim stratejilerini sürekli olarak değerlendirilmesi önerilmiştir.

Kabigting (2021) lise öğrencilerine yönelik fizik eğitiminde bilgisayar simülasyonlarının kullanılmasının öğrenilmesi zor kavramların anlaşılmasına olumlu etkileri olduğunu gösteren bir çalışma yapmıştır. Araştırma bulguları bilgisayar simülasyonlarını fizik eğitimine entegre etmenin öğrenme için faydalı sonuçlar doğuracağını göstermiştir. Çalışmada simülasyonlarının etkili bir araç olduğu tespit edilmiş olsa da geleneksel öğretim tekniklerinin yerini almasının amaçlanmadığını bunun yerine, öğrenme deneyimini zenginleştirmek için tamamlayıcı bir kaynak olarak görüldüğü vurgulanmıştır.

2.1.2. Eğitsel Robotik

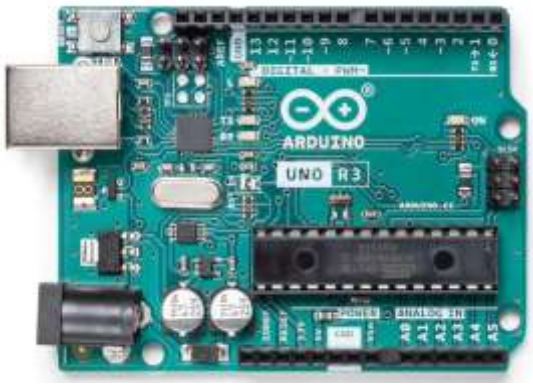
Eğitsel robotik, gerçek hayatta karşılaşılan bir problemi çözmek amacıyla robotların tasarımını ve programlanmasını içeren öğretme ve öğrenme yaklaşımdır (Zhang, Luo, Zhu, & Yin, 2021). Eğitsel robotik etkinliklerinde motor, sensör, mikrodenetleyici gibi çeşitli kitler kullanılarak öğrencinin tasarladığı modele göre robotun oluşturulup yine öğrenci tarafından robotun programlanabildiği bir süreci içerir (Atman-Uslu vd., 2023).

Robotik, eğitimi dönüştürebilen ve öğrencileri öğrenme bağlamında destekleyebilen yenilikçi bir öğrenme aracı olarak kabul edilmektedir (Evripidou vd., 2020). Eğitsel robotik, öğrenme ve öğretme kalitesini artırmak için STEM eğitimi alanında yaygın olarak kullanılmaktadır (Ouyang & Hu, 2024). Eğitsel robotlar, sınıflarda eleştirel düşünmeyi ve aktif öğrenmeyi teşvik etmek için önemli bir pedagojik araç olarak kullanılmaktadır (Di Stasio, 2021; Sánchez-Rivas, Ruiz-Roso Vázquez, & Ruiz-Palmero, 2024).

Bilinen bu faydalarıyla robotların eğitim ortamlarında yaygın olarak kullanılması 2000'li yılların başlarına dayanmaktadır. Devamında Arduino ve Raspberry Pi gibi daha ucuz robotik kitlerin ve cihazların geliştirilmesiyle öğrencilerin daha gelişmiş araçlara erişebilmelerine imkan sağlanmıştır (Barth, 2013). Sonuç olarak, robot kitlerinin yaygınlaşması, ücretsiz olması ve maliyetlerinin düşürülmesiyle bu kitleri kısıtlı bütçelere sahip okullar ve bireysel kullanıcılar için bile erişilebilir hale getirmiştir (Weinberg & Yu, 2003).

Eğitimde kullanılan popüler robotik kitlerin neredeyse tamamı ücretsiz uygulamalar aracılığıyla farklı programlama seçenekleri sunmaktadır. Bunlardan biri olan Arduino açık kaynak olması ve robotik uygulama araçlarının kolay ulaşılabilir ve ucuz olması sebebiyle sıkça kullanılmaktadır. Arduino bilgisayara bağlanmayı sağlayan USB bağlantısı ile birlikte, sensörler, motorlar, diotlar, mikrofonlar gibi harici cihazlara bağlanabilen soketleri bulunan bir mikrodenetleyici karttır (Monk, 2013). Mikrodenetleyici kartlar programlamayı istediğimiz cihazlarda komutlarımızı anlayan, işleyen ve sonuca ulaştıran yapıdır. Mikrodenetleyici elektronik bir cihazın beynidir. Bu kart sayesinde donanım ve yazılımlar kullanarak programlama yapılabilir. Arduino'yu programlamak için çeşitli yazılımlar kullanılabilir. Bunun için kendi platformu olan Arduino IDE ile metin tabanlı kodlar oluşturulabilir. Bunun dışında metin tabanlı kodlama için yeterli bilgi veya tecrübesi olmayanlar ya da kodlamaya yeni başlayanlar için blok tabanlı programlar (örneğin mBlock)

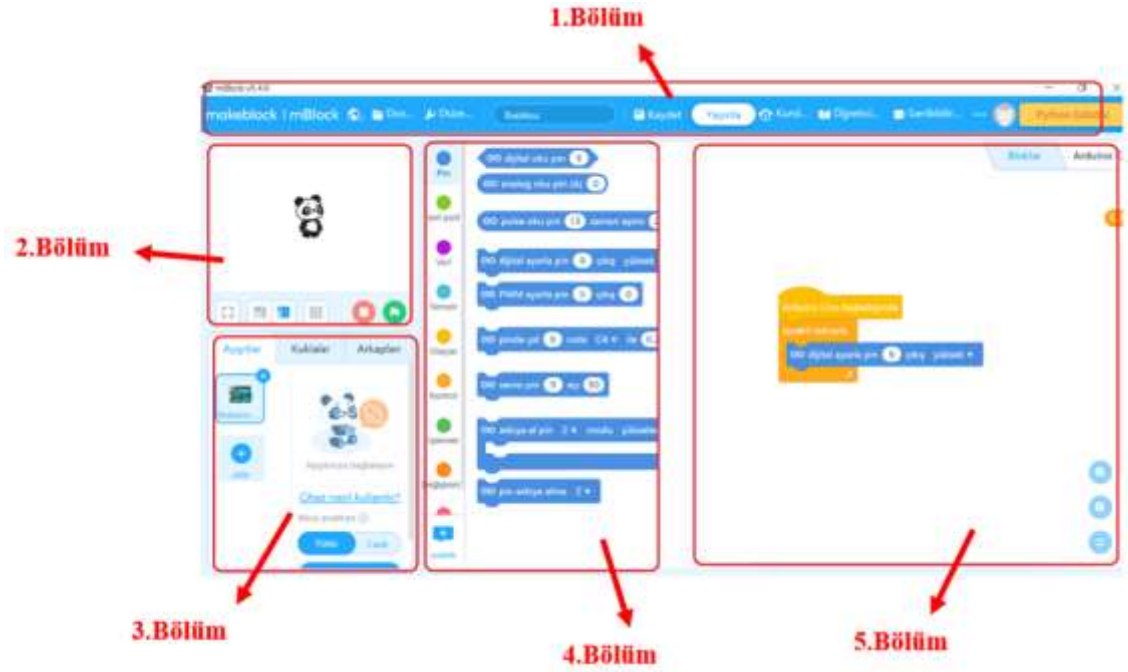
ile de uyumludur. Arduino çeşitli türde kartlara sahiptir. En sık tercih edilen ve en popüler kartı ise Arduino Uno'dur. Şekil 1'de Arduino Uno gösterilmektedir.



Şekil 1. Arduino Uno kartı

Bu kart üzerinde dijital pinler ve sensörlerin voltaj ölçümlerini okumak için analog pinler bulunmaktadır (Banzi & Shiloh, 2014). Kartın çalışması için gerekli olan güç USB bağlantısıyla bilgisayar veya 9V pil ile sağlanır.

Arduino'nun donanımı ve yazılımı açık kaynaktır. Böylece daha önce yapılmış denenmiş birçok proje açık olarak resmi web sitesindeki blog sayfalarında paylaşılmaktadır. Bu sayede yeni başlayanlar ya da bireysel olarak daha fazla proje üretmek isteyenler bu kaynaklara ücretsiz olarak ulaşabilmektedir. Arduino, öğrenme deneyimini geliştirmek için sıklıkla Scratch veya mBlock gibi blok tabanlı programlama ortamlarıyla kullanılır (García-Tudela & Marín-Marín, 2023). mBlock özellikle kodlamaya yeni başlayanlar için sıkça tercih edilen bir platformdur. Bu platform blok tabanlı kodlama ile kod bloklarını Python programlama diline dönüştüren bir derleyiciye sahiptir. Blok tabanlı programlama uygulamaları, metin tabanlı kodlama bilgisine ihtiyaç duymadan programlama mantığının anlaşılmasını kolaylaştırdığı için her yaştan öğrencinin tercihiyle popülaritesi giderek artmaktadır (Kesler, Shamir-Inbal, & Blau, 2022). Böylece bir kodlama dili bilinmese de blokları sürükleyip bırakarak kodlar üretebilme imkanı sağlanmaktadır. mBlock programının arayüzü Şekil 2'de verilmiştir.

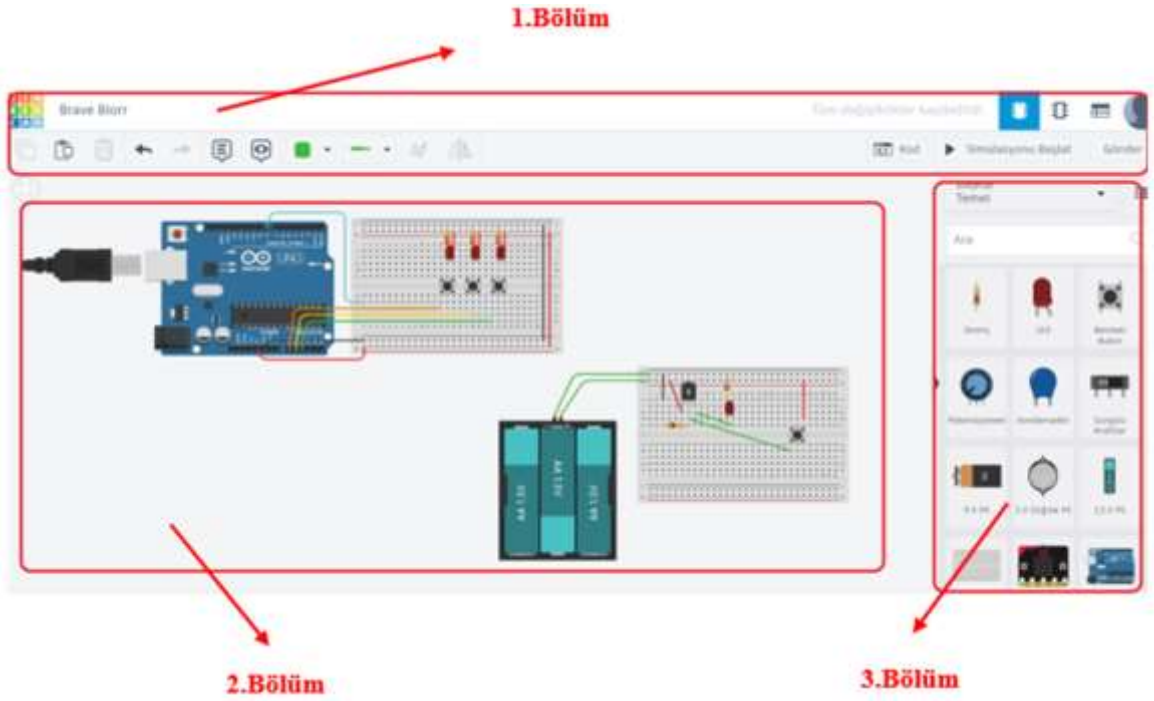


Şekil 2. mBlock programı arayüzü. https://ide.mblock.cc/ sayfasından erişilmiştir.

mBlock programının arayüzü beş bölümden oluşmaktadır. Yukarıdaki şekilde beş bölüm işaretlenmiştir. Birinci bölüm programın dil ayarlarının yapıldığı, oluşturulan kod dosyalarının kaydedildiği alandır. İkinci bölümde kodlama için seçilen sahne, tema, kukla görsellerinin olduğu ve kodların nasıl çalıştığının görüldüğü bölümdür. Üçüncü bölüm kodlama için kukla, sahne ya da Arduino kartlarının seçildiği bölümdür. Dördüncü bölüm kod bloklarının sınıflandırıldığı ve seçeneklere göre uygun blok kodların öne çıkarıldığı bölümdür. Beşinci bölüm ise dördüncü bölümde seçilen blokların sürüklendiği ve kod dizinlerinin oluşturulduğu alandır. Burada üretilen kodlar Arduino kartına yüklendikten sonra bilgisayara bağlı olarak veya bağımsız olarak çalıştırılabilme olanağına sahiptir. Türkçe dil desteği ve içerisinde Arduino'ya ait çeşitli kartları bulundurması sebebiyle kullanımı yaygın ve kolaydır.

Robotik ve kodlama ile ilgili etkinlikler uygulamaya dayalıdır. Ancak gelişen teknolojiler sayesinde eğitim ortamlarında fiziksel olarak robotik setlerin ya da aygıtların olmadığı ortamlarda da tıpkı gerçek aygıtlar gibi uygulama imkanı sağlayan çeşitli simülasyon programları geliştirilmiş ve ücretsiz olarak kullanıma sunulmuştur. Simülasyonlar sayesinde güvenli bir ortamda, sınırsız tekrar olanağı ve donanımların bozulma veya kaybolma riskinden uzak şekilde uygulama yapma olanağı sağlamaktadır (Erdoğan, Sağlam, Çetintav, & Yılmaz, 2023). Eğitimde de bu amaçla kullanılan platformlardan biri de Tinkercad'dir.

Tinkercad, kullanıcıların üç boyutlu modeller ve tasarımlar oluşturmasına olanak tanıyan bir yazılım platformudur. Tinkercad sanal ortamda nesnelerin tasarlanması ve prototipler oluşturulması için kullanıcı dostu bir arayüz sağlayan web tabanlı ücretsiz bir uygulamadır. Bu platformda sadece üç boyutlu tasarımlar değil aynı zamanda devre tasarımları da yapılmaktadır. Tinkercad STEM uygulamaları için yaparak yaşayarak, hayal gücünü, problem çözme becerisini geliştiren, bir platform olması yönüyle öğretmenler ve öğrencilerin tercih ettiği 50 milyondan fazla kullanıcıya sahiptir. Şekil 3'te Tinkercad devre tasarımı için kullanılan arayüz yer almaktadır.



Şekil 3. Tinkercad programı arayüzü.https://www.tinkercad.com/dashboard/designs/circuits sayfasından erişilmiştir.

Tinkercad platformu ile temel seviyeden ileri seviyeye kadar pek çok elektrik devresi tasarlanabilir ve çalıştırılabilir. Tinkercad ile devre tasarımı için kullanılan arayüzün üç bölümü vardır. Yukarıdaki şekilde numaralandırılan bölümlerden birincisi devre projesinin isimlendirildiği, devrenin kopyalanıp çoğaltılabildiği, devre elemanları ile ilgili ayarların (renk, açıklama ekleme gibi) yapıldığı, devre kodlarının oluşturulduğu ve simülasyonun çalıştırma/durdurma ayarlarının yapıldığı bölümdür. İkinci bölüm, tasarlanan devrenin yer aldığı çalışma alanıdır. Üçüncü bölüm devre elemanlarının seçildiği ve kullanılmak üzere ikinci bölüme sürüklendiği alandır. Simülasyonun içerisinde Arduino Uno kartı, piller, devre tahtaları, ledler, devre anahtarları, sensörler ve motorları içeren çok sayıda devre elemanı bulunmaktadır. Tinkercad ile devre tasarlayıp çalıştırmanın yanı sıra tasarlanan devrenin

kodlayarak programlanması da mümkündür. Bu platformda yapılan her çalışma otomatik olarak kaydedilir ve istenirse diğer kullanıcılarla da paylaşılabilir.

Eğitsel robotik, STEM eğitimini geliştirmede birçok fayda sağlamaktadır. Bu faydalardan biri de öğrencilerin STEM kariyerlerine olan ilgisini artırması (Mead, Thomas, & Weinberg, 2012), özellikle ilkokul öğrencilerinde problem çözme becerilerini geliştirmesidir (Blanchard, Freiman, & Lirrete-Pitre, 2010). Robotik STEM müfredatının temelinde olan hesaplamalı düşünme, kodlama ve mühendisliğin öğretilmesine de yardımcı olmaktadır (Atmatzidou, Markelis, & Demetriadis, 2008). Robotlar öğrenmeyi daha ilgi çekici hale getirerek geleneksel yöntemlerden sıkılan öğrencileri motive etmektedir (Eguchi, 2010). Genel olarak robotik uygulamaları okul ve üniversite eğitimine dahil etmek, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini geliştirerek onları geleceğe hazırlar ve STEM eğitiminin ilerlemesine katkıda bulunur (Atmatzidou & Demetriadis, 2016).

Anwar, Bascou, Menekse ve Kardgar, (2019) tarafından eğitsel robotik üzerine yapılan çalışmaların incelendiği araştırma, robotik uygulamaların K-12 öğrencilerinin STEM eğitiminin çeşitli alanlarındaki ilgisini, katılımını ve akademik başarısını artırdığını ortaya çıkarmıştır. Bulgular eğitsel robotiğin etkili öğrenme deneyimleri sağladığını ve öğrencilerin öğrenme becerilerini geliştirdiğini, öğrencilerin yaratıcılığını ve motivasyonunu teşvik ettiğini göstermektedir.

Atman-Uslu, vd., (2023) çalışmalarında eğitsel robotiğin eğitim ortamlarında neden kullanılması gerektiği ile ilgili dört iddiayı ele alarak bir inceleme çalışması yapmıştır. Bu dört iddia sırasıyla;

- Eğitsel robotiğin üst düzey düşünme becerilerini geliştirdiği,
- Öğrencilerin sosyal becerilerini geliştirdiği,
- Öğrencilerin duyuşsal özelliklerini desteklediği,
- Öğrenme performansına katkıda bulunduğudur.

Bu çerçeveden bakıldığında literatürde iddiaları destekleyen ve çürüten çalışmalar mevcuttur. Örneğin eğitsel robotiğin öğrencilere gelişmiş problem çözme becerileri, artan motivasyon ve katılım, gelişmiş işbirliği ve iletişim becerileri dahil olmak üzere çok sayıda fayda sağladığı belirtilmektedir. Ayrıca eğitsel robotiğin öğrencilere uygulamalı ve etkileşimli bir şekilde öğrenme fırsatları sağladığı da bilinmektedir (Tang, Tung, & Cheng, 2023).

Faydalarına rağmen eğitsel robotik, özel ekipman ve yazılım ihtiyacı, uygun müfredat ve pedagojinin geliştirilmesi ve öğretmenlerin sınıfta robotiği kullanma konusunda eğitilmesi gibi çeşitli zorlukları da beraberinde getirmektedir (Sapounidis & Alimisis, 2021). Ek olarak, eğitsel robotiğin öğrencilerin öğrenmesi ve kariyer seçimleri üzerindeki uzun vadeli etkisine ilişkin araştırmalar sınırlıdır. Keren ve Fridin (2014) ayrıca robotiğin, eğitmenin yardımı ve rehberliği olmadan aktif rol oynamasının zor olduğunu vurgulamıştır. İyileştirilmesi gereken alanlarla ilgili olarak, eğitmenlerin temel programlama mantığını anlamalarını ve gerekli programlama araçlarını kullanma becerilerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Sánchez-Rivas vd., 2024). Bu temel unsurların anlaşılması, robotların eğitim ortamlarına etkili bir şekilde dahil edilmesini kolaylaştırmak için önemli bir rol oynamaktadır.

Schina, Esteve-González ve Usart (2021) eğitsel robotikle ilgili 38 yayını analiz etmiş ve eğitim programı gereksinimleri, süresi ve eğitmen profillerinin nelere ihtiyaç duyduğunun belirlenmesinde eksikliklerin olduğunu belirlemiştir. Çalışma, gerekliliklerin belirlenmesini, programların teoride temellendirilmesini, eğitsel robotikle ilgili iyi uygulamaların öğretmen eğitimi programlarının sürekli olarak değerlendirilmesini ve iyileştirilmesini önermektedir. Böylece eğitim sistemleri, eğitsel robotikte öğretmen eğitimi programlarının kalitesini ve güvenilirliğini artırabilir ve öğretmenlerin eğitsel robotikle ilgili bilgi ve becerilerin geliştirmelerine yardımcı olabilir.

2.1.3. Mühendislik ve Tasarım Süreci

Mühendislik ve tasarım becerileri fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinden yararlanarak bir problemin çözümü, yeni bir ürün tasarlama ve inovasyon yapabilme becerileridir (MEB, 2018). Mühendislik tasarım süreci STEM eğitimin önemli bir bileşenidir. Ulusal Mühendislik Akademileri ve Ulusal Araştırma Konseyi (The National Academies of Engineering and National Research Council) 2009 yılında mühendisliğin K-12 sınıflarına dahil edilmesinin önemini özetleyen bir rapor yayınlamıştır. Bu rapora göre K-12 sınıflarında pratik ve uygulamalı mühendislik içeriklerinin öğrencilerin bilimsel kavramları gerçek dünyadaki mühendislik problemlerine uygulayarak öğrenebileceklerine olanak sağladığı vurgulanmıştır. Mühendisliğin derslere dahil edilmesiyle öğrencilerin K-12 eğitiminde yeterince temsil edilmeyen mühendislik alanıyla tanıştırılması sağlanır. Öğrenciler erken yaşta mühendislikle tanıştırılarak ilgi geliştirebilirler bu da potansiyel

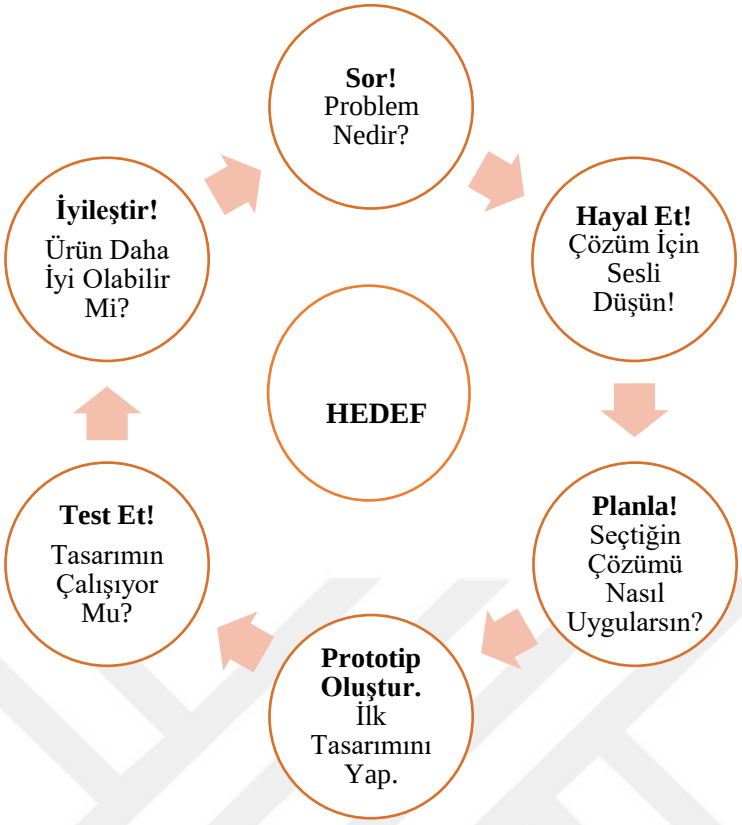
olarak mühendislik alanında gelecekteki kariyer seçimlerini etkileme gücüne sahiptir (National Academy of Engineers & National Research Council, 2009).

Ulusal Araştırma Konseyi, (National Research Council, [NRC]) (2012) K-12 fen eğitimi için geliştirdiği çerçevede, mühendisliğin fen eğitimine dahil edilmesinin önemine dikkat çekmektedir. NRC'ye (2012) göre mühendislik fen eğitimi için iki nedenle önemlidir:

- Birincisi mühendisliğin fen eğitiminde yer almasıyla öğrencilerin öğrenmeleri ve bilim içeriğini uygulamaları desteklenebilir. Öğrenciler mühendislik faaliyetlerine katılarak bilimsel kavramları daha iyi anlayabilir ve bunları pratik yollarla uygulayabilirler. Bu uygulamalı yaklaşım öğrenme deneyimlerini geliştirebilir ve fen kavramlarını daha anlaşılır hale getirebilir.
- İkincisi mühendisliğin başlı başına önemli bir alan olması ve problem çözmeyi, eleştirel düşünmeyi, yaratıcılığı ve işbirliğini içeren bir disiplin olmasıdır. Öğrencileri mühendislikle tanıştırmak sadece bilimde değil diğer birçok alanda da geçerli olan bu önemli becerileri geliştirmeleri sağlayabilir (NRC, 2012).

Mühendislik ve tasarım süreci Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nde (National Aeronautics and Space Administration, [NASA]) çalışan mühendislerin problem çözümünde izledikleri yolu göstermektedir. Mühendislerin çalışmalarına özgü disiplinlerin ya da projelerin farklılığı mühendislik tasarım süreçlerinin farklı olmasına neden olmaktadır aynı farklılık mühendislik tasarım sürecinin olduğu müfredat ve ders alanları için de geçerlidir (Berland, Steingut, & Ko, 2014). Bu sebeple tek bir mühendislik ve tasarım süreci yoktur. Bazı farklılıklar olsa bile Berland vd. (2014) eğitim alanında kabul edilen mühendislik ve tasarım süreçlerinin ortak dört adımı olduğunu savunur. Bunlar sırasıyla (1) problemin tanımlanması, (2) problemin çözüm seçeneği olan birden çok tasarım arasından uygun olanının belirlenmesi, (3) tasarımın modellenmesi, (4) tasarımın iyileştirilmesi veya yenilenmesidir.

STEM eğitiminde sıklıkla tercih edilen mühendislik ve tasarım döngüsü NASA tarafından farklı sınıf seviyelerindeki öğrenciler için (K-2'den K-8'e kadar) aktivite kılavuzlarında tercih edilen tasarım süreci Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. National Aeronautics and Space Administration (NASA) mühendislik ve tasarım döngüsü (2011). National Aeronautics and Space Administration. (2011). *Beginning engineering, science and technology educator guides: An educator's guide to the engineering design process grades 6-8*.https://www.nasa.gov/pdf/630754main_NASAsBESTActivityGuide6-8.pdf kaynağından erişilmiştir.

Mühendislik ve tasarım döngüsünde öğrenciler, tıpkı bir mühendisin projesini tamamlarken izlediği yolu izler. Öncelikle problemin ne olduğunu belirler. Belirlenen problem için ne gibi çözüm yolları olabileceğini düşünür. Mühendislik ve tasarım ile ilgili bir durumda mutlaka birden fazla çözümün ya da tasarımın mümkün olduğu unutulmamalıdır. Öğrenciler planlama yaparak uygun buldukları çözümün tasarımı için harekete geçer. İlk tasarım her zaman mükemmel olmayabilir. Çoğu zaman iyileştirmelere ve düzeltmelere ihtiyaç duyulan ilk tasarımı yapan öğrenciler, çözümün işe yarayıp yaramadığını test eder. Yapılan tasarım ile problem çözülebiliyorsa sonraki adımda artık bu çözümün geliştirilmesinde daha farklı neler olabileceği hakkında düşünülerek mühendislik ve tasarım döngüsü tamamlanmış olur. Böylece mühendislik ve tasarım döngüsünün sonunda problemin çözülebilmesini sağlayacak bir ürünü ya da tasarım ortaya çıkar.

Mühendislik tasarım süreci, problem çözme ve çözüm üretmeye yönelik sistematik, yinelemeli ve esnek bir yaklaşımdır. Bu durum öğrencilerin, tasarımcıların veya

uygulayıcıların farklı tasarım adımlarına geri dönmesine ve düzenlemeler yapmasına olanak tanır (Mesutoğlu & Baran, 2020). Mühendislik ve tasarım sürecinde izlenen her bir adımın amacı aşağıda kısaca açıklanmıştır;

1. Problem nedir? Hedef, sorun veya problemin ne olduğu belirlenir.

2. Çözüm için sesli düşünme ve hayal etme; belirlenen problemin çözümü için hayal gücünü ve beyin fırtınasını kullanarak olası çözümler veya tasarımlar düşünülür.

3. Seçtiğin çözümü nasıl uygularsın? Çözüm olarak belirlenen tasarımın nasıl oluşturulacağına dair planlamalar yapılır.

4. İlk tasarımını yap! Planlanan tasarımın bir prototip oluşturarak ilk tasarım ortaya çıkarılır.

5. Tasarımın çalışıyor mu? Ortaya çıkan mühendislik tasarım test edilir.

6. Ürün/tasarım daha iyi olabilir mi? Tasarımı daha iyi yapacak bir geliştirmenin mümkün olup olmadığı düşünülür ve varsa uygulanır.

Mühendislik tasarım süreci fen eğitimi ve öğretmen eğitimi için değerli bir araç olabilir. Öğrencilerin ve öğretmenlerin eleştirel düşünme, yaratıcılık, iletişim, işbirliği ve teknoloji okuryazarlığı gibi çeşitli beceri ve bilgileri geliştirmelerine yardımcı olabilir. Mühendislik tasarım sürecinin kullanılmasının öğrencilerin fen ve matematik alanlarındaki akademik başarılarını arttırdığını gösteren çalışmalar literatürde yer almaktadır (Fidai, Barroso, Capraro, & Capraro, 2020).

Fen eğitiminde mühendislik ve tasarım süreci bilimsel sorgulamayı ve mühendislik uygulamalarını öğretmek için kullanılabilir. Öğrenciler mühendislik ve tasarım sürecini deney tasarlamak, olguları araştırmak veya gerçek hayatta da karşılaşacakları problemleri çözmek için uygulayabilirler (Bozkurt, 2014).

Öğretmen eğitiminde mühendislik tasarım süreci, öğretmenleri mühendislik tasarımını sınıflarına entegre etmelerine hazırlamak için kullanılabilir. Böylece öğretmenler mühendislik tasarım faaliyetlerini nasıl yapacaklarını, öğrencilere farklı aşamalarda nasıl rehberlik edeceklerini ve öğrencilerin öğrenme ve performanslarını nasıl değerlendireceklerini öğrenebilirler.

Arık ve Topçu (2022) yaptıkları meta analiz çalışmasında K-12 eğitiminde bir mühendislik tasarım sürecinin nasıl yürütüldüğünü, problem ifadelerine, öğretim yöntemlerine ve nihai tasarım eserlerinin oluşturulmasına odaklanarak 46 makalenin analizini içeren bir inceleme

çalışması yapmıştır. Mühendislik eğitiminde problemin tanımlanmasının önemli olduğunu ve açık uçlu sorular ve problem senaryolarının K-12 düzeyindeki derslerde tasarım özetinin tanımlanmasında etkili yöntemler olduğunu ortaya çıkarmıştır. Mühendislik süreçlerinin yanı sıra fen ve matematik kavramlarının öğretilmesinin tasarım ürünlerinin kalitesini artırdığı ve beyin fırtınasının, yazma etkinliklerinin ve laboratuvar etkinliklerinin genellikle mühendislik tasarım süreçlerine entegre edildiğini belirlemiştir. Çalışma sonucunda farklı öğretim etkinliklerinin tasarım süreci üzerindeki etkisini araştırmanın ve bunların kullanımına ilişkin daha fazla araştırma yapmanın gerekliliği vurgulanmıştır.

Özkızılcık ve Cebesoy (2024) mühendislik tasarımına dayalı bir müdahalenin, fen bilgisi öğretmen adaylarının entegre STEM eğitimini nasıl geliştirebileceğini araştırmıştır. Odak noktası gerçek hayattaki bir soruna odaklanan ve sorunu çözmek için mühendislik tasarım sürecini içeren dört STEM etkinliği kullanılmıştır. Sonuç olarak öğretmen adaylarının STEM faaliyetlerine katıldıkça bilimsel kavram ve ilkelere ilişkin bilgilerinin arttığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, öğretmen adaylarının mühendislik ilkelerini kullanarak problemlere nasıl yaklaşacakları ve bunları nasıl çözecekleri konusunu daha iyi anladıkları ileri sürülmüştür. STEM dersindeki mühendislik tasarımına dayalı müdahale, fen bilgisi öğretmen adaylarının özellikle fen bilimleri ve mühendislik tasarım süreci alanlarında entegre STEM eğitimini geliştirmeye yardımcı olmuştur.

2.1.4. STEM Eğitimi Araştırmaları

Kim vd., (2015) çalışmalarında öğretmenlerin robotik kullanarak STEM derslerini nasıl tasarlayacaklarını ve uygulayacaklarını daha iyi öğrenmeleri için bir araştırma projesini raporlamıştır. Araştırma projesi, öğretmen adaylarının robotik uygulamalar aracılığıyla STEM katılımına, öğrenimine ve öğretimine odaklanmıştır. Veriler anketler, sınıf gözlemleri, görüşmeler ve ders planları aracılığıyla toplanmıştır. Bulgular, öğretmen adaylarının aktif ve dikkatli bir şekilde robotik faaliyetlerine katılıma istekli olduklarını göstermiştir. STEM'e olan ilgi ve keyif gibi duygusal katılımları, davranışsal ve bilişsel katılımlarını önemli ölçüde etkilediği ve geliştirdiği belirlenmiştir. Çalışma aynı zamanda katılımcıların STEM'le, özellikle teknoloji ve bilgisayar programlamaya karşı güven geliştirdiklerini de ortaya çıkarmıştır. Katılımcılar robotları birleştirme ve programlamada zorluk yaşasalar da uygulamalı öğrenme deneyiminin önemli olduğunu belirtmiştir. Araştırma, robotiğin öğretmenlerin STEM'e yönelik tutumlarını iyileştirerek STEM'e

katılımlarını ve öğretmelerini geliştirecek bir teknoloji olarak kullanılabileceğini öne sürmektedir.

Ouyang ve Xu (2024) araştırmalarında, STEM eğitiminde eğitsel robotik kullanımının genel etki büyüklüğünü ve etkileri etkileyen kritik faktörleri incelemek için çok düzeyli bir meta-analiz gerçekleştirmiştir. Çalışma, eğitsel robotiğin robotik olmayan durumla karşılaştırıldığında öğrencilerin öğrenme performansları ve öğrenme tutumları üzerinde orta büyüklükte etkileri olduğunu belirlemiştir. Ancak eğitsel robotik kullanımı bilişimsel düşünmenin geliştirilmesindeki etkisi önemsiz sayılabilecek seviyede olduğu belirlenmiştir.

Darmawansah vd. (2023) tarafından yapılan sistematik inceleme çalışması, robotik tabanlı STEM (R-STEM) eğitimi üzerine 2012 ile 2021 yılları arasında yayınlanan 39 makaleyi analiz etmiştir. İnceleme, R-STEM'in eğitim çalışmalarının ağırlıklı olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde, K-12 okullarında yürütüldüğünü öğrenci ve öğretmen algılarına odaklandığını ortaya çıkarmıştır. LEGO, öğrenme hedeflerine ulaşmak için en çok kullanılan araç olduğu belirlenmiş ve teknoloji (programlama yönüyle), baskın robotik tabanlı STEM disiplini olarak ön plana çıkmıştır. Robotik ile ilgili STEM araştırmalarında en sık kullanılan öğrenme stratejisinin ise proje tabanlı öğrenme, olduğu belirlenmiştir.

García-Carrillo, Greca ve Fernández-Hawrylak, (2021) çalışmalarında zorunlu eğitimin ilk yıllarında entegre STEM yaklaşımı, eğitsel kodlama ve robotik odaklı bir uygulamalı eğitim sürecinin analizini sunmuştur. Eğitim sürecini takip eden iki öğretmenle, ön ve son görüşmeleri ve sınıf uygulamalarının gözlemini içeren bir örnek olay çalışması yürütülmüştür. Araştırma sonuçları, sınıf uygulamalarında karşılaşılan zorluklara rağmen öğretmenlerin STEM entegre yaklaşımına ve eğitsel kodlama ve robotiğe yönelik olumlu bakış açılarının olduğunu göstermiştir. Çalışma, STEM yaklaşımının öğretme-öğrenme sürecini iyileştirmede hem öğrenciler hem de öğretmenler için faydalı olduğu sonucuna varmıştır.

Babaoğlu ve Güven Yıldırım (2023) çalışmalarında LEGO Education Bric Q Motion Temel Setinin üstün yetenekli öğrencilerde problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcılık gibi 21. yüzyıl becerilerini etkili bir şekilde geliştirdiğini ve eğitimcilerin öğretim uygulamalarında kullanmaları için değerli bir araç olduğunu ortaya koymuştur. 21. yüzyıl becerilerinde önemli gelişmeler olduğunu ortaya çıkarmıştır. Katılımcılar eğitim setini ilgi çekici ve eğlenceli olarak nitelendirerek olumlu görüşler bildirmiştir. Araştırma sonucunda

eğitimcilere, üstün yetenekli öğrencilerin eğitimini desteklemek için bu araçları öğretim uygulamalarına dahil etmeleri önerilmektedir.

Shernoff vd. (2017) entegre STEM eğitiminde karşılaşılan zorlukların ve ihtiyaçların değerlendirmesini içeren bir çalışma yapmıştır. Çalışma, entegre STEM eğitiminin zorluklarını ve desteklerini belirleyen K-12 öğretmenleri ve yöneticileriyle yapılan görüşmeleri incelemiştir. Araştırma bulguları, öğretmenlerin entegre STEM ile ilgilendiklerini ancak kendilerini hazır hissetmediklerini ve öğretmen eğitiminin entegre STEM'i destekleyecek şekilde yeniden düşünülmesi ve yeniden tasarlanması gerektiğini ortaya çıkarmıştır.

Rinke, Gladstone-Brown, Kinlaw ve Cappiello (2016) çalışmalarında matematik ve fen derslerini birleştiren yeni bir STEM öğretmen yetiştirme modelinin, geleneksel yöntemlere kıyasla öğretmen adaylarında daha yüksek STEM öğretim yeterliliğine yol açtığını göstermektedir. Çalışma aynı zamanda yeni modeldeki ders planlama ürünlerinin içerik entegrasyonu, mühendislik, tasarım ve sanatın dahil edilmesi gibi STEM okuryazarlıklarına daha fazla odaklanıldığını ortaya çıkarmıştır. Ancak çalışma, teknoloji ve bilişimsel düşünmenin STEM öğretmen eğitimi modellerine dahil edilmesi konusunda daha fazla gelişmeye ihtiyaç duyulduğunu öne sürmüştür.

Benitti (2012) tarafından yapılan bir başka araştırmada K-12 eğitiminde robotik üzerine yapılan 34 araştırma incelenmiştir. Bulgular, robotiğin öğrencilerin fen ve mühendislik kavramlarına ilişkin bilgilerini, öz yeterliliklerini ve takım çalışması becerilerini geliştirebileceğini belirtmiştir. Ancak robotiği sınıf eğitimine entegre etmedeki zorlukların neler olduğunu belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu da belirtilmiştir.

Badeleh (2019), öğrencilerin yaratıcılığının ve fizik öğreniminin robotik öğretiminden nasıl etkilendiğini incelemiştir. Çalışmada robotik öğretiminin öğrencilerin fizik öğrenmeleri ve yaratıcılıkları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmada 10 puanlık bir sınav ve fizikteki robotik kavramları üzerine bir eğitim programı kullanmıştır. Bulgular, katılımcıların yaratıcılığının ve fizik öğreniminin robotik eğitimiyle geliştirildiğini göstermiştir.

Talan'ın (2020) 2010-2019 yıllarında eğitsel amaçlı kullanılan robotik uygulamaları incelendiği çalışma bulguları robotik uygulamaların öğrenme ve başarı üzerinde olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda öğretmenlerin tutumları ve motivasyonlarını olumlu etkilediği belirlenmiştir. Eğitsel robotik uygulamaları belirlenen bu faydalarının yanı

sıra birtakım zorluklara da sahip olduğu belirtilmiştir. Araştırma bulgularına göre zaman, altyapı ve malzeme kısıtlılığı karşılaşılan zorluklardan bazıları olarak belirlemiştir.

Kalemkuş (2020) araştırmasında ulusal tez merkezi, ULAKBİM ve Google Akademik veri tabanlarında "STEM" ve "FeTeMM" anahtar kelimelerini kullanarak STEM ile ilgili yapılan çalışmaların içerik analizi yoluyla STEM yaklaşımına ilişkin deneysel çalışmaların eğilimini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonuçları, STEM ile ilgili deneysel çalışmaların 2018 yılında arttığını ve çoğunluğunun yüksek lisans tezi olduğunu göstermiştir. Araştırmalarda bağımlı değişken olarak akademik başarı, problem çözme becerisi/algı ve bilimsel süreç becerileri yaygın olarak kullanılmıştır. Çalışmaların çoğu kontrollü deneysel tasarımlar olduğu belirlenmiştir ve müdahalelerin çoğunlukla 1-5 veya 6-10 hafta boyunca uygulandığı belirlenmiştir. Araştırmaların yaklaşık yarısında karma yöntem kullanılmış, diğer yarısında ise yalnızca nitel yöntemler kullanılmıştır. Gömülü tasarım en sık kullanılan karma yöntem olmuştur. STEM ile ilgili deneysel çalışmaların çoğunluğu ise İstanbul'da gerçekleştirilmiştir.

Öner-Armağan vd. (2023) fenomenolojik araştırma ve içerik analizi kullanılarak fen bilgisi öğretmenlerinin STEM eğitimi farkındalığı üzerine bir çalışma yapmıştır. Sonuçlar öğretmenlerin STEM'i basit makineler, elektrik ve enerji ile ilgili uygulamalarla disiplinlerarası bir alan olarak gördüklerini belirlemiştir. STEM uygulamaları öğrencinin öğrenmesi ve kendine güveni açısından faydalı görülürken, zorluklar arasında materyal sıkıntısı ve hazırlıkların yetersiz olması olarak belirtilmiştir. Çalışma, STEM entegrasyonunda somut ürün yaratmanın, materyal kullanılabilirliğinin ve grup çalışmasının önemine dikkat çekmektedir.

Eren ve Dökme (2022) çalışmalarında çalışma, 2014-2020 yılları arasında yayınlanan, STEM uygulamalarını içeren 40 ampirik çalışmayı analiz etmiş ve bu tür çalışmaların sayısında son yıllarda bir artış olduğunu tespit etmiştir. Çalışmaların çoğunda niteliksel araştırma yöntemleri ve kolay erişilebilir laboratuvar malzemeleri kullanılmış, teknoloji tabanlı robotik uygulamaların ise daha az tercih edildiği belirlenmiştir. Araştırmada STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısı, bilimsel süreç becerileri, problem çözme becerileri, motivasyon, benlik algısı, ilgi ve tutumları üzerinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. STEM uygulamalarının fen eğitiminde kullanımını artırmak, pratik uygulama kılavuzları oluşturmak ve STEM'in fen eğitimine entegrasyonunu yaygınlaştırılması önerilmiştir.

Güleryüz, (2023) Arduino IDE programı odaklı, Tinkercad kullanılarak STEM eğitiminde robotik ve kodlamaya yönelik tutumlarının araştırılması amacıyla 32 ortaokul öğrencisiyle altı haftalık bir çalışma yürütmüştür. Sonuçlar, öğrencilerin robotik ve kodlamaya yönelik tutumlarında olumlu yönde anlamlı bir farklılık olduğunu göstermiştir.

Meral ve Altun-Yalçın (2024) tarafından 2020-2023 yılları arasında yayımlanan eğitsel robotik çalışmaları incelemiştir. Eğitsel robotikte en çok tercih edilen araçların Lego Mindstorms, Arduino, Scratch ve Lego We Do olduğunu ve çalışmaların yine çoğunlukla üniversite öğrencileri ile yürütüldüğünü belirlemiştir. Eğitsel robotiğin bilişsel etkilerinin en çok araştırılan alanlardan biri olduğu da ortaya çıkan bulgularından bir diğeridir. İncelenen araştırmalarda eğitsel robotikle ilgili en çok karşılaşılan zorlukların teknik aksaklıklar, altyapı ve deneyim eksikliği, uygulamaların zor olması ve maddi yetersizlikler olduğu belirlenmiştir.

Fatsa ve Turan (2022) çalışmalarında eğitimde yaygın olarak kullanılan 19 robotik kodlama platformunun özelliklerini karşılaştırarak eğitimcilerin ve araştırmacıların mevcut birçok seçenek arasında tercih yapmaya yardımcı olmalarını amaçlamaktadır. Çalışma, çoğu robot setinin esnek tasarım modelleri ve blok tabanlı kodlama tercih edilerek ortaokul düzeyi için tasarlandığını göstermiştir. Ancak çalışma aynı zamanda bu setlerin pahalı olabileceğini ve özellikle çalışmanın yapıldığı ülke bağlamında sınırlı çeşitliliğe sahip olabileceğini de belirtmiştir.

Hacıoğlu, Yamak ve Kavak (2016) "Mühendislik Tasarımına Dayalı Bilim Eğitimi için Uygulamalı Örnek Etkinlikler Çalıştayı" aracılığıyla gönüllü olarak katılan öğretmenlere görüşme formu ve içerik analizi kullanılarak anket yapmıştır. Bazı olumsuz görüşlere rağmen öğretmenlerin genel olarak çalıştay hakkında olumlu görüşe sahip oldukları ve etkinliklerini fen derslerinde uygulamak istedikleri görülmüştür. Öğretmenlerin çoğu, önerileri dikkate alınırsa çalıştayın Türkiye'de uygulanması konusunda da olumlu düşüncelerini dile getirmiştir.

Yayla-Eskici (2023) mühendislik tasarım becerilerini incelemek için 28 fen bilgisi öğretmeni adayı ile bir vaka çalışması yapmıştır. Katılımcılara mühendislik tasarımı kullanarak çözmeleri gereken günlük yaşam problemleri verilmiştir. Beceriler dereceli puanlama anahtarı kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar, katılımcıların mühendislik tasarım becerilerinin, genel olarak düşük olduğunu göstermiştir.

Ayvacı, Alaca ve Er Nas (2020) fen bilgisi öğretmenlerinin katıldığı bir çalışmada, mühendislik ve fen uygulamaları araştırılmıştır. Araştırma sonuçları, öğretmenlerin mühendislik ve fen uygulamalarına ilişkin olumlu görüşlere sahipken, görüşlerini gerekçelendirmede zorlandıklarını ve sadece dokuz öğretmenin STEM kavramını doğru tanımladığını göstermiştir. Çalışmada öğretmenlerin mühendislik ve matematik uygulamaları konusunda bilgilendirilmesi ve örnekler verilmesi amacıyla hizmet içi eğitim kursları önerilmektedir.

Harman ve Yenikalaycı (2021) fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecine dayalı STEM eğitimi etkinliklerine ilişkin görüşlerini incelemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Araştırmacılar tarafından hazırlanan etkinliklerde sekiz öğretmen adayı pusula ve mikrometre tasarlamıştır. Sonuçlar, öğretmen adaylarının tamamının etkinliklere ilişkin olumlu görüşe sahip olduğunu, altı öğretmen adayının ise olumsuz görüşe sahip olduğunu göstermiştir. Olumlu görüşler yaratıcılığın ve karar verme becerilerinin geliştirilmesini içerirken, olumsuz görüşler zaman alıcı olması, ölçüm araçlarının yapımının zor olması ve hata yapma olasılığı ile ilgili olduğu belirlenmiştir.

Çalık ve Altun-Yalçın (2022) STEM ve STEM temelli robotik etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarında yapılandırmacı öğrenme ortamları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Örneklemi 2018-2019 eğitim-öğretim yılında eğitim fakültesi fen bilgisi eğitimi bölümünde öğrenim gören 31 öğretmen adayından oluşmuştur. Bulgular, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM temelli robotik kodlama etkinliklerinin yapılandırmacı öğrenme ortamlarına ilişkin görüşleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Nitel veriler, öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri sırasında olaylara, sorumluluklara, yöntem ve tekniklere bakış açılarının ve bunların gerçek hayatla olan ilişkilerinin olumlu yönde etkilendiğini göstermiştir.

2.2. Kimlik Teorisi ve STEM Kimliği

Kimlik kavramının ilk tanımı John Locke'a (1962-1704) dayanmaktadır. Kimlik, Freud (1856-1939) ve Erikson'un (1902-1994) çalışmalarıyla 20. yüzyılda popülerlik kazanmıştır (Öztürk, 2007). Latince "idem" kelimesi aynı veya özdeş anlamına gelip bu sözcükten türetilen "identity" kelimesi ise özdeşlik, kimlik anlamına gelmektedir (Etimoloji Türkçe, 2022). Türkçe karşılığı kimlik olan bu sözcük, herhangi bir kişiyle ortak olmayan bazı

özellikleri ve bireyin nasıl bir kimse olduğunu gösteren özellikler bütünü olarak tanımlanır (Türk Dil Kurumu, 2022).

Bireyin var olduğu bağlamlarda kimliği ile ilgili çeşitli tanımlar yapılabilir. Eğitim araştırmalarında kimlik tanımlaması yapan ilk araştırmacılardan birisi Erikson'dur (1959). İnsan davranışlarında sadece biyolojik kökenlerin değil bireyin yaşadığı kültürün ve çevrenin de etkili olduğunu savunan Erikson (1959), gelişimi sekiz evreye ayırır ve her evrede kendine özgü başa çıkılması gereken çeşitli krizlerin olduğundan bahseder. Sekiz evreden beşincisi ergenlik dönemindeki kimlik edinmeye karşı kimlik karmaşasının yaşandığı dönemdir. Bu dönemde birey "ben kimim?" sorusuna cevap arayışındadır. Erikson'dan sonra kimliğe ilişkin araştırmalar yapan Marcia (1993) kimliği "araştırma" ve "karar verme" karmaşası yaşayan ergenin, seçimleri sonucunda oluşan statülerle açıklamıştır. Bunun yanı sıra kimliği bilişsel öğeler bağlamında inceleyen Berzonsky, kimlik gelişimini ergenlik sonundan otuzlu yaşlara kadar sürede ele alan Arnett, kimlik gelişimini yaşam boyu süren bir süreç olarak değerlendiren Grovetant ve kimliği yaşama bir anlam bulma süreci olarak gören Kegan, çeşitli bağlamlarda kimlik araştırmaları yürütmüştür (Atak, 2011). Çeşitli alanlarda ve bağlamalarda incelense de kimlik kavramını sosyal kimlik, rol kimlik ve kişisel kimlik olmak üzere üç temele dayandırabilir (Burke, 2020).

Sosyal kimlik

Sosyal kimliğin kökenleri Tajfel'in (1996) gruplararası ilişki, çatışma, önyargı, ayrımcılık gibi sosyal algı üzerine yaptığı çalışmaya dayanır. Etnik ve ırksal kimlikler, cinsiyet kimliği, ülke ya da coğrafi bölge kimliği sosyal kimlik kategorisindedir. Sosyal kimlik, bireyin kendini bir grup insanla aynı sosyal kategorinin üyeleri olarak görmesidir (Stets & Burke, 2000). Büyük gruplar olabileceği gibi daha küçük örneğin X gönüllü derneğinin üyeliği, Y kolejinin öğrencisi olma gibi kişinin bu grubun kurallarını ya da eylemlerini kabul etmesi ve bunu diğer insanlara da göstermesi sosyal kimlik kapsamındadır (Burke, 2020). Büyük ya da küçük sosyal gruplar, üyelerine kim olduklarını, neye inanmaları gerektiğini hatta nasıl davranmaları gerektiğini belirleyen ve değerlendiren grubun kimliğini oluşturan birtakım kurallara sahiptir (Hogg, 2016). Aslında bu kurallar grubun prototipini ortaya koyar. Prototipler sosyal grupların ana hatlarını belirler ve bu bize grubun hangi karakterlere-özelliklere sahip olduğunu göstermekle birlikte diğer gruplardan nasıl farklı oldukları hakkında da bilgi verir (Hogg & Smith, 2007).

Rol kimlikleri

Bireyin toplumda üstlendiği roller ve bu rollerin gerektirdiği performansı ortaya koyma rol tabanlı kimliği oluşturur. Roller toplumdaki sosyal konumlara bağlı ortak beklentilerdir (Stets & Serpe, 2013). Örneğin öğrenci olmak bir rol kimliğidir. Öğrenci rol kimliğine sahip birey okula gitme, ders çalışma gibi rolü gerçekleştiren performanslar gösterir. Her rol kimliğinin en az bir karşı rol kimliği bulunur. Rolün yerine getirilebilmesi için karşı rol kimliği ile etkileşim gereklidir (Burke, 2020). Öğrenci örneğindeki rol kimliği için karşıt rol öğretmen kimliğidir ve bununla etkileşim olmalıdır. Karşıt roller birden fazla olabilir öğrenci için öğretmen ya da okul müdürü karşıt rollerdir.

Kişi kimlikleri

Kişi kimliği, diğer iki kimliğin aksine bireyin benliğinde temellenir. Kişisel özellikleri ile bireyi diğerlerinden ayıran şeyler kişi kimliğidir. Kişinin zaman içinde bilinçli olarak yaptığı ya da yapmadığı davranışlar ve bu davranışların anlamı kişinin kimliğini oluşturur (Burke, 2020). Davranışların tutarlılığı kimliğin belirginleşmesini sağlar. Aksi halde davranışlarda-seçimlerde tutarsızlık yani kimliksizlik hali ortaya çıkabilir. Burke'ye (2020) göre kişi kimliği, yaşam sürecince değerlendirildiğinde anlamlıdır. Anlık belirli bir kesitteki bir davranışa göre kişi kimliği hakkında doğru yorumların yapılması pek mümkün görünmemektedir.

Kimlik terimi genellikle bir ırk, cinsiyet veya toplumsal bir sınıfı tanımlamada kullanılmaktadır. Gee (2000) kimlik kavramını bireyin herhangi bir bağlamda hareket ettiğinde ve etkileşimde bulunduğunda diğer kişiler tarafından bir ya da birden farklı "insan türü" olarak tanımlanması yönüyle ele alır. Burada kast edilen "insan türü" değişken olabildiği gibi aynı andan birden fazla türü de barındırabilir. Örneğin seçimler ve o andaki etkileşimlerle bir insan "akademisyen", "öğretmen", "yetenekli öğrenci", "bir dernek üyesi" olarak tanımlanabilir. Kimlik, bireylerin görülmek istediği "insan türüleri" ile başkaları tarafından kabul edilen "insan türleri" arasındaki uyum ve kabuldür (Carlone & Johnson, 2007; Gee, 2000).

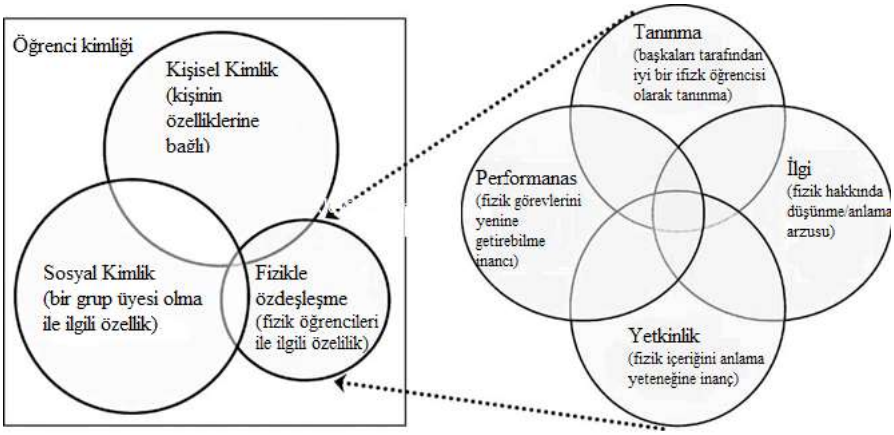
Bilim kimliği bireyin hem kendisi hem de önemli kabul edilen aile ve yakın arkadaş grubu olan sosyal çevresi tarafından "bilim insanı" olarak algılanmasıdır. Bu durumda bireyin bilim kimliğine sahip olduğu söylenebilir. Carlone ve Johnson'ın (2007) bilim kimliğinin kavramsallaştırılmasında önerdiği model Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Bilim kimliği modeli. "Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens." H. B. Carlone and A. Johnson, 2007, *Journal of Research in Science Teaching 44*(8), 1187-1218 kaynağından erişilmiştir.

Carlone ve Johnson'ın (2007) oluşturduğu bu modele göre performans, kişinin bilim ile ilgili uygulama ve etkinliklere katılma yeteneğidir. Yetkinlik, kişinin bilim ile ilgili bilgi ve anlayışını tanımlar. Tanınırlık, kişinin çevresi tarafından nasıl görüldüğü ve kendisini bilim insanı olarak görebilmesidir. Carlone ve Johnson'ın (2007) araştırmasında çalıştığı grup halihazırda bilim insanı olduğu için bilim ilgisine sahip oldukları kabul edilmiş ve kimlik modelinde ilgi faktörü göz ardı edilmiştir.

Bilim kimliği kavramsallaştırılmasının devamında disiplin kimliği araştırmaları gelmiştir. Fizik, mühendislik gibi kimliklerin kavramsallaştırılması yapılmıştır (Cribbs, Hazari, Sonnert, & Sadler, 2015; Godwin, Potvin, & Hazari, 2013). Hazari, Sonnert, Sadler ve Shanahan (2010) kimlik modeline ilgi boyutunu da katarak kimlik kavramsallaştırmasını geliştirmiştir. Şekil 6'da fizik kimliği modeli yer almaktadır.



Şekil 6. Fizik kimliği modeli. "Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study." Z., Hazari, vd., 2010, *Journal of Research in Science Teaching, 47*(8), 978– 1003.

Bu modelde önceki bilim kimliği çerçevesine ek olarak ilgi faktörünün de etkili olduğu kabul edilmiştir. Duygusal faktörler olan ilgi, motivasyon ve öğrencilerin kendileri hakkındaki düşünceleri bilime katılım ve devamlılık sağlamada önemli bir etkiye sahiptir. Özellikle kariyer seçiminde bireyin başkaları tarafından nasıl göründüğü ve kendini nasıl gördüğü bu seçimleri etkilemektedir. Adams vd. (2006) üniversite birinci sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada fiziğe bireysel ilgi duymanın öğrencilerin ilerleyen yıllarda uzmanlık ve ana dal seçimlerinde fiziği tercih etme durumları ile yüksek oranda ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Benzer bir çalışmada bilim kimliğine sahip olmanın ve bireyin kendini bilimle özdeşleştirmesinin bilim kariyeri seçmede yordayıcı olduğu belirlenmiştir (Chang, Eagan, Lin, & Hurtado, 2011). Aynı şekilde bir öğrencinin başkaları tarafından nasıl görüldüğü hayatını yönlendiren seçimleri yapmasında kritik etkiye sahiptir (Hazari vd., 2010). Bu etkiyi doğrulayan çalışmalarda ebeveynlerin çocuklarının fen matematik yeteneklerine ilişkin algılarının ve beklentilerinin çocuğun kendisine ilişkin algı ve beklentisini etkilediği görülmüştür (Jacobs & Bleeker, 2004; Jacobs & Eccles, 2000). İlgi ve tanınmayla birlikte peroformans ve yetkinlik de kimlik oluşumu ile ilişkilidir. Marsh, Hau ve Kong (2002) iyi bir performansa (derse ait notlar) sahip olmanın akademik benlik algısını etkilediğini, oluşan benlik algısının da sonraki dönemlerde performansı etkilediğini savunmuştur. STEM için umulan etki de benzerdir. STEM uygulamalarındaki başarılı performans benliği etkileyecektir ve dolayısıyla kimliği etkileyecektir. Bir derste sergilenen yüksek performans olumlu bir benlik algısı oluşturacak ve performansı tekrar arttıracaktır.

2.2.1. Öğretmen Kimliği

Eğitim sistemindeki en önemli ögelerden birinin de öğretmenler olduğunu vurgulayan "hiçbir eğitim sisteminin kalitesi, öğretmenlerinin kalitesini geçemez" sözü öğretmenlerin mesleki gelişimlerinin araştırılılmasının önemine dikkat çekmektedir (Türk Eğitim Derneği [TED], 2014). Son yıllarda öğretmenlerin kendilerini nasıl gördükleri, başkaları tarafından nasıl tanındıklarının bilinmesi kimlik bakış açısıyla araştırılmaktadır (Avraamidou, 2014).

Kimliği kendini anlamaya yönelik içsel bir yapı oduğunu savunanların (Côté & Levine, 2002) yanı sıra kimliği başkaları tarafından kabul görme ve tanınma olduğunu savunan görüşler yer almaktadır (Gee, 2000). Öğretmenler, kendilerini nasıl gördükleri ve başkaları tarafından nasıl algılandıklarıyla ilgilendikleri için her iki bakış açısı da öğretmen kimliğini anlamak için önemlidir. Öğretmen kimliğine sahip olmak, kişinin hem öğretmen olduğu fikrini kişisel yaşamının bir parçası olarak görmesi ve öğretmenliği hayatına dahil etmesi anlamına gelir hem de öğretmenin rolünü kişinin benlik kavramına ve kendine ilişkin anlayışına entegre etmesini içerir (Dugas, 2021).

Sachs (2005), öğretmenlerin meslek kimliğini; "nasıl olacakları", "nasıl davranacakları" ve "toplumdaki işlerini ve yerlerini nasıl anlayacakları" konusundaki fikirlerini oluşturmaları için bir çerçeve olarak görmektedir. Öğretmenlerin güçlü bir mesleki kimlik duygusu geliştirmek, mesleğe yeni katılan ya da katılacak olan öğretmenler için önemlidir (Thomas & Beauchamp, 2011). Çünkü kendilerini tanımaları ve başkaları tarafından tanınmaları bu kimlik duygusuyla ilişkilidir.

Öğretmen kimliği, öğretmen eğitiminin ve mesleki gelişiminin önemli bir yönüdür. Öğretmenlerin kendilerini nasıl algıladıklarını, öğretim uygulamalarını, öğrencilerle ve meslektaşlarıyla olan etkileşimlerini etkiler (Beauchamp & Thomas, 2009). Ayrıca öğretmen kimliği, sınıf ortamının ve öğrenme çıktılarının şekillenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Öğretmenlerin eğitimci olarak inançları, değerleri ve hedefleri ile uyumlu güçlü bir profesyonel öğretmen kimliği geliştirmelidirler. Araştırmalar, öğretmen kimliğinin oluşumunun statik bir süreç olmadığını, daha ziyade çeşitli faktörlerden etkilenen, dinamik ve karmaşık bir yolculuk olduğunu göstermiştir (Carroll, Nutwell, Christy, Bennett, & Finkelstein, 2023; Galanti & Holincheck, 2022). Başarılı ve etkili bir öğretmen olmak için kişinin üstlenebileceği farklı kimlik ve rollerin farkında olmak ve her birinin getirdiği sorumlulukların farkında olmak kimlik gelişiminin bir parçasıdır.

2.2.2. STEM Öğretmen Kimliği

STEM eğitimiyle ilgili çalışmalar son yıllarda hızla artmaktadır. İlkokul yılları öğrencilerin STEM ilgilerini keşfetmeleri için kritik yıllardır (Mc Clure vd., 2017). Bu sebeple öğretmenlerin STEM entegrasyonuna hazır ve istekli olmaları STEM eğitiminin amacına ulaşmasına hizmet etmektedir. Öğretmenlerin STEM'i entegre etmeye hazır olup olmadığını anlamaları hem öğretmenler hem de STEM öğrencileri olarak kimlik yapılarının karmaşıklığını keşfetme ve anlamalarıyla ilişkilidir.

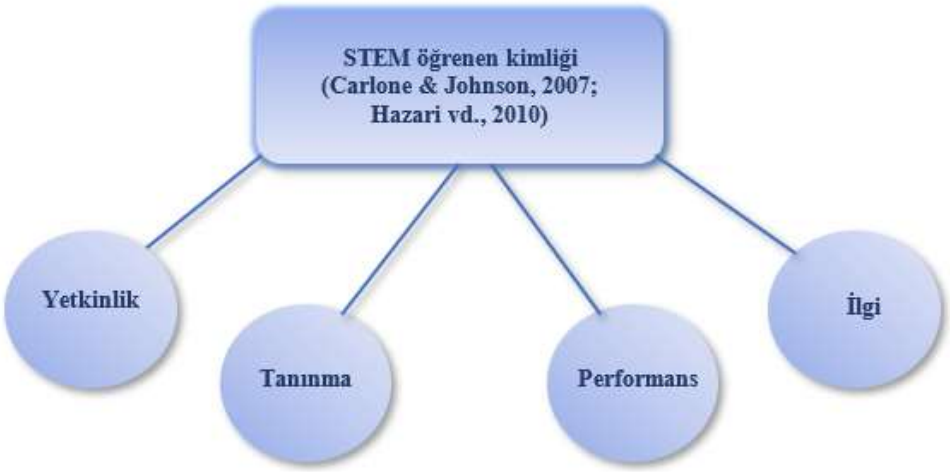
STEM eğitiminde yeni ortaya çıkan kimlik araştırması alanı genellikle STEM öğrenen kimliğine veya profesyonel öğretmen kimliğine odaklanmıştır. Ancak Galanti ve Holincheck (2022) bu kimliklerin (öğrenen ve öğretmen) farklı olmadığını savunmaktadır. Entegre bir STEM öğretmeni kimliği modeline duyulan ihtiyacı vurgulayarak entegre STEM öğretmeni kimliğini profesyonel öğretmen kimliği ve STEM öğrenen kimliğinin iç içe geçmiş bir modelini ortaya çıkarmıştır.

Hanna, Oostdam, Severiens ve Zijlstra, (2020) araştırmalarında, kimlik teorisine göre öğretmen kimliğinin tamamen kendiliğinden oluşan veya yeni bir şey olmadığını savunmaktadır. Bunun yerine, bireylerde önceden var olduğuna ve sosyalleşme süreci ve öğretmen olarak çalıştıkları organizasyon veya bağlam hakkında öğrenme yoluyla geliştirildiği düşünülmektedir (Burke & Stest, 2009). Bu durum, bireylerin öğretmen olduklarında öğretmenlik mesleğiyle ilgili beklentileri, normları ve değerleri öğrendikleri anlamına gelir. Sosyalleşme süreci öğretmen olmanın ne anlama geldiğinin hatlarını veya sınırlarını oluşturur. Hanna vd., (2020) öğretmen adaylarının bir dereceye kadar halihazırda var olan ve akranlarıyla karşılaştırılabilecek mesleki kimliklere sahip olduklarını belirtmektedir. Bu düşünce, öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğine girdiklerinde diğer öğretmenler arasında paylaşılan mevcut mesleki kimlikleri benimseyip uyarlayacakları anlamına gelmektedir. Hanna vd. (2020) öğretmen kimliği modeli Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Öğretmen kimliği modeli.

STEM kimliği, bireyin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına ait olma, özdeşleşme ve bağlılık duygusunu ifade eder (Stewart, 2022). Carlone ve Johnson (2007) tarafından tanımlandığı şekliyle STEM alanlarında kimlik gelişimini anlamak için, temel bileşenler olarak yeterlilik, performans ve tanınmayı içeren bir çerçeve önerilmektedir. Yetkinlik, bireyin belirli bir alandaki yetenek ve becerilerine ilişkin kendi algısını ifade ederken, performans ise o alanla ilgili görevlerin fiilen yerine getirilmesini ifade eder. Tanınma, kişinin yeterliliğinin ve performansının akranları veya öğretmenleri gibi başkaları tarafından onaylanması ve onaylanması anlamına gelir. Hazari vd., (2010) tarafından kimliğin bir parçası olarak görülen ilgi, bir konu hakkında daha fazlasını öğrenme ve anlama yönündeki kişisel isteği, STEM faaliyetlerine katılım ve bu faaliyetlerde ısrar için önemli bir motivasyon kaynağını ifade etmektedir. Bireyler bir konuya ilgi duyduklarında, öğrenme deneyimlerine katılma olasılıkları daha yüksektir. Şekil 8'de STEM öğrenen kimliği modeli yer almaktadır.



Şekil 8. STEM öğrenen kimliği modeli.

Bu çerçeveye göre güçlü bir STEM kimliği bileşenlerinin entegrasyonu yoluyla geliştirilir ve sürdürülür. STEM faaliyetlerindeki başarılı performans, başkaları tarafından tanınmayla birlikte sağlam ve kalıcı bir STEM kimliğine katkıda bulunabilir. Ayrıca bir birey STEM'in birden fazla alanında güçlü bir kimliğe sahip olabileceğinden, bu kimlik STEM alanları içerisinde birden fazla disiplinin kimliklerini de kapsayabilir (Simpson & Bouhafa, 2020). Güçlü bir STEM kimliğinin gelişimini desteklemek için bireylere yetkinliklerini geliştirme ve yeteneklerini performans yoluyla ortaya koyma fırsatlarının sağlanması önemlidir. Ek olarak, geri bildirim, teşvik veya ilerleme fırsatları yoluyla olsun, başkaları tarafından tanınmak, bireyin STEM kimliğini daha da güçlendirebilir. Carlone ve Johnson'ın (2007) çerçevesine dayanarak, güçlü bir STEM kimliğinin geliştirilmesini desteklemek için atılabilecek bazı adımlar şunlardır:

1. STEM alanlarında uygulamalı öğrenme ve keşif fırsatları sağlanmalıdır. Bu, bireylerin yetenekleri konusunda yeterlilik ve güven duygusu geliştirmelerine yardımcı olabilir.

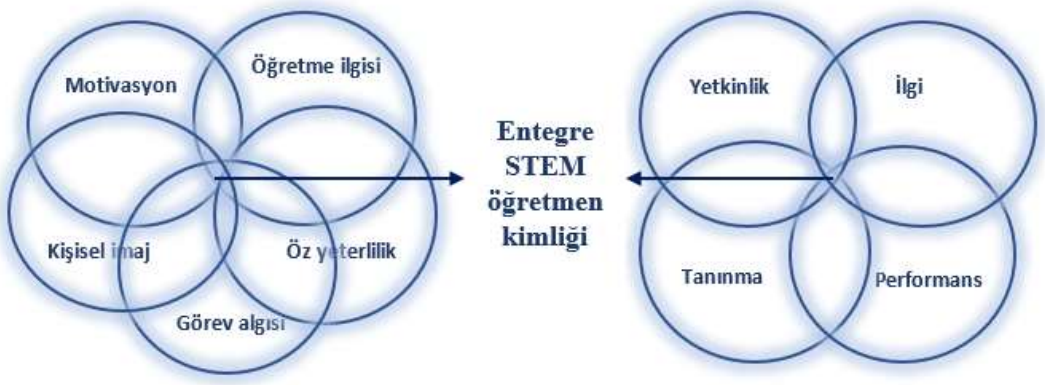
2. STEM alanlarındaki öğrenciler ve profesyoneller arasında işbirliğini ve topluluk oluşumunu teşvik edilmelidir. Böylece, STEM kimliğinin önemli bileşenleri olan ait olma ve tanınma duygusunun geliştirilmesine yardımcı olunabilir.

3. Yeterince temsil edilmeyen gruplardan bireylerin STEM alanlarındaki rol modellere erişimlerine imkan tanınmalıdır. Benzer sosyal kimlikleri paylaşan bireylerin STEM'de başarılı olduğunu görmek, olumsuz örneklerin ortadan kaldırılmasına yeterlilik ve tanınma duygusunun desteklenmesine yardımcı olabilir.

4. Geri bildirim, ödüller ve ilerleme fırsatları gibi yollarla yeterliliğin ve performansın tanınmasına yönelik fırsatlar sağlanmalıdır.

5. Bireyin STEM alanlarındaki deneyimlerini ve fırsatlarını etkileyebilecek önyargıların neler olduğu belirlenmeli ve bunlarla mücadele edilmelidir.

Entegre STEM öğretmen kimliği modelinin ortaya çıkışı yukarıda tanımlanan STEM öğrenen kimliğinin ve öğretmen kimliğinin bir entegrasyonudur. Modelde bir öğrenci olarak STEM ilgiyle bir öğrretmen olarak STEM ilgisini ayırt edebilmek için Hanna ve diğerlerinin (2020) modeline "öğretme ilgisi" dahil edilmiştir. Böylece bir öğretmenin hem STEM öğrnmeye hem de öğretmeye olan ilgisini kapsayan model oluşturulmuştur. Galanti ve Holincheck (2022) öğretmenlerin STEM'i etkili bir şekilde entegre edebilmeleri için kendilerini yetkin STEM öğrenicileri ve rehber olarak görmeleri gerektiğini savunmaktadır. Dokuz boyuttan oluşan entegre STEM öğretmeni kimliğinin teorik bir modeli Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Entegre STEM öğretmen kimliği modeli. Galanti, T. M., & Holincheck, N. (2022). Beyond content and curriculum in elementary classrooms: Conceptualizing the cultivation of integrated STEM teacher identity. *International Journal of STEM education, 9*(1), 43

Entegre STEM öğretmen kimliği modelindeki bileşenler Galanti ve Holincheck, (2022) tarafından aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

> "Motivasyon: Neden entegre STEM öğretiyorum?
> Kişisel imaj: Kendimi bir STEM öğretmeni olarak nasıl görüyorum?
> Öz-yeterlik: Entegre STEM öğretme konusunda ne kadar yetenekli olduğuma inanıyorum?
> Görev algısı: Entegre bir STEM öğretmeni olarak görevim nedir?
> Öğretme ilgisi: STEM öğretimi hakkında ne kadar düşünüyor ve anlıyorum?
> Performans: STEM görevlerini yerine getirme konusunda ne kadar yetenekli olduğuma inanıyorum?
> Yetkinlik: STEM içeriğini anlama konusunda ne kadar yetenekli olduğuma inanıyorum?
> Tanınma: Bir STEM insanı olarak başkaları ve kendim tarafından nasıl tanınıyorum?

İlgi: STEM içeriğini ne kadar merak ediyorum?”

Galanti ve Holincheck, (2022) öğretmen kimliği ve STEM öğrenen kimliği modellerinin bileşenlerini entegre ederek STEM öğretmen kimliği modelini önermiş ve STEM öğretmenlerinde güçlü bir kimlik duygusu geliştirmeyi amaçlamıştır.

2.2.3. STEM Kimliği Araştırmaları

Avraamidou (2014) çalışmasında, fen eğitiminde öğretmen kimliğinin yapısı üzerine 29 ampirik çalışmayı analiz etmiştir. Müdahaleler, mentörlük ve mesleki gelişim programları dahil olmak üzere fen bilgisi öğretmeni kimlik gelişimini desteklemeye yönelik farklı yaklaşımlar belirlenmiştir. Araştırma, literatürdeki boşlukları tespit ederek öğretmen kimliğinin bir süreç olarak incelenmesini, araştırma ve değişim önerilerini dikkate almayı, geniş ölçekli, boylamsal çalışmaları yürütmeyi ve okul sınıflarında öğretmen kimliğinin hayata geçirilmesini incelemeyi önermiştir. Bu bulguları uygulamaya koymak için fen eğitimcileri ve okul liderleri fen bilgisi öğretmeni kimliği gelişimine destek sağlamalıdır.

Holincheck ve Galanti (2023) bir lisansüstü dersteki hizmet içi öğretmenlerin STEM öğretmen kimliklerini incelemek için karma yöntem yaklaşımı kullanmış ve öğretmenlerin güçlü profesyonel öğretmen kimliklerine sahip olmasına rağmen STEM öğrenci kimliklerinin daha zayıf olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çalışma, entegre STEM öğretmeni kimliklerinin geliştirilmesinin destekleyebileceğini ve öğretmenin öğrencileri problem çözmeye dahil etmeye hazır olma durumunu artırabileceğini öne sürmektedir. Öğretmen eğitimindeki paydaşların, öğretmenlerin profesyonel ve STEM öğrenci kimliklerini geliştirmelerine ve entegre etmelerine yardımcı olmak için entegre STEM öğretmen kimliği modelinin boyutlarıyla uyumlu düşünme ve öz değerlendirme fırsatlarını birleştirmeleri önerilmiştir.

Prasad (2022) Hong Kong'daki anaokulu öğretmenlerinin STEM öğretmeni kimliğini anket ve röportajlar kullanarak araştırmıştır. Araştırma sonucu STEM öğretmeni kimliğinin mesleki gelişime erişim, okul liderliği desteği, işbirliği fırsatları ve kişisel ilgiden etkilenen karmaşık bir kavram olduğunu göstermektedir. Erken çocukluk eğitiminde STEM kimliğinin uygulanmasındaki zorluklar arasında sınırlı kaynaklar, anlayış ve değişime direnç yer almaktadır. Bu bulguları uygulamak için eğitimciler ve liderler mesleki gelişim sağlayabilir, işbirliğini teşvik edebilir, kişisel ilgiyi destekleyebilir olduğu vurgulanmıştır.

El Nagdi vd. (2018) sekiz öğretmenle yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirerek, yeni ortaya çıkan STEM okullarındaki STEM öğretmenlerinin gelişen kimliklerini araştırmak için çoklu vaka çalışmasını kullanmıştır. Bulgular, STEM öğretmeni kimliğinin, yeni eğitim deneyimleri içindeki benzersiz mesleki ve kişisel özelliklerle karakterize edilen dinamik bir süreç olduğunu göstermektedir. STEM öğretmenlerinin temel özellikleri arasında işbirliği, esneklik, öğrencilerin ihtiyaçlarının farkındalığı ve öğretmenlerin kişisel felsefesi ile STEM anlayışı arasında önemli bir uyumla eşitlik ve katılım savunuculuğu yer almaktadır. Eğitimciler ve liderler, işbirliği fırsatları sağlamaya, esnekliği teşvik etmeye, öğrencilerin ihtiyaçlarına ilişkin farkındalığı teşvik etmeye, eşitlik ve katılımı savunmaya ve kişisel felsefe ile STEM anlayışını uyumlu hale getirmeye teşvik edilmektedir.

El Nagdi ve Roehrig (2020) çalışmalarında, Mısır'ın STEM eğitim reformu girişimindeki profesyonel yolculukları sırasında Mısırlı STEM öğretmenlerinin kimliğinin gelişimini incelemek için bütünsel bir vaka çalışması yaklaşımını kullanmıştır. Bulgular, Mısırlı STEM öğretmenlerinin, sınırlı kaynaklar ve geleneksel eğitim sistemlerinin etkisi gibi zorluklara rağmen, öğrenci merkezli uygulamalarla gelenekselden ilerici öğretmenlere doğru önemli bir dönüşüm geçirdiğini göstermiştir. Çalışma, Mısır'daki STEM öğretmenlerinin mesleki gelişimini desteklemek için mesleki gelişim fırsatları sağlamayı, işbirliğini teşvik etmeyi, eleştirel düşünmeyi teşvik etmeyi, motivasyonu desteklemeyi ve zorlukları ele almayı önermektedir.

Keiler (2018) öğrenci merkezli, akran liderliğindeki STEM sınıflarında öğretmenlik yapmanın ve öğrencileri bu liderlik rollerine hazırlamanın eğitimciler üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Bulgular, öğretmenlerin bu şekilde öğretmenliğin faydalı yönlerinin olduğunu belirtmiştir. Araştırma, öğrenme ortamını değiştirmenin öğretmenlerin kimliklerini ve öğretme yaklaşımlarını etkileyebileceğini ve STEM öğretmen eğitimi ve mesleki gelişim için öz farkındalık sunabileceğini öne sürmektedir. Bu bulguları uygulamak için STEM eğitimcileri ve liderleri destek sağlamaya, sürekli öğrenme kültürünü teşvik etmeye ve zorlukların üstesinden gelmeye teşvik edilmektedir.

Jiang vd. (2021) bir STEM öğretmeninin Çin'deki eğitim reformuyla ilgili duygusal deneyimi üzerine yapılan bir araştırma, katılımcının yeni rollere yönelirken çeşitli duygular hissettiğini ortaya çıkarmıştır. Reformlar sırasında öğretmenleri desteklemek için eğitimciler, öğretmen duygularının önemini fark edebilir, destek sağlayabilir ve mesleki kimliklerin gelişimini teşvik edebilirler. Ayrıca öğretmen duygu ve kimliklerinin izlenmesi

ve değerlendirilmesi, paylaşım fırsatları sağlanması, duygu ve kimliklerin ilişkilendirilmesi, kişisel ve bağlamsal faktörlerin dikkate alınması ve iç içe geçmiş süreçlerin anlaşılması, eğitim reformlarının başarılı bir şekilde uygulanmasına katkıda bulunabilir.

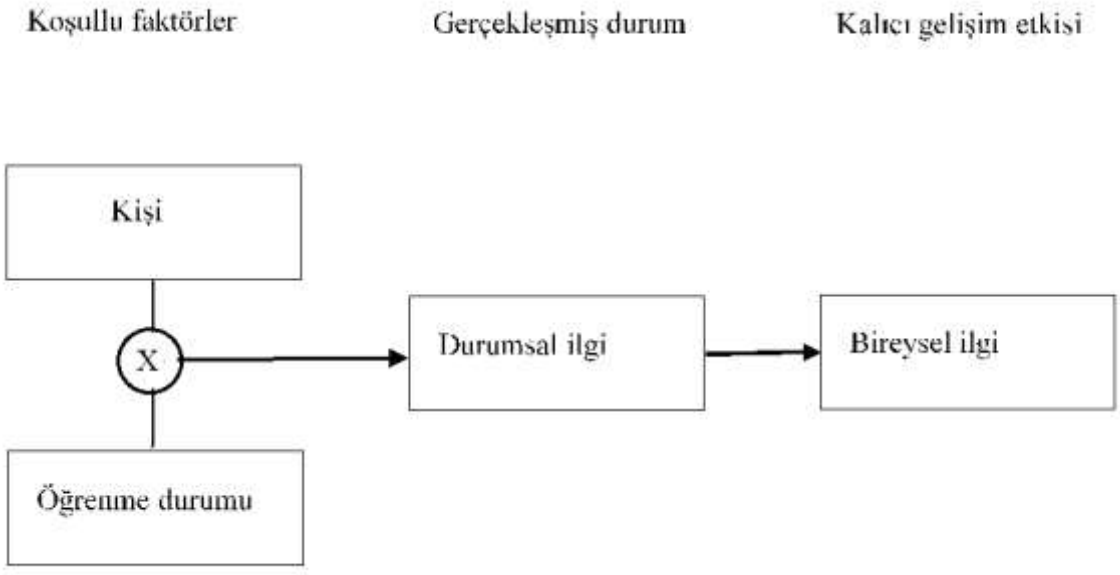
Ferguson ve Sutphin (2019) çalışmalarında, STEM öğretmen adaylarının öğretime ilişkin görüşlerinin, ilk öğretme deneyimlerinden sonra dışsal bir perspektiften içsel bir bakış açısına doğru evrildiğini ortaya koymuştur. Bu bulguları uygulamak için, öğretmen eğitimcileri öğretmen adaylarına dersleri planlama ve öğretme, dışsal ve içsel bakış açıları arasında bağlantı kurma, öğretmen adaylarının görüşlerini izleme ve değerlendirme ve geri bildirim sağlama fırsatları sunabilme potansiyeline sahiptir. Ek olarak teori ve pratiği birbirine bağlamak, yansıtmayı teşvik etmek ve öğretim zorluklarını önemli öğretmen özellikleriyle ilişkilendirmek, STEM öğretmenlerinin gelişimini destekleyici unsurlar olduğundan bahsedilmiştir.

Affouneh vd. (2020) çalışmalarında öğretmenlerin algılarının, tutumlarının, inançlarının ve kapasitelerinin STEM mesleki gelişiminin başarısını önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymaktadır. Bu etkiyi en üst düzeye çıkarmak için, eğitimin öğretmenlerin bireysel ihtiyaçlarına göre uyarlanması, onların tutum ve inançlarına hitap edilmesi ve sürekli mesleki öğrenme yoluyla kapasitelerinin geliştirilmesi tavsiye edilmektedir. Ek olarak, etkili program tasarımı, sürekli destek ve tasarım ve uygulamaya öğretmenlerin daha çok dahil edilmesi önemlidir. Böylece STEM mesleki gelişim programlarının ilgi çekici ve başarılı olmasını sağlamaya yardımcı olabilir.

2.3. İlgi

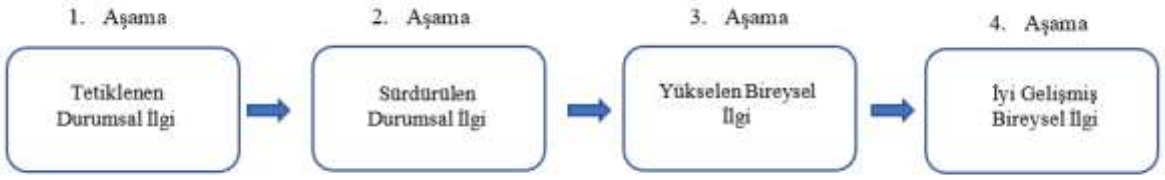
İlginin tarihine baktığımızda eğitim bağlamında vurgunun ilk olarak 1500'lü yıllarda Johann Amos Comenicus'a ve devamında 1700'lü yıllarda Jean Jacques Rausseau'na dayandığını söyleyebiliriz. İlgiyi sadece öğrenme için istek duyma değil eğitim teorilerinin odağında eğitimin hedeflerinden biri haline getirilmesinde Friedrich Herbart (1776-1841) önemli bir rol oynamıştır. Eğitim teorilerinde yer bulan ilgi 1900'lü yılların ilk yarısında Dewey'in (1913) araştırmalarında bu kavramı benimsemesiyle geniş bir yer tutmaya başlamıştır. İlgi araştırmaların gelişimi motivasyon (Hunt, 1965) ve merak (Berlyne, 1960) ekseninde sürmüştür. Ancak eğitim, sosyoloji, psikoloji işbirliğinde yürütülen çalışmalarda eğitimde ilginin azalması ile ilginin sürdürülmesine yönelik tartışmalar ilgi araştırmalarının yeniden

popülerleşmesini sağlamıştır. İlgi, bireyin bir içerikle (bu içerik nesne, olaylar ya da fikir olabilir) zamanla tekrar etkileşim kurmadaki bilişsel ve motivasyonel yatkınlığı olarak tanımlanır (Renninger & Hidi, 2016). İlgi bir olay, faaliyet, nesne veya hedefe yöneliktir. Gardner (1996) ilgiyi "kişi basitçe bir ilgiye sahip olamaz, kişi bir şeyle ilgilenmelidir" şeklinde ifade etmektedir (Aktaran, Krapp & Prenzel, 2011). İlgi birey ve içerik arasındaki etkileşim ile ilişkilidir. İlginin potansiyeli birey kaynaklı olmakla birlikte aynı zamanda içerik ve çevre de ilgi gelişimini mutlaka etkilemektedir. Valsiner (1992) ve Silvia (2006) ilgiyi bireyin çevresiyle etkileşimi sonucu ortaya çıkan bir olgu olarak görmektedir. İlgi bilişsel olduğu gibi aynı zamanda duyuşsal özelliğe de sahiptir (Hidi, Renninger, & Krapp, 2004). Eğitimsel ilgi teorisi (kişi-nesne ilgi teorisi) kişi ve nesne arasındaki ayırt edilebilen belirli ilişkiyi ilgi olarak görmektedir (Prenzel, 1992; Schiefele, Krapp, Prenzel, Heiland, & Kasten, 1983). Temelde iki tür ilgiden söz edilebilir. Bunlar, bireysel ilgi ve durumsal ilgidir. İçsel faktörlerin etkisiyle ortaya çıkan ilgi türü bireysel ilgidir. Bireysel ilgi kişinin içerikle ya da durumla kendisini özdeştirmesi ve içerikle sürekli gelişen bir meşguliyet durumu oluşturmasıdır (Renninger, 2000). Dışsal faktörlerin neden olduğu (nesne, ilginçlik, ilgi çekici yeni bir durum) ilgi türü durumsal ilgi olarak tanımlanır. Durumsal ilgi geçici olabileceği gibi bireysel ilgi oluşturmada bir basamak olabilir. Krapp'ın (1999) durumsal ilginin bireysel ilgiye dönüşümünü gösteren şeması Şekil 10'da yer almaktadır.



Şekil 10. İlgi gelişim modeli. Durumsal ilginin bireysel ilgiye dönüşümü. "Interest, motivation and learning: An educational-psychological perspective." A. Krapp, 1999, *European Journal of Psychology of Education, 14*(1), 23-40.

Hidi ve Renninger (2006) öğrenme için gerekli bir koşullar sağlandığında öğrencilerde ilgi geliştirmenin zamanla içerikle yeniden etkileşim kurma isteği ve arzusunun, problem çözme ve sorularla ilgilenme ve yanıt arama açısından çok önemli olduğunu vurgulamıştır. İlgi gelişiminin dört aşamalı olduğunu belirterek bir model önermiştir. Hidi ve Renninger'e (2006) göre ilgi zamanla gelişebilecek ve içerikle (ilgi duyulan şeyle) yeniden etkileşime geçme eğilimi haline gelebilecek psikolojik bir durum olarak kabul edilmektedir. Dört aşamalı ilgi gelişimi modeli Şekil 11'de gösterilmektedir.



Şekil 11. Dört aşamalı ilgi gelişim modeli

Hidi ve Renninger (2006) tarafından tasarlanan dört aşamalı ilgi aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

- Tetiklenen Durumsal İlgi: Modelin ilk aşamasında tetiklenen durumsal ilgi vardır. Durumsal ilginin tetiklenmesi beklenmedik, şaşırtıcı bilgiler ya da çevresel etkilerle sağlanabilir. Grup çalışması, bulmacalar, teknoloji kullanımı durumsal ilgi oluşturabilir (Mitchell, 1993).

- Sürdürülen Durumsal İlgi: Sürdürülen durumsal ilgi, tetiklenen durumun devamında gelen, odaklanmış dikkati ve uzun zaman diliminde tekrar ve süreklilikle devam eden psikolojik bir ilgi durumunu ifade eder. Görev ya da olayın kişi için anlamlılığı ve katılımın sağlanmasıyla ilgi sürdürülür (Mitchell, 1993). Kişinin katılım sağlayabileceği öğrenme ortamları proje tabanlı öğrenme, grup çalışmaları, kişisel olarak anlam ifade eden etkinlikler durumsal ilginin sürdürülmesini sağlayabilir.

- Yükselen Bireysel İlgi: Bireysel ilginin ortaya çıkması olay ya da içerikle ilgili tekrarlı ilişki kurmaya yönelik kalıcı bir eğilimin başlangıcı olarak kabul edilebilir. Bireysel ilginin başlangıcı ile öğrenciler ilgileri ile ilişkili durumlara yeniden katılma fırsatına olumlu bakar ve bir seçim yapması durumunda görev ya da etkinliğe katılmayı seçer. Bireysel ilginin oluşmasında dış destek (akran ya uzman gibi) etkilidir. Öğrenme ortamında yeni fırsatlar

sağlayan görevler veya meydan okuma görevleri bireysel ilginin yükselmesini destekler. Yükselen bireysel ilgi iyi gelişmiş bir bireysel ilgiye yol açma potansiyeline sahiptir. Ancak her durumda iyi gelişmiş bir bireysel ilgi oluşturması kesin değildir (Lipstein & Renninger, 2007).

• İyi Gelişmiş Bireysel İlgi: İyi gelişmiş bireysel ilgi zaman içinde içerikle yeniden ilişki kurmaya yönelik kalıcı bir yatkınlığı ifade eder. Yükselen bireysel ilgiye kıyasla içerikle ilgili daha fazla olumlu duygu, daha fazla bilgi edinme durumu ve daha fazla değer verme vardır (Renninger, Ewen, & Lasher, 2002). İyi gelişmiş bireysel ilgide öğrenci karşılaştığı bir problemin çözümünde yapıcı ve yaratıcı çaba harcar ve bu çaba onun için zahmet verici özellikte değildir. İyi gelişmiş bireysel ilgi kişisel çaba sonucunda ortaya çıkar ve bununla birlikte öğrenme ortamları, akran, uzman desteği bu ilginin derinleşmesini kolaylaştırabilir.

Dört aşamalı ilginin gelişimini gösteren ve bunu destekleyen faktörler yukarıda açıklanmıştır. İlginin gelişmediğini gösteren ve dört aşamalı modeli çürüten faktörleri Hidi ve Renninger (2006):

- "İlgi tetiklenmez veya zaman içinde korunmazsa,
- İlgi bireysel bir ilgiye dönüşmez,
- İlgi zaman içinde sürdürülemez,
- İlgi, bireyin hedefleri, değerleri veya benlik kavramıyla ilgili değildir. Bu faktörler, dört aşamalı ilgi gelişimi modelinin uygulanabilir olmadığını veya ilgi gelişimini anlamada etkili olmadığını düşündürmektedir." olarak belirtmiştir.

2.3.1. STEM Eğitiminde İlgi

21. yüzyıl becerilerine sahip insan gücünün yetişmesi STEM ilgisiyle ilişkilidir. Birçok çalışma 11-14 yaş aralığındaki STEM'e ilgi ve katılımının gelecekteki eğitim ve kariyer hedeflerinde etkin rol oynadığını göstermektedir (Jones, Childers, Corin, Chesnutt, & Andre, 2019). Erken dönemde STEM'e ilgi öğrencilerin STEM etkinliklerine katılımı için ve gelecekteki meslek seçimleri için motive edici bir etkiye sahiptir. STEM'e erken dönemde başlayan ilgiden STEM ile ilgili meslek seçimine ve iş gücüne katılıma kadar olan dönemde STEM kariyerinin aksine seçimler yapılması durumu için sızdıran STEM boru hattı "the leaking STEM pipeline" metaforu kullanılır (Alper, 1993). STEM boru hattında sızıntıyı önlemek için STEM'e olan ilginin arttırılması ve bu ilginin kalıcılığının sağlanması etkili

olabilir. STEM'e ilgiyi etkileyen faktörler yaş, cinsiyet, etnik köken, demografik özellikler ve ders dışı STEM aktivitelerine katılım olarak sıralanabilir.

STEM eğitiminde ilgi yurt içi ve yurt dışında ilgi çeken araştırma konularındandır. Ulusal literatürüne bakıldığında ilginin daha çok STEM meslek-kariyer ilgisi üzerine yoğunlaşmıştır (Azgın & Şenler, 2019; Karakaya, Avgın, & Yılmaz, 2018; Karakuş & Bircan, 2022; Semerci & Özçelik, 2023; Yıldırım & Gelmez-Burakgazi, 2020).

Godec, Archer ve Dawson (2022) azınlıkta kalan birçok gencin STEM'e ilgi duyduğunu ancak sosyal açıdan avantajlı akranları kadar sık okul dışı STEM eğitimine katılmadıklarını ortaya çıkarmıştır. Bu eşitsizliği gidermek için araştırmacıların, eğitimcilerin okul dışı öğrenmenin önemini anlamalarını, azınlıkta kalan gençlere destek sağlamalarını ve fırsat eşitliği sağlamak için STEM katılımını izleyip değerlendirmelerini önermektedir. Çalışmada eğitimcilere STEM ilgi alanları ile katılım arasında bağlantı kurmaları, katılımı etkileyebilecek kişisel, sosyal, kültürel ve bağlamsal faktörleri dikkate almaları ve gençler arasında STEM kimliğinin gelişimini teşvik etmeleri ve desteklemeleri gerektiği önerilmiştir.

Çolakoğlu ve Gökben, (2017) öğrencileri geleceğe ve ekonomik büyümeye hazırlamak için çok önemli olduğundan okullarda ve dış merkezlerde bilim, matematik, mühendislik ve teknolojiyi birleştiren STEM eğitimine artan bir ilgi olduğunu vurgulamıştır. Ancak eğitim fakültelerinin öğretmenlerin etkili bir şekilde yetiştirilebilmesi için STEM laboratuvarları kurmaları ve ilgili ders ve programları sunmaları gerekmektedir. Türkiye'deki eğitim fakültelerinde STEM eğitim durumunu inceleyen araştırmada, öğretim üyelerinin STEM eğitimine yönelik farkındalığı ve ilgisi yüksekken, kurumsal uygulama ve hazırlık eksikliğinin olduğu vurgulanmıştır.

Kıran (2021) ortaokul öğrencilerinin STEM'e olan ilgisini ölçmek amacıyla STEM İlgi Ölçeği'nin uyarlanması için bir çalışma yapmıştır. Sonuçlar, STEM İlgi Ölçeği'nin ortaokul öğrencilerinin STEM'e olan ilgisini ölçmek için geçerli ve güvenilir olduğunu ve STEM eğitim programlarının başarılı bir şekilde uygulanmasının değerlendirilmesi için değerli bir araç sağladığını göstermektedir.

Ecevit, Yıldız ve Balcı (2022) içerik analizi kullanarak Türkiye'deki 79 STEM eğitimi çalışmasını (2014-2020 yılları arasında) analiz eden bir çalışmada, çok az çalışmanın kavramsal yanılgıları ele aldığı ve yeterli etik değerler, öneriler, özgünlük ve

güvenilirlik/geçerlilik bölümlerinden yoksun olduğu ortaya çıkarmıştır. Çoğu çalışma okul öncesi ve ilkokul öğretmenlerine odaklanmış, öğretmen adayları ve öğretmen adayları üzerinde daha fazla araştırma yapılması gerektiğini öne sürmüş ve gelecekteki çalışmalarda tespit edilen eksikliklerin giderilmesinin önemini vurgulamıştır.

Şimşek (2019) 7. sınıf fen derslerinde STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, bilime yönelik tutumları ve bilime olan ilgileri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Deney ve kontrol grubunda toplam 52 öğrenci ile yarı deneysel bir tasarım kullanılmış ve STEM etkinlikleri 14 hafta boyunca uygulanmıştır. Sonuçlar, STEM etkinliklerinin deney grubundaki öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini, bilime yönelik tutumlarını ve bilime olan ilgilerini önemli ölçüde geliştirdiğini ve öğrencilerin etkinliklere ilişkin olumlu geri bildirimler sağladığını göstermiştir.

Siregar ve Rosli (2021) çalışmalarında, aile geçmişinin ve cinsiyetin öğrencilerin STEM eğitimine olan ilgisini önemli ölçüde şekillendirdiğini, destekleyici ailelerden gelenlerin ve erkeklerin daha fazla ilgi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Öğrenci tutumu, başarı ve sosyoekonomik durum gibi STEM ilgisini etkileyen diğer faktörleri keşfetmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır. STEM eğitimini okul müfredatına entegre etmenin ve STEM'e olan ilgiyi etkileyen çeşitli faktörleri dikkate almanın, kapsayıcı ve eşitlikçi programlar oluşturmaya, öğrencileri gelecekteki işgücüne hazırlamaya yardımcı bir role sahip olduğu belirtilmiştir

Shaby vd. (2021) gençlerin STEM'e ilgisini ve katılımını teşvik etmek için onların yollarını etkileyen faktörlerin neler olduğunu anlamanın öneminden bahsetmiştir. STEM ilgi ve katılımını teşvik etmede erişilebilir okul içi ve okul dışı kaynakların ve destekleyici yetişkinlerin önemini vurgulamaktadır. Bu faktörleri anlayarak, eğitimciler ve politika yapıcılar gençler arasında STEM'e olan ilgiyi ve katılımı teşvik etmek için etkili stratejiler geliştirmeleri önerilmiştir.

Wolf vd. (2020) özellikle taramalı elektron mikroskobu ve enerji dağılımlı spektroskopiye uzaktan erişim teknolojisinin, STEM'de teknoloji hakkında fen eğitimi ve öğretimi sağlamak için etkili bir eğitim aracı olabileceğini göstermektedir. Bulgular, beş derslik diziye katılan öğrencilerin uzaktan erişim deneyimine yönelik öğrenme kazanımları ve olumlu tutumlar sergilediklerini göstermektedir. Bununla birlikte, bir eğitim teknolojisi olarak uzaktan erişimi güçlendirmek ve öğrencilerin STEM'deki T ile etkileşimini ve öğrenmesini artırmak

için, birebir etkileşimin yollarını keşfetmek gibi daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu ortaya çıkmıştır.

Ishak, Din, Othman, Gabarre ve Hasran (2022) STEM eğitimindeki dijital oyunlar, öğrenme sonuçlarını geliştirebilir ve potansiyel olarak öğrencilerin STEM'e olan ilgisini arttırdığını, ancak ilginin nasıl geliştirildiğine ilişkin teorik tartışmanın hala sonuçsuz olduğuna değinmiştir. Bu çalışma, teorilerin pedagoji, öğrenme stratejileri, STEM öğrenme içeriği, oyun öğeleri ve oyun ilkeleri tasarımı ile entegrasyonu yoluyla ilgiyi geliştirmeye yönelik üç katmanlı bir süreç önererek söyleme katkıda bulunmaktadır. Oyun tasarımcılarının ve geliştiricilerinin yaratıcılığı, genç oyunculara ilham verici bir deneyim sunan ilgi çekici STEM dijital oyunlarının yaratılmasında çok önemlidir ve ilgiyi geliştirmek için iyi bir oyun tasarımının gerekli olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Chiu vd. (2023) katılımının STEM eğitimine entegrasyonu, öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgisini ve kimlik gelişimini teşvik etmek için etkili bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, topluluk katılımının öğrencilerin STEM ilgisi ve kimlik gelişimi üzerindeki etkisini araştırmak ve açıklamak için kendi kaderini tayin teorisi kullanılmıştır. Çalışma, topluluk katılımı projelerine katılan öğrencilerin önemli ölçüde daha yüksek düzeyde özerklik, yeterlilik ve ilişki bildirdiklerini ve bunun da STEM'e daha fazla ilgi ve kimliğe yol açtığını bulmuştur. Öğrenciler özellikle bu projelerde kendilerine tanınan özerkliğin onları sınıfın ötesinde öğrenmeye ve toplumla etkileşime geçmeye teşvik ettiğini ifade etmiştir. Bu özerklik, yinelemeler ve kullanıcılardan gelen geri bildirimler yoluyla daha iyi ürünler geliştirmelerine ve böylece anlamlı öğrenme deneyimleri yaratmalarına olanak tanımıştır. STEM eğitimine toplumsal katılım, öğrencilerin STEM'e olan ilgisini ve kimlik gelişimini artırma potansiyeline sahiptir. Topluluk katılımı projeleri, öğrencilere özerklik, yeterlilik sağlayarak motivasyonu ve anlamlı öğrenme deneyimlerini teşvik edebilir. Çalışma, genç öğrencilerin STEM ilgisini ve kimliğini geliştirmek için eğitimcilere toplum temelli STEM katılım projelerini kullanmalarını önermektedir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, uygulama süreci, araştırmanın geçerliği, güvenirliği ve veri analizine ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Robotik STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının elektrik devreleri konusundaki başarılarına, uygulamalara yönelik performanslarına, ilgilerine ve STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşlerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Karma araştırma yöntemi problem durumuna ilişkin yalnızca nitel ya da yalnızca nicel araştırma sonuçlarının yetersiz olduğu durumlarda tercih edilir (Creswell, 2017).

Karma araştırma yöntemi veri toplama, veri analizi gibi araştırma adımlarında nicel ve nitel yaklaşımın kullanılması olarak tanımlanır (Tashakkori & Teddlie, 2003). Bazı araştırmalarda nicel ve nitel yöntemleri birlikte kullanmak tek bir yöntemin kullanıldığı çalışmalara kıyasla araştırma sorularına cevap olacak bulguların daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır (Creswell, 2021 s.697). Bu durum bir araştırmada karma yöntemin tercih edilmesinin önemli sebeplerinden biridir.

Karma araştırma yöntemine ait çeşitli desenler literatürde yer almaktadır. Bir araştırmada karma yönteme ait hangi desenin uygun olduğu belirlenirken dört kriter dikkate alınmalıdır (Creswell, 2021). Bu kriterler sırasıyla:

1-Nicel ve nitel verilerin önceliğinin veya ağırlığının belirlenmesidir. Bazı araştırmalar için nicel ya da nitel verilerden biri daha önemli olabilirken, bazı araştırmalar için her iki veri türü de eşit derecede öneme sahip olabilmektedir.

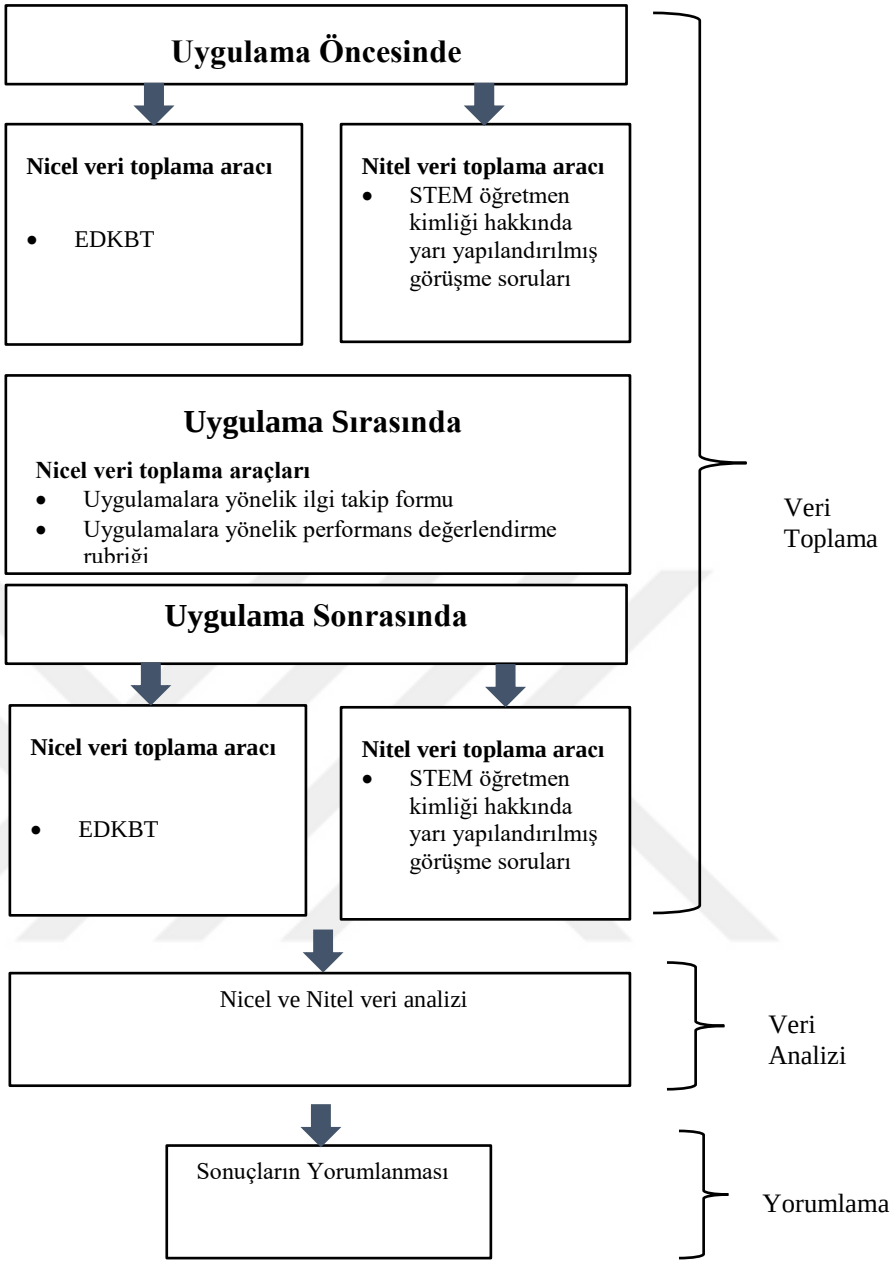
2-Nicel ve nitel verilerin toplanma sırasının belirlenmesidir. Araştırma verilerinin eş zamanlı mı yoksa sıralı mı (önce nitel ya da önce nicel) toplandığı belirlenmelidir.

3-Araştırma verilerinin nasıl analiz edildiğinin belirlenmesidir. Nicel ve nitel veriler tek bir analiz süreci içinde birleştirilebilir ya da birbirinden bağımsız olarak analiz edilebilir.

4-Nicel ve nitel verilerin çalışmanın hangi aşamasında birleştirildiğinin belirlenmesidir. Nicel ve nitel veriler veri toplama sürecinde, verilerin analizinde ya da verilerin yorumlanması sırasında birleştirilebilir.

Bu araştırmanın verileri nicel ağırlıktadır ve eş zamanlı toplanmıştır. Elde edilen veriler birbirinden bağımsız analiz edilmiş ve verilerin yorumlanması aşamasında birleştirilmiştir. Bu sebeple araştırmada karma yönteme ait iç içe desen kullanılmıştır.

İç içe desende tek bir çalışma içinde nicel ve nitel veriler toplanır ve ayrı ayrı analiz edilir (Creswell, 2021). İç içe desenin güçlü yönü nicel ve nitel verilerle açıklanan sonuçların bir arada olmasıdır. Bu araştırmada nicel verilerden elde edilen bulgular deneysel işlemin öğretmen adaylarının başarı, performans ve ilgilerine etkilerini anlamayı sağlarken, nitel veriler deneysel işlemin STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşleri derinlemesine incelemeyi sağlamıştır. Şekil 12'de araştırmanın tasarım şeması yer almaktadır.



Şekil 12. Araştırmanın tasarımı.

Şekil 12'de yer alan araştırma tasarımına bakıldığında uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarına nicel EDKBT ve nitel STEM öğretmen kimliği hakkında görüş belirleme soruları yöneltilmiştir. Uygulama sırasında ise haftalık olarak nicel ölçme araçlarından ilgi takip formu ve performans değerlendirme rubriği kullanılmıştır. Uygulama sonrasında ise uygulama öncesinde olduğu gibi EDKBT ve STEM öğretmen kimliği hakkında görüş belirleme soruları her iki gruba tekrar yöneltilmiştir. Veri toplama süreci tamamlandıktan sonra nicel ve nitel verilerin analizi yapılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır.

3.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu 2022–2023 eğitim öğretim yılında Ankara ilinde bir devlet üniversitesinde öğrenim gören birinci sınıf fen bilgisi öğretmen adayları oluşturmaktadır. Katılımcılar ülke genelinde yapılan yükseköğretim kurumları sınavı sonucunda birbirine yakın başarı düzeyleri elde ederek ilgili programa yerleşmiştir. Ülke genelinde fen bilgisi öğretmenliği programına yerleşen öğrencilerin ortalama puanı 332,659'dur. Araştırmanın yapıldığı üniversitede ilgili programın en yüksek yerleşme puanı 393,305 iken en düşük yerleşme puanı ise 361,877'dir. Bu sayılardan görüldüğü gibi deney ve kontrol grubu öğrencilerinin üniversiteye geçiş başarı puanları çok küçük bir dilim içerisinde olup birbirine çok yakın olan başarıların bir göstergesidir. Müdahale edilmemiş şubeler rastgele deney ve kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada nitel ve nicel olmak üzere farklı özellikte veri toplama araçları kullanılmıştır. Nicel veri toplama araçları; Elektrik devreleri konusu başarı testi (EDKBT), uygulamalara yönelik performans değerlendirme rubriği ve uygulamalara yönelik ilgi takip formudur. Nitel veri toplama aracı olarak ise öğretmen adaylarının STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşlerini belirlemek üzere yarı yapılandırılmış görüşme soruları kullanılmıştır.

Tablo 1'de araştırmada kullanılan veri toplama araçları ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

Tablo 1
Veri Toplama Araçlarına İlişkin Bilgiler

Veri toplama araçları	Türü	Madde sayısı	Güvenirlik	Analiz
• EDKBT	Nicel	10 madde, çoktan seçmeli	KR-20=,75	Mann Whitney-U/Wilcoxon
• Performans değ. Rubrikleri	Nicel	3 başarı düzeyi	Uzman görüşü	Mann Whitney-U/Wilcoxon
• Uygulamalara yönelik ilgi takip formu	Nicel	Tek madde 5'li likert	Uzman görüşü	Friedman testi
• STEM öğretmen kimliği-yarı yapılandırılmış görüşme soruları	Nitel	Yarı yapılandırılmış soru	Uzman görüşü, Miles-Huberman formülü	İçerik analiz

3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları

3.3.1.1. Elektrik Devreleri Konusu Başarı Testi (EDKBT)

EDKBT araştırmacı tarafından madde havuzu oluşturularak ilgili sorular seçilmiştir. Temel elektrik devreleri bilgisini ölçmeyi amaçlayan bu test çoktan seçmeli ve 10 madde olarak hazırlanmıştır. Testin güvenirlik değeri KR-20 değeri .75 olarak hesaplanmıştır. Test maddeleri hazırlanırken literatürde daha önce var olan elektrik devreleri başarı testleri incelenmiş ve soru havuzu oluşturulmuştur. Başarı testinde MEB kazanım testlerinden (MEB, 2022) yedi, araştırmacı tarafından yazılan iki ve yükseköğretim kurumları giriş sınavından (YGS, 2017) bir soru yer almıştır. Testte doğru cevaplara 1 yanlış cevaplara 0 puan verilmiştir. Testten alınacak maksimum puan 10'dur.

EDKBT'de yer alan sorulara ait konu ve kazanım bilgileri Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2
EDKBT Konu, Kazanım ve Soru Dağılımları

Konu	Kazanım	Soru
Elektrik Akımı ve Direnç	Katı bir iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenleri bilir ve analiz eder.	S6, S7, S9
Elektrik Devreleri	Voltmetre, ampermetre ve direncin özellikleri ile devredeki görevlerini bilir.	S3
	Voltmetre ve ampermetrenin devreye doğru bağlama şeklini ayırt eder.	S2
	Seri ve paralel bağlı devrelerin özelliklerini ayırt eder.	S10
	Basit devreler üzerinden elektrik akımı, direnç ve potansiyel farkı arasındaki ilişkinin (Ohm Yasası) matematiksel modelini çıkarmaları sağlanır.	S5, S8
	Dirençlerin seri ve/veya paralel bağlandığı devrelerde eşdeğer direnci bulur.	S1, S4

Tablo 2'ye göre elektrik akımı ve direnç konusuna ait kazanımları ölçen üç soru bulunmaktadır. Elektrik devreleri konusuna ait beş kazanımı ölçen yedi soru bulunmaktadır. Ek1'de EDKBT yer almaktadır.

Elektrik devreleri konusuna ait başarı testinde yer alan sorularının Bloom Taksonomisi bilişsel alan basamaklarına göre sınıflandırılmış hali Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3
Kazanımlara Ait Belirtke Tablosu

	Bilişsel alan basamakları					
Kazanımlar	Hatırlama	Anlama	Uygulama	Analiz	Değerlendirme	Yaratma
Katı bir iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenleri bilir ve analiz eder.		S6	S9	S7		
Voltmetre, ampermetre ve direncin özellikleri ile devredeki görevlerini bilir.	S3					
Voltmetre ve ampermetrenin devreye doğru bağlama şeklini ayırt eder.	S2					
Seri ve paralel bağlı devrelerin özelliklerini ayırt eder.		S10				
Basit devreler üzerinden elektrik akımı, direnç ve potansiyel farkı arasındaki ilişkinin (Ohm Yasası) matematiksel modelini çıkarmaları sağlanır.	S5			S8		
Dirençlerin seri ve/veya paralel bağlandığı devrelerde eşdeğer direnci bulur.	S4	S1				

Tablo 3'e göre EDKBT yer alan hatırlama basamağında (S2, S3, S4, S5) dört soru, anlama basamağında üç soru (S1, S6, S10), uygulama basamağında bir soru (S9), analiz basamağında iki soru (S7, S8) bulunmaktadır.

Elektrik devreleri konusu başarı testine ilişkin güvenirlik analizlerin yapılmasında SPSS programı kullanılmıştır. Testte yer alan soruların madde güçlük değerleri ve madde ayırt edicilik değerleri belirlenmiştir.

Madde güçlüğü (pj_x), 0 ve 1 aralığında değer alır (Turgut & Baykul, 2019, s.227). Değerin 1'e yaklaşmasıyla ise madde güçlüğü azalır. Başka bir değişle madde kolaylaşır.

Madde ayırt ediciliği (rj_x), Crocker ve Allgina'ya (1986) göre -1 ile +1 aralığında değer alır. Bu değerin 0.30'tan büyük olması maddenin ayırt ediciliğinin iyi olduğunu gösterir (Akt. Turgut ve Baykul, 2019, s.228).

EDKBT için madde analizi yapılmıştır. Madde güçlüğü ve madde ayırt edicilik indeksleri hesaplanmıştır. Tablo 4'te EDKBT ait madde analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 4
EDKBT Madde Analizi Sonuçları

Madde numarası	Madde güçlük indeksi (pj_x)	Madde ayırt edicilik indeksi (rj_x)
1	,72	,47
2	,51	,56
3	,87	,52
4	,75	,60
5	,85	,66
6	,59	,56
7	,67	,68
8	,38	,45
9	,82	,67
10	,66	,52

Tablo 4'e göre EDKBT yer alan maddelerin güçlük indeksleri ,38 ile ,82 arasında değer almıştır. Buna göre 1, 3, 4, 5, ve 9. maddeler çok kolay, 2, 6, 7 ve 10. maddeler kolay, 8. madde ise orta güçlüktedir.

Madde ayırt edicilik indekslerine bakıldığında ise referans değerin ,30 ve üzerinde olması mükemmel ayırt ediciliği göstermektedir (Turgut & Baykul, 2019). Testte yer alan tüm maddeler ,30 değerini aşarak mükemmel ayırt ediciliğe sahip olduğunu göstermektedir.

EDKBT madde analizleri ve iç güvenirlik (KR-20=,75) değeri ile bu araştırmada kullanılan testin güvenilir bir ölçme aracı olduğu belirlenmiştir.

3.3.1.2. Uygulamalara Yönelik Performans Değerlendirme Rubriği

Bu araştırmada iki değerlendirme rubriği kullanılmıştır. Bunlardan birincisi haftalık uygulamaların değerlendirildiği rubriktir ve amacı öğrencilerin haftalık uygulama performanslarının değerlendirilmesini sağlamaktır. Araştırmada haftalık uygulamaların

değerlendirilmesinde kullanılan rubriğin güvenirliği Cronbach α=,85 olarak belirlenmiştir. Bu rubriğe ait değerlendirme ölçütleri ve açıklamaları Ek 2'de yer almaktadır.

Mühendislik ve tasarım uygulamasının değerlendirilmesinde ise ikinci rubrik kullanılmıştır. Bu rubriğin amacı mühendislik ve tasarım uygulamasının değerlendirilmesini sağlamaktır. Araştırmada haftalık yapılan uygulamalardan sonra öğretmen adayları bir problem durumunu içeren senaryoların olduğu mühendislik ve tasarım uygulamalarını yapmıştır. Ek3'te mühendislik ve tasarım uygulamalarının değerlendirilmesinde kullanılan rubriğe ait değerlendirme ölçütleri ve açıklamaları verilmiştir.

Rubrikler geliştirilirken uygulama adımları ve mühendislik tasarım süreci dikkate alınmıştır. NASA (2015) tarafından geliştirilen mühendislik ve tasarım sürecinin değerlendirilmesinde kullanılan rubriğin bir kısmından yararlanılmıştır. Bu çalışmada yapılan uygulamalar dikkate alınarak özgün değerlendirme rubrikleri oluşturulmuştur. İki rubrik için de performans düzeyleri "başarılı", "geliştirilebilir" ve "başarısız" şeklindedir. Performansın başarılı olması yapılması gereken devre uygulamasının doğru ve çalışır olduğu anlamına gelir. Geliştirilebilir nitelikteki performans, devre uygulamasının bazı eksikliklere sahip olduğunu ancak küçük müdahaleler ile devrenin doğru şekilde çalıştırılabileceği anlamına gelir. Başarısız performans ise uygulama devresinde önemli hataların olduğu ve devrenin tekrar kurulması gerektiği anlamına gelir. Performanslarının değerlendirilmesi uzaktan eğitim yoluyla yapılmıştır. Uzaktan eğitim platformu olarak üniversite tarafından sağlanan Öğrenme Yönetim Sistemi (ÖYS) kullanılmıştır. Öğretmen adayları tüm uygulama raporlarını sistemde açılan ödev kutusuna yüklemiştir. Araştırmacı yüklenen uygulama raporlarını rubriklere göre değerlendirmiştir.

3.3.1.3. Uygulamalara Yönelik İlgi Takip Formu

Öğretmen adaylarının uygulamalara yönelik ilgilerini izlemek amacıyla dersin hemen sonunda cevaplanması gereken bir soru yöneltilmiştir. Bu soru "Biraz önce katıldığınız dersin içeriği ilginizi ne kadar çekti?" şeklindedir. Soruya verilecek cevap seçenekleri 5'li likert olmak üzere; "ilgimi çekmedi (1)", "bazı noktaları ilgimi çekti (2)", "ilgimi çekti (3)", "ilgimi çekti ve dersin devam etmesini isterdim (4)" ve son olarak "ilgimi çekti dersin devam etmesini isterdim ve bir sonraki dersi merakla bekliyorum (5)" şeklindedir. İlgi takip formu sadece ilgili derste yapılan uygulamaya yönelik durumsal ilgiyi belirlemek için hazırlanmıştır. Takip formundaki seçenekler oluşturulurken durumsal ilginin tetiklenmesi ve

sürdürülmesine yönelik literatür dikkate alınmıştır (Potvin vd., 2023). Ek 4'te ilgi takip formu yer almaktadır.

3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları

3.3.2.1. STEM Öğretmen Kimliği Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Öğretmen adaylarının STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşlerini belirlemeye yönelik yarı yapılandırılmış görüşme soruları hazırlanmıştır. Sorular hazırlanırken literatürde kabul görülen STEM kimliği ve STEM öğretmen kimliği modellerinden yararlanılmıştır (Dou & Cian, 2022; Dou, Hazari, Dabney, Sonnert, & Sadler, 2019; Galanti & Holincheck, 2022). Sorular araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Soruların uygunluğu fen eğitimi alanında uzman bir akademisyen tarafından değerlendirilmiştir. Ek 5'te görüşme formuna yer verilmiştir.

3.4. Uygulama Süreci

3.4.1. Uygulamaların Geliştirilmesi

Deney ve kontrol grupları için robotik ve robotik olmayan STEM uygulamaları geliştirilmiştir. Uygulamalar basit elektrik devrelerinden başlamak üzere sensörlere kadar devam eden bir dizi halinde tasarlanmıştır. Deney ve kontrol gruplarında aynı simülasyon programı, aynı devre elemanları ve benzer sensörler kullanılmıştır. Uygulamaların hepsi Tinkercad simülasyon programında yapılmak üzere tasarlanmıştır. Deney grubunda kontrol grubundan farklı olarak Tinkercad simülasyonundaki devrelerin mBlock ile programlanması yer almaktadır. Bu programlama sayesinde robotik uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Mühendislik ve tasarım sürecinde ise hem deney hem de kontrol grubuna mühendislik ve tasarım döngüsünü takip ederek çözüme ulaşacakları ve tasarımlarını yapacakları problem durumlarını içeren etkinlikler hazırlanmıştır. Her hafta yapılan uygulamaya yönelik bir uygulama raporu öğrenciler tarafından hazırlanıp performans değerlendirilmesi yapılmak üzere araştırmacıya (uzaktan eğitim platformundaki ödev kutusu ile) teslim edilmiştir. Aynı şekilde mühendislik ve tasarım döngüsünün takip edilerek yapılan uygulama raporları öğrenciler tarafından hazırlanmış ve değerlendirilmek üzere araştırmacıya teslim edilmiştir. Deney grubuna ait haftalık uygulamalar Ek-6'da, kontrol grubuna ait haftalık uygulamalar

Ek-7'de verilmiştir. Deney grubuna ait mühendislik ve tasarım uygulamaları Ek-8'de, kontrol grubuna ait mühendislik ve tasarım uygulamaları Ek-9'da verilmiştir.

3.4.2. Pilot Uygulama

Bu araştırmanın pilot uygulama süreci asıl uygulamanın yapıldığı devlet üniversitesinde ikinci sınıf düzeyinde öğrenim gören 18 fen bilgisi öğretmen adayı ile yapılmıştır. 14 hafta süren pilot çalışmada esas uygulama öncesinde gerekli görülen düzeltmelerin ve değişikliklerin yapılabilmesine olanak sağlamıştır. Pilot çalışma aşağıda yer alan unsurlar açısından değerlendirilmiştir;

- ❖ Uygulamaların (mBlock, Tinkercad ve Arduino) öğrenilmesi süreci,
- ❖ Öğrenci ve öğretmen yönüyle kullanışlılığı (zaman, maliyet, ders tasarımı).

- *mBlock programının öğrenilmesi*

Bu aşamada fen bilimleri öğretmen adayları mBlock programlama seçmeli dersi kapsamında 26 Eylül 2022 tarihinden itibaren yedi hafta boyunca mBlock ile programlamayı öğrenmiştir. Bu süreç dersin öğretim üyesi tarafından yürütülmüştür. Sürecin gerçek uygulama için uzun olduğuna karar verilmiş ve araştırmacı tarafından bu sürecin daha kısa sürede tamamlanıp tamamlanamayacağı belirlenmek amacıyla ikinci bir gruba (üçüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adayları) tekrar mblock programının öğretildiği pilot çalışma yapılmıştır.

- *mBlock programının öğrenilmesine yönelik 2. pilot çalışma*

Daha önce hazırlanan ve uygulanan mBlock programının öğrenciler için uzun ve yorucu olduğuna karar verilmiştir. Önceki pilot uygulamada yedi hafta süren mBlock programının öğrenilmesi iki hafta gibi kısa sürede ve gerekli kod bloklarının kullanımına yönelik olarak yeniden düzenlenmiştir. Bu pilot çalışmada öğrencilerin daha kısa sürede mBlock programını öğrenmeleri için yapılan düzenlemeler test edilmiştir. Bu uygulama öğrencilerin mBlock programını tanıması ve Arduino ile programlarken gerekli olacak kod dizilerinin yoğun olarak öğrenildiği bir çalışma olarak yürütülmüştür. Süreç iki hafta (altı ders saati) sürmüştür. Bu çalışmada sadece temel kod dizilerinin ve Arduino için gerekli kodların öğrenilmesinin öğrenciler yönüyle daha anlaşılır ve öğretmen yönüyle daha kullanışlı olduğuna karar verilmiştir. Gerçek uygulamada bu düzenlemeler dikkate alınmıştır.

- *Tinkercad simülasyonu ile devre kurma ve programlamanın öğrenilmesi*

İkinci aşama olan Tinkercad simülasyon programının öğrenilmesi süreci araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Öğrenciler Tinkercad devre simülasyonunu altı hafta boyunca uygulamalarla öğrenmiştir. Toplamda dört hafta boyunca Tinkercad simülasyon programı ile uygulamalar yapılmıştır. İlk hafta akıllı bir devrede bulunan devre elemanlarının işlevi hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Devreye bağlanan ledin ışık vermesi için gerekli direnç ve Ohm Yasası bağlamında teorik bilgiler tekrar edilmiştir. Sonraki haftalarda Arduino ile programlama yapılırken kullanılacak devre elemanlarının tanıtılması ve örnek devrelerin kurulması sağlanmıştır. Devre elemanlarının tanıtılmasında öncelikle devre elemanının görev ve işlevi tanımlanmıştır. Daha sonra devre kurulurken devre elemanlarının nasıl bağlanması gerektiği hakkında örnek bir devre tanıtılmıştır. Öğrencilerden devre elemanını kullanarak örnek bir programlamayı yapıp çalıştırmaları istenmiştir. Her bir devre elemanı için farklı örnek programlamayı öğrencilerin yapması sağlanmıştır. Süreç sonunda öğrencilerin simülasyon programını öğrenmede zorlanmadıkları, her bir uygulamada pratik kazanarak hızlandıkları gözlenmiştir. Uygulamalar süresinde programlanan devrelerde sıcaklık sensörünün çalıştırılmasında sorunlar yaşanmıştır. Bu sebeple gerçek uygulamada sıcaklık sensörüne yer verilmemiştir.

- *Arduino seti kullanımının öğrenilmesi*

Öğrencilerin her biri için bir Arduino seti temin edilmiştir. Simülasyonda gördükleri devre elemanları setler ile tekrar tanıtılmıştır. Arduino kartın bilgisayara nasıl bağlandığı ve programlandığı örnek bir devre ile tanıtılmıştır. İlk devre kurulumunda, içinde bir ledin 1 saniye aralıklarla yanıp sönmesini sağlayacakları devre kurulup çalıştırılmıştır. Arduino setlerinde birden fazla sensör ve devre elemanı bulunmaktadır. Setlerin kullanıldığı ilk ders sınıfa setlerin getirilmesi ve tanıtılmasında (ergonomiklik yönünden) karmaşıklık yaşandığı için kullanım kolaylığı sağlamak adına sadece programlanacak devre elemanlarını içeren setlerin verilmesinin uygun olacağı belirlenmiştir.

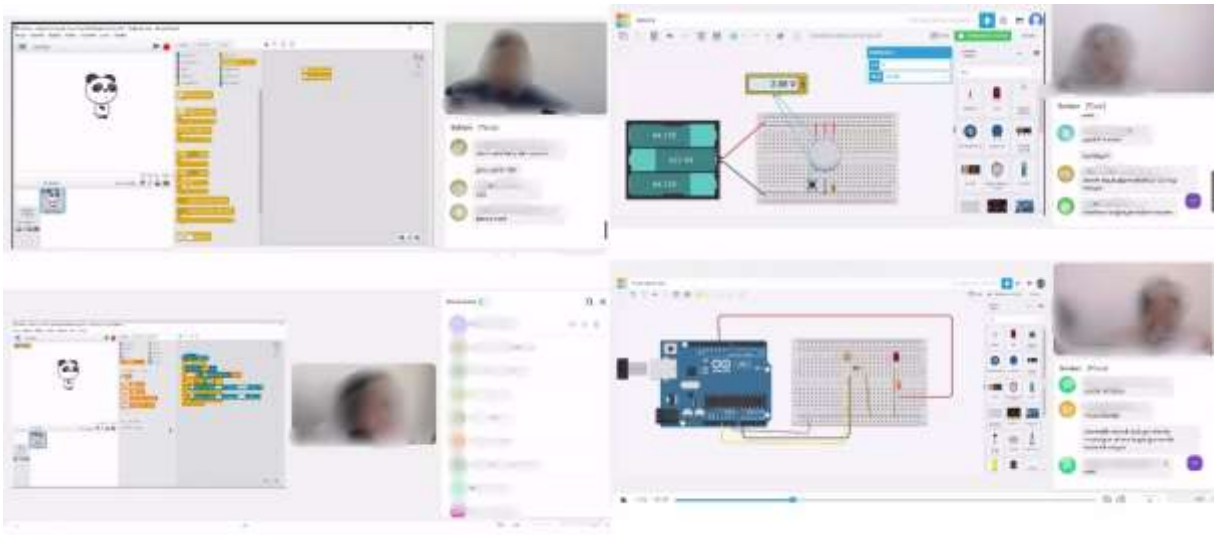
Tablo 5'te pilot uygulama planına yer verilmiştir.

Tablo 5
Pilot Uygulama Planı

Hafta	Uygulama	İçerik
1-7. hafta	Mblock ile programlama	Hareket, ses, kalem, kontrol, olaylar, işlem, Arduino kod blokları
8-12. hafta	Mblock+Simülasyon uygulamaları	Ledler ile devre kurulumu RGB led
		Buzzer ile devreler
		Potansiyometre ile devreler
		Sensörlere giriş ldr sensör
		Mesafe sensörü
		Gaz senseörü
		Sıcaklık sensörü
14. hafta	Robotik STEM uygulamaları	Mühendislik ve tasarıma yönelik Robotik STEM uygulamaları

3.4.3. Asıl Uygulama

Araştırmanın asıl uygulaması 2022-2023 eğitim öğretim yılının bahar döneminde yapılmıştır. Bahar döneminin başında ülkemizin güneydoğusunu etkileyen büyük bir deprem yaşanmıştır. Bunun sonucunda eğitim öğretim faaliyetlerinin uzaktan yürütülmesine karar verilmiştir. Esas uygulama çevrimiçi olarak uzaktan eğitim yoluyla yürütülmüştür. Uzaktan eğitim sürecinde öğretmen adaylarının öğrenim gördüğü üniversitenin Öğrenme Yönetim Sistemi (ÖYS) kullanılmıştır. Kullanılan uzaktan öğrenme platformu canlı derslerin, kayıtlı derslerin, ödev ve öğrencilerle paylaşılan dokümanların bulunduğu bir platformdur. ÖYS'de yürütülen derslere ait kesitler Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 13. Uygulamaların yapıldığı derslerden bazı kesitler.

Uygulamalar üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada deney ve kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarına uygulamalarda kullanılacak öğrenme ortamının, araç-gereçlerin ve programların tanıtılmasıdır. İkinci aşamada basit elektrik devrelerinden başlamak üzere ledlerin ve sensörlerin devrelere dahil edildiği zenginleştirilmiş elektrik devrelerinin deney grubunda kodlamalarla, kontrol grubunda ise kodlama yapılmadan kurulması aşamasıdır. Üçüncü aşamada ise ikinci aşamada öğrenilen devre kurma bilgileri ve becerileri kullanılarak bir problem durumuna çözüm olabilecek mühendislik ve tasarımın uygulandığı devrelerin kurulmasıdır. Uygulama aşamaları Şekil 14'te verilmiştir.



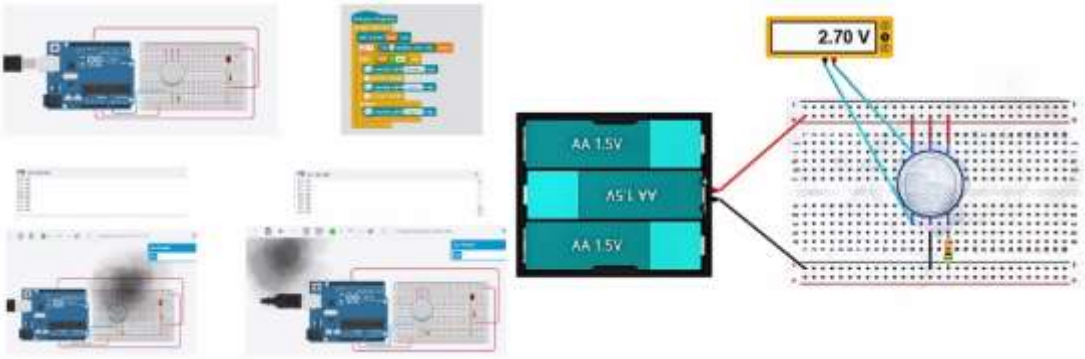
Şekil 14. Uygulama aşamaları

Deney ve kontrol grubunda izlenen uygulama planı Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6
Uygulama Planı

	Deney Grubu			Kontrol Grubu		
Hafta	Uygulama	Ortam	Materyal	Uygulama	Ortam	Materyal
1	ÖN TESTLER ve arayüz tanıtımı	Çevrimiçi		ÖN TESTLER ve arayüz tanıtımı	Çevrimiçi	
2	Uygulama 1- Tinkercad *kodlamalı* Basit elektrik devreleri	Çevrimiçi	Uyg. kılavuzu, mBlock, Tinkercad	Uygulama 1- Tinkercad Basit elektrik devreleri	Çevrimiçi	Uyg. kılavuzu, Tinkercad
3	Uygulama 2- Tinkercad *kodlamalı* Led devreleri	Çevrimiçi	Uyg. kılavuzu, mBlock, Tinkercad	Uygulama 2- Tinkercad Led devreleri	Çevrimiçi	Uyg. kılavuzu, Tinkercad
4	Uygulama 3- Tinkercad *kodlamalı* RGB Led devreleri	Çevrimiçi	Uyg. kılavuzu, mBlock, Tinkercad	Uygulama 3- Tinkercad RGB Led devreleri	Çevrimiçi	Uyg. kılavuzu, Tinkercad
5	Uygulama 4- Tinkercad *kodlamalı* Sensörlere giriş LDR (fotodirenç) devreleri	Çevrimiçi	Uyg. kılavuzu, mBlock, Tinkercad	Uygulama 4- Tinkercad Sensörlere giriş LDR (fotodirenç) devreleri	Çevrimiçi	Uyg. kılavuzu, Tinkercad
6	Uygulama 5- Tinkercad *kodlamalı* Ultrasonik mesafe sensörü devreleri	Çevrimiçi	Uyg. kılavuzu, mBlock, Tinkercad	Uygulama 5- Tinkercad Hareket Sensörü devreleri	Çevrimiçi	Uyg. kılavuzu, Tinkercad
7	Uygulama 6- Tinkercad *kodlamalı* Gaz sensörü devreleri	Çevrimiçi	Uyg. kılavuzu, mBlock, Tinkercad	Uygulama 6-- Tinkercad Gaz sensörü devreleri	Çevrimiçi	Uyg. kılavuzu, Tinkercad
8	Uygulama 7- Tinkercad *kodlamalı* Toprak nem sensörü devreleri	Çevrimiçi	Uyg. kılavuzu, mBlock, Tinkercad	Uygulama 7- Tinkercad Eğim sensörü devreleri	Çevrimiçi	Uyg. kılavuzu, Tinkercad
9	Uygulama 8- Mühendislik ve tasarım robotik STEM uygulamaları	Çevrimiçi	mBlock, Tinkercad	Uygulama 8- Mühendislik ve tasarım STEM uygulamaları	Çevrimiçi	Tinkercad
	SON TESTLER			SON TESTLER		

Deney ve kontrol grubu haftalık uygulamalarından örnek devreler Şekil 15'te verilmiştir.



Şekil 15. Deney ve kontrol grubunun haftalık uygulamalarından bir örnek

Mühendislik ve tasarım uygulamalarına ait bir örnek Şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 16. Mühendislik ve tasarım uygulamasına ait bir örnek

3.5. Geçerlik ve Güvenirliğe İlişkin Tedbirler

Deneysel çalışmalardaki iç geçerlik tehditleri bağımlı ve bağımsız değişkenin nedenselliğinin bozulması ile ortaya çıkar. Yani bir değişkendeki değişimin diğer değişkeni de değiştirmesi durumu iç geçerliliği tehdit etmektedir. İç geçerlik tehditleri katılımcılar ve onların

deneyimlerinden kaynaklanabilir, deneysel işlemle ilgili olabilir veya deney sırasında oluşan ve çalışmayla ilgili meydana gelecek prosedürler ile ilgili tehditler olabilir (Creswell, 2021). Bu çalışma için olası tehditler ve bunlarla başa çıkmak üzere uygulanan tedbirler ele alınmıştır.

Uygulama sırasında kontrol altında tutulan değişkenlerden ilki deney ve kontrol grubunda öğretim uygulamalarını gerçekleştirecek olan araştırmacının aynı olmasıdır. Öğrencilerin sosyo-ekonomik düzeyi bilgisayar ve internet erişim olanakları kontrol edilmiştir. Bilgisayar erişiminin olmadığını beyan eden iki öğrenci için üniversite ve dersin öğretim üyesi tarafında bilgisayar temin edilmiştir.

Deneysel çalışmanın başlaması ve sonlanması arasında geçen zamanda ön ve son test arasındaki sonucu etkileyecek bazı olayların yaşanması geçerlilik tehdidi oluşturmaktadır. Bu süre zarfında deneysel işleme ek olarak geçirilen zaman, tartışma, konuşma seanslarının kontrol altına alınması gerekir. Bu araştırmada çalışma grubu deneysel işlem haricinde bir etkinliğe, konuşmaya, tartışmaya maruz bırakılmamıştır. Grupların ders süreleri ve öğretici ile etkileşimleri eşit tutulmuştur.

Araştırmanın katılımcıları deney süresince gelişebilir, değişebilirler, deneyim kazanabilirler. Bu değişim ön ve son test puanları arasındaki farkı etkileyebilir. Bu durumu engellemek adına benzer seviyedeki katılımcıların seçimi önerilmektedir. Bu araştırmanın katılımcıları yaş ve başarı düzeyi olarak benzerdir. Bu duruma ek olarak uygulama süresi farklı olgunlaşma seviyeleri oluşturacak uzunlukta değildir.

Deney ve kontrol grubu birbirleri ile deneysel işlem hakkında etkileşime girdiklerinde deneysel süreç hakkında kontrol grubu bilgi sahibi olabilir ve bu durum iç geçerliliği tehdit eder. Bu çalışmada online olarak işlenen derslerin şube öğrencileri dışında erişilmesine izin verilmemiştir. Katılımcılar birinci sınıf olduğundan seçmeli dersler gibi farklı şubelerden öğrencilerle ortak derste bulunma olanakları yoktur. Katılımcıların kendi şubeleri dışında derslere katılmaları mümkün değildir. Bu etkileşim sınırlılığı kontrol grubunun bilgi sahibi olması riskini azaltmaktadır.

İç geçerlilik için olası tehditlerden biri de katılımcıların son teste aşina olmaları ve cevapları hatırlıyor olmalarıdır. Bu çalışmada son test sekiz hafta gibi bir süre geçtikten sonra yapılmıştır. Bu süre hatırlama için elverişli değildir.

Ön test ve son test arasında veri toplama aracı değişebilir bu durum iç geçerliği tehdit etmektedir. Bu çalışmada ön ve son testlerde aynı ölçme araçları kullanılmıştır. Performans ölçümlerini standartlaştırmak için ise rubrik kullanılarak ölçüm standartlaştırılmıştır.

3.6. Verilerin Analizi

3.6.1. Nicel Verilerin Analizi

Araştırmanın nicel kısmından elde edilen veriler SPSS 26 programı ile analiz edilmiştir. Verilerin analizinde hangi testlerin kullanılacağına karar vermek adına veriler üzerinden normallik testleri yapılmış ve varsayımlar kontrol edilmiştir. Bağımsız gruplar için EDKBT normallik istatistikleri sonucu Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 7
Deney ve Kontrol Gruplarının EDKBT Normallik Analizi Shapiro-Wilk Testi Bulguları

		Kolmogorov-Simirnov			Shapiro-Wilk		
		İstatistik	n	p	İstatistik	df	p
EDKBT ön test	Deney	,15	43	,01	,88	43	,00
	Kontrol	,16	18	,20	,91	18	,09
EDKBT son test	Deney	,40	43	,00	,48	43	,00
	Kontrol	,36	18	,00	,69	18	,00

Verilerin normal dağılıp dağılmadığına karar verilirken birden fazla kriter incelenmiştir. Bunlardan ilki örneklem sayısının 50'nin altında olduğu durum için incelenen Shapiro-Wilk testi sonuçlarıdır. Tablo 7'ye göre Shapiro-Wilk testi bulgularında verilerin normal dağılmadığı görülmektedir ($p<,05$). Veriler normal dağılmadığı için non-parametrik testlerin yapılması uygun görülmüştür. Kontrol grubu verileri için normallik testi analiz sonuçlarını incelendiğinde Shapiro-Wilk testi bulguları normal bir dağılım olmadığını göstermektedir ($p<,05$). Parametrik testlerin kullanılması için gerekli olan verilerin normal dağılım göstermesi ve çalışma gruplarında yer alan katılımcı sayısının $n\geq30$ olması varsayımları sağlanamamıştır. Bu sebeple EDKBT'ne yönelik verilerin analizinde gruplararası farklılıkları analiz etmek üzere non-parametrik testlerden biri olan Mann Whitney-U, grup içi farklılıkları analiz etmek üzere Wilcoxon İşaretli Sıralar testi uygulanmıştır.

Araştırmada haftalık olarak yapılan uygulamaların değerlendirilmesinde rubrikler kullanılmıştır. Haftalık uygulamalardan sonra ise mühendislik ve tasarım uygulaması

yapılmıştır. Deney ve kontrol grubuna ait ilk ve son uygulama ve mühendislik tasarım uygulamasına ait normallik testi analiz sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8
Deney ve Kontrol Grubunun Performans Puanları Normallik Analizi Shapiro-Wilk Testi Bulguları

		Kolmogorov-Simirnov			Shapiro-Wilk		
		İstatistik	n	p	İstatistik	df	p
İlk-uyg.	Deney	,28	43	,00	,70	43	,00
	Kontrol	,29	18	,00	,78	18	,00
Son-uyg.	Deney	,37	43	,00	,46	43	,00
	Kontrol	,24	18	,00	,89	18	,05
Müh.tasarım	Deney	,37	43	,00	,51	43	,00
	Kontrol	,31	18	,00	,74	18	,00

Tablo 8'e göre deney ve kontrol grubunun uygulama performans ortalama puanları normal dağılım göstermemektedir (p<,05). Bu sebeple deney ve kontrol gruplarında yapılan ilk ve son uygulama arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için Mann Whitney-U, grup içi farklılıkları analiz etmek üzere Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Deney ve kontrol grupları arasında mühendislik ve tasarım uygulaması sonucunda performans puanlarında anlamlı farklılık olup olmadığı Mann Whitney-U testi ile analiz edilmiştir.

Uygulamalara yönelik ilgi takip formu ile (her uygulama sonrasında) tekrarlı olarak veri toplanmıştır. Tekrarlı ölçümler için Anova testinin varsayımlarından biri verilerin normal dağılım gösteriyor olmasıdır. Tekrarlanan ölçümlerden elde edilen verilerin Shapiro-Wilk normallik testi p<,05 değerine sahiptir. Skewness (çarpıklık) ve Kurtosis (basıklık) değerlerinin ise ±1 aralığının dışında değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Verilerin normal dağılmaması sebebiyle non-parametrik testlerden olan Friedman Testi tercih edilmiştir.

3.6.2. Ön Testlerden Elde Edilen Verilerin Analizi

Araştırma sorusu 1.1: *"Deney ve kontrol grubu ön test EDKBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?"*

Öğretmen adaylarının uygulama öncesinde elektrik devreleri konusuna yönelik başarıları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı test edilmiştir. Tablo 9'da Mann Whitney-U testi bulguları yer almaktadır.

Tablo 9
Deney ve Kontrol Gruplarının Uygulama Öncesi EDKBT Mann Whitney-U Testi Bulguları

Grup	n	Sıra toplamı	Median (Min.-Max.)	U	p
Deney	43	1316,00	0,70 (0-1,00)	370,00	,78
Kontrol	18	575,00	0,65 (0,20-1,00)		

Tablo 9'a bakıldığında uygulamalardan önce deney ve kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının EDKBT başarılarında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir (U=370,00, z=,272, p>,05). Uygulamalardan önce deney ve kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının sıra ortalamalarının birbirine oldukça yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. Buna göre uygulama öncesi deney ve kontrol gruplarının elektrik devrelerine yönelik başarılarının benzer olduğu görülmektedir.

Araştırma sorusu 2.1: *"İlk uygulamada deney ve kontrol grubunun performans puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?"*

Öğretmen adaylarının ilk uygulamaya yönelik performanslarında anlamlı farklılık olup olmadığı test edilmiştir. Tablo 10'da Mann Whitney-U testi bulguları yer almaktadır.

Tablo 10
Deney ve Kontrol Gruplarının İlk Uygulama Performanslarına İlişkin Mann-Whitney-U Testi Bulguları

Grup	n	Sıra toplamı	Median (Min.-Max.)	U	p
Deney	43	1594,50	12 (6-12)	125,50	,00
Kontrol	18	296,50	9,6 (2,4-10,8)		

Tablo 10'a göre yapılan ilk uygulama sonucunda deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir (U=125,50, z=4,261, p<,05).

3.6.3. Nitel Verilerin Analizi

Araştırmanın nitel verileri öğretmen adaylarının STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşlerinin analizi sonucunda elde edilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrasında hem deney hem de kontrol grubuna yarı yapılandırılmış görüşme soruları yöneltilmiştir. Sorulara verilen cevaplar içerik analizine tabi tutulmuştur. İçerik analizinde kodlama yoluyla ortaya çıkan kodlar (kavramlar) ve bu kodlar arasındaki ilişkiler (temalar) ortaya çıkarılır (Yıldırım & Şimşek, 2016 s.242). Bu çalışma kapsamında nitel verilerin içerik analizi araştırmacının yanı sıra fen eğitimi alanında doktora eğitimine devam eden bir fen bilgisi öğretmeni tarafından

içerik analizi yapılmıştır. İki kodlayıcının içerik analizleri bulguları karşılaştırılmıştır. Veri analizinin güvenirliğinin belirlenmesinde Miles ve Huberman'ın (1994) önerdiği kodlayıcılar arasında görüş birliğini belirlemeyi sağlayan $\text{Güvenilirlik}=\frac{\text{Görüş Birliği}}{\text{Görüş Birliği}+\text{Görüş Ayrılığı}} \times 100$ formülü kullanılmıştır. Miles ve Huberman'a (1994) göre kodlayıcılararası görüş birliğinin %80'in üzerinde olması bulguların güvenilir olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada nitel verilerin güvenirliği %83 olarak hesaplanmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu araştırmanın amacı robotik STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının elektrik devreleri konusundaki başarılarına, uygulamalara yönelik performanslarına, uygulamalara yönelik ilgilerine ve STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşlerine etkisini araştırmaktır. Bu amaçla araştırmada nicel ve nitel veri toplama araçlarından elde edilen bulgular bu bölümde sırasıyla sunulmuştur.

4.1. Nicel Araştırma Problemlerine Ait Bulgular

Araştırmada kullanılan EDKBT, uygulamalara yönelik performans değerlendirme rubriği ve uygulamalara yönelik ilgi takip formu ile nicel veriler elde edilmiştir. Aşağıda sırasıyla araştırma sorularına ve verilerin analizi sonucunda ortaya çıkan bulgulara yer verilmiştir.

Araştırma sorusu 1.2: *"Deney ve kontrol grubu son test EDKBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?"*

Deney ve kontrol grubuna ait EDKBT betimsel istatistik verileri Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11
EDKBT Betimsel İstatistik Verileri

Grup	Test	N	$\bar{X}$	SS
Deney	Ön test	43	,67	,25
Kontrol		18	,70	,24
Deney	Son test	43	,95	,11
Kontrol		18	,87	,14

Tablo 11'e göre EDKBT ön testinde deney ($\bar{X}$=,67) ve kontrol ($\bar{X}$=,70) grubunun aritmetik ortalamaları yakın değerlere sahiptir. Son teste ilişkin istatistikler incelendiğinde ise aritmetik ortalamanın hem deney ($\bar{X}$=,95) hem de kontrol ($\bar{X}$=,87) grubunda ön teste göre daha büyük değere sahip olduğu görülmektedir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının elektrik devreleri konusundaki başarılarını incelemek üzere nicel veri toplama aracı olan EDKBT deney ve kontrol gruplarına uygulamalardan önce ve sonra uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının uygulamadan sonra EDKBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Mann Whitney-U Testi ile analiz edilmiştir. Tablo 12'de analiz bulguları yer almaktadır.

Tablo 12
Deney ve Kontrol Gruplarının Uygulama Sonrasında EDKBT Mann Whitney-U Testi Bulguları

Grup	n	Sıra toplamı	Median (Min.-Max)	U	p	r
Deney	43	1528,50	1,00 (0,40-1,00)	191,50	,00	,45
Kontrol	18	362,50	0,90 (0,40-1,00)			

Tablo 12'ye göre robotik STEM uygulamalarından sonra deney ve kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının elektrik devreleri konusu başarılarında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir (U=191,50, z=3,517, p<,05). Sıra ortalamaları dikkate alındığında uygulama sonrasında sıra ortalamalarının deney grubu lehine yüksek olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak robotik STEM uygulamalarının elektrik devreleri konusuna yönelik başarıyı arttırmada etkili olduğu görülmektedir. Robotik STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının elektrik devreleri konusuna ait başarıları üzerinde orta büyüklükte bir etkiye sahip olduğu hesaplanmıştır (r=,45).

Araştırma sorusu 1.3: *"Deney grubu ön test ve son test EDKBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?"*

Deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında EDKBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi yapılmıştır. Tablo 13'te test sonucunda ulaşılan bulgular yer almaktadır.

Tablo 13
Deney Grubunun Ön Test ve Son Test EDKBT Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları

Son test-ön test	n	Sıra toplamı	z	p	r
Negatif sıra	2	15,00	5,34*	,00	,81
Pozitif sıra	38	805,00			
Eşit	3				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 13'e göre robotik STEM uygulamalarından önce ve uygulamalardan sonra deney grubunun EDKBT ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir (z=5,34, p<,05). Fark puanlarının sıra ortalaması ve sıra toplamı dikkate alındığında bu farkın son test anlamına gelen pozitif sıralar yönünde olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre robotik STEM uygulamalarının elektrik devreleri konusuna yönelik başarılarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Hesaplanan etki büyüklüğü değeri de (r=,81) robotik STEM uygulamalarının büyük etki değeri ile olumlu etkisini desteklemektedir.

Araştırma sorusu 1.4: *"Kontrol grubu ön test ve son test EDKBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?"*

Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında EDKBT puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi yapılmıştır. Tablo 14'te test sonucunda ulaşılan bulgular yer almaktadır.

Tablo 14
Kontrol Grubunun Ön ve Son Test EDKBT Ölçümlerinin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları

Son test-ön test	n	Sıra toplamı	z	p	r
Negatif sıra	6	27,00	2,35*	,01	,55
Pozitif sıra	11	126,00			
Eşit	1				

*Negatif sıralar temeline dayalı

Tablo 14'e göre kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının uygulamalarından önce ve uygulamalardan sonra EDKBT ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir (p<,05). Fark puanlarının sıra toplamı dikkate alındığında bu farkın son test anlamına gelen pozitif sıralar yönünde olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre robotik olmayan STEM uygulamalarının elektrik devreleri konusu başarılarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Kontrol grubundaki bu anlamlı sonuçta STEM uygulamalarının etkisinin büyük (r=,55) değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sorusu 2.2: *"Son uygulamada deney ve kontrol grubunun uygulama performans puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?"*

Öğretmen adaylarının yaptıkları son uygulamalarda performans puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı Mann Whithey-U Testi ile test edilmiştir. Bulgular Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15
Son Uygulama İçin Deney ve Kontrol Gruplarının Uygulama Performanslarına İlişkin Mann Whitney-U Testi Bulguları

Grup	n	Sıra toplamı	Median (Min.-Max.)	U	p	r
Deney	43	1554,00	10 (4-11)	166,00	,00	,46
Kontrol	18	337,00	8,4 (4,8-12)			

Tablo 15'e göre deney ve kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının yaptıkları son uygulamalara yönelik performans puanları anlamlı bir farklılığa sahiptir (U= 166,00, z= 3,645, p<,05). Bu anlamlı farklılıkta robotik uygulamaların etkisinin orta büyüklükte (r=,46) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sorusu 2.3: *"Deney grubunun ilk ve son uygulamalardaki uygulama performans puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?"*

Deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının ilk yaptıkları robotik STEM uygulamaları ile yaptıkları son uygulamanın performans puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi yapılmıştır. Test bulguları Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16
Deney Grubunun İlk ve Son Uygulamaya İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları

Son uyg.-ilk uyg.	n	Sıra toplamı	z	p	r
Negatif sıra	31	548,00	3,42*	,00	,52
Pozitif sıra	5	118,00			
Eşit	7				

Tablo 16'ya göre deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının yaptıkları ilk ve son robotik STEM uygulamaların performans puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir (p<,05). Bu anlamlı farklılıkta robotik uygulamaların büyük bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (r=,52).

Araştırma sorusu 2.4: *"Kontrol grubunun ilk ve son uygulamalardaki uygulama performans puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?"*

Kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının ilk yaptıkları STEM uygulamaları ile yaptıkları son uygulamanın performans puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi yapılmıştır. Test bulguları Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17
Kontrol Grubunun İlk ve Son Uygulamaya İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Bulguları

Son uyg.-ilk uyg.	n	Sıra toplamı	z	p
Negatif sıra	9	57,50	,31*	,75
Pozitif sıra	5	47,50		
Eşit	4			

Tablo 17'ye göre kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının yaptıkları ilk ve son STEM uygulamaların performans puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir (p>,05).

Araştırma sorusu 2.5: *"Deney ve kontrol grubu mühendislik ve tasarım uygulaması performans puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?"*

Deney ve kontrol gruplarının mühendislik ve tasarım uygulamasından aldıkları performans puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için Mann Whitney-U Testi yapılmıştır. Bulgular Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18
Deney ve Kontrol Grubu Mühendislik ve Tasarım Performans puanları Mann Whitney-U Testi Bulguları

Grup	n	Sıra toplamı	Median (Min.-Max.)	U	p
Deney	43	1414,50	12 (6-12)	305,50	,12
Kontrol	18	476,50	12 (6-12)		

Tablo 18'e göre deney ve kontrol grubunun mühendislik ve tasarım performansları anlamlı bir farklılık göstermemektedir (p>,05).

Araştırma sorusu 3.1: *"Deney ve kontrol gruplarının ilgi toplam puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?"*

Deney ve kontrol gruplarında ilgi puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla tüm haftalardan elde edilen ilgi puanlarının ortalaması

hesaplanmıştır. İlgi puan ortalamaları arasında farklılık olup olmadığı Mann Whitney-U Testi ile analiz edilmiştir. Analiz bulguları Tablo 19'da verilmiştir.

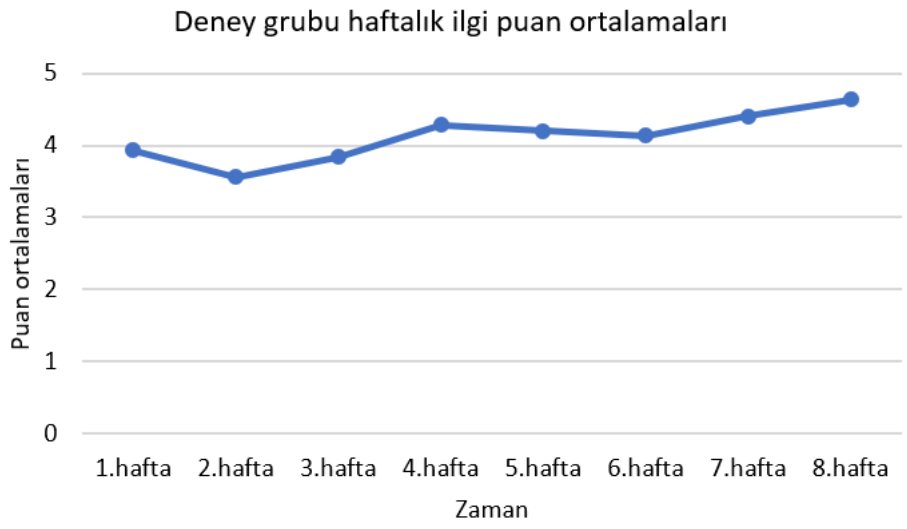
Tablo 19
Deney ve Kontrol Grubu Tüm Haftaların Toplam İlgi Puan Ortalamaları Mann Whitney-U Testi Bulguları

Grup	n	Sıra toplamı	Median (Min.-Max.)	U	p	r
Deney	38	1330,00	4 (3-4,75)	95,50	,00	0,58
Kontrol	18	266,50	3,18 (1,83-4)			

Tablo 19'a göre deney ve kontrol grubuna ait tüm haftaların ilgi ortalamaları karşılaştırıldığında deney grubunun ilgi puan ortalamaları ile kontrol grubunun ilgi puan ortalamaları anlamlı farklılık göstermektedir (U=95,50, z= 4,350, p=,000). Bu anlamlı farklılığın robotik STEM uygulamalarından kaynaklandığı söylenebilir. Robotik STEM uygulamaların bu farklılıktaki etki büyüklüğünün büyük düzeyde olduğu belirlenmiştir (r=,58).

Araştırma sorusu 3.2: "*Deney grubunun uygulama süresince haftalık ilgi puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?"*

Deney grubunda yapılan uygulamalara yönelik haftalık ilgi ortalamaları Şekil 17'de yer almaktadır.



Şekil 17. Deney grubu haftalık ilgi ortalamaları

Deney grubunun haftalar arası ilgi puan ortalamalarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için Friedman Testi yapılmıştır. Tablo 20'de Friedman Testi bulguları yer almaktadır.

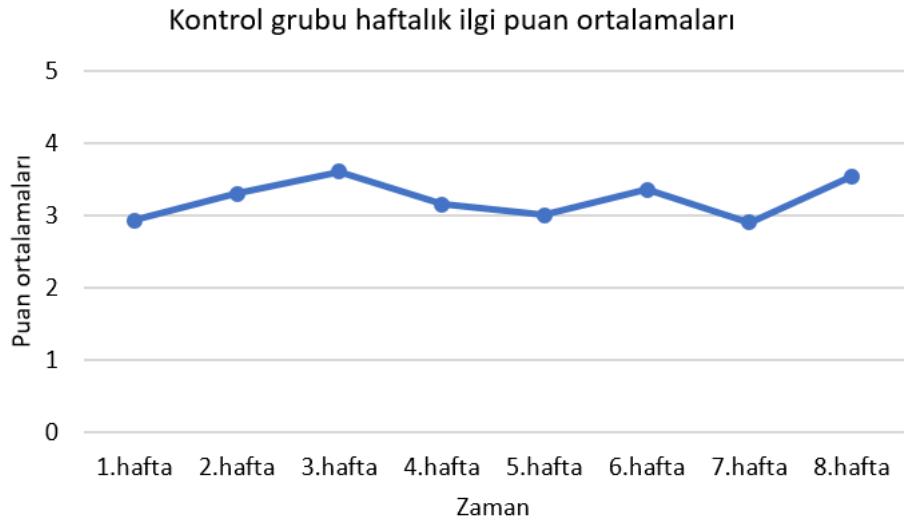
Tablo 20
Deney Grubu Uygulamalara Yönelik Haftalık İlgi Puan Ortalamaları Friedman Testi Bulguları

Hafta	Sıra ortalaması	X^2	p
Hafta 1	4,26	7,51	,37
Hafta 2	3,63		
Hafta 3	4,07		
Hafta 4	4,80		
Hafta 5	4,52		
Hafta 6	4,78		
Hafta 7	4,96		
Hafta 8	4,98		

Tablo 20'ye göre uygulamalar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Araştırma sorusu 3.3: "*Kontrol grubunun uygulama süresince haftalık ilgi puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?"*

Kontrol grubunda yapılan uygulamalara yönelik haftalık ilgi ortalamaları Şekil 18'de yer almaktadır.



Şekil 18. Kontrol grubu haftalık ilgi ortalamaları

Kontrol grubu haftalar arası ilgi ortalamalarının anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek üzere Friedman Testi yapılmıştır. Tablo 21'de test bulguları yer almaktadır.

Tablo 21
Kontrol Grubu Uygulamalara Yönelik Haftalık İlgi Puan Ortalamaları Friedman Testi Bulguları

Hafta	Sıra ortalaması	X^2	p
Hafta 1	3,60	9,29	,23
Hafta 2	5,25		
Hafta 3	5,70		
Hafta 4	4,65		
Hafta 5	3,95		
Hafta 6	5,15		
Hafta 7	3,45		
Hafta 8	4,25		

Tablo 21'e göre kontrol grubunda uygulamalara yönelik ilgi ortalamaları anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

Araştırma sorusu 3.4: "*Uygulamalar sonrasında deney ve kontrol grubunun uygulamalara yönelik bireysel ilgileri gelişiyor mu?"*

Deney ve kontrol grupları ile yapılan uygulamalar tamamlandıktan sonra bazı öğrencilerin uygulamalara yönelik ilgilerinin olduğu belirlenmiştir. Buna dayanarak ilginin devamlılığı ve bireysel ilginin gelişimi araştırılmıştır. Robotik STEM uygulamalarına yönelik yüz yüze ve daha fazla uygulama yapma fırsatı sunulduğunda öğrencilerin buna katılacağının belirlenmesi önemlidir. Çünkü uygulamalar ile tetiklenen ilginin gelişen bireysel bir ilgiye dönüşme potansiyeli uygulamaların etkililiği yönünden önemlidir. Bu sebeple fen bilgisi öğretmen adaylarının ders dışında tamamen istekli ve gönüllü olarak uygulama yapmaya vakit ayırma tercihlerini belirlemek amacıyla üniversite bünyesinde bir *Robotik STEM* topluluğu kurulmuştur. Bu topluluğa ve topluluk programına katılmak tamamen gönüllülük esasına dayalıdır. Topluluk, uygulamaların tamamlanmasından sonra yaz tatilinin bitiminde yani üç aylık bir aranın sonunda kurulmuştur. Topluluk resmi olarak oluşturulduktan sonra öğrencilere duyurulmuş ve isteyenlerin daha fazla uygulama yapmak için bu topluluğa katılabilecekleri belirtilmiştir. Aradan süre geçmesine rağmen deney grubundaki öğretmen adaylarının topluluğa katılımın yüksek olduğu belirlenmiştir (deney grubundan 18 katılımcı, kontrol grubundan iki katılımcı). Topluluk etkinlikleri kapsamında bir atölye çalışması yapılacağı duyurulmuştur. Bu atölye çalışmasında robotik STEM uygulamaları yapılmıştır. Katılmak isteyen öğrencilerin kayıt yapmaları için bir form oluşturulmuştur. Bu formda kişisel bilgilerin yanı sıra öğretmen adaylarına neden bu atölye çalışmasına katılmak istedikleri sorulmuştur (Katılımcı öğretmen adayları "K" ile kodlanmıştır). Öğretmen adaylarından gelen bazı cevaplar şu şekildedir:

K3: *"Kendimi geliştirmek için ve yaparken zevk aldığım için katılmak istiyorum"*

K14: *"Stem destekli bir fen öğretmeni olma yolundaki bir adım olduğunu düşünüyorum"*

K15: *"Online eğitimde alınan derslerin uygulamaya dönüştürmek için"*

K1: *"Arduino seti ile devre kurmak ve bu alandaki becerilerimi geliştirmek için"*

K7: *"İlgimi çektiği için"*

K4: *"Daha deneyimli hale gelmek ve eksiklerimi kapatmak adına gelmek isterim"*

K10: *"İlgimi çekiyor"*

Etkinlik sonunda öğretmen adaylarında "bu etkinlikle ilgili faydalı bulduğunuz ve zorlandığınız noktalar nelerdir?" sorusu sorulmuştur. Öğrencilerden gelen ve etkinliğin faydalı bulunan yönleri şu şekildedir;

K1: *"günlük hayatta karşımıza çıkan bir probleme çok farklı şekilde çözüm bulmak ve hayata geçirmek için adım atmak"*

K4: *"problemi çözerek devre kurulumunu öğrenmek. Probleme yönelik kendi kodlarımızla çözüm üretmek"*

K11: "*buzzer ve ledle hayatımızı kolaylaştıracak bir şey yapmamız çok heyecan vericiydi"*

K13: *"gerçek devre kurmak ilgi çekiciydi"*

K3: "*etkinliği bir toplulukta yapmak zevkliydi. Arkadaşlarıma yardımda bulunarak kendimi öğretme kısmında geliştirmeye çalıştım"*

K7: *"uygulama kısmı çok hoşuma gitti. Yaptıkça uygulamayı özgüvenim arttı"*

Öğrencilerin etkinlikte faydalı bulduğu kısımların daha çok problemin çözümü ve bunun hayata geçirilebilmesidir diyebiliriz. Arduino Uno ile yapılan etkinliklerde problemin çözümü bir fikir olmaktan çok bir üründür. Bu ürün öğrenciler tarafından tasarlanan devrelerdir. Devrenin çözüme uygun olarak çalışıp çalışmadığı hemen görülebilir ve test edilebilir. Bu da çözümün hayata geçirilebilir olup/olmadığını somut bir şekilde öğrencilerin görmesine olanak sağlar. Tasarladığı çözümünü ve sonuçlarını hemen görebilen öğrenciler heyecan, ilgi ve motivasyon geliştirebilirler. Bu heyecan ve motivasyonu olumsuz etkileme potansiyeline sahip olan nokta ise etkinlikte karşılaşılan zorluklardır. Bu etkinlikte zorlanılan kısımlar ile ilgili düşünceler şu şekildedir;

K2: *"...mblock'ta kodlama yapmak..."*

K7: "*mesafe sensörünün kodlarını yazıp uygulamaya geçirmekte zorluk çektim"*

K9: "*Kullanılan malzemelerden bazıları bozuktu bu durum hatayı bulmamda vaktimizi aldı"*

K14: *"...değişkenli bir kod yazmakta zorlandım."*

Robotik STEM Topluluğu ile öğretmen adayları mühendislik ve tasarım etkinliklerini yüz yüze yapma olanağı bulmuştur. Uygulamalar sırasında çeşitli zorluklarla karşılaşılsa da öğretmen adaylarının bu etkinliğe katılma istekleri ve zorluklara rağmen devam etmeleri bireysel ilginin gelişimi ile ilgili önemli bir gösterge olarak kabul edilebilir.

4.2. Nitel Araştırma Problemlerine Ait Bulgular

Araştırma sorusu 4: *"Uygulama öncesi deney ve kontrol gruplarının STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşleri nelerdir?"*

STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşleri belirlemeye yönelik yarı yapılandırılmış sorular öğretmen adaylarına uygulamalardan önce ve uygulamalardan sonra yöneltilmiştir. Öğretmen adaylarının cevapları içerik analizi ile incelenmiştir. Buna göre uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşlerine ait içerik analizi bulguları Tablo 22'de yer almaktadır.

Tablo 22
Uygulama Öncesi Deney ve Kontrol Gruplarının STEM Öğretmen Kimliği Hakkındaki Görüşleri

Tema	Alt tema	Kodlar	Deney f	Kontrol f
STEM öğretmeni tanımı	Profesyonel meslek özellikleri	Etkin teknoloji kullanımı	14	3
		STEM disiplinlerini derse entegre eden	8	2
		Deney yapan	9	2
		Alan bilgisi	11	6
		Tasarım becerisi	5	-
		Yeteneği ortaya çıkaran	8	-
		Merak uyandıran	4	-
		Konuları gerçek hayatla ilişkilendiren	2	4
		Çözüm odaklı	3	-
		Projeler yapan	1	-
		Yeniliğe uyum sağlama	15	3

		Kendini geliştiren	8	-
		İyi iletişim kurma	9	1
	Kişisel özellikleri	Yaratıcılık	6	2
		Enerjik	4	2
		Araştırmacı	4	4
		Analitik düşünme	4	1
		Eleştirel düşünme	1	1
		Yüksek motivasyon	3	3
		Gözlemci	5	3
		Eğlenceli	6	2
		Sayısal yatkınlık	4	-
		Girişimci	2	-
		Dinamik	-	1
		Üretken	-	1
		Problem çözme becerisi	2	1
STEM öğretmeni olma motivasyonu	Mesleki motivasyonlar	İyi öğretmen olmak	2	-
		Öğrencilere faydalı olmak	2	-
		Öğrencileri hayata hazırlamak	1	-
		Dersi eğlenceli yapmak	1	-
		Öğrencilerin ufkunu genişletmek	1	-
		Mesleki doyum	1	1
		Öğrencilerin ilgisini çekmek	2	-
		Öğrencilere iyi eğitim vermek	1	1
		Öğrenci potansiyelini geliştirmek	1	-
		Aldığı eğitim	2	-
		Yeni şeyler öğretmek	1	-
		Öğrencilere dersi sevdirmek	-	1
		Projeler üretmek	-	1
		Daha geniş çalışma alanı	-	1
		Hayallerim	1	-
		Kendimi geliştirmek	1	-
		Yeni şeyler öğrenmek	2	-
		İlgimi çekiyor	1	-

	Kişisel motivasyonlar	Öğrencilerle yeni şeyler paylaşmak	1	-
		Daha çok bilgi beceri edinmek	-	1
Motivasyonu olmayanlar			6	5

Tablo 22'ye göre öğretmen adaylarının STEM öğretmen kimliği hakkındaki düşünceleri STEM öğretmeninin tanımı ve STEM öğretmeni olma motivasyonu olarak iki tema altında kodlanmıştır. STEM öğretmeni tanımı teması ile ilişkili alt temaların profesyonel meslek özellikleri ve kişisel özellikler olmak üzere iki alt temadan oluştuğu görülmektedir. Profesyonel meslek özellikleri ile ilgili kodlara bakıldığında uygulamadan önce deney grubunda etkin teknoloji kullanımının önemli görüldüğü (f=14), alan bilgisinin (f=11) ve deney yapmanın (f=9) STEM öğretmenini profesyonel olarak tanımlayan unsurlar olduğu görülmektedir. Kontrol grubunda ise uygulamadan önce alan bilgisinin (f=6), etkin teknoloji kullanımının (f=3), konuları gerçek hayatla ilişkilendirmenin (f=4) STEM öğretmeninin profesyonel meslek özellikleri olarak öne çıkmaktadır.

STEM öğretmeni kişisel özelliklerinin ise deney grubunda uygulama öncesinde yeniliğe uyum sağlama (f=15), kendini geliştirme (f=8) ve iyi iletişim kurma (f=9) gibi özelliklerin önemli görüldüğü belirlenmiştir. Kontrol grubunda ise öğretmen adayları STEM öğretmeninin; araştırmacı (f=4), yeniliğe uyum sağlayan (f=3), yüksek motivasyona sahip olma (f=3) ve gözlemci (f=3) gibi kişisel özelliklerini vurgulamıştır.

STEM öğretmeni olma motivasyonları mesleki ve kişisel motivasyonlar alt temalarına sahiptir. Mesleki motivasyonlar deney grubunda iyi öğretmen olmak (f=2), öğrencilere faydalı olmak (f=2) ve öğrencilerin ilgisini çekmek (f=2) olarak ön plana çıkmaktadır. Kontrol grubunun mesleki motivasyonları ise öğrencilere dersi sevdirmek (f=1), projeler üretmek (f=1) ve mesleki doyum (f=1) olarak ön plana çıkmaktadır. Kişisel motivasyonların ise deney grubu için öğrencilerle yeni şeyler paylaşmak (f=1) ve kontrol grubu için daha çok beceri edinmek (f=1) olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sorusu 5: *"Uygulama sonrası deney ve kontrol gruplarının STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşleri nelerdir?"*

Uygulama sonrasında öğretmen adaylarının STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşlerine ait içerik analizi bulguları Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23
Uygulama Sonrası Deney ve Kontrol Gruplarının STEM Öğretmen Kimliği Hakkındaki Görüşleri

Tema	Alt tema	Kodlar	Deney f	Kontrol f
STEM öğretmeni tanımı	Profesyonel meslek özellikleri	Teknolojiyi etkin kullanan	26	5
		Yenilikçi	13	5
		STEM disiplinleri bilgisi olan	11	10
		STEM disiplinlerini harmanlayan	9	-
		Çözüm odaklı düşündüren	7	2
		Problem çözme	7	-
		Öğrenci merkezli	6	-
		Deney yapan	5	2
		Merak uyandıran	4	-
		Yönlendirici	2	1
		Mühendis gibi	4	2
		Düşünmeyi teşvik eden	-	4
		Bilim ve mühendislik odaklı	-	2
		Fen okuryazarı	-	1
	Kişisel özellikleri	İletişimi iyi	8	-
		Motive eden	5	2
		Yeteneği öne çıkaran	6	2
		Yaratıcı	5	3
		Eğlenceli	5	-
		Eleştirel düşünen	3	-
		Gelişime açık	5	-
		Analiz yapabilen	3	-
		Sabırlı	3	3
		Çok yönlü	3	-
		Girişimci	3	-
		Lider	2	-
		Tasarım yapan	-	1
		Sistematik düşünen	-	1
		Güncel	-	1

		Meraklı	-	4
STEM öğretmeni olma motivasyonu	Mesleki motivasyonlar	Öğrencilere faydalı olmak	6	4
		İyi bir öğretmen olmak	5	-
		Yeni şeyler öğrenmek	2	1
		Mesleki doyum	2	-
		Gelecek için önemli	1	-
		Verimli olmak	1	-
		Mühendislik becerileri	-	1
		Biyoloji ile ilgili konular	-	1
	Kişisel motivasyonlar	Bilgilerimi kullanmak	1	-
		Sıradan olmamak	1	-
		Yeniliğe ayak uydurmak	1	-
		Kendimi geliştirmek	2	1
		Yeteneklerim	1	-
		Öğrenme isteğim	1	1
		Eğlenceli içerikler	-	1
		CV me yazmak	1	-
	Motivasyonu olmayanlar	Sebep belirtilmedi	7	6

Tablo 23'e göre uygulamadan sonra deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının STEM öğretmen kimliği hakkındaki düşünceleri incelendiğinde tema ve alt temaların uygulamadan önceki temalar ile benzer olduğu görülmektedir. Alt temalara ilişkin kodlara bakıldığında ise deney grubunda teknolojiyi etkin kullanma (f=26) profesyonel meslek özelliği belirgin şekilde artmıştır. Yine deney grubunda yenilikçi olma özelliğinin (f=13), STEM disiplinleri bilgisi olan (f=11) öğretmen özelliklerinin yüksek frekansa sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra STEM disiplinlerini harmanlamanın (f=9), çözüm odaklı düşündürmenin, problem çözmenin (f=7) STEM öğretmen kimliği hakkındaki düşünceler için öne çıktığı görülmektedir. Kontrol grubunun uygulamalardan sonra STEM öğretmeni tanımındaki profesyonel meslek özelliklerinden STEM disiplin bilgisine sahip olmanın (f=10), teknolojiyi etkin kullanmanın (f=5), ve yenilikçi (f=5) olmanın önemli görüldüğü belirlenmiştir.

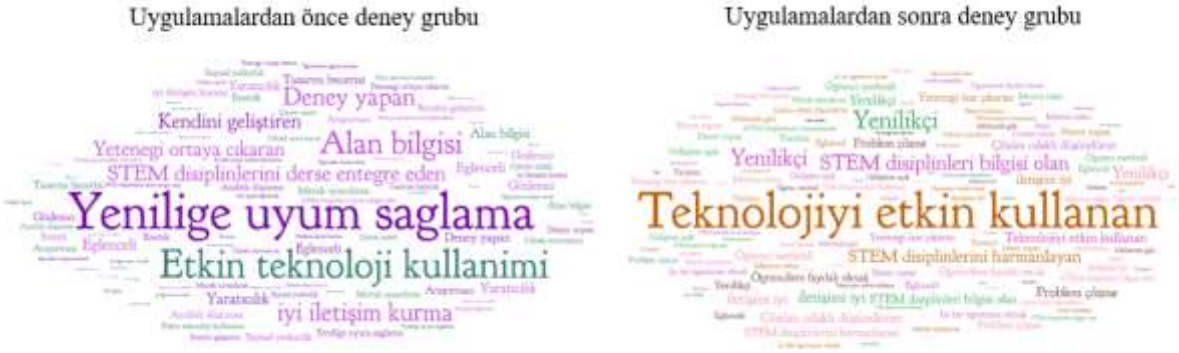
STEM öğretmen kimliği ile ilgili kişisel özelliklere ait kodlar incelendiğinde deney grubunda iletişimin (f=8), yeteneği öne çıkarmanın (f=6), motive etmenin (f=5) ve eğlenceli (f=5)

olmanın yüksek frekanslara sahip olduğu görülmektedir. Kontrol grubunda ise meraklı (f=4) olmanın, yaratıcı (f=4) ve sabırlı (f=3) olmanın yüksek frekanslara sahip olduğu görülmüştür.

STEM öğretmeni olma motivasyonları incelendiğinde ise deney grubunda uygulamalardan sonra mesleki motivasyonların öğrenciler faydalı olmak (f=6), iyi bir öğretmen olmanın (f=5) vurgulandığı görülmüştür. Kontrol grubunda ise uygulamalardan sonra benzer şekilde öğrenciler faydalı olmanın (f=4) yüksek frekansa sahip olduğu ve sonrasında yeni şeyler öğrenmenin (f=1) vurgulandığı görülmektedir.

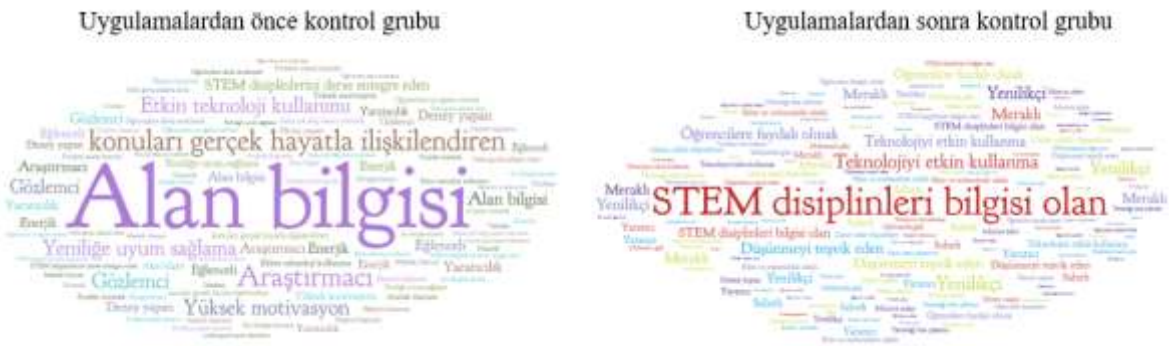
Kişisel motivasyonlar incelendiğinde ise deney grubunun kişisel motivasyonlarının bilgilerini kullanmak (f=1), kendini geliştirmek (f=2), yeniliğe ayak uydurmak (f=1) olduğu görülmektedir. Kontrol grubunun kişisel motivasyonlarının ise kendini geliştirmek (f=1), öğrenme isteği (f=1) ve eğlenceli içeriklerin (f=1) motive ettiği belirlenmiştir.

Deney grubunun uygulamadan önce ve STEM öğretmen kimliğine ilişkin nitel sorulara verilen cevaplar (Tablo 22 ve 23'te yer alan kodlar) kelime bulutu haline getirilmiştir. Şekil 19'da deney grubuna ait kelime bulutu yer almaktadır.



Şekil 19. Deney grubu STEM öğretmen kimliği görüşleri kelime bulutu.

Kontrol grubunun uygulamadan önce ve STEM öğretmen kimliğine ilişkin nitel sorulara verilen cevaplar (Tablo 22 ve 23'te yer alan kodlar) kelime bulutu haline getirilmiştir. Şekil 20'de kontrol grubuna ait kelime bulutu yer almaktadır.



Şekil 20. Kontrol grubu STEM öğretmen kimliği görüşleri kelime bulutu

Öğretmen adaylarına uygulamalar STEM öğretmeni olmak ile fen bilimleri öğretmeni olmanın birbirinden farklı şeyler olup olmadığı hakkındaki görüşleri sorulmuştur. Deney grubuna ait bulgular Şekil 21'de verilmiştir.



Şekil 21. Deney grubunun STEM ve fen bilimleri öğretmeni karşılaştırması

Uygulama öncesinde STEM ve fen bilimleri öğretmeninin farklı olduğunu düşünenlerin sayısı (f=16) fazladır. Farklı olmadığını (f=8), bazı yönleriyle farklı olduğunu (f=9) ve fikir belirtmeyen (f=9) öğretmen adayı sayısının birbirine yakın olduğu bulunmuştur. Uygulama sonrasında ise farklı olduğunu düşünenlerin sayısı (f=20), farklı olmadığını düşünenlerin (f=9) ve bazı yönleriyle farklı olduğunu düşünen (f=13) öğretmen adayları sayısı yakındır. Uygulama sonrasında fikir belirtmeyen (f=1) bir öğretmen adayı bulunmaktadır. Uygulama öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu STEM öğretmeni olmanın fen öğretmeni olmaktan farklı olduğunu düşünmektedir. Bu düşüncenin sebepleri arasında öğretmen adaylarını STEM öğretmeninin daha çok teknoloji ile ilişkili, yenilikçe ve yaratıcı özelliklere sahip olması gerektiği, derslerinde mühendislik gibi becerilere yer vermesi gerektiği, problem çözme ve eleştirel düşünme gibi becerileri geliştirecek etkinliklere yer vermesi, kavram ve ilkeler ile günlük yaşamdan ilişkiler kurması gerekliliği yatmaktadır. Diğer yandan fen bilgisi öğretmeninin de teknolojiyi etkili kullanan ancak derslerinde müfredata bağımlı, fen konularında yoğunlaşan, kavram ve ilkeleri açıklayan bir profil tasvir etmeleridir. STEM

öğretmeninin ise fen bilimleri öğretmeni ile benzer özelliklere sahip olduğu ancak bunun yanı sıra teknoloji ve mühendisliğin ağırlıkta olduğunu düşünmektedirler.

Kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının STEM öğretmeni olmak ile fen bilimleri öğretmeni olmanın birbirinden farklı şeyler olup olmadığı hakkındaki görüşleri Şekil 22'de verilmiştir.



Şekil 22. Kontrol grubunun STEM ve fen bilimleri öğretmeni karşılaştırması

Şekil 22 incelendiğinde kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının STEM ve fen bilimleri öğretmeninin bazı yönleriyle farklı olduklarını belirtmiştir. Uygulamalardan önce öğretmen adaylarının çoğunluğu (f=6) bazı yönleriyle farklı olduğunu belirtmiştir. STEM ve fen bilimleri öğretmeninin farklı olduğunu (f=4), farklı değil olduğunu (f=4) ve fikir belirtmeyenlerin (f=4) sayıları aynıdır. Uygulamalardan sonra ise bazı yönleriyle farklı (f=7), farklı (f=5) ve farklı değil (f=6) olarak görüş belirtenlerin sayısının yakın olduğu belirlenmiştir. Farklı olan bazı yönlerin daha çok STEM ve mühendislikle ilgili olduğu belirlenmiştir. Farklı olduğunu belirten öğretmen adayları gerekçe olarak STEM'in disiplilerarasılıkla ilgili olduğunu ve mühendislikle ilgili eğitimin olmamasının farklılığın kaynağı olarak görülmektedir.

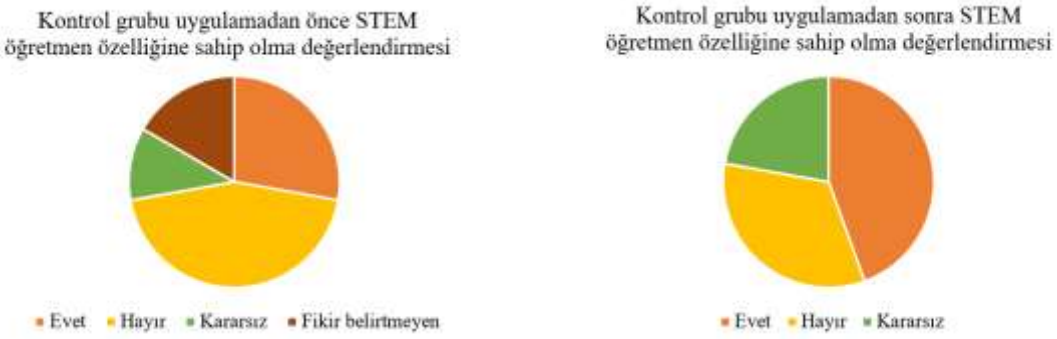
Öğretmen adaylarına uygulamalardan önce ve sonra bir STEM öğretmeninin sahip olması gereken becerilere/yetkinliklere sahip olup olmadıkları hakkındaki görüşleri sorulmuştur. Deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının uygulama öncesindeki ve uygulama sonrasındaki görüşlerine ait bulgular Şekil 23'de verilmiştir.



Şekil 23. Deney grubunun STEM öğretmen özelliği değerlendirmesi

Deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının çoğunluğu (f=17) kendisini STEM öğretmeni olarak görmemektedir. Kendisini STEM öğretmeni olarak gören (f=10) ve bu konuda fikir belirtmeyen öğretmen adaylarının sayısı (f=9) birbirine yakındır. Kendini kısmen bazı yönlerle STEM öğretmeni olarak görenler ise en az sayıdadır (f=7). Öğretmen adaylarının uygulamalardan önce kendini STEM öğretmeni olarak görmemelerinin gerekçeleri "teknolojiyi etkin kullanamamak", "yeterli hissetmemek" olarak belirtilmiştir. Kendilerini STEM öğretmeni olarak görenler ise gerekçe olarak "yeniliğe açık", "teknolojiyi iyi kullanmaları" ve "öğrenmeye açıklık" olduğunu belirtmiştir. Uygulamalardan sonra ise kendilerini STEM öğretmeni olarak gören öğretmenlerin sayısında artış (f=19) olduğu belirlenmiştir. Kısmen evet cevabını veren öğretmen adayları ise gerekçe olarak "henüz tam olarak sahip olduğumu düşünmüyorum ama bu konuda çabalıyorum", "sabırlı olmadığım için tam olarak özelliklere sahip olduğumu düşünmüyorum" ifadelerini belirtmiştir.

Kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında kendilerini STEM öğretmeni olarak görüp görmediklerine ilişkin düşünceleri analiz edilmiştir. Bulgular Şekil 24'te verilmiştir.

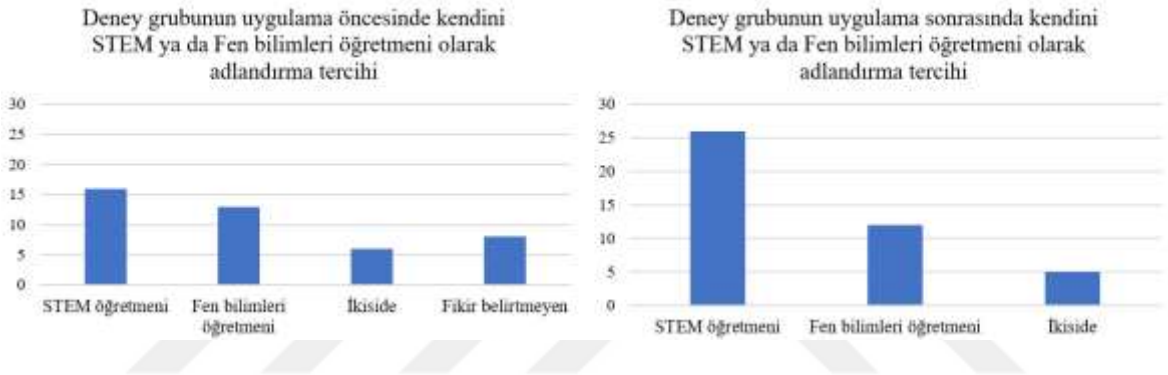


Şekil 24. Kontrol grubunun STEM öğretmen özelliği değerlendirmesi

Kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının çoğunluğu (f=8) uygulamalardan önce kendini STEM öğretmeni olarak görmediğini belirtmiştir. Bunun gerekçesi olarak "yetkin olmama",

"yeterli olamama" düşünceleri gösterilmiştir. Uygulamalardan sonra ise bu fikre sahip olan öğretmen adaylarının sayısında azalma (f= 6) olduğu belirlenmiştir. Kendini STEM öğretmeni olarak görenlerin sayısı (f=5) uygulamadan önce az iken uygulamadan sonra (f=8) artmıştır. Bunun gerekçesi olarak "matematik ve mühendisliği sevme", "mühendisliğe ilgi duyma" sebepleri gösterilmiştir. Kararsız olan öğretmen adayları ise bilimi sevdiklerini ancak mühendislik konusunda kararsız olduklarını, ilerleyen zamanlarda kendini geliştirmekle karar verilebileceğini belirtmiştir.

Uygulamalardan önce ve sonra öğretmen adaylarına kendilerini STEM öğretmeni olarak mı yaksa fen bilimleri öğretmeni olarak mı adlandırmak istedikleri sorulmuştur. Deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının görüşleri Şekil 25'te verilmiştir.



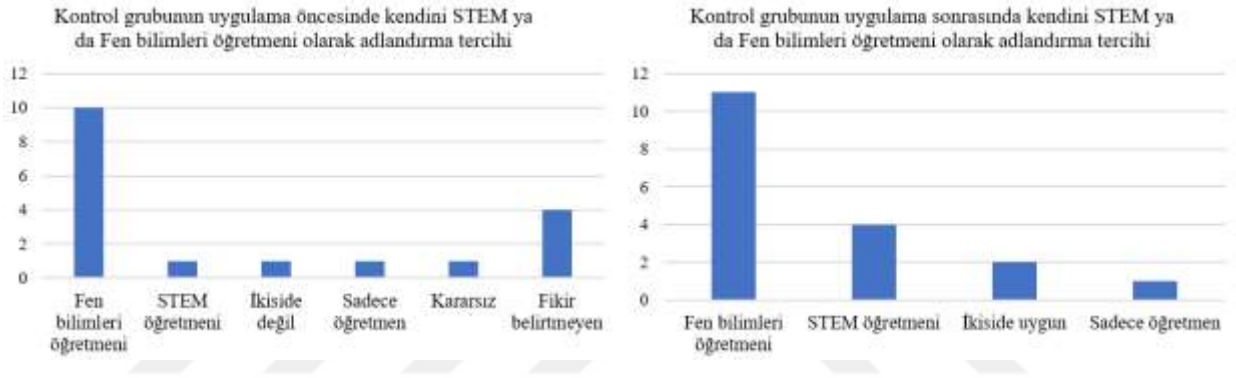
Şekil 25. Deney grubunun öğretmen olarak adlandırılma tercihleri

Uygulamalardan önce (f=16) ve sonra (f=26) öğretmen adaylarının kendilerini STEM öğretmeni olarak adlandırmayı tercih ettiklerini belirtmiştir. Öğretmen adaylarının uygulamalardan önce STEM öğretmeni olarak adlandırılmayı tercih etmelerinin sebeplerini "Daha donanımlı biri olmak için STEM öğretmeni olmak isterdim", "Güzel bil unvan olurdu" ve "Çünkü fen bilimleri ifadesinin günümüzde yetersiz kaldığını düşünüyorum" ifadelerini belirtmiştir. Öğretmen adaylarının uygulamalardan sonra STEM öğretmeni olarak adlandırılmayı tercih etmelerinin başlıca sebepleri "STEM daha geniş kapsamlı", "STEM daha gurur verici", "çağımız bunu gerektiriyor" olarak belirtilmiştir. Her iki şekliyle adlandırmak isteyenlerin gerekçeleri ise "STEM bilgisi olan bir fen bilimleri öğretmeni olmak isterim" şeklindedir.

Deney grubunda öğretmen adaylarının uygulamalardan önce (f=13) ve sonra (f=12) kendilerini fen bilimleri öğretmeni olarak adlandırmak isteyenlerin sayıları birbirine yakındır. Uygulamalardan önce buna gerekçe olarak "Çünkü sadece kendi alanıma odaklanıp kendimi geliştirip alanımda çok daha başarılı bir öğretmen olmak istiyorum", "Branşım fen olduğu için

fen olarak adlandırılmasını isterim" ve "Fen bilgisi öğretmeni olarak adlandırmak isterim çünkü okuduğum bölüm fen bilgisi öğretmenliği ve ona göre eğitim alıyorum" gibi benzer ifadeler belirtmiştir. Uygulamalardan sonra ise gerekçe olarak "Fen bilimleri öğretmeni olarak tanımlarım. Çünkü bölümü seçerken kendimi ona göre hazırladım", "Fen bilimleri öğretmeni olarak tanımlamak isterim kendime ve bilgilerime daha yakın hissettiğim için" ve "fen bilgisi öğretmeni STEM öğretmeni olacak kadar kendimi geliştirdiğimi düşünmüyorum" ifadeler belirtmiştir.

Kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında kendilerini STEM öğretmeni ya da fen bilimleri öğretmeni olarak adlandırılma tercihleri analiz edilmiştir. Bulgular Şekil 26'da verilmiştir.



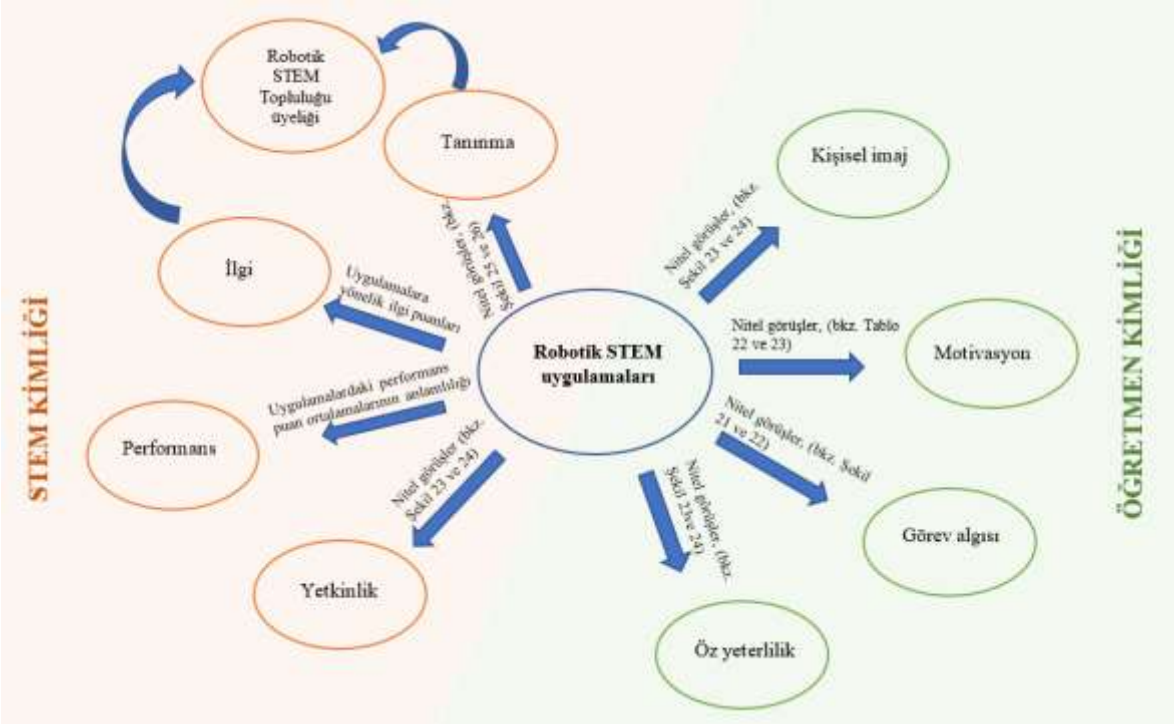
Şekil 26. Kontrol grubunun öğretmen olarak adlandırılma tercihleri

Şekil 26'ya bakıldığında kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının uygulamalardan önce (f=10) ve sonra (f=11) öğretmen adaylarının kendilerini fen bilimleri öğretmeni olarak adlandırmak istediklerini belirtmiştir. Bu tercihin gerekçesi olarak "Fen bilimleri matematikle ilgilenmiyorum", "Şu an için fen bilimleri öğretmeni olarak adlandırmak isterim ama ilerde eğitim alınca sertifikam olunca STEM öğretmeni denilebilir.", "Fen bilimleri olarak. STEM öğretmenliği için çok fazla eksiğim var." ifadelerini kullanmışlardır.

Kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının uygulamalardan önce (f=1) ve sonra (f=4) öğretmen adaylarının kendilerini STEM öğretmeni olarak adlandırmayı tercih ettiklerini belirtmiştir. Buna gerekçe olarak uygulamalardan önce "Stem öğretmeni olmak çağın gereklilikleri açısından daha cazip" ifadelerini kullanmıştır. Kendini sadece öğretmen olarak adlandırmak isteyen öğretmen adayları gerekçe olarak "kendimi öğretmen olarak tanımlamak bile benim için yeterli" ifadelerini kullanmıştır. Uygulamalardan sonra ise "STEM öğretmeni olarak tanımlamak isterim. Çünkü daha kapsamlı bir çalışma tarzım olacağını düşünüyorum", "Daha geniş kapsamlı olduğu için stem" ifadelerini belirtmiştir.

Uygulamadan sonrasında her iki şekilde adlandırılmak istenen öğretmen adayları buna gerekçe olarak "Aslında her ikisi de diyebilirim ancak biraz daha kendimi geliştirmem gerektiğini düşünüyorum. Fen bilimleri öğretmeni ve STEM öğretmeni birbiriyle iç içe olmalı." ifadelerini kullanmıştır.

Araştırmada öğretmen adaylarının STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşleri incelenmiştir. STEM öğretmen kimliği modeli içerisinde STEM kimliğini ve öğretmen kimliğini barındırmaktadır. Çalışma STEM öğretmen kimliğini doğrudan ölçmemektedir. Ancak bu çalışmada robotik STEM uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı değişkenler STEM kimliği ile ilgili çeşitli sonuçları ortaya koymaktadır. STEM kimliğinin boyutları olan ilgi, yetkinlik, performans ve tanınma ile ilgili sonuçların tartışılması STEM kimliği hakkında önemli sonuçlar sunmaktadır. Şekil 27'de araştırmada elde edilen tüm bulguların STEM öğretmen kimliği bileşenleriyle ilişkisi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 27. Araştırma bulguları ve STEM öğretmen kimliği ilişkisi

Şekil 27 incelendiğinde bu araştırma kapsamında yapılan uygulamalar öncesinde ve sonrasında elde edilen bulguların STEM öğretmen kimliğinin bileşenleriyle ilişkisi görülmektedir. Entegre STEM öğretmen kimliğinin bileşenlerinden ilgi ve performansa ait bulgular haftalık olarak ölçülmüştür. Öğretmen adaylarının Robotik STEM Topluluğu'na katılmaları bireysel ilginin gelişimi ve tanınma boyutuna dair bulgular sağlamaktadır. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde STEM öğretmeni tanımları "görev algısı" hakkında görüşleri açığa çıkarmıştır. Benzer şekilde

kendilerini öğretmen olarak adlandırma tercihleri "tanınma" hakkında görüşleri ortaya çıkarmaktadır. Öğretmen adaylarının STEM öğretmeni özelliğine sahip olup olmadıkları hakkındaki görüşleri ise "kişisel imaj" ve "öz yeterlik" hakkında bulgular sunmaktadır.

BÖLÜM V

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı robotik STEM uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adayların başarı, performans, ilgi ve STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşlerine etkisini araştırmaktır. Bu bölümde araştırma bulgularıyla ortaya çıkan sonuçlar literatür ışığında tartışılmıştır.

5.1. Öğretmen Adaylarının Elektrik Devreleri Konusundaki Başarılarına Yönelik Sonuç ve Tartışma

Araştırmada robotik STEM uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının elektrik devreleri konusuna ilişkin başarılarına etkisi incelenmiştir. Araştırma bulguları robotik STEM uygulamalarının elektrik devreleri konusuna ilişkin başarıyı olumlu yönde ve anlamlı olarak etkilediğini göstermiştir. Araştırma öncesinde öğretmen adaylarının elektrik devreleri konusundaki başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmezken uygulama sonrasında deney grubunda bulunan ve robotik STEM uygulamaları yapan öğretmen adaylarının başarı puanları anlamlı olarak farklılık göstermiştir. Bu sonuç robotik STEM uygulamalarının ve robotik eğitim setlerinin öğrenme performansını arttırdığını gösteren çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Atman-Uslu, vd., 2023; Badaleh, 2019; Darmawansah vd., 2023; Kert, Erkoç & Yeni, 2020; Ouyang & Xu, 2024; Talan, 2020; Williams, Ma, Prejean, Ford, & Lai, 2007).

Araştırma sonucunda ortaya çıkan bir diğer bulgu robotik STEM uygulamalarının elektrik devreleri konusundaki başarıya neden olduğu etki büyüklüğüdür (bkz. Tablo 12). Ancak Talan (2021) meta analiz çalışmasında eğitsel robotik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısı üzerindeki etki büyüklüğünün düşük düzeyde olduğunu belirlemiştir. Bu sebeple eğitsel robotik

uygulamaların etkisini ortaya çıkaracak farklı bağlamlarda daha fazla çalışma yapılmalıdır. Eğitsel robotik uygulamaları kullanılan robotik teknolojiler dışında uygulanan ortam, deneysel çalışmalardaki müdahaleler, kullanılan teknoloji ve eğitmenler gibi birden fazla faktörün etkisi altındadır (Ouyang & Xu, 2024). Örneğin robotik uygulamaların yapıldığı ortam öğrenme için elverişli olmalıdır. Robotik uygulamalar için gerekli malzemeler ve teknolojik araç-gereçler eksiksiz temin edilmelidir. Araştırma sonucunda orta büyüklükte etkinin belirlenmiş olması birkaç sebeple açıklanabilir. Bu noktada sanal simülasyon ortamları kullanılarak öğrenme ortamından kaynaklanan sınırlılıkların etkisi olabildiğince azaltılmıştır. Aynı şekilde kullanılan eğitsel robotik teknolojilerinin kolay erişilebilir, açık kaynaklı ve kolay öğrenilebilir olması da etki büyüklüğünü açıklayan sebeplerden biri olarak kabul edilebilir. Başka bir sebep olarak simülasyonlarda yapılan uygulamalar sayısız tekrar edilebilme avantajına sahiptir. Bu da öğrenme üzerindeki etkililiğinin sebeplerinden biridir.

Robotik STEM'le ilgili literatüre bakıldığında çalışmaların genellikle K-12 sınıf seviyelerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Barak & Assal 2018; Darmawansah vd., 2023; García-Tudela & Marín-Marín, 2023; Sapounidis, Tselegkaridis, & Stamovlasis, 2022). Ancak bu seviyede görev alan veya alacak olan öğretmenler veya öğretmen adayları için robotik STEM uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı çalışmalar sınırlıdır (Gavrilas, Kotsis, & Papanikolaou, 2023; Schina vd, 2021). Var olan çalışmalar robotik STEM araştırmalarında daha çok duyuşsal etkilere odaklanıldığını ortaya koymuştur (Darmawansah vd., 2023). Akçay, (2018) robotik uygulamaların öğretmen adaylarının motivasyonlarını arttırdığını, Şişman ve Küçük (2019) öğretmen adaylarının eğitsel robotik derslerinde yüksek düzeyde memnuniyet, motivasyon ve katılıma sahip olduklarını, en motive edici faktörün ise öğrendiklerini gelecekteki öğrencilere öğretme fırsatı olduğunu belirlemiştir. Robotik uygulamaların bilişsel etkilerini inceleyen çalışmalar son yıllarda artmaktadır. Eğitimde robotların kullanılmasının, akademik performansa, STEM becerilerine, yaratıcılığa ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi gibi avantajlara sahiptir (Yılmaz & Kara, 2023). Bu çalışmanın bulguları robotik STEM uygulamalarının bilişsel etkilerine odaklanmış olması yönüyle literatüre katkı sağlamaktadır. Öğretmenlerin robotik araçları ve uygulamaları kullanabilmelerindeki özgüvenleri ve yeterlilikleri STEM eğitiminin kalitesini doğrudan etkilemektedir (Ateş & Gündüzalp, 2023). Fen bilimleri öğretmen eğitimde önemli bir role sahip olan laboratuvar uygulamalarında yenilikçi yaklaşımların kullanılması mesleğe hazırlanma bağlamında kritik öneme sahiptir. Bu araştırma bulguları öğretmen adayları için elektrik devrelerinin öğretiminde robotik STEM uygulamalarını kullanmanın başarı üzerinde anlamlı etkilerini ortaya çıkarmıştır. Robotik

STEM ile ilgili araştırmalar genellikle okul dışı öğrenme ortamlarında bilim kamplarında, yaz okullarında ya da hafta sonu kurslarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Barker & Ansorge, 2007; Chiang, Zhang, Zhu, Shang, & Jiang, 2022; Williams vd., 2007). Bir ders müfredatına veya bir konunun öğrenilme sürecine entegre edilmiş robotik STEM uygulamaları çok yaygın değildir. Bu çalışmanın bulguları fizik dersindeki elektrik ünitesinde yer alan devrelerin öğrenilmesi için robotik STEM uygulamalarının kullanımının olumlu etkilerini ortaya çıkarması yönüyle değerlidir.

5.2. Öğretmen Adaylarının Uygulama Performanslarına Yönelik Sonuç ve Tartışma

Araştırma kapsamında fen bilimleri öğretmen adaylarının uygulama performanslarının anlamlı olarak farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Yapılan son uygulamada deney ve kontrol grupları arasında performans puanlarının anlamlı farklılık gösterdiği sonucu bulunmuştur. Bu anlamlı farklılıkta robotik uygulamaların etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu (r=,46) hesaplanmıştır. Deney grubunun ilk ve son uygulama performansları arasında da anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Bu anlamlı farklılıkta robotik uygulamaların etkisinin büyük düzeyde etki büyüklüğüne sahip olduğu (r=,52) belirlenmiştir. Kontrol grubunda ilk ve son uygulamalar arasında performans yönüyle anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Literatürde STEM uygulama performanslarına odaklanan az sayıda çalışma vardır (Ayaz, 2019). Bu çalışmada uygulama performanslarına ait bulgular ile literatüre bazı katkılar sağlanmıştır. Örneğin elektrik devrelerine ait test sorularının başarıyla cevaplanıyor olması bir devre kurma performansına sahip olunup olunmadığı hakkında yeterli bir bilgi sağlamayabilir. Ancak tam tersi bir devre kurma performansı göstermek devre bilgisine sahip olunup olunmadığı hakkında bilgi sağlama potansiyeline sahiptir. Öğretmen adaylarının devre kurabilme performansları önemlidir çünkü fen bilimleri dersi elektrik devrelerinin öğretimini içermektedir. Öğretmenlerin yüz yüze eğitimde devre kurma ve devre uygulamaları yapabilmeleri ne kadar önemliyse sanal ortamlarda, simülasyon programlarını ve yeni teknolojik araçları kullanarak da bunu yapabilmeleri önemlidir. Bu performansların gerek küresel salgın sürecinde aniden uzaktan eğitime geçiş zorunluluğunda gerek deprem gibi felaketler sonrasında eğitimin uzaktan yürütülmesi gerekliliğinden sonra ne kadar önemli olduğunu ortaya çıkmıştır.

Eğitimde kullanılan simülasyonlar öğrenme ve öğretme ortamlarında bazı sınırlılıkları kaldırarak çeşitli avantajlar sunmaktadır (Smetana & Bell, 2012). Robotik uygulamaların her

eğitim düzeyinde etkili bir öğrenme aracı olduğu bilinmektedir (Benetti, 2012). Fen eğitiminde simülasyonların kullanımına ilişkin inceleme çalışması yapan Şahin (2006) geleneksel öğretim yöntemlerini destekleme, etkileşimli ve işbirlikli öğrenme deneyimleri sağlama ve öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirme de dahil olmak üzere, bilgisayar simülasyonlarının sınıfta kullanılmasının faydalarını vurgulamıştır.

Çalışmanın önemli sonuçlarından biri de robotik STEM uygulamalarının laboratuvar faaliyetlerinde bir öğrenme aracı olarak kullanılabileceğidir. Simülasyonların öğretmen eğitiminde kullanılmasının faydalı olacağı bu çalışmanın bulgularıyla desteklenmektedir. Bu çalışmada çevrimiçi ortamda yapılan robotik STEM uygulamalarının başarı üzerindeki olumlu etkisi ekipman, malzeme, laboratuvar gibi maddi kısıtlılıkları olan üniversitelerde öğrenme ve öğretmen amacıyla daha düşük maliyetle robotik STEM uygulamalarının kullanılabileceğini göstermiştir. Simülasyon ortamlarında öğretimin standartlaştırılması ve daha ulaşılabilir olarak kullanılması için bu araştırmada kullanılan uygulamalar geliştirilip açık kaynak olarak paylaşılabilir.

Araştırmanın mühendislik ve tasarım uygulamalarına ilişkin bulguları incelendiğinde deney ve kontrol grubu arasında mühendislik ve tasarım performanslarının anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir. Eğitsel robotik öğrenciler için mühendislik ve tasarım becerilerinin gelişiminde önemli bir role sahiptir (Benitti, 2012). Mühendislik ve tasarımın özünde bir problemin çözümü için tasarım ya da ürünün ortaya konulması söz konusudur. Çam (2019) araştırmasında robotik destekli programlamanın problem çözme becerilerine olumlu etkileri olduğunu belirlemiştir. Mühendislik ve tasarım STEM uygulamalarının vazgeçilmez bir parçasıdır. Bu bulgu robotik STEM uygulamalarının mühendislik ve tasarım için anlamlı bir farklılık oluşturmadığını göstermektedir.

5.3. Öğretmen Adaylarının Uygulamalara Yönelik İlgilerine İlişkin Sonuç ve Tartışma

Araştırmada deney ve kontrol gruplarının uygulamalara yönelik ilgi puanlarının değişimi incelenmiştir. Deney ve kontrol gruplarında her hafta uygulamalar sonrasında yapılan uygulamaya yönelik ilgi ölçümü yapılmıştır. Literatürde ilgi genellikle ölçme araçlarının ön test ve son test şeklinde uygulanması sonucunda ölçülmektedir. Bu araştırmada ilgi tekrarlı (haftalık) olarak ve sadece ilgili haftanın uygulamasına yönelik ölçülmüştür. Tüm haftalara ait ilgi puan ortalamalarının deney ve kontrol grubu arasında deney grubu lehine anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu anlamlı farklılıkta robotik uygulamalarının etki büyüklüğünün

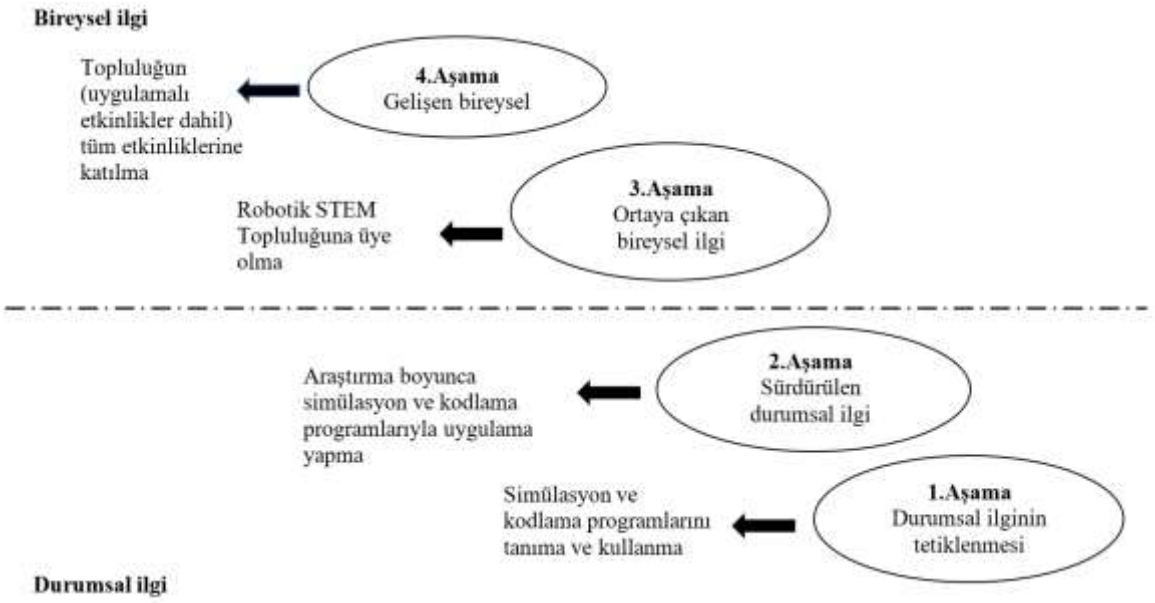
büyük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Deney grubunun uygulamalar süresince haftalık ilgi puan ortalamalarının artış gösterdiği belirlenmiştir. İlgi puanlarındaki artış haftalar arasında istatistiksel olarak bir anlamlılık göstermemiştir.

Kontrol grubunda ise uygulamalara yönelik ilgi puanları deney grubuna kıyasla daha düşük puanlara sahiptir. Kontrol grubunda ilgi puan ortalamaları haftalar arasında değişkenlik göstermiş artma ve azalma eğilimleri göstermiştir. Ancak bu durum haftalar arasında istatistiksel anlamda anlamlı bir farklılığı işaret etmemiştir.

Robotik uygulamaların, yeni teknolojilerin farklı öğrenme ortamlarının ilgiyi arttırdığı bilinmektedir. Literatürdeki bu sonuçlar genellikle ön test ve son test bağlamında ortaya çıkmaktadır. İlginin gelişimine ve tekrarlı ölçümünde odaklanan az sayıda çalışma vardır (Habig & Gupta, 2021).

İlginin tetiklenmesi ve gelişimi bireysel özelliklere göre değişkenlik göstermektedir. İlginin tetikleyicileri uygulamalarda kullanılan simülasyon programı veya uygulamaların bağlamını oluşturan elektrik devreleri konusu olabilir. Bazı öğrenciler için simülasyon programı ilgi çekici olsa da elektrik devreleri konusu ilgi çekici olmayabilir. Bu durumun tam tersi de geçerlidir. Bu sebeple ilgi sonuçları birden fazla değişkene bağlı olabilir. Burada bireysel özellikler ve bireysel ilgi alanları kritik rol oynamaktadır. Eğitsel robotiğin ilgi gelişimi üzerindeki etkilerini araştıracak sonraki çalışmalarda katılımcıların uygulamalar öncesindeki bireysel ilgilerinin neler olduğu belirlenmelidir. Böylece eğitsel robotiğin var olan ilgiyi nasıl geliştirdiği ile tetiklenen ilgiyi nasıl geliştirdiğiyle ilgili daha güçlü sonuçlara ulaşılabilir.

Öğretmen adaylarının uygulama sonrasında kurulan Robotik STEM Topluluğu'na katılma istekleri ve bu topluluk kapsamında yapılan etkinliklere zaman ayırmaları ilginin anlaşılmasında önemli bir rol oynamaktadır. İlgini gelişimindeki model göz önüne alındığında bu çalışmadaki ilginin gelişim aşamaları şematik olarak Şekil 28'de gösterilmiştir.



Şekil 28. Araştırma süresince ilgi gelişim aşamaları

İlgi tetiklendikten (1. Aşama) sonra içsel (birey için anlamlı olması) veya dışsal (öğrenme ortamının özellikleri) faktörlere bağlı olarak ilgi sürdürülür (2. Aşama) ya da azalır (Renninger, 2006). Bireysel ilgi içerikle (ilgi duyulan şey) yeniden bağlantı kurma ya da katılma eğilimidir (3. Aşama) ve dışsal faktörlere daha az bağlıdır (Hidi & Renninger, 2006). Bireysel ilginin gelişimi kişisel tercihlerle artık kendi kendine gelişim göstermektedir. Bu bağlamada Şekil 28'de gösterilen ilgi gelişim analojisi çevrimiçi ortamda robotik STEM uygulamaları ile öğretmen adaylarının ilgilerinin tetiklenmesinde ve araştırma süresince bir dizi uygulamalar yapılması ilginin sürdürülmesinde etkili olmuştur. Belirli bir süre sonra öğretmen adaylarının robotik STEM uygulamalarına tekrar katılım göstermeleri ve zaman ayırmaları bireysel ilginin ortaya çıktığının ve gelişim gösterdiğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

İlginin gelişimi, öğrenme için önemlidir ve dikkat, hafıza, motivasyon ve katılımı olumlu yönde etkileme potansiyeline sahiptir (Renninger & Hidi, 2016). İlgi evrenseldir ve her yaşta ve herhangi bir bağlamda gelişmeye teşvik edilebilir, başarıyı ve öğrenmeyi olumlu yönde etkilemektedir (Ainley, 2017; Hidi & Renninger, 2006). Bu çalışmada ilginin devam ettiğini gösteren en güçlü kanıtlardan biri de öğretmen adaylarının gönüllü olarak Robotik STEM Topluluğu'na katılım sağlamalarıdır. Çünkü gelişen bireysel ilginin göstergeleri arasında kişisel çabayla ortaya çıkan daha fazla bilgi edinme, değer verme, severek isteyerek zaman ve çaba harcama vardır (Hidi & Renninger, 2006). Bireysel ilginin geliştiği öğretmen adaylarının mesleğe başladıklarında bu ilgiyi mesleğinin bir parçası haline getirmiş olup olmamaları STEM öğretmen kimliği bağlamında değerlidir. Bu sebeple gelecekte yapılacak ilgi araştırmalarında

görevde olan öğretmenler örnekleminde yapılması gelişen ilginin STEM öğretmen kimliğindeki rolünü daha net gösterme potansiyeline sahiptir.

5.4. Öğretmen Adaylarının STEM Öğretmen Kimliği Hakkındaki Görüşlerine Yönelik Sonuç ve Tartışma

Araştırmada deney ve kontrol grubunun STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşleri uygulamalardan önce ve sonra incelenmiştir. Öğretmen adaylarının STEM öğretmen kimliği ile ilgili görüşleri iki tema altında kodlanmıştır. İlk tema STEM öğretmeninin nasıl tanımlandığıdır. Bu tema altında profesyonel ve kişisel özellikler olmak üzere iki alt tema bulunmaktadır. İkinci tema STEM öğretmeni olma motivasyonlarıdır. İkinci tema mesleki ve kişisel motivasyonlar olmak üzere iki alt temayı içermektedir.

Uygulamalardan önce öğretmen adaylarının STEM öğretmenini profesyonel meslek özellikleri ve kişisel özellikleri yönüyle tanımladıkları belirlenmiştir. Hem deney hem de kontrol grubunda profesyonel meslek özelliği olarak ön plana çıkan özelliklerin "teknolojiyi etkin kullanabilme", "alan bilgisine sahip olma", "STEM disiplinlerini entegre edebilme" ve "deney yapabilme" olduğu belirlenmiştir. Kişisel özelliklerde ise deney grubunda baskın olarak "yeniliğe uyum sağlayabilme", "kendini geliştirme" özelliklerinden bahsedilmiştir. Kontrol grubuyla ortak olarak belirtilen özelliklerin ise "araştırmacı" ve "yüksek motivasyon" özellikleri ön plana çıkmıştır.

Öğretmen adaylarının STEM öğretmeni olma motivasyonları incelendiğinde mesleki motivasyonlar ve kişisel motivasyonlar olarak iki alt tema ortaya çıkmıştır. Mesleki motivasyonlar "iyi öğretmen olmak" ve "öğrencilere faydalı olmak" gibi motivasyonlardır. Kişisel motivasyonlara bakıldığında ise "yeni şeyler öğrenme" en çok tekrar edilen motivasyon kaynağıdır.

Uygulama sonrasında STEM öğretmeni tanımı incelendiğinde uygulama öncesinde olduğu gibi en yüksek frekansa sahip özelliğin "teknolojinin etkin kullanımı" olduğu belirlenmiştir. Uygulama sonrasında "STEM disiplin bilgisi", "yenilikçi düşünme", "problem çözme" ve "çözüm odaklı düşünme" gibi profesyonel özellikler öğretmen adayları tarafından tanımlanmıştır.

STEM öğretmeni olma motivasyonları incelendiğinde uygulama öncesinde hem deney hem de kontrol grubunda "mesleki doyum", "öğrencilere iyi eğitim vermek", ortak mesleki

motivasyonlardır. Kişisel motivasyonlar deney grubunda "yeni şeyler öğrenmek" ve "hayaller" olarak ön plana çıkarken kontrol grubunda "daha çok bilgi beceri edinmek" ön plana çıkmaktadır. Uygulama sonrasında da mesleki motivasyonların başında "öğrencilere faydalı olmak" ve "yeni şeyler öğrenmek" yer almıştır. Kişisel motivasyonlar uygulama sonrasında "kendini geliştirmek" ve "öğreneme isteği" olarak ön plana çıkmıştır.

Kimlik sosyal normlar, kültürel değerler ve kişisel deneyimler gibi çeşitli faktörler tarafından şekillenebilir bu sebeple değişen ve gelişen bir yapıya sahiptir (Stryker & Burke, 2000). Öğretmen kimliği de yaşantılar sonucu değişebilir ya da gelişebilir (El Nagdi vd., 2018). Bu araştırma henüz öğretmen eğitiminin başında olan öğretmen adaylarının STEM öğretmen kimliği hakkında düşünmelerini, STEM'le ilgili deneyimler edinmelerini sağlamıştır.

Literatürde STEM'in ne olduğu ile ilgili belirsizlik "STEM insanı" ve "STEM öğretmeni" için de geçerlidir (Dou & Cian, 2021; Slavit vd., 2016). Öğrencilerin, öğretmenlerin, araştırmacıların veya öğretmen adaylarının "STEM" den ne anladığı ya da "STEM" i nasıl tanımladığı farklılık göstermektedir (Dou & Cian, 2021; El Nagdi vd., 2018). Bu sebeple öğretmen adaylarının STEM öğretmeni hakkındaki görüşlerini belirlemek önemlidir. Uygulamalar sonrasında deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun fen bilimleri öğretmeni ile STEM öğretmeni olmanın farklı olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Bunun yanı sıra azımsanmayacak çoğunlukta öğretmen adayının fen bilimleri öğretmeni ve STEM öğretmeninin bazı yönleriyle farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Farklı olduğunu ve aynı olduğunu düşünen öğretmen adaylarının sayısı ise eşittir. Öğretmen adaylarının bu düşüncelerinden hareketle kendilerinin STEM öğretmeni özelliklerine sahip olup olmadıkları hakkındaki düşünceleri de kritiktir. Çünkü kendini tanıma STEM kimliğinin önemli bir boyutudur. Hem deney hem de kontrol grubu öğretmen adaylarının uygulama sonrasında kendilerinin STEM öğretmeni özelliklerine sahip olduklarını düşündükleri belirlenmiştir. Deney grubunda STEM öğretmeni özelliklerini kısmen taşıdıklarını düşünen öğretmen adayları da belirlenmiştir. Galanti ve Holincheck (2024) öğretmenlerin mühendislik ve tasarımı içeren özgün uygulamalara katılmalarının, entegre STEM bilgilerinde, STEM kariyer farkındalıklarında ve mesleki gelişimlerinin sağlanmasında önemli bir role sahip olduğunu belirtmiştir.

STEM kimliği ile ilgili çalışmalar son birkaç yılda artış göstermektedir. Literatürde STEM öğretmen kimliğine odaklanan az sayıda çalışma yer almaktadır (Galanti & Holinceck, 2022; El Nagdi vd., 2018). STEM öğretmen kimliğini okul dışı öğrenme ortamları bağlamında

(Carroll vd, 2023; Cheng, 2019) araştırıldığı, STEM sınıflarında görev yapmanın STEM öğretmen kimliği farkındalığına etkileri (Keiler, 2018) ve STEM öğretmen adaylarının yetiştirilmesi (Ferguson & Sutphin, 2019) konuları araştırılmıştır.

STEM öğretmen kimliğinin öğretmen eğitimindeki yansımalarının araştırılması önemlidir (Galanti & Holincheck, 2023). STEM öğretmenlerinin STEM ortamında kimliklerini geliştirmelerini desteklemek için içerik bilgilerini, pedagojik becerilerini ve kişisel ve mesleki özelliklerini geliştirmeye odaklanan mesleki gelişim fırsatları sağlamak değerlidir (Slavit vd., 2016). Mesleki gelişim programları aynı zamanda öğretmenlere işbirliği yapma ve araştırmaya dayalı öğrenmeye katılma fırsatları da sağlamalıdır. Buna ek olarak, risk almaya, yeniliğe ve sürekli öğrenmeye değer veren destekleyici ve kapsayıcı bir okul kültürü oluşturmak, STEM öğretmenlerinin kimliklerini geliştirmelerine ve zorlu bir eğitim ortamında başarılı olmalarına yardımcı olabilir (El Nagdi vd., 2018).

Öğretmen adaylarının çevrimiçi öğrenme ortamında STEM uygulamaları yapmaları dijital araçları kullanma becerilerinin ne kadar önemli olduğunu ortaya çıkarmıştır. Tzafilkou, Perifanou ve Economides (2022) çalışmalarında STEM öğretmenlerinin uzaktan eğitim derslerini etkili bir şekilde öğretmek için dijital beceriler geliştirme ihtiyacı olduğunu belirlemiştir. Araştırmanın sonuçları STEM öğretmenlerinin uzaktan öğretim ve kurslarını düzenlemek için dijital araçları nasıl kullanacakları konusunda becerilerini ve bilgilerini geliştirmeleri gerektiğini ve rehberliğe ihtiyaç duyduklarını göstermiştir.

STEM öğretmen kimliğinin çok boyutlu yapısı deneysel çalışmalar için araştırılması zor bir alandır. STEM öğrenen kimliği ve öğretmen kimliği modellerinin entegre edildiği bu model birden çok duyuşsal özelliği barındırmaktadır. Modeli oluşturan her bir boyut önemli ve bir araştırmanın konusu olacak kadar da derin teorik köklere dayanmaktadır. Böylesi karmaşık bir yapının aslında kimlik temelinde STEM öğretmeni olmanın "bu benlik bir şey" ya da "bu benlik bir şey değil" kararına varma yolundaki arka planı oluşturmaktadır. STEM kimliğini araştıran son çalışmalar tanınma boyutuna odaklanmaktadır (Dou & Cian, 2021). Bu araştırma bağlamında yarı yapılandırılmış sorularla STEM öğretmen kimliği hakkında görüşler belirlenmiştir. Bu görüşler STEM öğretmen kimliğinin boyutlarıyla ilişkilidir (bkz. Şekil 27). Öğretmen adaylarının Robotik STEM Topluluğu'na üye olmaları ve topluluk etkinliklerine katılmaları kimliğin tanınma boyutuna yönelik önemli bir bulgudur. Çünkü bireyin bir gruba veya topluluğa üye olması kendisini o grubun veya topluluğun bir parçası olarak gördüğü ve çevresine de bunu gösterdiği anlamına gelir. Bu durum da bireyin kimliğinin şekillenmesinde

etkili olacaktır. Gelecekte yapılacak araştırmalarda tanınma, kişisel imaj, ilgi ve yetkinlik bağlamına odaklanılmasının STEM öğretmen kimliğinin oluşmasındaki kritik etkileri ortaya çıkarma potansiyeline sahiptir.

5.5. Öneriler

Araştırma sonucu robotik STEM uygulamalarının bir öğretme aracı olarak kullanılabileceği, elektrik devrelerinin öğretiminde etkili bir araç olduğu belirlenmiştir. Ayrıca robotik STEM uygulamalarına yönelik ilgi gelişimi araştırılmış ve durumsal ilginin bireysel ilgiye dönüşme potansiyeli olduğu belirlenmiştir. Doğrudan STEM öğretmen kimliği ölçülmese de öğretmen adaylarının STEM öğretmen kimliği hakkındaki görüşleri belirlenmiş ve yorumlanmıştır. Bu araştırma sonucunda ortaya çıkan sonuçlardan hareketle yapılacak yeni araştırmalar için bazı öneriler aşağıda sunulmuştur:

- Robotik STEM uygulamalarının öğretim aracı olarak kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Robotik uygulamalar öğretmen adaylarına elektrik devreleri konusu dışında farklı fizik konularının öğretiminde de kullanılabilir. Bu araştırmada kullanılan Arduino dışında farklı robotik uygulama araçları tercih edilerek başarı ve ilgi üzerindeki etkileri araştırılabilir.
- Öğretmen eğitiminde daha fazla STEM ve robotik STEM uygulamalarına yer verilmelidir. Öğretmenlerin STEM uygulamalarını derslerde tercih etmemelerinin sebepleri arasında nasıl uygulama yapacaklarını bilmemeleri ve uygulamalara yönelik doküman veya ders içeriğine ulaşamamalarıdır. Öğretmen eğitimi için derslere entegre edilmiş daha fazla robotik ve robotik olmayan STEM uygulamalarının geliştirilmesi ve açık kaynak olarak paylaşılması STEM eğitiminin yaygınlaşmasında önemli katkılar sağlayabilir.
- STEM öğretmen kimliği ile ilgili gelecekte yapılacak araştırmaların öğretmen eğitiminin gelişimine daha fazla katkı sunması için öğretmen adaylarının eğitimlerinin ilk yıllarından başlayarak mezun oldukları yıla kadar olan süreç boylamsal olarak incelenebilir. Böyle bir araştırmanın bulguları öğretmen kimliğinin geliştirilmesi hakkında değerli bulguları ortaya çıkarabilir. Bu araştırmada STEM öğretmen kimliği ile ilgili sınırlılıklardan biri de direkt olarak kimliğe ilişkin bir ölçümün olmamasıdır. Araştırmanın güçlü yönü ise STEM öğretmeni ve STEM öğretmen kimliği hakkında farkındalık sağlamasıdır. Kimlikle ilgili yapılacak yeni araştırmaların STEM öğretmen

kimliğinin ölçülmesine odaklanması öğretmen eğitimi için faydalı sonuçlar ortaya koyabilir.

- Bu araştırmanın sınırlılıklarından biri de bireysel ilginin uygulamalar öncesinde var olup olmadığını başlangıçta ölçülmemiş olmasıdır. İlgi gelişimini araştıracak diğer çalışmaların katılımcılarını araştırma öncesinde derinlemesine (örneğin nitel araştırma yöntemleri kullanılarak) tanıması ve incelemesi ilgi gelişimi hakkında daha derinlemesine ve güçlü bulgular ortaya koyabilir.
- Çalışma farklı yaş gruplarında ya da farklı ders veya konularda tekrarlanabilir.
- Robotik STEM uygulamalarının etkileri hizmetiçi öğretmen eğitimi bağlamında incelebilir.
- Bu çalışmada başarı, ilgi, performans üzerine robotik STEM etkinliklerinin etkisi incelenmiştir. Bu etkinliklerin farklı değişkenler üzerine olan etkisi de incelenebilir.

KAYNAKLAR

Adams, W.K., Perkins, K.K., Podolefsky, N.S., Dubson, M., Finkelstein, N.D., & Wieman, C.E. (2006). New instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: The Colorado learning attitudes about science survey. *Physical Review Special Topics—Physics Education Research, 2,* 1– 14. https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.010101

Affouneh, S., Salha, S., Burgos, D., Khlaif, Z. N., Saifi, A. G., Mater, N., & Odeh, A. (2020). Factors that foster and deter STEM professional development among teachers. *Science Education, 104*(5), 857-872. https://doi.org/10.1002/sce.21591

Ainley, M. (2017). *Interest: Knowns, Unknowns, and Basic Processes.* In: O'Keefe, P., Harackiewicz, J. (Ed.) The Science of Interest. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55509-6_1

Akçay, S. (2018). *Robotik FETEMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve motivasyon üzerine etkileri.* Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi?* İstanbul Aydın Üniversitesi.

Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education, 6*(1), 63-71.

Alper, J. (1993). The pipeline is leaking women all the way along. *Science, 206*(5106), 409-411.

Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research, 9*(2), 2. https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223

Arık, M., & Topçu, M.S. (2022). Implementation of engineering design process in the k-12 science classrooms: Trends and ıssues. *Research in Science Education 52*, 21–43. https://doi.org/10.1007/s11165-019-09912-x

Atak, H. (2011). Kimlik gelişimi ve kimlik biçimlenmesi: Kuramsal bir değerlendirme. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 3*(1), 163-213.

Atalay, R., & Öner Armağan, F. (2023). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerin STEM eğitimine yönelik görüşleri. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi, 7*(1), 83-115. https://doi.org/10.46762/mamulebd.1308766

Ateş, H., & Gündüzalp, C. (2023). A unified framework for understanding teachers' adoption of robotics in STEM education. *Education and Information Technologies, 1*-27. https://doi.org/10.1007/s10639-023-12382-4

Atman-Uslu, N., Yavuz, G. Ö., & Koçak Usluel, Y. (2023). A systematic review study on educational robotics and robots. *Interactive Learning Environments, 31*(9), 5874–5898. https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2023890

Atmatzidou, S., Markelis, I., & Demetriadis, S. (2008, November). *The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning.* In International Conference of Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAR), Venice, Italy (pp. 22-30).

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems, 75,* 661-670. https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008

Augello, A., Daniela, L., Gentile, M., Ifenthaler, D., & Pilato, G. (2020). Robot-assisted learning and education. *Frontiers in Robotics and AI, 7,* 591319. https://doi.org/10.3389/frobt.2020.591319

Avraamidou, L. (2014). Studying science teacher identity: Current insights and future research directions. *Studies in Science Education, 50*(2), 145-179. https://doi.org/10.1080/03057267.2014.937171

Ayaz, E. (2019). *Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin sınıf öğretmeni adaylarının karar verme, bilimsel yaratıcılık ve tasarım becerilerine etkisi.* Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Ayvacı, H. Ş., Alaca, M. B., & Er Nas, S. (2020). Fen bilimleri öğretim programında yeniden yapılandırılan fen ve mühendislik uygulamalarının öğretmen görüşlerine dayalı olarak değerlendirilmesi. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education, 9*(1), 28-41.

Azgın, A. O., & Şenler, B. (2019). İlkokulda STEM: Öğrencilerin kariyer ilgileri ve tutumları. *Journal of Computer and Education Research, 7*(13), 213-232. https://doi.org/10.18009/jcer.538352

Babaoğlu, G., & Güven Yıldırım, E. (2023). The effect on gifted students' 21st century skills of supporting science teaching with LEGO® Education® BricQ motion essential and student opinions on this ınstruction. *Science Insights Education Frontiers, 15*(2), 2305-2324. https://doi.org/10.15354/sief.23.or216

Badeleh, A. (2019). The effects of robotics training on students' creativity and learning in physics. *Education and Information Technologies.* https://doi.org/10.1007/s10639-019-09972-6.

Baker, C. K., & Galanti, T. M. (2017). Integrating STEM in elementary classrooms using model-eliciting activities: responsive professional development for mathematics coaches and teachers. *International Journal of STEM Education, 4*(1), 1-15. https://doi.org/10.1186/s40594-017-0066-3

Banzi, M., & Shiloh, M. (2014). *Getting started with arduino: The open source electronics prototyping platform.* (3nd ed.) Maker Media, Inc.

Barker, B. S., & Ansorge, J. (2007). Robotics as Means to Increase Achievement Scores in an Informal Learning Environment. *Journal of Research on Technology in Education, 39*(3), 229–243. https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782481

Barak, M., & Assal, M. (2018). 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*, 121-144. https://doi.org/10.1007/s10798-016-9385-9

Barth, P. (2013). Virtual schools: Where's the evidence? *Educational Leadership, 70*(6), 32-36.

Beauchamp, C., & Thomas, L. (2009). Understanding teacher identity: an overview of issues in the literature and implications for teacher education. *Cambridge Journal of Education, 39*(2), 175–189. https://doi.org/10.1080/03057640902902252

Benitti, F.B.V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education, 58*(3), 978-988. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006

Benitti, F.B.V., & Spolaôr, N. (2017). *How Have Robots Supported STEM Teaching?* In: Khine, M. (Ed.) Robotics in STEM Education. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57786-9_5

Berlyne, D. E. (1960). *Conflict, arousal and curiosity.* New York: Grove Press.

Berland, L., Steingut, R., & Ko, P. (2014). High school student perceptions of the utility of the engineering design process: creating opportunities to engage in engineering practices and apply math and science content. *Journal of Science Education and Technology 23*, 705–720. https://doi.org/10.1007/s10956-014-9498-4

Blanchard, S., Freiman, V., & Lirrete-Pitre, N. (2010). Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex tasks: Innovative potential of technology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2*(2), 2851-2857. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.427

Borup, J., Graham, C. R., West, R. E., Archambault, L., & Spring, K. J. (2020). Academic communities of engagement: An expansive lens for examining support structures in blended and online learning. *Educational Technology Research and Development, 68*(2), 807–832. https://doi.org/10.1007/s11423-020-09744-x

Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi.* Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim bilimleri Enstitüsü. Ankara

Breiner, J., Harkness, S., Johnson, C., & Koehler, C. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics, 112*(1), 3–11. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x

Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C., & Roehrig, G. (2015). *Integrated STEM education.* In C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & T. J. Moore (Eds.), STEM road map: A framework for integrated STEM education (pp. 23–37). New York, NY: Routledge

Burke, P. (2020). *Identity*. In P. Kivisto (Ed.), *The Cambridge Handbook of Social Theory* (pp. 63-78). Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/doi:10.1017/9781316677452.005

Burke, P.J., & Stets, J.E. (2009). *Identity theory*. Oxford University Press

Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science, 329*(5995), 996-996.

Campbell, C., & Jobling, W. (2014). STEM education: Authentic projects which embrace an ıntegrated approach. *Australasian Journal of Technology Education, 1*(1). https://doi.org/10.15663/ajte.v1i1.14

Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching, 44*(8), 1187–1218. https://doi.org/10.1002/tea.20237

Carroll, T. K., Nutwell, E. C., Christy, A. D., Bennett, M. B., & Finkelstein, N. D. (2023). Facilitator STEM teacher ıdentity development via online ınformal stem education during the (covıd)-19 era. *Career and Technical Education Research, 48*(1), 42-65. https://doi.org/10.5328/cter48.1.42

Chang, M. J., Eagan, M. K., Lin, M. H., & Hurtado, S. (2011). Considering the impact of racial stigmas and science identity: Persistence among biomedical and behavioral science aspirants. *The Journal of Higher Education, 82*(5), 564-596. https://doi.org/10.1080/00221546.2011.11777218

Cheng, K. (2019). *Informal learning opportunities and STEM teacher ıdentity development.* (Doctoral Dissertation). Retrived from https://trace.tennessee.edu/utk_graddiss/5621/

Chiang, F. K., Zhang, Y., Zhu, D., Shang, X., & Jiang, Z. (2022). The influence of online STEM education camps on students' self-efficacy, computational thinking, and task value.

Journal of Science Education and Technology, 31(4), 461-472. https://doi.org/10.1007/s10956-022-09967-y

Chiu, T.K.F., Ismailov, M., Zhou, X. et al. (2023). Using self-determination theory to explain how community-based learning fosters student ınterest and ıdentity in ıntegrated STEM education. *International Journal of Science and Mathemathic Education 21* (1), 109–130 https://doi.org/10.1007/s10763-023-10382-x

Coşkun Karabulut, H., Elcan N., & Kariper, I. A. (2023). Pre service teachers' engagement with stem-based hands-on activities in online chemistry laboratory courses. *Research in Science & Technological Education,* 1–21. https://doi.org/10.1080/02635143.2023.2215170

Côté, J. E., & Levine, C. G. (2002). *Identity Formation, Agency, and Culture: A Social Psychological Synthesis.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Creswell, J. W. (2017). *Karma yöntem araştırmalarına giriş*. (M. Sözbilir, Çev.). Ankara: Pegem Akademi

Creswell, J. W. (2021). *Karma yöntem araştırmalarına giriş* (M. Sözbilir, Çev.). Ankara: Pegem Akademi.

Cribbs, J. D., Hazari, Z., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2015). Establishing an explanatory model for mathematics identity. *Child Development, 86*(4), 1048–1062. https://doi.org/10.1111/cdev.12363

Çakır-Kozcu, N., & Güven, G. (2019). Arduino-Assisted robotic and coding applications in science teaching: Pulsimeter activity in compliance with the 5E learning model. *Science Activities, 56*(2), 42-51. https://doi.org/10.1080/00368121.2019.1675574

Çalık, H., & Altun Yalçın, S. (2022). The effect of STEM and STEM-Based robotics activities on constructive learning environments opinions of teacher candidates. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi 12*, 137-163. https://doi.org/10.21733/ibad.948455

Çam, E. (2019). *Robotik destekli programlama eğitiminin problem çözme becerisi, akademik başarı ve motivasyona etkisi.* Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Çolakoğlu, M., & Gökben, G. A. (2017). Türkiye'de eğitim fakültelerinde FeTeMM (STEM) çalışmaları. *İnformal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi, 2*(2), 46-69.

Çolakoğlu, J., Steegh, A., & Parchmann, I. (2023). Reimagining informal STEM learning opportunities to foster STEM identity development in underserved learners. *In Frontiers in Education, 8,* (p. 1082747). Frontiers Media SA. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1082747

Darmawansah, D., Hwang, G. J., Chen, M. R. A., & Liang, J. C. (2023). Trends and research foci of robotics-based STEM education: a systematic review from diverse angles based on the technology-based learning model. *International Journal of STEM Education, 10*(1), 12. https://doi.org/10.1186/s40594-023-00400-3

De Coito, I. & Estaiteyeh, M. (2022). Transitioning to online teaching during the covıd-19 pandemic: an exploration of STEM teachers' views, successes, and challenges. *Journal of Science Education and Technology 31*, 340–356 https://doi.org/10.1007/s10956-022-09958-z

Dewey, J. (1913). *Interest and effort in education,* Cambridge, MA: Riverside Press.

Di Stasio, M. (2021). *Making: Laboratory and Active Learning Perspectives*. In Makers at School, Educational Robotics and Innovative Learning Environments: Research and Experiences from FabLearn Italy 2019, in the Italian Schools and Beyond (pp. 11-15). Cham: Springer International Publishing.

Dohn, N. B. (2020). Students' interest in Scratch coding in lower secondary mathematics. *British Journal of Educational Technology, 51*(1), 71-83. https://doi.org/10.1111/bjet.12759

Dou, R., Hazari, Z., Dabney, K., Sonnert, G. & Sadler P. (2019). Early informal STEM experiences and STEM identity: The importance of talking science. *Science Education. 103,* 623–637. https://doi.org/10.1002/sce.21499

Dou, R., & Cian, H. (2021). The relevance of childhood science talk as a proxy for college students' STEM identity at a Hispanic serving institution. *Research in Science Education, 51*(4), 1093-1105. https://doi.org/10.1007/s11165-020-09928-8

Dou, R., & Cian, H. (2022). Constructing STEM identity: An expanded structural model for STEM identity research. *Journal of Research in Science Teaching, 59*(3), 458-490. https://doi.org/10.1002/tea.21734

Dugas, D. (2021). The identity Triangle: Toward a unified framework for teacher identity. *Teacher Development, 25*(3), 243–262. https://doi.org/10.1080/13664530.2021.1874500.

Ecevit, T., Yıldız, M., & Balcı, N. (2022). Türkiye'deki STEM Eğitimi Çalışmalarının İçerik Analizi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22*(1), 263-286. https://doi.org/10.17240/aibuefd.2022..-893198.

Eguchi, A. (2010). What is Educational Robotics? Theories behind it and practical implementation. In D. Gibson & B. Dodge (Eds.), *Proceedings of SITE 2010--Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 4006-4014). San Diego, CA, USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Retrieved April 14, 2024 from https://www.learntechlib.org/primary/p/34007/.

Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems, 75*, 692-699. https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.05.013

El Nagdi, M., Leammukda, F. & Roehrig, G. (2018). Developing identities of STEM teachers at emerging STEM schools. *International Journal of STEM Education 5,* 36. https://doi.org/10.1186/s40594-018-0136-1

El Nagdi, M., & Roehrig, G. (2020). Identity evolution of STEM teachers in Egyptian STEM schools in a time of transition: a case study. *International Journal of STEM Education 7,* 41. https://doi.org/10.1186/s40594-020-00235-2

English, L. D. (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education, 15*, 5-24. https://doi.org/10.1007/s10763-017-9802-x

English, L. D., & King, D. (2019). STEM integration in sixth grade: Desligning and constructing paper bridges. *International Journal of Science and Mathematics Education, 17*, 863-884. https://doi.org/10.1007/s10763-018-9912-0

Erdoğan, R., Saglam, Z., Cetintav, G., & Yılmaz, F.G.K. (2023). Examination of the usability of Tinkercad application in educational robotics teaching by eye tracking technique. *Smart Learning Environments, 10,* 27 https://doi.org/10.1186/s40561-023-00242-0

Erduran, S. (2020). Nature of "STEM"?: Epistemic Underpinnings of Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics in Education. *Science Education, 29*(4):1-4. https://doi.org/10.1007/s11191-020-00150-6

Eren, E., & Dökme, İ. (2022). Fen eğitiminde kullanılan STEM uygulamalarının değerlendirilmesi. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 9*(2), 669-681. https://doi.org/10.21666/muefd.1080617

Erikson, E. H. (1994*). Identity and the life cycle*. WW Norton & Company.

Erikson, E. (1959). *Theory of identity development. E. Erikson, Identity and the life cycle.* Nueva York: International Universities Press. Obtenido de http://childdevpsychology. yolasite.com/resources/theory% 20of% 20ident ity% 20erikson. pdf.

Etimoloji Türkçe (2022). https://www.etimolojiturkce.com/arama/identity adresinden erişilmiştir.

Evripidou, S., Georgiou, K., Doitsidis, L., Amanatiadis, A. A., Zinonos, Z., & Chatzichristofis, S. A. (2020). Educational robotics: platforms, competitions and expected learning outcomes. *IEEE Access, 8*, 219534-219562. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3042555

Fackler, A. K., & Sexton, C. M. (2020). Science teacher education in the time of covıd-19: a document analysis. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education, 24*(3), 5-13.

Fakhrudin, I. A., Wicaksana, E. J., Nastiti, A. R., Saljadziba, E., & Indriyanti, N. Y. (2021, March*). Pre-service teachers' perspectives: stem as a solution to promote education for sustainable development.* In Journal of Physics: Conference Series (1842, 1, p. 012082). IOP Publishing.

Fatsa, Ö. F., & Turan, Z. (2022). Eğitsel robotik setlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Instructional Technology and Lifelong Learning, 3*(2), 144-175. https://doi.org/10.52911/itall.1201609

Fegely, A., & Tang, H. (2022). Learning programming through robots: The effects of educational robotics on pre-service teachers' programming comprehension and

motivation. *Educational Technology Research and Development, 70*(6), 2211-2234. https://doi.org/10.1007/s11423-022-10174-0

Ferguson, S., & Sutphin, L. (2019). Pre-service STEM teachers' views of teaching before and after their first lesson. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning, 13*(2), 14. https://doi.org/10.20429/ijsotl.2019.130214

Fidai A., Barroso, L.R., Capraro M. M., & Capraro, R.M (2020). *Effects of Engineering Design Process on Science and Mathematics.* IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Uppsala, Sweden, 2020, pp. 1-4, https://doi.org/ 10.1109/FIE44824.2020.9274167.

Galanti, T. M., & Holincheck, N. (2022). Beyond content and curriculum in elementary classrooms: Conceptualizing the cultivation of integrated STEM teacher identity. *International Journal of STEM Education, 9*(1), 43. https://doi.org/10.1186/s40594-022-00358-8

Galanti, T. M., & Holincheck, N. (2024). Developing integrated STEM teacher identity using guided curation of K-12 engineering activities. *Research in Integrated STEM Education, 2*(1), 31-55.

García-Carrillo, C., Greca, I. M., & Fernández-Hawrylak, M. (2021). Teacher perspectives on teaching the STEM approach to educational coding and robotics in primary education. *Education Sciences, 11*(2), 64. https://doi.org/10.3390/educsci11020064

García-Tudela, P. A., & Marín-Marín, J. A. (2023). Use of Arduino in primary education: a systematic review. *Education Sciences, 13*(2), 134. https://doi.org/ 10.3390/educsci13020134

Gavrilas, L., Kotsis, K. T., & Papanikolaou, M. S. (2023). Assessing teacher readiness for educational robotics integration in primary and preschool education. *Education 3-13,* 1–17. https://doi.org/10.1080/03004279.2023.2300699

Gee, J. P. (2000). Identity as an analytic lens for research in education. *Review of Research in Education, 25*(1), 99–125. https://doi.org/10.3102/0091732X025001099

Godec, S., Archer, L., & Dawson, E. (2022). Interested but not being served: mapping young people's participation in informal STEM education through an equity lens. *Research Papers in Education, 37*(2), 221-248. https://doi.org/10.1080/02671522.2020.1849365

Godwin, A., Potvin, G., & Hazari, Z. (2013). *The development of critical engineering agency, identity, and the impact on engineering career choices.* Paper presented at the ASEE Annual Conference, Atlanta, GA. https://peer.asee.org/22569

Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. CRS report for congress, R42642, https://www2.law.umaryland.edu/marshall/crsreports/crsdocuments/R42642_04052013.pdf

Greenhow, C., Graham, C. R., & Koehler, M. J. (2022). Foundations of online learning: Challenges and opportunities. *Educational Psychologist, 57*(3), 131–147. https://doi.org/10.1080/00461520.2022.2090364

Güleryüz, H. (2023). Attitudes of secondary school students towards robotics and coding ın STEM education with Tinkercad. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi, 18*(38), 471-485. https://doi.org/10.35675/befdergi.1270169

Habig, B., & Gupta, P. (2021). Authentic STEM research, practices of science, and interest development in an informal science education program. *International Journal of STEM Education 8*, 57. https://doi.org/10.1186/s40594-021-00314-y

Hacıoğlu, Y., Yamak, H., & Kavak, N. (2016). Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri. *Bartın University Journal of Faculty of Education, 5*(3), 807-830. https://doi.org/10.14686/buefad.v5i3.5000195411

Hanna, F., Oostdam, R., Severiens, S. E., & Zijlstra, B. J. (2020). Assessing the professional identity of primary student teachers: Design and validation of the teacher identity measurement scale. *Studies in Educational Evaluation*, *64*, Article 100822. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.100822

Harman, G., & Yenikalaycı, N. (2021). STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecine dayalı etkinliklere yönelik fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 53*(53), 206-226. https://doi.org/10.15285/maruaebd.729672

Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Shanahan, M. C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, *47*(8), 978-1003. https://doi.org/10.1002/tea.20363

Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist, 41*(2), 111-127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4

Hidi, S., Renninger, K. A., & Krapp, A. (2004). *Interest, a motivational construct that combines affective and cognitive functioning.* In Motivation, emotion and cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development, Dai, D. and Sternberg, R. (Eds.) 89–115. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Hogg, M. A. (2016). *Social identity theory* (pp. 3-17). Springer International Publishing.

Hogg, M. A., & Smith, J. R. (2007). Attitudes in social context: A social identity perspective. *European Review of Social Psychology, 18*(1), 89-131. https://doi.org/10.1080/10463280701592070

Holincheck, N. M., & Galanti, T. M. (2023). Applying a model of integrated STEM teacher identity to understand change in elementary teachers' STEM self-efficacy and career awareness. *School Science and Mathematics, 123*(6), 234-248. https://doi.org/10.1111/ssm.12610

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research* (pdf version). National Academies Press. https://doi.org/10.17226/18612.

Hunt, J. M. (1965). *"Intrinsic motivation and its role in psychological development".* In Nebraska symposium on motivation, Levine, D. (Ed.)189–282. Lincoln: Nebraska

Ishak, S. A., Din, R., Othman, N., Gabarre, S., & Hasran, U. A. (2022). Rethinking the ideology of using digital games to increase individual interest in STEM. *Sustainability, 14*(8), 4519. https://doi.org/10.3390/su14084519

Jack, B. M., & Lin, H. S. (2014). Igniting and sustaining interest among students who have grown cold toward science. *Science Education, 98*(5), 792-814. https://doi.org/10.1002/sce.21119

Jacobs, J. E., & Eccles, J. S. (2000). *Parents, task values, and real-life achievement-related choices*. In Intrinsic and extrinsic motivation (pp. 405-439). Academic Press.

Jacobs, J. E., & Bleeker, M. M. (2004). Girls' and boys' developing interests in math and science: Do parents matter? *New Directions for Child and Adolescent Development,* (106), 5-21. https://doi.org/10.1002/cd.113

Jiang, H., Wang, K., Wang, X. et al. (2021). Understanding a STEM teacher's emotions and professional identities: a three-year longitudinal case study. *International Journal of STEM Education 8,* 51 https://doi.org/10.1186/s40594-021-00309-9

Jones, M. G., Childers, G., Corin, E., Chesnutt, K., & Andre, T. (2019). Free choice science learning and STEM career choice. *International Journal of Science Education, Part B, 9*(1), 29-39. https://doi.org/10.1080/21548455.2018.1534024

Kabigting, L. D. C. (2021). Computer simulation on teaching and learning of selected topics in physics. *European Journal of Interactive Multimedia and Education, 2*(2), e02108. https://doi.org/10.30935/ejimed/10909

Kalaitzidou, M., & Pachidis, T. P. (2023). Recent robots in STEAM education. *Education Sciences, 13*(3), 272. https://doi.org/10.3390/educsci13030272

Kalemkuş, J. (2020). Deneysel araştırmalarda STEM eğilimi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi (36)*, 78-90.

Karakaya, F., Avgın, S. S., & Yılmaz, M. (2018). Ortaokul öğrencilerinin fen-teknoloji-mühendislik-matematik (STEM) mesleklerine olan ilgileri. *Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi, 3*(1), 36-53.

Karakuş, B., & Bircan, M. A. (2022). İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM kariyer ilgileri ve STEM'e yönelik tutumları. *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1*(2), 120-129.

Keiler, L.S. (2018). Teachers' roles and identities in student-centered classrooms. *International Journal of STEM Education 5,* 34 https://doi.org/10.1186/s40594-018-0131-6

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education, 3*(1), 1-11. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Keren, G., & Fridin, M. (2014). Kindergarten Social Assistive Robot (KindSAR) for children's geometric thinking and metacognitive development in preschool education: A pilot

study. *Computers in Human Behavior, 35,* 400-412. https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.03.009

Kert, S. B., Erkoç, M. F., & Yeni, S. (2020). The effect of robotics on six graders' academic achievement, computational thinking skills and conceptual knowledge levels. *Thinking Skills and Creativity, 38,* 100714. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100714

Kesler, A. Shamir-Inbal, T., & Blau, I. (2022). Active learning by visual programming: pedagogical perspectives of ınstructivist and constructivist code teachers and their ımplications on actual teaching strategies and students' programming artifacts. *Journal of Educational Computing Research, 60,* 28–55. https://doi.org/10.1177/0735633121101779

Kıran, D. (2021). STEM ilgi ölçeği geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (60),* 457-479. https://doi.org/10.21764/ maeuefd.946735

Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P., & Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education, 91,* 14-31. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.005

Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on interest in science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education, 33*(1), 27-50. https://doi.org/10.1080/09500693.2010.518645.

Krapp, A. (1999). Interest, motivation and learning: An educational-psychological perspective. *European Journal of Psychology of Education, 14*(1), 23-40. https://doi.org/10.1007/BF03173109.

Linnenbrink-Garcia, L., Patall, E. A., & Messersmith, E. E. (2012). Antecedents and consequences of situational interest. *British Journal of Educational Psychology, 83*(4), 591-614. https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2012.02080.x

Lipstein, R., & Renninger, K. A. (2007). *"Putting things into words": The development of 12-15-year-old students' interest for writing*. In P. Boscolo & S. Hidi (Eds.), Motivation and writing: Research and school practice (pp. 113–140). Elsevier. https://doi.org/10.1163/9781849508216_008

Maas, M. J., & Hughes, J. M. (2020). Virtual, augmented and mixed reality in K–12 education: A review of the literature. *Technology, Pedagogy and Education, 29*(2), 231-249. https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1737210

Marcia J. (1993). *The relational roots of identity*. In Discussions on Ego Identity (Ed. J Kroger)34-65. NJ, England, Lawrence Erlbaum Associates

Margot, K.C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *International Journal of STEM Education 6,* 2 https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2

Marsh, H. W., Hau, K.-T., & Kong, C.-K. (2002). Multilevel causal ordering of academic self-concept and achievement: ınfluence of language of ınstruction (english compared with chinese) for hong kong students. *American Educational Research Journal, 39*(3), 727-763. https://doi.org/10.3102/00028312039003727

Martin, F., & Borup, J. (2022). Online learner engagement: Conceptual definitions, research themes, and supportive practices. *Educational Psychologist, 57*(3), 162–177. https://doi.org/10.1080/00461520.2022.2089147

Mc Clure, E. R., Guernsey, L., Clements, D. H., Bales, S. N., Nichols, J., Kendall-Taylor, N., & Levine, M. H. (2017). STEM starts early: Grounding science, technology, engineering, and math education in early childhood. In Joan Ganz Cooney center at sesame workshop. Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop. 1900 Broadway, New York, NY 10023.

McDonald C. V. (2016). STEM Education: A Review of the Contribution of the Disciplines of Science, Technology, Engineering and Mathematics. *Science Education International, 27*(4):530-569

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

MEB (2016). *STEM eğitimi raporu*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı - Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK).

MEB (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı* (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. Ankara: Devlet Kitapları Basım Evi.

MEB (2022). *STEM Okulu Etiketi Nasıl Alınır?* https://tekirdagkodluyor.meb.gov.tr/www/stem-okulu-etiketi-nasil-alinir/icerik/46 sayfasından erişilmiştir.

MEB (2022). Ortaöğretim ksxsnım testleri. https://odsgm.meb.gov.tr/www/ortaogretim-kazanim-testleri-2022-2023/icerik/902 sayfasından erişilmiştir.

Meral, M., & Altun-Yalçın, S. (2024). Trends ın studıes on educatıonal robotıcs ın recent years: a content analysıs. *Trakya Eğitim Dergisi, 14*(1), 148-164. https://doi.org/10.24315/tred.1332498

Mesutoğlu, C., & Baran, E. (2020) Examining the development of middle school science teachers' understanding of engineering design process. *International Journal of Science and Mathemathics Education 18,* 1509–1529. https://doi.org/10.1007/s10763-019-10041-0

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. SAGE.

Miller, D. P., & Nourbakhsh, I. (2016). *Robotics for education*. In Springer handbook of robotics (pp. 2115-2134). Cham: Springer International Publishing.

Mills, R., Tomas, L., Whiteford, C., & Lewthwaite, B. (2020). Developing middle school students' interest in learning science and geology through Slowmation. *Research in Science Education, 50*(4), 1501-1520. https://doi.org/10.1007/s11165-018-9741-8

Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology, 85*(3), 424. https://doi.org/10.1037/0022-0663.85.3.424

Monk, S. (2013). *30 arduino projects for the evil genius, second edition*. McGraw-Hill Publishing.

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A., & Roehrig, G. H. (2014). *Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education*. In J. Strobel, S. Purzer, & M. Cardella (Eds.), Engineering in precollege settings: research into practice. Rotterdam: Sense Publishers.

Mosley, P., Ardito, G., & Scollins, L. (2016). Robotic cooperative learning promotes student STEM interest. *American Journal of Engineering Education, 7*(2), 117-128.

National Academy of Engineers & National Research Council (2009) In: Katehi L, Feder M (Eds) Engineering in K-12 education: understanding the status and improving the prospects. National Academies Press, Washington

National Aeronautics and Space Administration. (2011). *Beginning engineering, science and technology educator guides: An educator's guide to the engineering design process grades 6-8.* https://www.nasa.gov/pdf/630754main_NASAsBESTActivityGuide6-8.pdf sayfasından erişilmiştir.

National Aeronautics and Space Administration. (2015). *Let It Glide: Facilitation Guide*.https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/EDC02_Let_It_Glide_Facilitation_Guide_FINAL.pdf sayfasından erişilmiştir.

National Governors Association Center for Best Practices & Council of Chief State School Officers. (2010). *Common core state standards for science.* Washington, D.C.: Authors.

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

NGSS Lead States (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/18290.

OECD (2024). OECD future of education and skills 2030 project. https://www.oecd.org/education/2030-project/about/ sayfasından erişilmiştir.

Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: a multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education, 11*(1), 7. https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4

Öner-Armağan, F., Metin, M., & Atalay, R. (2023). Comparison of science teachers' thoughts on face-to-face and online STEM-based activities. *Journal of Educational Technology and Online Learning, 6*(3), 514-535. https://doi.org/10.31681/jetol.1196938

Özkızılcık, M., & Cebesoy, U.B. (2024). The influence of an engineering design-based STEM course on pre-service science teachers' understanding of STEM disciplines and engineering design process. *International Journal of Technology Design Education 34,* 727–758. https://doi.org/10.1007/s10798-023-09837-7

Öztürk, Y. (2007). Tarih ve Kimlik. *Akademik İncelemeler Dergisi, 2*(1), 1-25.

Palvia, S., Aeron, P., Gupta, P., Mahapatra, D., Parida, R., Rosner, R., & Sindhi, S. (2018). Online education: Worldwide status, challenges, trends, and implications. *Journal of Global Information Technology Management, 21*(4), 233-241. https://doi.org/10.1080/1097198X.2018.1542262

Potvin, P., Ayotte-Beaudet, JP., Hasni, A. et al. (2023). Development and validation of a questionnaire to assess situational ınterest in a science period: a study in three cultural/linguistic contexts. *Research in Science Education 53*, 99–120 https://doi.org/10.1007/s11165-022-10050-0

Prasad, K. (2022). *Studying STEM Identity of Hong Kong kindergarten teachers who adopt an inquiry-based teaching approach.* 2022 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE), 580-587.

Prenzel, M. (1992). *Selective persistence of interest*. In The role of interest in learning and development, Edited by: Renninger, K. A., Hidi, S. and Krapp, A. 71–98. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Radloff, J., & Guzey, S. (2016). Investigating preservice STEM teacher conceptions of STEM education. *Journal of Science Education Technology 25,* 759–774 https://doi.org/10.1007/s10956-016-9633-5

Renninger, K. A. (2000). *Individual interest and its implications for understanding intrinsic motivation*. In C. Sansone & J. M. Harackiewicz (Eds.), Intrinsic and extrinsic motivation: The search for optimal motivation and performance (pp. 337–404). Academic Press.

Renninger, K. A., Costello Kensey, C. N., Stevens, S. J., & Lehman, D. L. (2015). *Perceptions of science and their role in the development of interest.* In K. Renninger, M. Nieswandt, & S. Hidi (Eds.), Interest in mathematics and science learning (pp. 93–110). American Educational Research Association

Renninger, K. A., Ewen, L., & Lasher, A. K. (2002). Individual interest as context in expository text and mathematical word problems. *Learning and Instruction, 12*(4), 467-490. https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00012-3

Renninger, K. A., & Hidi, S. (2016). *The power of interest for motivation and engagement.* New York: Routledge.

Rinke, C. R., Gladstone-Brown, W., Kinlaw, C. R., & Cappiello, J. (2016). Characterizing STEM teacher education: Affordances and constraints of explicit STEM preparation for elementary teachers. *School Science and Mathematics, 116*(6), 300-309. https://doi.org/10.1111/ssm.12185

Ryu, M., Mentzer, N., & Knobloch, N. (2019). Preservice teachers' experiences of STEM integration: challenges and implications for integrated STEM teacher preparation. *International Journal of Technology and Design Education 29*, 493–512 https://doi.org/10.1007/s10798-018-9440-9

Sachs, J. (2005). *Teacher education and the development of professional identity*: *Learning to be a teacher 1*. In Connecting policy and practice (pp. 5-21). Routledge.

Salta, K., Paschalidou, K., Tsetseri, M., & Koulougliotis, D. (2022). Shift from a traditional to a distance learning environment during the COVID-19 pandemic: University students' engagement and interactions. *Science & Education, 31*(1), 93-122. https://doi.org/10.1007/s11191-021-00234-x

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMAnia. *The Technology Teacher, 68*(4), 20–27.

Sánchez-Rivas, E., Ruiz-Roso Vázquez, C., & Ruiz-Palmero, J. (2024). Teacher digital competence analysis in block programming applied to educational robotics. *Sustainability, 16*(1), 275. https://doi.org/10.3390/su16010275

Sapounidis, T., & Alimisis, D. (2021). *Educational robotics curricula: Current trends and shortcomings* (pp. 127–138). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_12

Sapounidis, T., Tselegkaridis, S., & Stamovlasis, D. (2022). Educational robotics and STEM in primary education: a review and a meta-analysis. *Journal of Research on Technology in Education,* 1-15. https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2160394

Schiefele, H., Krapp, A., Prenzel, M., Heiland, A., & Kasten, H. (1983). *Principles of an educational theory of interest.* Paper presented at the 7th meeting of the International Society for the Study of Behavioral Development. Munich, Germany

Schina, D., Esteve-González, V., & Usart, M. (2021). An overview of teacher training programs in educational robotics: characteristics, best practices and recommendations.

Education and Information Technologies 26, 2831–2852. https://doi.org/10.1007/s10639-020-10377-z

Schina, D., Valls-Bautista, C., Borrull-Riera, A., Usart, M., & Esteve-González, V. (2021). An associational study: Preschool teachers' acceptance and self-efficacy towards Educational Robotics in a pre-service teacher training program. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 18,* 1-20. https://doi.org/10.1186/s41239-021-00264-z

Semerci, N., & Özçelik, C. (2023). Ortaokul öğrencilerinin STEM mesleklerine ilgilerinin Belirlenmesi. *Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi, 7*(15), 263-280. https://doi.org/10.57135/jier.1316816

Shaby, N., Staus, N., Dierking, L. D., & Falk, J. H. (2021). Pathways of interest and participation: How STEM-interested youth navigate a learning ecosystem. *Science Education, 105*(4), 628-652. https://doi.org/10.1002/sce.21621

Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education, 4,* 1-16. https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1

Shin, D.D., Lee, M., Ha, J., E., Park, J.H., Ahn, H., S., Son, E., Chung, Y., & Bong, M. (2019). Science for all: Boosting the science motivation of elementary school students with utility value intervention. *Learning and Instruction, 60,* 104–116. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.12.003

Silvia, P. (2006). *Exploring the psychology of interest*. Oxford: Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195158557.001.0001.

Simpson, A., & Bouhafa, Y. (2020). Youths' and adults' identity in STEM: A systematic literature review. *Journal for STEM Education Research, 3,* 167-194. https://doi.org/10.1007/s41979-020-00034-y

Siregar, N. C., & Rosli, R. (2021, March). The effect of STEM interest base on family background for secondary student. *In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1806, No. 1, p. 012217). IOP Publishing.*

Slavit, D., Nelson, T. H., & Lesseig, K. (2016). The teachers' role in developing, opening, and nurturing an inclusive STEM-focused school. *International Journal of STEM Education, 3,* 1-17. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0040-5

Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education, 34*(9), 1337–1370. https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182.

Spolaôr, N., & Benitti, F. B. V. (2017). Robotics applications grounded in learning theories on tertiary education: A systematic review. *Computers & Education, 112*, 97–107. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.001

Staus, N. L., Lesseig, K., Lamb, R., Falk, J., & Dierking, L. (2020). Validation of a measure of STEM interest for adolescents. *International Journal of Science and Mathematics Education, 18*(2), 279-293. https://doi.org/10.1007/s10763-019-09970-7

Stets, J. E., & Burke, P. J. (2000). Identity theory and social identity theory. *Social Psychology Quarterly*, 224-237. https://doi.org/10.2307/2695870

Stets, J. E., & Serpe, R. T. (2013). *Identity Theory*. Handbooks of Sociology and Social Research, 31–60. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6772-0_2

Stewart, C. O. (2022). STEM Identities: A Communication theory of identity approach. *Journal of Language and Social Psychology, 41*(2), 148-170. https://doi.org/10.1177/0261927X211030674

Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 2*(1), 4. https://doi.org/10.5703/1288284314653

Stryker, S., & Burke, P. J. (2000). The past, present, and future of an identity theory. *Social Psychology Quarterly*, 284-297. https://doi.org/10.2307/2695840.

Şahin, S. (2006). Computer simulations in science education: Implications for distance education. *Online Submission, 7*(4)

Şimşek, F. (2019). FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin fen tutum, ilgi, bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi ve öğrenci görüşleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 10*(3), 654-679. https://doi.org/10.16949/turkbilmat.470261

Şişman, B., & Küçük, S. (2019). An educational robotics course: Examination of educational potentials and pre-service teachers' experiences. *International Journal of Research in Education and Science, 5*(2), 510-531.

Tajfel, H. (1996). *Social groups and identities*: Developing the legacy of Henri Tajfel. Psychology Press.

Talafian, H., Moy, M. K., Woodard, M. A., & Foster, A. N. (2019). STEM identity exploration through an immersive learning environment. *Journal for STEM Education Research, 2*(2), 105-127. https://doi.org/10.1007/s41979-019-00018-7

Talan, T. (2020). Investigation of the studies on educational robotic applications. *Journal of Education for Life, 34*(2), 503–522.

Talan, T. (2021). The effect of educational robotic applications on academic achievement: A meta-analysis study. *International Journal of Technology in Education and Science, 5*(4), 512–526. https://doi.org/10.46328/ijtes.242

Tang, A. L. L., Tung, V. W. S., & Cheng, T. O. (2023). Teachers' perceptions of the potential use of educational robotics in management education. *Interactive Learning Environments, 31*(1), 313–324. https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1780269

Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2003). Issues and dilemmas in teaching research methods courses in social and behavioural sciences: US perspective. *International Journal of Social Research Methodology, 6*(1), 61-77. https://10.1080/13645570305055

TED (2014) *Öğretmen gözüylee öğretmenlik mesleği.* https://ted.org.tr/wp-content/uploads/2024/03/ogretmen_gozuyle_ogretmenlik_meslegi.pdf sayfasından erişilmiştir.

Thomas, L., & Beauchamp, C. (2011). Understanding new teachers' professional identities through metaphor. *Teaching and Teacher Education, 27,* 762-769. https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.12.007

Turgut, M. F., & Baykul, Y. (2019). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (8.baskı). Pegem Akademi.

Türk Dil Kurumu. (2022). Kimlik. https://sozluk.gov.tr/ adresinden erişilmiştir.

Tzafilkou, K., Perifanou, M., & Economides, A. A. (2022). STEM distance teaching: Investigating STEM teachers' attitudes, barriers, and training needs. *Education Sciences, 12*(11), 790. https://doi.org/10.3390/educsci12110790

Valsiner, J. (1992). *Interest: A Meta-Theoretical Perspective*. In K.A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), The role of interest in learning and development (pp. 27-41). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Vasquez, J. A., Sneider, C. I., & Comer, M. W. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics* (pp. 58-76). Portsmouth, NH: Heinemann.

Weinberg, J. B. & Yu, X. (2003). *Robotics in education: Low-cost platforms for teaching integrated systems.* IEEE Robotics & Automation magazine, 10(2), 4-6.

Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M. J., & Lai, G. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific ınquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education, 40*(2), 201–216. https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782505

Wolf, V., Hsiao, V., Rodriguez, B., Min, A., Mayorga, J., & Ashcroft, J. (2020). Utilization of remote access electron microscopes to enhance technology education and foster STEM interest in preteen students. *Research in Science Education,* 1-18. https://doi.org/10.1007/s11165-020-09964-4

World Economic Forum (2020). *According to the World Economic Forum, more than 50% of the workforce today needs to acquire these skills by 2025.* https://www.weforum.org/agenda/2020/10/top-10-work-skills-of-tomorrow-how-long-it-takes-to-learn-them/ adresinden erilişmiştir.

Yang, K. L., Wu, H. K., Yeh, Y. F., Lin, K. Y., Wu, J. Y., & Hsu, Y. S. (2023). Implementers, designers, and disseminators of integrated STEM activities: self-efficacy and commitment. *Research in Science & Technological Education, 41*(4), 1433–1451. https://doi.org/10.1080/02635143.2021.2008343

Yayla-Eskici, G. (2023). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik tasarım becerilerinin incelenmesi. *Journal of Computer and Education Research, 11*(22), 924-951. https://doi.org/10.18009/jcer.1344266

Yeğitek (2024). *STEM okulu etiketi kriterleri*. https://scientix.eba.gov.tr/icerik/64 adresinden erişilmiştir.

YGS (2017). Yüksek öğretime geçiş sınavı. https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2017/OSYS/YGS/YGSkitapcigi12032017.pdf sayfasından erişilmiştir.

Yıldırım, H., & Gelmez-Burakgazi, S. (2020). Türkiye'de STEM eğitimi konusunda yapılan çalışmalar üzerine bir araştırma: Meta-sentez çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,50*, 291-314. doi: 10.9779/pauefd.590319.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri.* Ankara: Seçkin

Yılmaz, H. E., & Kara, M. (2023). Eğitimde robot kullanımının avantajları: Türkiye'de yapılan tez araştırmalarının yöntemleri ve bulguları üzerine bir inceleme. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi, 5*(2), 115-129. https://doi.org/10.53694/bited.1378066

You, H. S., Chacko, S. M., & Kapila, V. (2021). Examining the effectiveness of a professional development program: integration of educational robotics into science and mathematics curricula. *Journal of Science Education and Technology, 30*(4), 567-581. https://doi.org/10.1007/s10956-021-09903-6

Yükseköğretim Kurulu [YÖK]. (2018c). *Fen bilgisi öğretmenliği lisans programı.* https://www.yok.gov.tr/Documents/Kurumsal/egitim_ogretim_dairesi/Yeni-OgretmenYetistirme-Lisans-Programlari/Fen_Bilgisi_Ogretmenligi_Lisans_Programi.pdf

Zhang, Y., Luo, R., Zhu, Y., & Yin, Y. (2021). Educational robots ımprove K-12 students' computational thinking and STEM attitudes: Systematic review. *Journal of Educational Computing Research, 59*(7), 1450-1481. https://doi.org/10.1177/0735633121994070

Zhuang, Y., Foster, J. K., Conner, A., Crawford, B. A. Foutz, T., & Hill, R. B. (2022) Teaching elementary mathematics with educational robotics. *Journal of STEM Teacher Education. 57*, 1, https://doi.org/10.30707/JSTE57.1.1664998343.900405

EKLER

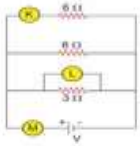
EK 1. Elektrik Devreleri Konusu Başarı Testi

ELEKTRİK DEVRELERİ KONUSU BAŞARI TESTİ

1-Her birinin direnci 12 ohm olan 3 adet özdeş iletken birbirine bağlandığında elde edilebilecek en büyük eşdeğer direnç R_1 en küçük eşdeğer direnç ise R_2 oluyor. Buna göre $\frac{R_1}{R_2}$ oranı kaçtır?

A)4 B)9 C)12 D)24 E)36

2- İç direnci önemsiz üreteçle K,L ve M ölçü aletleriyle kurulu şekildeki devrenin eşdeğer direnci 2 Ω'dur.



Buna göre bu ölçü aletleri hangisidir?

	K	L	M
A	Ampermetre	Voltmetre	Voltmetre
B	Voltmetre	Voltmetre	Voltmetre
C	Voltmetre	Voltmetre	Ampermetre
D	Voltmetre	Ampermetre	Ampermetre
E	Ampermetre	Ampermetre	Ampermetre

3- Aşağıda verilen ifadelerden hangisi ya da hangileri reostanın (değişken direnç) işlevini tanımlar?

I-Akım şiddetini ölçer.

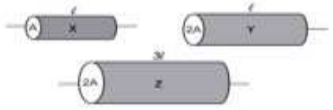
II-Elektrik enerjisi depo eder.

III-Akım şiddetini ayarlar.

A)Yalnız I B)Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

7-Kesit alanları ve boyları şekilde verilen X,Y ve Z iletken telleri aynı maddeden yapılmıştır.



Buna göre, iletken telin dirençleri R_X. R_Y ve R_Z arasındaki ilişki nedir?

A) $R_X > R_Y > R_Z$

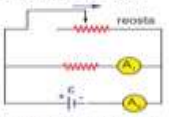
B) $R_Y > R_Z > R_X$

C) $R_X = R_Y > R_Z$

D) $R_Z > R_Y > R_X$

E) $R_Z > R_X > R_Y$

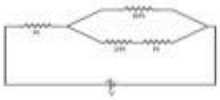
8- İç direnci önemsiz üreteçlerle kurulan şekildeki devrede reosta sürgüsü ok yönünde çekiliyor.



Buna göre A_1 ve A_2 ampermetrelerinin gösterdikleri değerler nasıl değişir?

	A_1	A_2
A	Artar	Azalır
B	Azalır	Azalır
C	Değişmez	Azalır
D	Değişmez	Artar
E	Artar	Artar

4-



Yukarıda verilen şekilde eşdeğer direnç kaç Ω'dur?

A)1 B)2 C)3 D)4 E)6

5- Şekildeki tabloda K,L,M dirençlerinin bağlı olduğu devredeki akım ve gerilim değerleri verilmiştir.

Ampul	Direnç(Ω)	Gerilim (V)	Akım(I)
K	300	**X**	3
L	50	600	**Y**
M	220	**Z**	2

Tabloda X, Y ve Z için uygun değerlerin olduğu seçenek aşağıdakilerden hangisidir?

	X	Y	Z
A)	600	30	120
B)	900	12	440
C)	200	30	440
D)	900	12	110
E)	300	15	120

6-Bir iletken telin direnci;

I-Telin özdirenci,

II-Telin uzunluğu,

II-Telin kesit alanı

Niceliklerinden hangisinin artmasıyla azalır?

A)Yalnız I B)Yalnız II C)I ve II

D)I ve III E)II ve IIII

9- Özdirençleri aynı olan K ve N iletkenlerinin boyları ve kesit alanları ile ilgili bilgiler, aşağıdaki tabloda verilmiştir.

İletkenin Adı	Boyu	Kesit Alanı
K	L	4A
N	3L	A

Buna göre;

I-K iletkeninin boyunu uzatmak,

II-K iletkeninin kesit alanını büyütmek,

III-N iletkeninin boyunu uzatmak,

IV-N iletkeninin kesit alanını büyütmek

İşlemlerinden hangileri tek başına yapılırsa K ve N iletkenlerinin dirençleri birbirine eşit olabilir?

A)Yalnız I B)Yalnız III C) I veya IV

D)II veya III E)II veya IV

10-Evlerimizde ya da okullarımızdaki tüm elektrik tesisatları birbirine paralel bağlıdır. Ahmet okulun toplantı salonundaki avizelerden ilkini açtığında verdiği ışık miktarının diğer üç avizeyi açtığında da değişmediğini gözlemliyor. Ahmet bu durumu nasıl açıklayabilir?

A) Paralel bağlı devrelerde akım, devre elemanı arttıkça azalır.
B) Seri bağlı devrelerde tüm devre elemanlarından geçen akım miktarı eşittir.
C) Paralel devrelerde kol sayısının artması her bir koldaki gerilimi etkilemez
D) Paralel devrelerde kol sayısının artması devrenin direncini azaltır.
E) Seri bağlı devrelerde akım dirençle ters orantılıdır.

EK 2. Deney ve Kontrol Grubu Uygulama Değerlendirme Rubriği

DENEY GRUBU UYGULAMA DEĞERLENDİRME RUBRİĞİ					
Uygulama bileşenleri	**Göstergeler**	**Başarılı (2)**	**Geliştirilebilir (1)**	**Başarısız (0)**	**Puan**
Devre	Devre elamanlarını kullanma	• Devre için gerekli tüm malzemeleri kullandı.	• Devre için gerekli malzemelerden bir tanesini eksik kullandı.	• Devre için gerekli malzemelerde bir den fazla eksiklik var.	
	Direnç	• Devre elemanlarına uygun direnç kullandı.	• Devre elemanlarından bir tanesi için uygun direnç kullanmadı.	• Devre elemanlarına uygun direnç kullanmadı	
	Devre elemanlarının doğru yerleşimi	• Devre elemanlarını breadboarda doğru yerleştirdi.	• Devre elemanlarının bir tanesini breadboarda yanlış yerleştirdi.	• Devre elemanlarını breadboarda doğru yerleştirmedi	
	Devre bağlantı.	• Devre bağlantılarını doğru şekilde kurdu.	• Devre bağlantılarında eksiklikler var.	• Devre bağlantılarında ciddi eksiklikler var.	
Rapor	Rapor bölümleri	• Raporda deney adı, amacı, kavram ve ilkeler, teorik bilgiler eksiksiz ve doğru olarak yer alıyor.	• Raporda deney adı, amacı, kavram ve ilkeler, teorik bilgilerde bazı hatalar/eksiklikler yer alıyor (üç hatadan az).	• Raporun üçten fazla bölümünde hatalar/eksiklikler var.	
Kodlama	mBlock kodları	• Gerekli tüm blocklar, kodlar, değişkenler kullanıldı.	• Gerekli tüm blocklar, kodlar, değişkenlerde eksikler var.	• Kodlar hatalı	
Toplam					

KONTROL GRUBU UYGULAMA DEĞERLENDİRME RUBRİĞİ					
Uygulama bileşenleri	**Göstergeler**	**Başarılı (2)**	**Geliştirilebilir (1)**	**Başarısız (0)**	**Puan**
Devre	Devre elamanları	• Devre için gerekli tüm malzemeleri kullandı.	• Devre için gerekli malzemelerden bir tanesini eksik kullandı.	• Devre için gerekli malzemelerde bir den fazla eksiklik var.	
	Direnç	• Devre elemanlarına uygun direnç kullandı.	• Devre elemanlarından en çok birine uygun direnç kullanmadı.	• Devre elemanlarına uygun direnç kullanmadı	
	Breadboard	• Devre elemanlarını breadboarda doğru yerleştirdi.	• Devre elemanlarının bir tanesini breadboarda yanlış yerleştirdi.	• Devre elemanlarını breadboarda doğru yerleştirmedi.	
	Dev bağlantı.	• Devre bağlantılarını doğru şekilde kurdu.	• Devre bağlantılarında eksiklikler var.	• Devre bağlantılarında ciddi eksiklikler var.	
Rapor	Rapor bölümleri	• Raporda deney adı, amacı, kavram ve ilkeler, teorik bilgiler eksiksiz ve doğru olarak yer alıyor.	• Raporda deney adı, amacı, kavram ve ilkeler, teorik bilgilerde bazı hatalar/eksiklikler yer alıyor (üç hatadan az).	• Raporun üçten fazla bölümünde hatalar/eksiklikler var.	
Toplam					

EK 3. Deney ve Kontrol Grubu Mühendislik ve Tasarım Değerlendirme Rubriği

DENEY GRUBU MÜHENDİSLİK VE TASARIM DEĞERLENDİRME RUBRİĞİ					
Uygulama bileşenleri	**Ölçütler**	**Başarılı (2)**	**Geliştirilebilir (1)**	**Başarısız (0)**	**Puan**
Mühendislik tasarım döngüsü	Problem ve prototip çözümü	• Problem durumu açık ve net ifade edilerek çözüm olabilecek prototip tasarlandı ve çözümü daha iyi yapacak geçerli öneriler sunuldu.	• Problem durumu net ifade edilmedi ve kısmen çözüm olacak bir prototip tasarlansa da çözümü daha iyi yapacak öneriler geliştirilebilir.	• Problem durumu belirlenemedi kısmen çözüm olacak bir prototip tasarlansa da çözümü daha iyi yapacak öneriler geliştirilmedi.	
Devre	Devre elamanları	• Devre için gerekli tüm malzemeleri kullandı.	• Devre için gerekli malzemelerden bir tanesini eksik kullandı.	• Devre için gerekli malzemelerde bir den fazla eksiklik var.	
	Direnç	• Devre elemanlarına uygun direnç kullandı.	• Devre elemanlarından bir tanesi için uygun direnç kullanmadı.	• Devre elemanlarına uygun direnç kullanmadı.	
	Breadboard	• Devre elemanlarını breadboarda doğru yerleştirdi.	• Devre elemanlarının en çok bir tanesini breadboarda yanlış yerleştirdi.	• Devre elemanlarını breadboarda yanlış yerleştirdi.	
	Bağlantı	• Devre bağlantılarını doğru şekilde kurdu.	• Devre bağlantılarında eksiklikler var.	• Devre bağlantılarında ciddi eksiklikler var.	
Kodlama	Mblock kodları	• Gerekli tüm blocklar, kodlar, değişkenler kullanıldı.	• Gerekli tüm blocklar, kodlar, değişkenlerde eksikler var.	• Bloc kodlar hatalı.	

KONTROL GRUBU MÜHENDİSLİK VE TASARIM UYGULAMASI DEĞRLENDİRME RUBRİĞİ					
Uygulama bileşenleri	**Ölçütler**	**Başarılı (2)**	**Geliştirilebilir (1)**	**Başarısız (0)**	**Puan**
Mühendislik tasarım döngüsü	Problem	• Problem durumu açık ve net ifade edilerek çözüm olabilecek prototip tasarlandı ve çözümü daha iyi yapacak geçerli öneriler sunuldu.	• Problem durumu net ifade edilmedi ve kısmen çözüm olacak bir prototip tasarlansa da çözümü daha iyi yapacak öneriler geliştirilebilir.	• Problem durumu belirlenemedi kısmen çözüm olacak bir prototip tasarlansa da çözümü daha iyi yapacak öneriler geliştirilmedi.	
Devre	Devre elamanları	• Devre için gerekli tüm malzemeleri kullandı.	• Devre için gerekli malzemelerden bir tanesini eksik kullandı.	• Devre için gerekli malzemelerde birden fazla eksiklik var.	
	Direnç	• Devre elemanlarına uygun direnç kullandı.	• Devre elemanlarından bir tanesi için uygun direnç kullanmadı.	• Devre elemanlarına uygun direnç kullanmadı	
	Breadboard	• Devre elemanlarını breadboarda doğru yerleştirdi	• Devre elemanlarının bir tanesini breadboarda yanlış yerleştirdi	• Devre elemanlarını breadboarda doğru yerleştirmedi	
	Bağlantı	• Devre bağlantılarını doğru şekilde kurdu.	• Devre bağlantılarında eksiklikler var.	• Devre bağlantılarında ciddi eksiklikler var.	

EK 4. Uygulamalara Yönelik İlgi Takip Formu

Biraz önce sonlanan ders sizin için ne kadar ilgi çekiciydi? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ◯ İlgimi çekmedi.
- ◯ Bazı noktaları ilgi çekiciydi.
- ◯ İlgi çekiciydi.
- ◯ İlgi çekiciydi dersin bir süre daha devam etmesini isterdim.
- ◯ Çok ilgi çekiciydi dersin devam etmesini isterdim bir sonraki dersi merakla bekliiyorum.

EK 5. Öğretmen Adaylarının "STEM öğretmen Kimliği" Hakkındaki Görüşleri

1-STEM öğretmenini nasıl tanımlarsınız?

2- STEM öğretmeni olmak sizin için ne anlam ifade ediyor?

3-Sizce STEM öğretmeni olmak ile fen bilimleri öğretmeni olmak birbirinden farklı mıdır? Eğer öyleyse bu farklılıklar nelerdir ve nasıldır? Eğer farklı değilse neden?

4-Sizce STEM öğretmeni hangi becerilere sahip olmalıdır?

5-Bir STEM öğretmeninde bulunması gereken yetenekler ile fen bilimleri öğretmeninde bulunması gereken yetenekleri karşılaştırınız.

6-Bir STEM öğretmeninin sahip olması gereken becerilere/yetkinliklere sahip olduğunuzu düşünüyor musunuz? Evet ya da Hayır ise nedenini açıklayınız.

7-Kendinizi fen bilimleri öğretmeni olarak mı STEM öğretmeni olarak mı adlandırmak istersiniz. Nedenini açıklayınız?

8- Gelecekte kendinizi STEM öğretmeni olarak görüyor musunuz? STEM öğretmeni olmak için sizi motive eden şeyler nelerdir?

EK 6. Deney Grubuna Ait Haftalık Uygulamalar

UYGULAMA ADI: BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

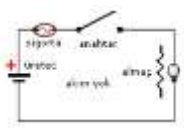
- Arduino Uno,
- Breadboard,
- Bağlantı kabloları,
- Led,
- Anahtar,
- Pil,
- Direnç

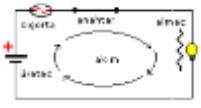
TEORİK BİLGİLER

En basit tanımıyla elektrik akımının izlediği yola devre adı verilir. Devre üzerinde birçok bileşen olabileceği gibi sadece bir üreteç, almaç ve iletkenden kurulu yapı da elektrik devresi olarak kabul edilebilir. Bir elektrik devresini oluşturan bileşenlere ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

Elektrik enerjisini üreten alet ve makinelere kısaca üreteç denir. Piller, akümülatörler depoladıkları kimyasal enerjiyi, istendiğinde elektrik enerjisine çeviren üreteçlerdir. Dinamo ve jeneratörler ise kullandıkları mekanik enerjiyi manyetik etki ile elektrik enerjisine çeviren üreteçlerdir. Almaç: Elektrik enerjisini üzerinde başka enerjilere çeviren alet veya makinelere almaç denir. Ampul, ütü, buzdolabı, radyo birer almaçtır. Yüksek elektrik iletme kabiliyeti olan ve özellikle tel hâlinde şekillendirilmiş malzemelere iletken adı verilir. Bakır teller, kablolar ve alüminyum teller buna örnek verilebilir. Anahtar: Basit anlamda açma ve kapama işleviyle elektrik akımının geçişini kontrol altında tutan araçtır. Açıldığında devre akımını keser; kapandığında ise akımın geçmesini sağlar. Devreyi ve devrede bulunan almacı ve üreteci, aşırı akımdan koruyan bir güvenlik aracıdır. Bu aşırı akım, üzerindeki akım geçişlerinde almaç, üreteç ve iletkenler arızalanabilir. Bunu önlemek için aşırı akımda devreyi kesen sigorta kullanılır.

Elektrik devre örnekleri:

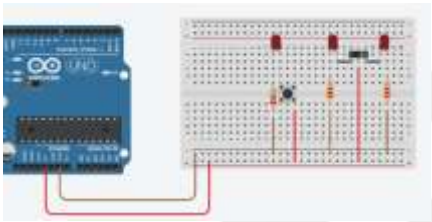




Şekil 1.1 Açık Şekil 1.2 Kapalı devre

UYGULAMANIN YAPILIŞI

1. Simülasyon programında devre için gerekli olan Arduino, breadboard, pil, led, direnç, anahtar, bağlantı kabloları malzemelerini seçiniz.
2. Breadboardun üzerine devre elemanlarını yerleştiriniz.
3. Ledin bir bacağının artı (uzun) diğer bacağının eksi (kısa) olduğunu unutmayınız.
4. Devreyi açık ve kapalı olacak şekilde tasarlayınız.
5. Kurduğunuz devre simülasyonunu çalıştırınız.



SIRA SİZDE

Bu bölümde aşağıda yer alan uygulama görevini Tinkercad programını kullanarak kendiniz yapınız. Devre görüntülerini içeren uygulama raporunu ilgili ödev kutusuna yükleyiniz**.**

Uygulama görevi: Açık ve kapalı basit elektrik devresi kurunuz. Devre açıkken ve kapalıyken. Devreye daha fazla direnç ekleyerek seri ve paralel bağlı dirençlerin olduğu bir devre kurunuz.

Devre görüntüsü

UYGULAMA ADI: LED VE BUZZER İLE ROBOTİK DEVRE UYGULAMASI

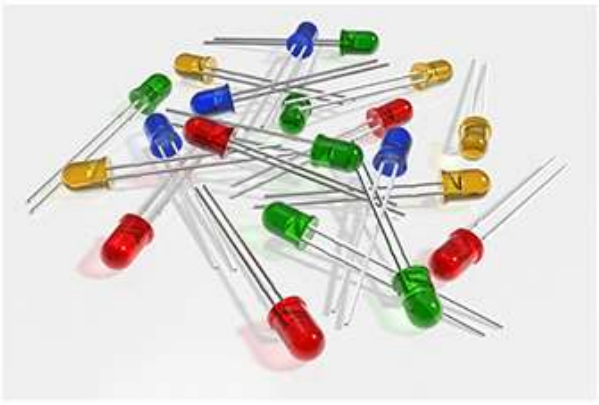
KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

- Arduino Uno,
- Breadboard,
- Bağlantı kabloları,
- Ledler (sarı, kırmız, yeşil),
- Direnç

TEORİK BİLGİLER

Işık yayan diyot olarak adlandırılan LED, elektrik enerjisini ışığa dönüştürür. Devre şemalarında 3mm, 5mm, 10mm LED şeklinde veya flux LED, power LED şeklinde belirtilir. Diyot Nedir? Tek yönde akım geçiren devre elemanıdır. Akımın ters yönde geçmesine izin vermez.





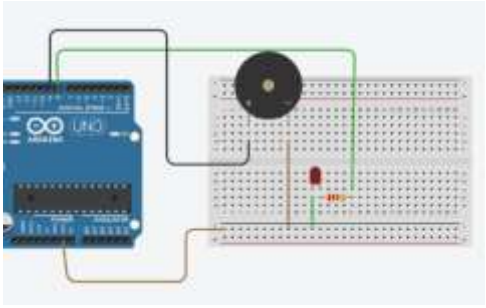
Şekil1. Işık yayan diyot led.

Buzzer'ı Tanıyalım

Buzzer alarm, sinyal vb. ses çıkaran bir devre elemanıdır. Bu sesin şiddeti buzzer'e seri bağlanan dirençler ile artırılıp azaltılabilir. Buzzer'ın iki girişi bulunmaktadır. Girişlerden biri GND pinine diğeri 5V pinine bağlanmalıdır.

UYGULAMANIN YAPILIŞI

1. Simülasyon programında devre için gerekli olan Arduino, breadboard, kırmızı led, direnç, buzzer ve bağlantı kabloları malzemelerini seçiniz.
2. Breadboardun üzerine led ve direnç yerleştiriniz.
3. Ledin bir bacağının artı (uzun) diğer bacağının eksi (kısa) olduğunu unutmayınız.
4. Devreniz için uygun direncin ledle bağlantısını yapınız.
5. Bağlantı kablolarını kullanarak breadbord üzerindeki devre elemanlarının Arduino kart ile bağlantısını sağlayınız. Ledlerin bağlı olduğu dijital pinlerin numaralarına dikkat ediniz. Uygulama kodları burada kullanılan pin numaralarına göre yapılacaktır.
6. Mblock programında uygulama devrenizdeki ledlerin 1'er saniye aralıklarla yanıp sönmesini sağlayacak kodları oluşturunuz.
7. Kodları oluştururken Arduino ile başlat bloğunu kullanınız. Ledlerin devrede bağlı olduğu pin numaralarını dikkate alarak pinlerin yüksek ve düşük komutlarını içeren bloklarını kullanınız. Ledlerin yanıp sönmelerini kontrol edecek "1saniye bekle" bloklarını kullanınız.
8. Oluşturduğunuz kodları Arduino karta yüklemek için simülasyon programına taşıyınız ve devre simülasyonu çalıştırınız.
9. Buzzer devre elemanının iki girişi bulunmaktadır. Bunlardan biri programlanırken Arduino kartın dijital pinlerinden herhangi birine diğeri ise GND pinine bağlanmalıdır.
10. Kodları oluştururken Arduino ile başlat bloğunu kullanınız. Buzzerın çalışması için bağlı olduğu dijital pinin yüksek olduğu kod bloğunu seçiniz.
11. Oluşturduğunuz kodları simülasyon programına taşıyınız ve devre simülasyonu çalıştırınız.





SIRA SİZDE

Bu bölümde aşağıda yer alan uygulama görevini Tinkercad programını kullanarak kendiniz yapınız. Yaptığınız uygulama raporunu ilgili ödev kutusuna yükleyiniz**.**

Uygulama görevi: 5 adet LED ile yürüyen ışık devresi oluşturunuz. Bu devre için hazırlayacağınız kodlamanın mantığı şu şekilde olmalı: Sırayla 1., 2., 3., 4. ve 5. sıradaki ledllerin 0.3 saniyen yanıp sönecek ve bu sürekli tekrarlayacak. Böylece yanan ışık yürüyor gibi bir görünüm oluşacak. Aynı işlemin simülasyonunu da Tinkercad programında oluşturup çalıştırınız.

Devre görüntüsü	**mBlock kodları**

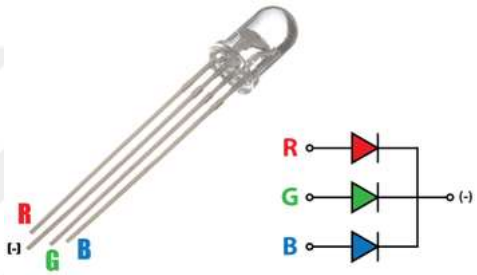
UYGULAMA ADI: RGB LED İLE ROBOTİK DEVRE UYGULAMASI

KULLANILAN MALZEMELER

- Arduino Uno,
- Breadboard,
- RGB Led,
- Bağlantı kabloları,
- Direnç

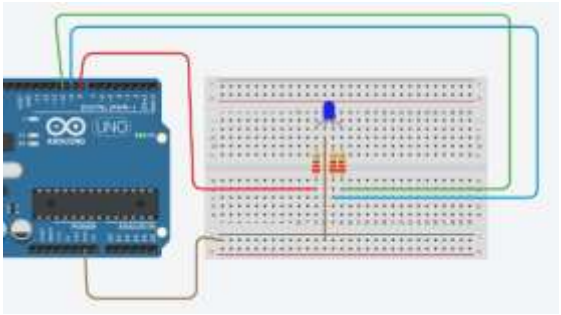
TEORİK BİLGİLER

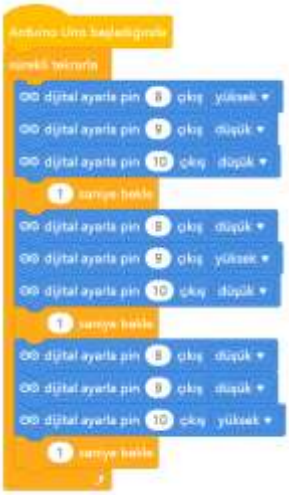
RGB-LED, üç farklı renkte ışık verebilen 4 bacaklı bir LED türüdür. Bacağın biri kırmızı, biri yeşil, diğeri mavi renk içindir. Dördüncü bacak ise GND veya 5V'a bağlanan ortak katot veya anot bacağıdır. RGB ismi, Red (kırmızı), Green (yeşil) ve Blue (mavi) renklerinin İngilizce ilk harflerinden gelir. Bu LED, dijital çıkışla kırmızı, yeşil ve mavi ana renkleri, pwm çıkışıyla ise bu üç rengin karıştırılmasıyla elde edilecek hemen hemen her rengi verebilmektedir.



UYGULAMANIN YAPILIŞI

1. Simülasyon programında devre için gerekli olan Arduino uno kartı, breadboard, RGB Led, direnç ve bağlantı kabloları malzemelerini seçiniz.
2. Breadbordun üzerine RGB ledi ve dirençleri yerleştiriniz.
3. Bağlantı kablolarını kullanarak breadbord üzerindeki devre elemanlarının Arduino kart ile bağlantısını sağlayınız. RGB ledin bağlı olduğu dijital pinlerin numaralarına dikkat ediniz. Uygulama kodları burada kullanılan pin numaralarına göre yapılacaktır.
4. Mblock programında uygulama devrenizdeki RGB ledin 1'er saniye aralıklarla yanıp sönmesini sağlayacak kodları oluşturunuz.
5. Oluşturduğunuz kodları Arduino karta yüklemek için simülasyon programına taşıyınız ve devre simülasyonu çalıştırınız.





SIRA SİZDE

Bu bölümde aşağıda yer alan uygulama görevini Tinkercad programını kullanarak kendiniz yapınız. Yaptığınız uygulama raporunu ilgili ödev kutusuna yükleyiniz**.**

Uygulama görevi: Arduino kartına bir RGB-LED'i bağlayarak LED'in 1saniye aralıklarla kırmızı, yeşil ve mavi renk vermesini sağlayan bir program oluşturup çalıştırınız.

Devre görüntüsü	**mBlock kodları**

UYGULAMA ADI: SENSÖRLERE GİRİŞ LDR FOTODİRENÇ İLE ROBOTİK DEVRE UYGULAMASI

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

- Arduino Uno,
- Led,
- Direnç,
- LDR (fotodirenç),
- Breadboard,
- Bağlantı kabloları.

TEORİK BİLGİLER

Göz, kulak, burun, dil ve deri çevreyi algılamamıza yarayan beş duyu organıdır. Çevremizdeki nesnelerin sesini, rengini, kokusunu, sertliğini, yumuşaklığını, sıcaklığını vb. özelliklerini duyu organlarımız sayesinde hissederiz. Çevreyi daha kolay ve doğru algılayabilmemiz için duyu organlarımızın birlikte çalışması gerekir. Duyu organlarımız nasıl çalışmaktadır? Duyu organlarımıza çevreden gelen uyarılar sinirsel iletim yoluyla beynimizin ilgili kısmına sinyal gönderir ve beynimiz bu sinyalleri değerlendirerek bir tepki oluşturur. Örneğin ışığın fazla olduğu bir ortamda göz bebeklerimizin küçülmesini sağlayan, üşüdüğümüzde titrememizi, vücut sıcaklığımız artınca terlememizi sağlayan şey duyu organlarımızın çevreyi algılayıp uygun tepkiyi vermesidir. Sensörler de tıpkı duyu organlarımız gibi çevredeki değişikliklere göre uyarı veren cihazlardır. İşte tüm bu fiziksel ortam değişikliklerini (ısı, ışık, basınç, ses, vb.) bizim yerimize algılayan cihazlara "sensör", algıladığı bilgiyi elektrik enerjisine çeviren cihazlara "transdüser" denir. Oluşan fiziksel bir değişikten dolayı mekanik bir makineyi veya elektronik bir devreyi çalıştırmamız gerektiğinde, o fiziksel değişimi algılayacak özelliklere sahip sensörler kullanılır. Örnek olarak ortamda sıcaklık değişimi meydana geliyorsa ısı sensörlerini veya ortamda ışık değişimi varsa foto direnç sensörünü seçeriz

Ldr Işık Sensörü

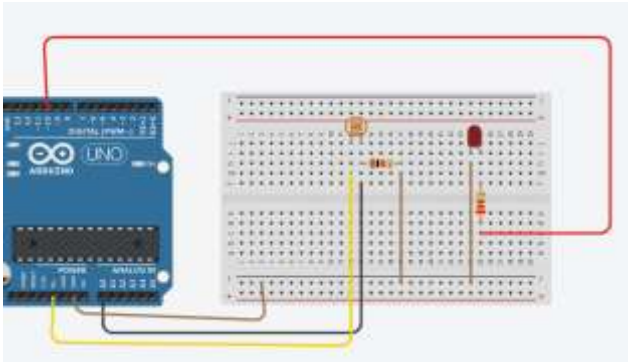
Bazı arabaların farları tünele girildiğinde veya hava kararkığında otomatik olarak yanar. Gündüz ya da aydınlıkta ise farlar kapalıdır. Farların otomatik olarak yanıp kapanması ışık seviyesi ölçülerek sağlanır. Işığın şiddetini ölçmek için ışığa duyarlı sensörler kullanılır. LDR (light dependent resistor), ışığa bağlı direnç demektir ve analog bir devre elemanıdır. LDR, ışık fotonlarını soğurma özelliğine sahip yarı iletken malzemelerden üretilir. LDR'nin üzerine düşen ışık şiddeti azaldıkça direnç değeri artar, ışık şiddeti arttıkça direnç değeri

azalır. LDR'yi devremizde LDR modülü ile birlikte kullanabiliriz. LDR modülünde, modülün güç pinleri ve data pini bulunur.

UYGULAMANIN YAPILIŞI

1. Simülasyon programında devre için gerekli olan Arduino Uno kartı, breadboard, kırmızı led, LDR sensör direnç ve bağlantı kablolarını seçiniz.
2. Breadboardun üzerine LDR sensörü ve direnci yerleştiriniz.
3. LDR sensörün bir bacağını Arduino Uno karttaki 5V pinine diğer bacağı ise (1k Ω dirençle ortak) A0 pinine bağlayınız (burada analog pinlerden herhangi biri kullanılabilir A0, A1 veya A2 şiklinde).
4. Direncin boşta kalan bacağını Arduino una karttaki GND pinine bağlayınız. Böylece LDR sensörün bağlantısını tamamlamış oldunuz.
5. Sensörün kontrol etmesini istediğiniz devre elemanını yani ledi devreye ekleyiniz. Led bağlantısının nasıl olması gerektiği önceki uygulama planında öğrenilmiştir.
6. Bağlantı kablolarını kullanarak breadbord üzerindeki devre elemanlarının Arduino kart ile bağlantısının doğru olduğunu kontrol ediniz.
7. LDR sensörün ve ledin bağlı olduğu dijital pinlerin numaralarına dikkat ediniz. Uygulama kodları burada kullanılan pin numaralarına göre yapılacaktır.
8. LDR ışık sensörünü kullanarak ortamdaki ışık miktarının belirlediğiniz (480 nm) değerin üstünde olması durumunda devredeki kırmızı ledin ışık vermesini sağlayan bir program oluşturunuz.
9. Bunun için Arduino ile başlat bloğunu kullanınız. Işık miktarını ölçecek analog pin için bir değişken oluşturunuz. Bu değişkeni isimlendiriniz (örneğiin "isik siddeti").
10. Belirlediğiniz sınır değerlerinin algılanması için işlemler bloğunu kullanınız. Büyüktür ve küçüktür işlemlerinin uygun olanını kod bloklarınızın içine yerleştiriniz.
11. Koşullu ifadeleri tanımlamak için eğer kontrol bloklarını kullanınız.
12. Oluşturduğunu programı tinkercad simülasyonundaki devrenize yükleyiniz ve

simülasyonu çalıştırınız.





SIRA SİZDE

Bu bölümde aşağıda yer alan uygulama görevini Tinkercad programını kullanarak kendiniz yapınız. Yaptığınız uygulama raporunu ilgili ödev kutusuna yükleyiniz**.**

Uygulama Görevi: LDR ışık sensörünü kullanarak ortamdaki ışık miktarının 500 nm değerinin üstünde olması durumunda devredeki kırmızı ledin yanmasını 500 nm değerinin altında olması durumunda yeşil ledin yanmasını sağlayınız.

Devre Görüntüsü	**mBlock kodları**

UYGULAMA ADI: ULTRASONİK MESAFE SENSÖRÜ İLE ROBOTİK DEVRE UYGULAMASI

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

- Arduino Uno,
- Ultrasonik mesafe sensörü,
- Direnç,
- Breadboard,
- Bağlantı kabloları,
- Led,
- Buzzer

TEORİK BİLGİLER

Şekildeki gösterilen ultrasonik mesafe sensörünün ses dalgaları vasıtasıyla önündeki nesneye olan mesafeyi hesaplayan bir kaynaktır. Sensörün Trig ile işaretli kısmı verici (Trigger) olup bir engele ses dalgaları gönderir, Echo ile işaretli kısmı alıcı olup engelden yansıyan ses dalgalarını algılayan kısımdır. Bu sensör açık bir alanda en fazla 4 metrelik mesafeye kadar ölçümü yapabilmektedir. Sensörün 4 girişi vardır: Vcc, Trig, Echo ve GND. Arduino kartın 5V pinine Vcc, Trig ve Echo dijital pinlerden herhangi birine bağlanır.

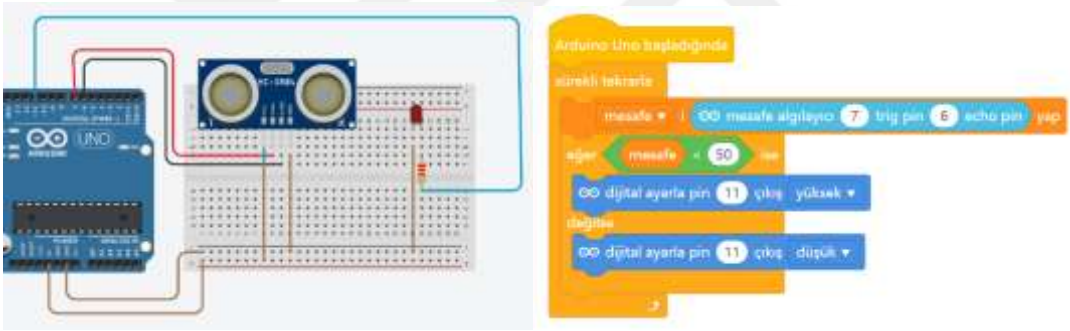


UYGULAMANIN YAPILIŞI

1. Simülasyon programında devre için gerekli olan Arduino uno kartı, breadboard, led, ultrasonik mesafe sensörü ve bağlantı kablolarını seçiniz.
2. Breadboardun üzerine ultrasonik mesafe sensörünü yerleştiriniz.
3. Sensörün Trig ve Echo bacaklarını dijital pinlere herhangi birine bağlayınız.
4. Sensörün Vcc bacağını 5V pinine, GND'yi ise GND pinine bağlayınız. Burada Trig ve Echo bacaklarını bağladığınız Arduino pinlerinin numarası önemlidir. Devrenin kodlaması yapılırken bu pin numaraları dikkate alınacaktır.
5. Ultrasonik mesafe sensörünü bağladıktan sonra sensörün kontrol etmesini istediğiniz devre elemanını yani ledi devreye ekleyiniz. Led bağlantısının nasıl olması gerektiği önceki uygulama planında öğrenilmiştir.
6. Bağlantı kablolarını kullanarak breadboard üzerindeki devre elemanlarının

Arduino kart ile bağlantısının doğru olduğunu kontrol ediniz.

7. Ultrasonik mesafe sensörü ile belirlediğiniz mesafede bir cisim olması durumunda ledin ışık verdiği bir program tasarlayınız.
8. Başlangıç için Arduino ile başlat kod bloğunu kullanınız.
9. Mesafeyi ölçecek trig ve echo pinleri için bir değişken oluşturunuz. Değişkeninize "mesafe" ismini veriniz.
10. Mesafe için belirlediğinizdeğerlerin anlaşılması için işlemler bloğunu kullanınız. Burada küçüktür ya da büyüktür işlemlerini kullanabilirsiniz.
11. Belirlediğiniz mesafenin koşul olarak algılanması için eğer koşul kod bloklarını kullanınız.
12. Oluşturduğunu programı Tinkercad simülasyonundaki devrenize yükleyiniz ve simülasyonu çalıştırınız.



SIRA SİZDE

Bu bölümde aşağıda yer alan uygulama görevini Tinkercad programını kullanarak kendiniz yapınız. Yaptığınız uygulama raporunu ilgili ödev kutusuna yükleyiniz**.**

Uygulama görevi: Ultrasonik mesafe sensörü ile belirlediğiniz mesafeden (<50 cm) yakın bir cisim olması durumunda ledin kırmızı ışık vermesini, bu mesafeden uzak (>50) bir cisim olması durumunda yeşil ışık vermesini sağlayan bir program tasarlayınız.

Devre Görüntüsü **mBlock kodları**

UYGULAMA ADI: GAZ SENSÖRÜ İLE ROBOTİK DEVRE UYGULAMASI

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

- Arduino Uno,
- Gaz sensörü,
- Breadboard,
- Led,
- Direnç,
- Bağlantı kabloları

TEORİK BİLGİLER

Hava kalitesi sensörü (MQ135) ortamdaki duman ve CO_2 gibi gazların yoğunluğunu ölçerek bulunduğumuz ortamın hava kalitesi hakkında bilgi edinmemizi sağlayan sensördür. Sensörün dört ucu bulunmaktadır. Vcc, GND, AOUT ve DOUT. Arduino kartın 5V pinine Vcc, analog pinlerden herhangi birine AOUT ve dijital pinlerden herhangi birine DOUT bağlanır.

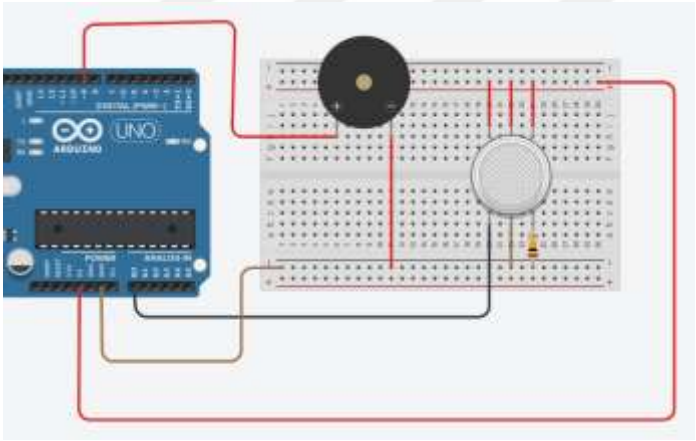


Tinkercad programında hava kalitesi sensörü (MQ135) bulunmamaktadır. Aşağıda verilen devre şemasında Tinkercad programında yer alan gaz sensörü kullanılmıştır. Burada kullanılan sensörün A1-H1 VE A2 çıkışları Arduino kartın 5V pinine, B1 çıkışı AO pinine, H2 ve B2 (10 kΩ) ile GND pinine bağlanır.

UYGULAMANIN YAPILIŞI

1. Simülasyon programında devre için gerekli olan Arduino kartı, breadboard, led, gaz sensörü, direnç ve bağlantı kablolarını seçiniz.
2. Breadboardun üzerine gaz sensörünü ve direnci yerleştiriniz.
3. Sensörün A1-H1 ve A2 çıkışlarını Arduino kartın 5V pinine, B1 çıkışı AO pinine, H2 ve B2 (10 kΩ ile) GND pinine bağlayınız.
4. Böylece gaz sensörünün bağlantısını tamamlamış oldunuz.
5. Sensörün kontrol etmesini istediğiniz devre elemanını yani buzzerı devreye ekleyiniz.

6. Bağlantı kablolarını kullanarak breadboard üzerindeki devre elemanlarının Arduino kart ile bağlantısının doğru olduğunu kontrol ediniz.
7. Gaz yoğunluğunun belirlediğiniz değerin (önerilen 500 ancak kendiniz bir değer belirleyebilirsiniz) üstünde olması durumunda buzzerın uyarı vermesini sağlayan bir program oluşturup çalıştırınız.
8. Başlangıç için Arduino ile başlat kod bloğunu kullanınız.
9. Ortamdaki gazın ölçümü için bir değişken oluşturunuz. Değişkeninize "gaz" ismini veriniz.
10. Gaz için belirlediğiniz değerlerin anlaşılması için işlemler bloğunu kullanınız. Burada küçüktür ya da büyüktür işelmlerini kullanabilirsiniz.
11. Belirlediğiniz gaz değerinin koşul olarak algılanması için eğer koşul kod bloklarını kullanınız.
12. Oluşturduğunu programı tinkercad simülasyonundaki devrenize yükleyiniz ve simülasyonu çalıştırınız.





SIRA SİZDE

Bu bölümde aşağıda yer alan uygulama görevini Tinkercad programını kullanarak kendiniz yapınız. Yaptığınız uygulama raporunu ilgili ödev kutusuna yükleyiniz**.**

Uygulama görevi: Gaz yoğunluğunun belirlediğiniz değerin üstünde olması durumunda kırmızı ledin 1 saniye aralıklarla yanıp sönerek uyarı vermesini sağlayan bir program oluşturup çalıştırınız.

Devre görüntüsü	**mBlock kodları**

UYGULAMA ADI: TOPRAK NEM SENSÖRÜ İLE ROBOTİK DEVRE UYGULAMASI

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

- Arduino Una kart,
- Toprak nem sensörü,
- Breadboard,
- Led, buzzer,
- Direnç,
- Bağlantı kabloları

TEORİK BİLGİLER

Toprak nem sensörleri, toprağın nem seviyesini ölçmek için kullanılan elektronik cihazlardır. Bu sensörler, toprağa yerleştirilir ve toprak nem seviyesini algılayarak Arduino'ya geri bildirim sağlar.

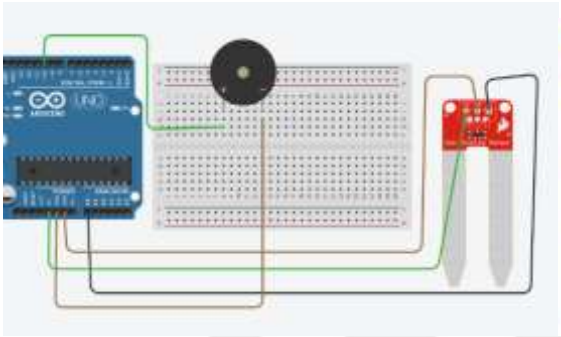
Toprak elektrodu, toprağa yerleştirilen bir metal çubuk veya iğne şeklinde olabilir. Toprağın nem oranı arttıkça, toprak elektrodundaki iletkenlik artar. Bu, toprak elektrodu ile referans elektrodu arasındaki elektriksel direncin değişmesine yol açar.



UYGULAMANIN YAPILIŞI

1. Simülasyon programında devre için gerekli olan Arduino uno kartı, breadboard, toprak nem sensörü ve bağlantı kablolarını seçiniz.
2. Toprak nem sensörünün Vcc, GND ve sinyal olmak üzere üç girişi vardır. Bu sensör dilenirse breadborad kullanılmadan direkt olarak Arduino karta bağlanabilir. Vcc girişi Arduino kartın 5V pinine GND kartın GND pinine ve sinyal analog pinlerden herhangi birine bağlanır (örneğin A0).
3. Böylece toprak nem sensörü bağlantısı tamamlanmış olunur.
4. Sensörün kontrol etmesini istediğiniz devre elamanını yani buzzerı devreye ekleyiniz.
5. Topraktaki nemin belirlediğiniz değerin altında (örneğin 500) olması durumunda buzzerın uyarı vermesini sağlayan bir program oluşturup çalıştırınız.
6. Başlangıç için Arduino ile başlat kod bloğunu kullanınız.
7. Nem ölçümü için bir değişken oluşturunuz. Değişkeninize “nem” ismini veriniz.

8. Nem için belirlediğiniz değerlerin anlaşılması için işlemler bloğunu kullanınız. Burada küçüktür ya da büyüktür işlemlerini kullanabilirsiniz.
9. Belirlediğiniz nem değerinin koşul olarak algılanması için eğer koşul kod bloklarını kullanınız.
10. Oluşturduğunu programı tinkercad simülasyonundaki devrenize yükleyiniz ve simülasyonu çalıştırınız.





SIRA SİZDE

Bu bölümde aşağıda yer alan uygulama görevini Tinkercad programını kullanarak kendiniz yapınız. Yaptığınız uygulama raporunu ilgili ödev kutusuna yükleyiniz**.**

Uygulama görevi: Toprak nem miktarının belirlediğiniz değerin altında olması durumunda kırmızı ledin ışık veriyor olmasını, belirlediğiniz değerin üstünde olması durumunda yeşil ledin ışık vermesini sağlayan program oluşturup çalıştırınız.

Devre şeması	**mBlock kodları**

EK 7. Kontrol Grubuna Ait Haftalık Uygulmalar

UYGULAMA ADI: BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

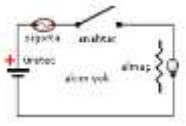
- Breadboard,
- Bağlantı kabloları,
- Led,
- Anahtar,
- Pil,
- Direnç,
- Multimetre

TEORİK BİLGİLER

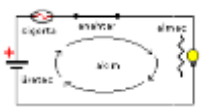
En basit tanımıyla elektrik akımının izlediği yola devre adı verilir. Devre üzerinde birçok bileşen olabileceği gibi sadece bir üreteç, almaç ve iletkenden kurulu yapı da elektrik devresi olarak kabul edilebilir. Asıl önemlisi devre üzerinde bir elektrik akımının varlığı, yani devrenin bir işi gerçekleştirebiliyor olmasıdır. Bir elektrik devresini oluşturan bileşenlere ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

Elektrik enerjisini üreten alet ve makinelere kısaca üreteç denir. Piller, akümülatörler depoladıkları kimyasal enerjiyi, istendiğinde elektrik enerjisine çeviren üreteçlerdir. Dinamo ve jeneratörler ise kullandıkları mekanik enerjiyi manyetik etki ile elektrik enerjisine çeviren üreteçlerdir. Almaç: Elektrik enerjisini üzerinde başka enerjilere çeviren alet veya makinelere almaç denir. Ampul, ütü, buzdolabı, radyo vb. Yüksek elektrik iletme kabiliyeti olan ve özellikle tel hâlinde şekillendirilmiş malzemelere iletken adı verilir. Bakır teller, kablolar ve alüminyum teller buna örnek verilebilir. Anahtar: Basit anlamda açma ve kapama işleviyle elektrik akımının geçişini kontrol altında tutan araçtır. Açıldığında devre akımını keser; kapandığında ise akımın geçmesini sağlar. Devreyi ve devrede bulunan almacı ve üreteci, aşırı akımdan koruyan bir güvenlik aracıdır. Bu aşırı akım, üzerindeki akım geçişlerinde almaç, üreteç ve iletkenler arızalanabilir. Bunu önlemek için aşırı akımda devreyi kesen sigorta kullanılır.

Elektrik devre örnekleri:



Şekil 1. Açık devre



Şekil 2. Kapalı devre

UYGULAMANIN YAPILIŞI

6. Simülasyon programında devre için gerekli olan breadboard, pil, led, direnç, anahtar, bağlantı kabloları ve multimetre malzemelerini seçiniz.
7. Breadboardun üzerine devre elemanlarını yerleştiriniz.
8. Ledin bir bacağının artı (uzun) diğer bacağının eksi (kısa) olduğunu unutmayınız.
9. Devreyi açık ve kapalı olacak şekilde tasarlayınız.
10. Kurduğunuz devre simülasyonunu çalıştırınız.
11. Multimetre ile devredeki gerilim ve akım değerlerini not ediniz.

SIRA SİZDE

Bu bölümde aşağıda yer alan uygulama görevini Tinkercad programını kullanarak kendiniz yapınız. Devre görüntülerini içeren uygulama raporunu ilgili ödev kutusuna yükleyiniz**.**

Uygulama görevi: Açık ve kapalı basit elektrik devresi kurunuz. Devre açıkken ve kapalıyken multimetre ile akım ve gerilimi ölçerek not ediniz. Devreye daha fazla direnç ekleyerek seri ve paralel bağlı dirençlerin olduğu bir devre kurunuz ve multimetre ile akım ve gerilimi ölçerek değerleri not ediniz.

Devre görüntüsü

UYGULAMA ADI: LED VE BUZZER DEVRELERİ

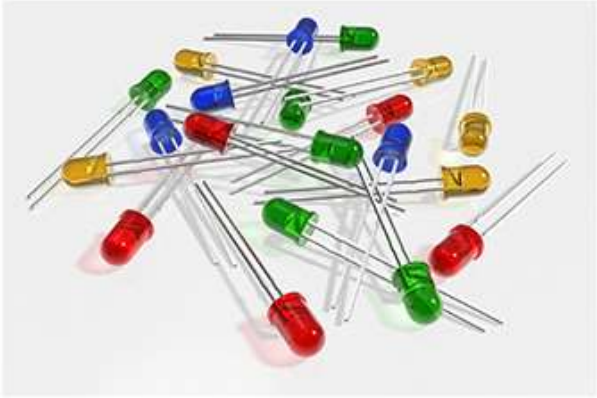
KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

- Breadboard,
- Bağlantı kabloları,
- Ledler (sarı, kırmız, yeşil),
- Direnç,
- Multimetre,
- Buzzer,
- Anahtar,
- Pil

TEORİK BİLGİLER

Işık yayan diyot olarak adlandırılan LED, elektrik enerjisini ışığa dönüştürür. Devre şemalarında 3mm, 5mm, 10mm LED şeklinde veya flux LED, power LED şeklinde belirtilir. Diyot Nedir? Tek yönde akım geçiren devre elemanıdır. Akımın ters yönde geçmesine izin vermez.





Şekil1. Işık yayan diyot led.

UYGULAMANIN YAPILIŞI

1. Simülasyon programında devre için gerekli olan breadboard, pil, led, direnç, buzzer, anahtar, bağlantı kabloları ve multimetre malzemelerini seçiniz.
2. Breadboardun üzerine led ve direnç yerleştiriniz.
3. Ledin bir bacağının artı (uzun) diğer bacağının eksi (kısa) olduğunu unutmayınız.
4. Devreniz için uygun direncin ledle bağlantısını yapınız.
5. Tüm devrenin pil ile bağlantısını kontrol ediniz.
6. Kurduğunuz devre simülasyonunu çalıştırınız.
7. Multimetre ile devredeki gerilim ve akım değerlerini not ediniz.
8. Buzzer devre elemanının iki bacağı bulunmaktadır. Bunlardan biri artı diğeri eksi hatta bağlanmalıdır.

SIRA SİZDE

Bu bölümde aşağıda yer alan uygulama görevini Tinkercad programını kullanarak kendiniz yapınız. Yaptığınız uygulama raporunu ilgili ödev kutusuna yükleyiniz**.**

Uygulama görevi: Ledler ile bir devre kurunuz. Devredeki pil sayısını değiştirerek multimetre ile akım ve gerilim değerlerini not ediniz ve sonuçlarınızı raporlayınız.

Devre görüntüsü

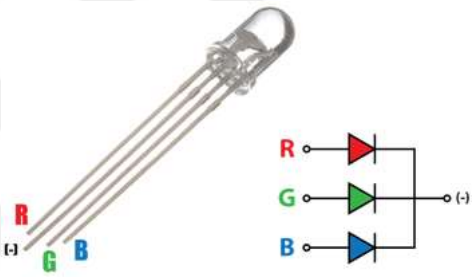
UYGULAMA ADI: RGB LED İLE DEVRE KURULUMU

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

- Breadboard,
- RGB Led,
- Bağlantı kabloları,
- Direnç,
- Pil

TEORİK BİLGİLER

RGB-LED, üç farklı renkte ışık verebilen 4 bacaklı bir LED türüdür. Bacağın biri kırmızı, biri yeşil, diğeri mavi renk içindir. Dördüncü bacak ise GND veya 5V'a bağlanan ortak katot veya anot bacağıdır. RGB ismi, Red (kırmızı), Green (yeşil) ve Blue (mavi) renklerinin İngilizce ilk harflerinden gelir. Bu LED, dijital çıkışla kırmızı, yeşil ve mavi ana renkleri, pwm çıkışıyla ise bu üç rengin karıştırılmasıyla elde edilecek hemen hemen her rengi verebilmektedir.



UYGULAMANIN YAPILIŞI

1. Simülasyon programında devre için gerekli olan breadboard, RGB Led, direnç ve bağlantı kabloları malzemelerini seçiniz.
2. Breadboardın üzerine RGB ledi ve dirençleri yerleştiriniz.
3. Bağlantı kablolarını kullanarak breadboard üzerindeki devre elemanlarının bağlantısını sağlayınız.
4. Uygulama devrenizdeki RGB ledin yanmasını sağlayacak devreyi oluşturunuz.

SIRA SİZDE

Bu bölümde aşağıda yer alan uygulama görevini Tinkercad programını kullanarak kendiniz yapınız. Yaptığınız uygulama raporunu ilgili ödev kutusuna yükleyiniz**.**

Uygulama görevi: RGB ledin olduğu devreye anahtar ekleyerek ledin renklerine göre anahtarla kontrol edilmesini yanıp sönmesini sağlayınız.

Devre görüntüsü

UYGULAMANIN ADI: SENSÖRLERE GİRİŞ LDR FOTODİRENÇ İLE DEVRE KURULUMU

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

- Breadboard
- Led,
- Direnç,
- LDR (fotodirenç),
- Bağlantı kabloları,
- Multimetre,
- Transistör
- Pil

TEORİK BİLGİLER

Göz, kulak, burun, dil ve deri çevreyi algılamamıza yarayan beş duyu organıdır. Çevremizdeki nesnelerin sesini, rengini, kokusunu, sertliğini, yumuşaklığını, sıcaklığını vb. özelliklerini duyu organlarımız sayesinde hissederiz. Çevreyi daha kolay ve doğru algılayabilmemiz için duyu organlarımızın birlikte çalışması gerekir. Duyu organlarımız nasıl çalışmaktadır? Duyu organlarımıza çevreden gelen uyarılar sinirsel iletim yoluyla beynimizin ilgili kısmına sinyal gönderir ve beynimiz bu sinyalleri değerlendirerek bir tepki oluşturur. Örneğin ışığın fazla olduğu bir ortamda göz bebeklerimizin küçülmesini sağlayan, üşüdüğümüzde titrememizi, vücut sıcaklığımız artınca terlememizi sağlayan şey duyu organlarımızın çevreyi algılayıp uygun tepkiyi vermesidir. Sensörler de tıpkı duyu organlarımız gibi çevredeki değişikliklere göre uyarı veren cihazlardır. İşte tüm bu fiziksel ortam değişikliklerini (ısı, ışık, basınç, ses, vb.) bizim yerimize algılayan cihazlara "sensör", algıladığı bilgiyi elektrik enerjisine çeviren cihazlara "transdüser" denir. Oluşan fiziksel bir değişikten dolayı mekanik bir makineyi veya elektronik bir devreyi çalıştırmamız gerektiğinde, o fiziksel değişimi algılayacak özelliklere sahip sensörler kullanılır. Örnek olarak ortamda sıcaklık değişimi meydana geliyorsa ısı sensörlerini veya ortamda ışık değişimi varsa foto direnç sensörünü seçeriz

Ldr Işık Sensörü

Bazı arabaların farları tünele girildiğinde veya hava kardığında otomatik olarak yanar. Gündüz ya da aydınlıkta ise farlar kapalıdır. Farların otomatik olarak yanıp kapanması ışık

seviyesi ölçülerek sağlanır. Işığın şiddetini ölçmek için ışığa duyarlı sensörler kullanılır. LDR (light dependent resistor), ışığa bağlı direnç demektir ve analog bir devre elemanıdır. LDR, ışık fotonlarını soğurma özelliğine sahip yarı iletken malzemelerden üretilir. LDR'nin üzerine düşen ışık şiddeti azaldıkça direnç değeri artar, ışık şiddeti arttıkça direnç değeri azalır. LDR'yi devremizde LDR modülü ile birlikte kullanabiliriz. LDR modülünde, modülün güç pinleri ve data pini bulunur.

UYGULAMANIN YAPILIŞI

1. Deney için gerekli malzemeleri hazırlayınız. Breadboarda devre elemanlarını yerleştiriniz.
2. Bu devrede transistör kullanılmasına dikkat ediniz. Transistörün üç bacağı bulunmaktadır. Bunlar kollektör, emiter ve base bacaklarıdır. Transistörün yazılı kısmı size bakacak şekilde breadboarda yerleştiriniz. Bu şekildeyken en sağdaki bacak emiterdir. Bu bacağa direnç bağlayıp direnci breadboardun artı hattına bağlayınız. Ortadaki bacak base'dir bu bacak ile ldr sensörün bir bacağını kablolar ile bağlayınız. En soldaki bacak ise kollekttördür. Bu bacak ile led arasında bağlantı kurunuz. Ledin boşta kalan bacağını (katot) breadboardın eksi hattına bağlayınız.
3. Tüm devre bağlantılarını kontrol edip pile bağlayınız.
4. Bulunduğunuz ortamdaki ışık şiddetini değiştirerek multimetre ile akım ve gerilim değerlerinin değişimini not ediniz.

SIRA SİZDE

Uygulama Görevi: LDR ışık sensörünü kullanarak ortamdaki ışık miktarının simülasyon ile değiştiriniz. Bu değişiklik sırasında devredeki akım ve gerilim değerlerini not ediniz. Bulgularınızı raporlayınız.

Devre Görüntüsü

UYGULAMA ADI: HAREKET SENSÖRÜ İLE DEVRE KURULUMU

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

- Breadboard,
- Hareket (pır) sensörü,
- Pil,
- Led,
- Direnç,
- Bağlantı kabloları,
- Multimetre,

TEORİK BİLGİLER

PIR (Passive Infrared) sensörleri, hareketi algılamak için kullanılan elektronik cihazlardır. Bu sensörler, insan vücudu tarafından yayılan kızılötesi (infrared) ışınları algılar ve buna göre hareketi tespit eder. PIR sensörleri genellikle güvenlik sistemlerinde, aydınlatma sistemlerinde ve enerji tasarrufu sağlayan uygulamalarda kullanılır.



Bir ortamda hareket olmadığında, PIR sensörü çevredeki nesneler tarafından yayılan sabit kızılötesi enerjiyi algılar. Ancak bu enerji sabittir ve sensör tarafından tespit edilmez. Hareket olduğunda ise, hareket eden nesne (genellikle insan) ortamdaki enerji dengesini değiştirir ve farklı bir kızılötesi desen oluşur.

UYGULAMANIN YAPILIŞI

1. Deney için gerekli malzemeleri hazırlayınız. Breadboarda devre elemanlarını yerleştiriniz.
2. Bu devrede hareket sensörünün sinyal, toprak ve güç olmak üzere üç girişi bulunmaktadır.
3. Güç girişini devrenin artı hattına, sinyal girişini multimetreye, toprak girişini ise devrenin eksi hattına bağlayınız.
4. Sinyal girişine bağlantı kablosu ile uygun direnç bağlayınız. Direncin diğer ucu

devreye ekleyeceğiniz ledin artı bacağına bağlı olmalıdır. Ledin eksi bacağını ise devrenin eksi hattına bağlayınız.

5. Tüm devre bağlantılarını kontrol ediniz.
6. Simülasyonda hareket durumunu değiştirerek multimetre ile akım ve gerilim değerlerinin değişimini not ediniz.

SIRA SİZDE

Bu bölümde aşağıda yer alan uygulama görevini Tinkercad programını kullanarak kendiniz yapınız. Yaptığınız uygulama raporunu ilgili ödev kutusuna yükleyiniz

Uygulama görevi: Hareket sensörü ile devre oluşturunuz. Hareketli ve hareketsiz ortamdayken devredeki akım ve gerilimi ölçünüz.

Devre Görüntüsü

UYGULAMA ADI: GAZ SENSÖRÜ İLE DEVRE KURULUMU

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

- Gaz sensörü,
- Breadboard,
- Direnç,
- Bağlantı kabloları,
- Multimetre,
- Pil

TEORİK BİLGİLER



Hava kalitesi sensörü (MQ135) ortamdaki duman ve CO_2 gibi gazların yoğunluğunu ölçerek bulunduğumuz ortamın hava kalitesi hakkında bilgi edinmemizi sağlayan sensördür. Sensörün dört ucu bulunmaktadır. Vcc, GND, AOUT ve DOUT. Arduino kartın 5V pinine Vcc, analog pinlerden herhangi birine AOUT, ve dijital pinlerden herhangi birine DOUT bağlanır.

Tinkercad programında hava kalitesi sensörü (MQ135) bulunmamaktadır. Aşağıda verilen devre şemasında Tinkercad programında yer alan gaz sensörü kullanılmıştır. Burada kullanılan sensörün A1-H1 VE A2 çıkışları Arduino kartın 5V pinine, B1 çıkışı AO pinine, H2 ve B2 (10 kΩ) ile GND pinine bağlanır.

UYGULAMANIN YAPILIŞI

1. Simülasyon programında devre için gerekli olan breadboard, gaz sensörü, direnç ve bağlantı kablolarını seçiniz.
2. Breadboardun üzerine gaz sensörünü ve direnci yerleştiriniz.
3. Sensörün A1-H1 ve A2 çıkışlarını pilin artı kutbuna ve multimetrenin eksi hattına, B1 multimetrenin artı hattına, H2 ve B2 (10 kΩ ile) pilin eksi hattına bağlayınız.
4. Böylece gaz sensörünün bağlantısını tamamlamış oldunuz.
5. Bağlantı kablolarını kullanarak breadboard üzerindeki devre elemanlarının pil ve multimetre ile bağlantısının doğru olduğunu kontrol ediniz.
6. Simülasyon ile gaz yoğunluğu değerini değiştiriniz. Bu sırada multimetredeki direnç değişimi gözlemleyiniz.

SIRA SİZDE

Bu bölümde aşağıda yer alan uygulama görevini Tinkercad programını kullanarak kendiniz yapınız. Yaptığınız uygulama raporunu ilgili ödev kutusuna yükleyiniz

Uygulama görevi: Gaz yoğunluğunun değişmesiyle devredeki direnç değerinin değişimini gözlemleyiniz ve gözlem notlarınızı raporlayınız.

Devre görüntüsü

UYGULAMA ADI: EĞİM SENSÖRÜ İLE DEVRE KURULUMU

KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

- Breadboard,
- Eğim sensörü,
- Pil,
- Led,
- Direnç,
- Bağlantı kabloları,
- Multimetre

TEORİK BİLGİLER

Eğim-esneklik (flex) sensör, esneklik sensörüdür. Temelde bir dirençtir. Şerit hâlinde bulunur ve büküldüğünde sensörün direnç değeri değişir. Bu direnç değerini okuyarak bükülme açısını tespit edebiliriz.



UYGULAMANIN YAPILIŞI

1. Simülasyon programında devre için gerekli olan breadboard, pil, led, direnç, eğim sensörü, bağlantı kabloları ve multimetre malzemelerini seçiniz.
2. Breadboardun üzerine eğim sensörünü ve direnci yerleştiriniz.
3. Eğim sensörünün terminal-1 ve terminal-2 olmak üzere iki bacağı bulunmaktadır.
4. Terminal-1 bacağını pilin eksi kutbuna, terminal-2 bacağını ise ledin eksi bacağı ile ortak breadbord pinine yerleştiriniz. Ortak olan noktadan multimetrenin eksi hattına bağlantı kurunuz.

5. Ledin artı bacağına direnç bağlayıp (220 Ω) pilin artı kutbuna bağlayınız. Multimetrenin artı hattını ise pilin artı kutbuna bağlayınız.
6. Böylece bağlantıyı tamamlamış oldunuz.
7. Simülasyon programını çalıştırınız ve eğim değerlerini değiştirerek multimetredeki akım ve gerilim değerlerinin gözlemleyiniz.

SIRA SİZDE

Bu bölümde aşağıda yer alan uygulama görevini Tinkercad programını kullanarak kendiniz yapınız. Yaptığınız uygulama raporunu ilgili ödev kutusuna yükleyiniz

Uygulama görevi: Eğim sensörünü kullanarak ledli bir devre tasarlayınız. Eğimin değişmesiyle multimetredeki akım ve gerilim değerlerinin değişimini raporlayınız.

Devre Görüntüsü

EK 8. Deney Grubuna Ait Mühendislik ve Tasarım Uygulamaları

Mühendislik ve Tasarım-1

Northwestern Üniversitesi'nde yapılan bir araştırmaya göre uyku esnasında yapay bir ışığa maruz kalmak sağlımızı olumsuz etkilemektedir. Uyuduğumuz odada bulunan tv, telefon gibi cihazlar ya da odanın dışından gelen ışığın kan şekerimizi olumsuz etkilediği düşünülüyor. Yapılan araştırmada uykuda uzun süre ışığa maruz kalan insanların şeker hastalığına yakalanma riski artmaktadır. Bazen uyuduğumuz ortamdaki ışık miktarının bizi etkileyebileceğini unutabiliriz. Bu duruma çözüm olabilecek bir fikriniz-tasarımınız var mıdır?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5-Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-2

Türkiye İstatistik Kurumu, atık istatistikleri kapsamında Türkiye'deki; sanayi işyerleri, maden işletmeleri, termik santraller, organize sanayi bölgeleri (OSB), sağlık kuruluşları ve hanehalklarında 2020 yılında 30,9 milyon tonu tehlikeli olmak üzere toplam 104,8 milyon ton atık oluştuğunu tespit etti. Atıkların imha edilmesi, geri dönüşümü, düzenli depolama ve yakma işlemleri çöp işleme tesislerinde yapılmaktadır.

Çöp yığınları belli bir müddet sonra üst üste gelme ve sıkışma durumlarından dolayı çeşitli bakteriyel ortamlar oluşturmaktadır. Biriken çöplerle birlikte kimyasal ve bakteriyel birtakım çöp malzemeleri dönüşüm geçirmekte ve içlerinde bulundukları çöpleri parçalamaktadır. Bu süreçte çöp hacmi azalmakta ve sürecin sonunda da bir biyogaz türü olarak bilinen çöplük gazı oluşmaktadır. Çöplük gazı; metan (CH_4), azot (N_2) ve karbondioksitten (CO_2) oluşmaktadır. Oluşan bu çöplük gazı, doğanın korunması ve çevrenin stabil durumda tutulabilmesi için yakılması gereken bir gazdır. Çöplerin toplanması ve yakılması sırasında gazların sıkışması çöplüklerde patlama ve yangın riski oluşturmaktadır. Bir çöp işleme tesisinde ortamda biriken gazların olası patlama ve yangın riskini önlemek için bir çözüm tasarlayabilir misiniz?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5-Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-3

Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS) uzayda insanlar tarafından inşa edilmiş en büyük yapıdır. ISS, dünyanın yaklaşık 420 kilometre üzerinde bulunuyor ve yörüngesinde saatte 27,568 kilometre hızla dönüyor. Bu hız sebebiyle ufak bir cismin istasyona çarpması astronot ve kozmonotlar için hayati tehlike oluşturabilir. Geçtiğimiz yıllarda Kanada Uzay Ajansından yapılan açıklamada ISS' de kullanılan robotik kolunun, uzay enkazı parçasının çarpması sonucu hasar gördüğü bildirildi. "Canadarm2" adı verilen robotik kolun dirsek kısmında 35 santimetre çapında bir delik açıldığı belirtildi. Daha önce de uzay istasyonu, yakınlarındaki bir cismin istasyona çarpmasını önlemek için "kaçış manevrası" yapmak zorunda kaldığı bilinmektedir. Kaçış manevrası için erken uyarı sistemi önemlidir. Uzay istasyonunda yaşanabilecek tehlikeli durumları önlemek için istasyona üç ayrı mesafe dilimi için uyarı veren (tehlikeli mesafe, manevra yapılabilir mesafe, güvenli mesafe) bir uyarı sistemi tasarlayabilir miyiz?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5-Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-4

Bulunduğunuz ortamı ne kadar sıklıkla havalandırıyorsunuz? Soluduğumuz havanın sağlığımızı doğrudan etkilediği bilinmektedir. Hatta zararlı bazı gazlar kokusuz olduğu için fark edilmesi zordur ve zehirlenmelere sebep olabilir. Bulunduğunuz ortamda havayı kirleten gazları tespit edebilmek hayati öneme sahiptir. Soluduğumuz havanın temizliğini nasıl kontrol edebiliriz? Bulunduğumuz ortamın havalandırılması gerektiğini bildiren bir uyarı sistemi tasarlayabilir misiniz?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5-Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-5

Ahmet, deneyimli bir sürücüdür ve trafiği dikkatli bir şekilde takip eder. Ancak ülkesinde sisli havalarda artan trafik kazalarının endişesini taşımaktadır. Bir gün, sisin neden olduğu düşük görüş mesafesindeki bir kaza haberini duyar ve bu soruna bir çözüm bulmaya karar verir. Ahmet ve arkadaşı sisli havalarda sürücülerin görüş mesafelerinin düşmesinin ve kazaların artmasının neden olduğu hız algısı sorununu tartışırlar. Araştırmalar yaparlar ve beyindeki hız algısının çevredeki hareketli nesnelerin netliğiyle oluştuğunu öğrenirler. Bunun üzerine Arduino bilgilerini kullanarak bir uyarı sisteminin uygun olup olmayacağını düşünürler. Görüş mesafesinin düştüğü anlarda güvenliği sağlamak için nasıl bir tasarım yapılabilir?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5-Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-6

Ahmet, modern yaşamın getirdiği teknolojik cihazların ve dışarıdan gelen ışıkların uyku kalitesini olumsuz etkileyebileceğini öğrenir. Northwestern Üniversitesi'nde yapılan bir araştırma, uzun süre ışığa maruz kalan insanların şeker hastalığına yakalanma riskinin arttığını ortaya koyar. Ahmet, kendi uyku alışkanlıklarını gözden geçirir ve uyku ortamında ideal ışık seviyesiyle ilgili bir çözüm arayışına girer. Ahmet, uyku sırasında maruz kalınan yapay ışığın sağlığımız üzerindeki olumsuz etkilerini araştırır. Araştırmalar, uyku esnasında yüksek seviyelerde ışığa maruz kalmanın uyku kalitesini düşürebileceğini ve bazı sağlık sorunlarına neden olabileceğini göstermektedir. Özellikle kan şekerini olumsuz etkileyerek şeker hastalığı riskini artırabilir. Ortamda uykumuzu etkileyecek miktarda ışık olması durumunda bizi uyaracak bir alarm geliştirebilir miyiz?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5-Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-7

Can, çevrenin korunması ve atıkların yönetimi konularına duyarlı bir kişidir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun açıkladığı atık istatistikleri, çöplüklerde biriken gazların patlama ve yangın riskini tehlikeli olabileceğini ortaya koymaktadır. Can çöplüklerde biriken gazların patlama ve yangın riskini araştırır. Bu gazlar, birçok kimyasal ve biyolojik dönüşüm süreci sonucunda oluşur. Özellikle metan gazı, yanıcı bir gazdır ve çöplüklerde biriken gazlarda büyük miktarlarda bulunabilir. Bu gazın sıkışması, patlama ve yangın riskini artırır. Bir çöp işleme tesisinde ortamda biriken gazların olası patlama ve yangın riskini önlemek için bir uyarı sistemi tasarlayabilir misiniz?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5-Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-8

İnsanoğlunun uzayı keşfetme yolculuğunda önemli bir kilometre taşı olan Uluslararası Uzay İstasyonu'nda (ISS) gözlem ve araştırmalar sırasında çeşitli riskler ve tehlikeler yaşanmaktadır. Ali ISS'nin hızlı dönüşü ve uzayda seyreden enkaz parçalarının istasyona çarpmasıyla oluşan tehlikeleri araştırır. Geçmişte yaşanan bir olayda, ISS'nin dış yüzeyinde büyük bir çarpışma sonucu ciddi hasar meydana gelmiştir. Bu durum Ali'yi istasyondaki astronotların hayatını riske atan potansiyel tehlikeleri araştırmaya yönlendirir. Uzay istasyonunda yaşanabilecek tehlikeli durumları önlemek için istasyona üç ayrı mesafe dilimi için uyarı veren (tehlikeli mesafe, manevra yapılabilir mesafe, güvenli mesafe) bir uyarı sistemi tasarlayabilir miyiz?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5-Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-9

Ayşe, hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkilerini araştırmak ve insanları temiz bir ortamda bulunmaları konusunda bilinçlendirmek isteyen bir bilim insanıdır. Ayşe, hava kirliliğinin solunum yolu hastalıkları, kalp-damar rahatsızlıkları, kanser ve diğer sağlık sorunları üzerindeki etkilerini araştırır. Bilimsel literatürü inceleyerek, zararlı gazların, partikül maddelerin ve diğer kirleticilerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini belgeleyen araştırmalardan yararlanır. Soluduğumuz havanın temizliğini nasıl kontrol edebiliriz? Bulunduğumuz ortamın havalandırılması gerektiğini bildiren ortamın havalandırılması gerektiğini bildiren bir uyarı sistemi tasarlayabilir misiniz?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5-Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-10

Bitkilerde yaşam döngüsü konusunda tohumun çimlenmesi için gerekli koşulların neler olduğunu öğrenen Zeynep, evde tohum çimlendirmek istemektedir. Hazırladığı toprağa tohumları yerleştiren Zeynep her gün heyecanla tohumunu sulamaktadır. Bir süre sonra tohumun filizlendiğini gören Zeynep bitkinin daha hızlı büyüyeceğini düşünerek her gün daha fazla miktarda sulama yapmaktadır. Bir süre sonra bitkisinin yapraklarının dökülmeye başladığını görmektedir. Bitkisinin neden böyle olduğunu hakkında bir araştırma yapan Zeynep bitkileri fazla sulamanın zararlı olduğu bilgisine ulaşmıştır. Ancak Zeynep bitkisini ne zaman sulayacağına karar vermekte zorlanmaktadır. Bitkilerin sulanması gereken zamana karar vermek için bir çözüm öneriniz var mıdır?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5-Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-11

Ülkemizde trafik kazalarının bir sebebi de sisli havalardır. Sürücülerin görüş mesafelerinin düştüğü sisli havalarda trafik kazalarının yaşanma olasılığı artmaktadır. Beynimizde hız algısının oluşmasında en önemli veri kaynaklarından biri çevremizdeki bize göre hareketli nesnelerin, örneğin ağaçların ya da binaların, görüş alanımızdan geçerkenki hareketidir. Hareket eden nesnelerin netliğinin azalması beyinde hatalı bir hız algısı oluşmasına neden olur. Bu durum kazaları beraberinde getirir. Araçlar için güvenli takip mesafesi ne kadardır? Görüş mesafesinin düştüğü anlarda güvenliği sağlamak için sürücülere sesli bir uyarı sistemi tasarlayabilir miyiz?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5- Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

EK 9. Kontrol Grubuna Ait Mühendislik ve Tasarım Uygulamaları

Mühendislik ve Tasarım-1

Son dönemlerde cildinde hassasiyet yaşayan Buket doktora gitmiştir. Cildinin güneş ışığından çok etkilendiğini bu durumun yaygın bir hastalık olduğunu öğrenmiştir. Güneş ışınına uzun süre maruz kalması halinde cildine daha fazla zarar vereceğini bilen Buket bir süre evden çıkmamaya karar vermiştir. Buket bu kararını uyguladıktan sonra kontrol için tekrar doktora gitmiş ve doktoru gündüzleri de bir süre gün ışığına maruz kalmaması gerektiğini söylemiştir. Buket bundan sonra evde loş ışıkta yaşamanın daha sağlıklı olacağını düşünmüştür. Ancak evdeki elektrik sistemi ışık miktarını ayarlamaya uygun değildir. Buket için bir çözüm öneriniz var mı?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5- Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-2

Fen bilimleri dersinde fotosentez hızını etkileyen faktörleri öğrenen Ayşe, ışık şiddetinin fotosentez hızını nasıl etkilediği ile ilgili deneyler yapmak istiyor. Ayşe deney düzeneğini hazırlarken aynı türden iki bitkiyi hazırlıyor ve bitkilere eşit miktarda ölçerek su veriyor. Bitkilere verdiği suyu kolaylıkla ölçebilen Ayşe fotosentez hızını etkileyen ışık miktarını nasıl ayarlayabileceğini tam olarak bilemiyor. Bitkilerin maruz kalacağı ışık miktarını ayarlayabileceği bir deney ortamı tasarlaması için Ayşe'ye yardımcı olacak bir öneriniz var mı?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5- Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-3

Ayşe, hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkilerini araştırmak ve insanları temiz bir ortamda bulunmaları konusunda bilinçlendirmek isteyen bir öğrencidir. Ayşe, hava kirliliğinin solunum yolu hastalıkları, kalp-damar rahatsızlıkları, kanser ve diğer sağlık sorunları üzerindeki etkilerini araştırır. Araştırmaları sonunda, zararlı gazların, partikül maddelerin ve diğer kirleticilerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini belgeleyen sonuçlarla karşılaşır. Ayşe günün uzun saatlerini okulda ve kalabalık sınıfında geçirmektedir. Bulunduğu ortamdaki hava kalitesi hakkında ilk incelemelerini yapmak için bir proje tasarlamak istemektedir. Bu durum için bir öneriniz var mıdır?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5- Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-4

Çeşitli sebeplerle yaralanan ya da kaza geçirerek el parmaklarını kullanamayan insanlar için çeşitli tıbbı malzemeler tasarlayan bir firmada staja başlayan Ali parmakların hareketi üzerine araştırmalar yapmaktadır. Ali, parmakların bükülme ya da esneme gibi hareketlerini nasıl takip edeceği konusunda yeterli bilgiye sahip değildir. Ellerini ya da parmaklarını kullanamayan insanlar için eldiven geliştirme projesinde yer alan Mert parmak hareketlerini algılayacak basit bir çözüm bulmak istemektedir. Bu durum için bir öneriniz var mı?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5-Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-5

Bir ilkokulda öğretmen olarak göreve başlayan görev yapan Belma, öğrencilerin okulun koridor ışıklarını ve lavabo ışıklarını kapatma alışkanlıklarının olmadığını gözlemlemiştir. Çeşitli duyurular yapılsa da okul kalabalık olduğu için bazı öğrenciler gereksiz ışıkları kapatma konusunda yeterince duyarlı davranmamaktadır. Bu durum hem okul bütçesini hem de ülkenin enerji kaynaklarını olumsuz etkilemektedir. Toplu alanlarda elektrik tüketimini en aza indirecek bir öneriniz var mı?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5-Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-6

Tarımda verimli yöntemlerden biri olan seracılık giderek yaygınlaşmaktadır. Ailesi ile seracılık faaliyetleri yapan Burak serada nadir bulunan türdeki bitkileri yetiştirmektedir. Bu bitkilerin büyüyebilmesi için ortamdaki ışık miktarının değişkenlik göstermesi gerekmektedir. Burak seradaki ışıkları bazen açık bırakarak bazen de kapalı tutarak ışık miktarını dengelemeye çalışmaktadır. Bitkilerin bu yöntemle verimlerini kaybettiğini gören Burak aile dostuna danışır ve aile dostu ışıklandırma sistemini değiştirmesi gerektiğini açık ya da kapalı tutma yöntemiyle ışıklandırmanın yanlış olduğunu söylemiştir. Burak'ın karşılaştırdığı bu durum için çözüm öneriniz var mı?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5- Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-7

Fethiye'de kamp yapmaya karar veren elektrik mühendisi Mehmet çadırını ve ekipmanlarını alarak kamp alanına gitmiştir. Bulunduğu kamp alanında birkaç gece konakladıktan sonra kamp alanı yetkilileriyle dost olmuştur. Kamp yetkilileri, sohbet sırasında kampta gece olunca ışıklandırmaların bazen yapılamadığını bunun için sürekli birilerinin elektrik tesisatına gitmek zorunda olduğundan bahsetmiştir. Ormanlık alanda karanlıkta kalan kamp alanının güvenlik sorunlarına sebep olduğu bazı durumlar yaşanmıştır. Yetkililer Mehmet'e bu durumu nasıl çözebilecekleri konusunda fikirlerini sormuştur. Mehmet'in yerinde olsanız öneriniz ne olurdu?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5- Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-8

Atıkların imha edilmesi, geri dönüşümü, düzenli depolama ve yakma işlemleri çöp işleme tesislerinde yapılmaktadır. Çöp yığınları belli bir müddet sonra üst üste gelme ve sıkışma durumlarından dolayı çeşitli bakteriyel ortamlar oluşturmaktadır. Biriken çöplerle birlikte kimyasal ve bakteriyel birtakım çöp malzemeleri dönüşüm geçirmekte ve içlerinde bulundukları çöpleri parçalamaktadır. Bu süreçte çöp hacmi azalmakta ve sürecin sonunda da bir biyogaz türü olarak bilinen çöplük gazı oluşmaktadır. Çöplük gazı; metan (CH_4), azot (N_2) ve karbondioksitten (CO_2) oluşmaktadır. Oluşan bu çöplük gazı, doğanın korunması ve çevrenin stabil durumda tutulabilmesi için yakılması gereken bir gazdır. Çöplerin toplanması ve yakılması sırasında gazların sıkışması çöplüklerde patlama ve yangın riski oluşturmaktadır. Bu tür tesislerde oluşan gaz birikimini ve bunun yol açacağı felaketleri önleyebilecek bir çözümünüz var mı?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5- Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-9

Üniversite öğrencisi olan Melda sınav zamanlarında uzun süreler bilgisayar ve masa başında çalışmaktadır. Annesi Melda'nın duşunun git gide bozulduğunu kambur durma eğiliminde olduğunu fark etmiş ve kızını uyarmıştır. Melda bu duruma çok üzülmüş ve duruşunun nasıl bozulduğunu izlemek için bir yol aramaya başlamıştır. Bir yandan bilgisayar başında olduğu için ekrandan takip edeceği bir sistem tasarlamayı düşünmektedir. Basit elektrik bilgisi ile sırtında meydana gelen duruş bozukluğunu belirlemek isteyen Melda'ya öneriniz var mı?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5- Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

Mühendislik ve Tasarım-10

Enerji kaynaklarının verimli kullanımı hakkında bir araştırma ödevi yapan Özge toplu kullanım alanlarının, kamu binalarının, okul kütüphanelerinin, üniversite binalarının elektrik tüketimini en aza indirecek çözümler üzerine çalışmaktadır. Gözlemleri sonucunda kütüphane koridorlarının, bina koridorlarının elektrik tüketiminde önemli rolünün olduğunu belirlemiştir. Sadece gerektiği durumlarda çalışan ışık kaynaklarını tasarlamak için çalışan Özge'ye yardımcı olacak bir öneriniz var mı?

1-Çözmeyi amaçladığınız problem nedir?

2-Çözüm önerileriniz nedir?

3-Çözümünüzü nasıl uygulayacaksınız?

4-Tasarımınızın ilk örneğini çizin.

5- Tasarımınızı hayata geçirebilirsiniz.

6-Tasarımınızı daha iyi yapacak fikirleriniz var mı?

EK 10. Araştırma Etik Komisyon İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 21.03.2023-E.614564

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Komisyonu

Sayı : E-77082166-302.08.01-614564 21.03.2023
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

Dağıtım Yerlerine

Daha önce 07.10.2022 tarihli ve E.475585 sayılı yazımız ile onay alan 2022-1096 kod numaralı, Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı **Doktora Öğrencisi Emine EREN'in, Prof.Dr.İlbilge DÖKME'nin,** danışmanlığında yürüttüğü ***''Robotik STEM Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Durumsal İlgi Gelişimine ve STEM Rol Kimliklerine Etkisi"*** başlıklı tez çalışması hakkında ilgililerden alınan 23.02.2023 tarihli dilekçe Komisyonumuzun **09.03.2023** tarih ve **04** sayılı toplantısında görüşülmüştür.

Dilekçede; çalışmanın yürütüleceği Adem Bilhan Uysal Ortaokulu'nda Doktora Öğrencisi Emine EREN'in görevinin sona ermesi nedeniyle, araştırma planının uygulanmasının sağlıklı olamayacağı öngörüldüğünden, aynı zamanda araştırmacının Üniversitemiz Eğitim Fakültesi laboratuvarında kısmi zamanlı çalışmaya başlaması ve araştırmanın öğretmen adayları ile yürütülmesinin mümkün olacağından, araştırma örneklemi ve ölçme araçlarında değişiklik yapılması ile ilgili talebin uygun olduğuna oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA
Komisyon Başkanı

Ek:1 Liste
DAĞITIM
Gereği:
Sayın Prof. Dr. İlbilge DÖKME

Bilgi:
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Belge Doğrulama Kodu :B5E71F8LZ2 Belge Takip Adresi : https://www.turkiye.gov.tr/gazi-universitesi-ebys

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR…