



T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ

ANA BİLİM DALI

**ROBOTİK DESTEKLİ MÜHENDİSLİK TASARIM
TABANLI 2E-STEM EĞİTİMİNİN BİLGİ
İŞLEMSEL DÜŞÜNME VE GİRİŞİMCİLİK
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

GİZEM ŞAHİN

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ DOKTORA PROGRAMI

Antalya, 2024

**DOKTORA
TEZİ**

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ DOKTORA PROGRAMI

ROBOTİK DESTEKLİ MÜHENDİSLİK TASARIM TABANLI 2E-STEM
EĞİTİMİNİN BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME VE GİRİŞİMCİLİK
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Gizem ŞAHİN

Danışman: Prof. Dr. Sait BULUT

Antalya, 2024

DOĞRULUK BEYANI

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı dűşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakalardan gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullanışımda alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu onurumla doğrularım. Enstitű tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tűm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.



22 / 07 / 2024

Gizem şAHİN

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Gizem ŞAHİN'in bu çalışması **22.07.2024** tarihinde jürimiz tarafından **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi** Ana Bilim Dalı **Fen Bilgisi Eğitimi** Doktora Programında **Doktora Tezi** olarak **oy birliği** ile kabul edilmiştir.

İMZA

Başkan : Prof. Dr. Esme HACIEMİNOĞLU

Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Hakan KOĞAR

Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Ana Bilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Ayşe YENİLMEZ TÜRKOĞLU

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Akif KURTULUŞ

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı

Üye (Danışman) : Prof. Dr. Sait BULUT

Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı

DOKTORA TEZİNİN ADI: ROBOTİK DESTEKLİ MÜHENDİSLİK TASARIM TABANLI 2E-STEM EĞİTİMİNİN BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME VE GİRİŞİMCİLİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

ONAY: Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulununtarihli ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Güçlü ŞEKERCİOĞLU
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim boyunca akademik ve manevi anlamda desteklerini esirgemeyen kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Sait BULUT'a içinde bulunduğum süreci tamamlamamda göstermiş olduğu emek ve katkılarından dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma sürecimin planlaması ve ilerlemesinde değerli görüş ve önerileri ile katkıda bulunan Sayın Prof. Dr. Esme HACIEMİNOĞLU, Sayın Doç. Dr. Ayşe YENİLMEZ TÜRKOĞLU, Sayın Doç. Dr. Hakan KOĞAR, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Akif KURTULUŞ ve Sayın Öğr. Gör. Dr. Evren CAPPELLARO hocalarıma teşekkürü borç bilirim.

Araştırmamın gerçekleştirilmesinde büyük rol oynayan 2023-2024 eğitim-öğretim yılı Fen Bilgisi Öğretmenliği 4. sınıf öğrencilerine teşekkür eder, sevgilerimi sunarım.

Hayatım boyunca desteğini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimimde beni 2211 Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı ile (2211-A Yurt İçi Genel Doktora Burs Programı-2021/2) Bursiyer olarak destekleyen TÜBİTAK-BİDEB'e teşekkürü borç bilirim.

Tez sürecimin desteklenmesinde Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (BAP) katkılarından dolayı teşekkürü borç bilirim.

ÖZET

ROBOTİK DESTEKLİ MÜHENDİSLİK TASARIM TABANLI 2E-STEM EĞİTİMİNİN BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME VE GİRİŞİMCİLİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Şahin, Gizem

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Sait BULUT

Temmuz, 2024, 212 sayfa

Bu araştırmada, robotik destekli mühendislik tasarım tabanlı 2E-STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Deneysel araştırma desenlerinden statik grup ön test-son test deseninin kullanıldığı çalışmada nicel verilerin yanı sıra eğitim sürecinin betimlenmesi amacıyla nitel veriler toplanmıştır. Çalışma grubunu 2023-2024 eğitim öğretim yılı güz döneminde Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesinde öğrenim gören 4. sınıf fen bilgisi öğretmen adayları (57 kişi) oluşturmaktadır. Deney grubunda 31 kişi, kontrol grubunda ise 26 öğretmen adayı bulunmaktadır. Deney grubunda araştırmacı tarafından geliştirilen (robotik destekli mühendislik tasarım tabanlı) E+E-STEM disiplinleri ile uygulamalı çevre eğitimi gerçekleştirilirken, kontrol grubunda ise genellikle tercih edilen yöntemlerle teorik çevre eğitimi gerçekleştirilmiş olup araştırma 11 hafta sürmüştür. Veri toplama aracı olarak “Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği”, “Girişimcilik Ölçeği”, “Etkinlik Kağıtları”, “Bireysel Gelişim Notları”, “Proje Sonuç Raporları” ve “Örnek Proje İnceleme Formu” kullanılmıştır. Nicel verilerin analizinde bağımlı örneklem t-testi, ANCOVA ve MANCOVA gerçekleştirilirken nitel verilerin analizinde ise betimsel analiz yapılmıştır.

Süreç içerisinde deney ve kontrol gruplarının örnek çevre projelerini araştırma ve incelemeye yönelik ortak görevler gerçekleştirdikleri, bir projedeki olası aşamalar ve girişimci bir bireyin sahip olduğu/olması gereken özellikler hakkında bilgi sahibi oldukları gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra, deney grubunda ek olarak çevre problemlerinin disiplinler arası yapısı gereği disiplinler arası bakış açısıyla mühendislik tasarım tabanlı girişimci proje geliştirme sürecini kendilerinin deneyimledikleri ve bahsedilen becerileri kullandıkları bir eğitim ortamının oluştuğu tespit edilmiştir. Ayrıca deney grubundaki uygulamada doğrudan yer verilmesi de bilgi işlemsel düşünme aşamalarının da süreç içerisinde kendiliğinden geliştiği görülmüştür. Çıkarımsal analize ilişkin bulgulara göre hem bilgi işlemsel düşünme hem de girişimcilik puanları ön test-son test karşılaştırmalarında son testler lehine bir artış gözlemlenmiş olup deney grubunda gözlemlenen artışların anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Hem bilgi işlemsel düşünme hem de girişimcilik puanları son test karşılaştırmalarında deney grubu son test puanları lehine puanlar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Sonuç olarak, deney ve kontrol grupları karşılaştırıldığında bireylerin süreç içerisinde aktif rol aldığı uygulamalı eğitimlerin olmaması durumunda her ne kadar araştırma-sorgulamaya dayalı bir ortam oluşturulsa da bireyler bilgileri doğrudan deneyimleyemedikleri için beceri edinimleri ve gelişimleri yetersiz kalacaktır. Bu çalışmada geliştirilen robotik destekli mühendislik tasarım tabanlı 2E-STEM fikrinin kullanımı ile birlikte sürdürülebilir kalkınmayı çevresel (Çevre disiplini), sosyal ve ekonomik (Girişimcilik disiplini) boyutlarıyla göz bulundurarak robotik destekli mühendislik tasarım tabanlı disiplinler arası bir süreç aracılığıyla sürdürülebilir çevre için eğitim ortamları oluşturulabilir.

Anahtar Kelimeler: *Sürdürülebilir Kalkınma, Sürdürülebilir Çevre İçin Eğitim, 21. Yüzyıl Becerileri, E+E-STEM.*

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiştir. Proje Numarası: SDK-2023-6402.

ABSTRACT

THE EFFECT OF ROBOTICS-SUPPORTED ENGINEERING DESIGN-BASED 2E-STEM EDUCATION ON COMPUTATIONAL THINKING AND ENTREPRENEURSHIP CHARACTERISTICS

Şahin, Gizem

Mathematics and Science Education Department, PhD Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Sait BULUT

July, 2024, 212 pages

In this study, the effect of robotics-supported engineering design-based 2E-STEM education on the computational thinking and entrepreneurship characteristics of pre-service science teachers was examined. In the study in which static-group pretest-posttest design was used, qualitative data were collected to describe the education process as well as quantitative data. The study group consisted of 4th grade pre-service science teachers (57 people) studying at Akdeniz University Faculty of Education in the fall semester of the 2023-2024 academic year. There were 31 pre-service teachers in the experimental group and 26 pre-service teachers in the control group. In the experimental group, (robotics-supported engineering design-based) E+E-STEM education developed by the researcher was applied, while in the control group, environmental education was carried out with generally preferred teaching methods and the research lasted 11 weeks. "Computational Thinking Scale", "Entrepreneurship Scale", "Activity Sheets", "Individual Development Notes", "Project Result Reports" and "Project Review Form" were used as data collection tools. While paired-samples t-test, ANCOVA and MANCOVA were used to analyze quantitative data, descriptive analysis was used to analyze qualitative data.

During the process, it was observed that the experimental and control groups carried out joint tasks to research and examine sample environmental projects and gained knowledge about the possible stages in a project and the characteristics that an entrepreneurial individual has/should have. In addition, in the experimental group, it was determined that an educational environment was created in which they experienced the engineering design-based entrepreneurial project development process from an interdisciplinary perspective due to the interdisciplinary nature of environmental problems and used the mentioned skills. In addition, although not directly included in the application in the experimental group, it was observed that the stages of computational thinking developed spontaneously in the process. According to the findings related to inferential analysis, an increase was observed in favor of the post-tests in the pre-test-post-test comparisons of both computational thinking and entrepreneurship scores, and it was determined that the increases observed in the experimental group were significant. In the post-test comparisons of both computational thinking and entrepreneurship scores, a significant difference was found between the scores in favor of the experimental group post-test scores. As a result, when the experimental and control groups are compared, in the absence of applied education in which individuals take an active role in the process, although an environment based on research and inquiry is created, their skill acquisition and development will be insufficient because individuals cannot directly experience the information. With the use of the robotics-assisted engineering design-based 2E-STEM idea developed in this study, educational environments for sustainable environment can be created through a robotics-supported engineering design-based interdisciplinary process by considering sustainable development with environmental (Environmental discipline), social and economic (Entrepreneurship discipline) dimensions.

Keywords: *Sustainable Development, Education for Sustainable Environment, 21st Century Skills, E+E-STEM.*

This work was supported by Research Fund of Akdeniz University. Project Number: SDK-2023-6402.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	vi
TABLOLAR LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
KISALTMALAR LİSTESİ	xv

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı ve Problemleri	4
1.3. Araştırmanın Önemi.....	4
1.4. Araştırmanın Varsayımları (Sayıltıları).....	6
1.5. Sınırlılıklar.....	6
1.6. Tanımlar.....	6

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kuramsal Çerçeve	8
2.1.1. Sürdürülebilir Çevre ve Eğitimi	8
2.1.2. Çevre Koruma Faaliyetlerinin Desteklenmesinde Uygulamalı ve Beceri Odaklı Eğitim.....	10
2.1.3. Çevre Koruma Faaliyetlerinin Desteklenmesinde 21. Yüzyıl Becerilerinin Önemi	12
2.1.4. STEM Yaklaşımının 21. Yüzyıl Becerilerinin Geliştirilmesindeki Rolü.....	13
2.1.5. STEM Eğitim Entegrasyonu ve Bağlam Disiplinin Seçimi	14
2.1.6. Çevre Eğitiminde STEM Yaklaşımı ve E-STEM Düşüncesinin Ortaya Çıkışı...	16
2.1.7. Mühendislik Disiplini Bağlamında Problem Çözme Süreci.....	17
2.1.8. Bilgi İşlemsel Düşünmenin Problem Çözme Sürecindeki Yeri	19
2.1.9. Girişimciliğin Problem Çözme Sürecindeki Yeri	20
2.1.10. Girişimcilik Sürecinde Bilgi İşlemsel Düşünmenin Yeri	22
2.1.11. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Geliştirilmesinde Teknoloji ve Mühendislik Disiplinlerinin Yeri	23
2.1.12. Teknoloji Disiplininin Robotik ve Kodlama Uygulamalarıyla Desteklenmesi	23
2.1.13. STEM Yaklaşımına Girişimcilik Eklentisi	26
2.2. İlgili Araştırmalar	28
2.2.1. Yurtiçinde Yapılan Çeşitli Araştırmalar.....	28
2.2.2. Yurtdışında Yapılan Çeşitli Araştırmalar.....	34

2.3. Kavramsal Çerçeve	40
2.3.1. Robotik Destekli Mühendislik Tasarım Tabanlı 2E-STEM Fikrinin Geliştirilmesi.....	40

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli.....	43
3.2. Çalışma Grubu.....	44
3.3. Pilot Çalışma.....	44
3.4. Veri Toplama Araçları.....	45
3.4.1. Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği.....	45
3.4.2. Girişimcilik Ölçeği.....	46
3.4.3. Etkinlik Kağıtları, Bireysel Gelişim Notları, Proje Sonuç Raporları ve Örnek Proje İnceleme Formu.....	47
3.5. Veri Toplama Araçlarından Elde Edilen Verilerin Yorumlanmasında Geçerlik ve Güvenirlik	48
3.6. Verilerin Toplanması.....	49
3.7. Uygulama Süreci.....	49
3.8. İç Geçerliği Tehdit Eden Faktörler.....	55
3.9. Verilerin Analizi.....	56
3.9.1. Nitel Verilerin Analizi.....	56
3.9.2. Nicel Verilerin Analizi.....	56

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. Betimsel Analize İlişkin Bulgular.....	67
4.1.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	67
4.1.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	68
4.1.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	69
4.1.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	96
4.2. Çıkarımsal Analize İlişkin Bulgular.....	96
4.2.1. Araştırmanın Beşinci Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	96
4.2.2. Araştırmanın Altıncı Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	97
4.2.3. Araştırmanın Yedinci Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	98
4.2.4. Araştırmanın Sekizinci Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	99
4.2.5. Araştırmanın Dokuzuncu ve Onuncu Alt Problemlerine İlişkin Bulgular.....	100

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Betimsel Analize İlişkin Tartışma ve Sonuçlar.....	109
5.1.1. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimcilik Puanlarına İlişkin Sonuçlar	109
5.1.2. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamalar ve Kazandırılması Planlanan Becerilere İlişkin Sonuçlar.....	109
5.1.3. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Süreç İçerisinde Örnek Proje İnceleme Faaliyetlerine İlişkin Sonuçlar.....	113

5.2. Çıkarımsal Analize İlişkin Tartışma ve Sonuçlar.....	114
5.2.1. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Uygulama Öncesi ve Uygulama Sonrası Puan Karşılaştırmalarına İlişkin Sonuçlar...114	
5.2.2. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Uygulama Sonrası Puan Karşılaştırmalarına İlişkin Sonuçlar.....115	
5.3. Öneriler.....	116
KAYNAKÇA.....	118
EKLER.....	137
EK-1. Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği	137
EK-2. Girişimcilik Ölçeği.....	138
EK-3. Öğretmen Adayları Tarafından Doldurulan Etkinlik Kağıdı Örneği.....	141
EK-3-1. Öğretmen Adayları Tarafından Gerçekleştirilen Ürün Tasarım Denemeleri.....	156
EK-4. Öğretmen Adayları Tarafından Oluşturulan Bireysel Gelişim Notu Örneği.....	158
EK-5. Öğretmen Adayları Tarafından Oluşturulan Proje Sonuç Raporu Örneği.....	159
EK-6. Öğretmen Adayları Tarafından Doldurulan Örnek Proje İnceleme Formu Örneği.....	171
EK-7. Ölçek Kullanım İzinleri.....	172
EK-8. Etik Kurul Kararı.....	173
EK-9. Araştırma İzni.....	174
EK-10. Deneysel İşlemin Gerçekleştirildiği Eğitim Sürecinden Örnek Görseller.....	176
EK-11. Bildirim Sayfası.....	185
ÖZGEÇMİŞ.....	186
İNTİHAL RAPORU.....	193

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. STEM Tasarım Süreci ile Girişimci Proje Geliştirme Sürecinin Benzerlik ve Farklılıkları.....	27
Tablo 3.1. Araştırma Deseni Planı.....	43
Tablo 3.2. Deney-Kontrol Grupları Frekans ve Yüzdeleri.....	44
Tablo 3.3. Pilot Çalışma Katılımcı Frekans ve Yüzdeleri.....	45
Tablo 3.4. Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği Uyum İndeksleri.....	45
Tablo 3.5. Girişimcilik Ölçeği Uyum İndeksleri.....	46
Tablo 3.6. Deney Grubunda Uygulama Süreci.....	50
Tablo 3.7. Araştırmacı Tarafından Belirlenen Olası Kesişim Noktaları.....	52
Tablo 3.8. Uygulama Sürecinde Deney ve Kontrol Grubunda Gerçekleştirilen İşlemler.....	54
Tablo 3.9. Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği Ön Test Puanlarına Ait Normal Dağılım Varsayım Sonuçları.....	57
Tablo 3.10. Girişimcilik Ölçeği Ön Test Puanlarına Ait Normal Dağılım Varsayım Sonuçları.....	58
Tablo 3.11. Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği Ön Test Puanlarına Ait Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları.....	59
Tablo 3.12. Girişimcilik Ölçeği Ön Test Puanlarına Ait Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları.....	60
Tablo 3.13. Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği Son Test Puanlarına Ait Normal Dağılım Varsayım Sonuçları.....	60
Tablo 3.14. Girişimcilik Ölçeği Son Test Puanlarına Ait Normal Dağılım Varsayım Sonuçları.....	61
Tablo 3.15. Tüm Bağımlı Değişkenlere Ait Lineer İlişki Varsayım Sonuçları.....	62

Tablo 3.16. Tüm Bağımlı Değişkenlere Ait Deney ve Kontrol Grup Varyanslarının Homojenliği Varsayım Sonuçları.....	63
Tablo 3.17. Alt Boyut ve Toplam Puanlara Ait Varyans-Kovaryans Matrislerinin Homojenliği Varsayım Sonuçları.....	64
Tablo 3.18. Regresyon Eğimlerinin Homojenliği Varsayım Sonuçları-Bilgi İşlemsel Düşünme.....	64
Tablo 3.19. Regresyon Eğimlerinin Homojenliği Varsayım Sonuçları-Girişimcilik.....	65
Tablo 4.1. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları.....	67
Tablo 4.2. Girişimcilik Becerilerine İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları.....	68
Tablo 4.3. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Birinci Aşama).....	69
Tablo 4.4. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (İkinci Aşama).....	70
Tablo 4.5. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Üçüncü Aşama).....	73
Tablo 4.6. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Dördüncü Aşama).....	74
Tablo 4.7. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Beşinci Aşama).....	77
Tablo 4.8. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Altıncı Aşama)	78
Tablo 4.9. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Yedinci Aşama)	79
Tablo 4.10. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Sekizinci Aşama)	81

Tablo 4.11. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Dokuzuncu Aşama)	81
Tablo 4.12. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitimindeki Mühendislik Tasarım Süreci ve Girişimcilik Aşamaları Arasındaki Bağlantılar	82
Tablo 4.13. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitimindeki Aşamaları Entegre Bir Bakış Açısıyla İnceleme	86
Tablo 4.14. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitimi ile Kazandırılması Planlanan Becerilerin İncelenmesi	89
Tablo 4.15. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Süreç İçerisinde Örnek Proje İnceleme Faaliyetleri	96
Tablo 4.16. Deney Grubunun Eğitim Öncesi ve Eğitim Sonrası Bilgi İşlemsel Düşünme Puanlarına Ait Bağımlı Örneklemeler t-Testi Sonuçları	97
Tablo 4.17. Deney Grubunun Eğitim Öncesi ve Eğitim Sonrası Girişimcilik Puanlarına Ait Bağımlı Örneklemeler t-Testi Sonuçları.....	97
Tablo 4.18. Kontrol Grubunun Eğitim Öncesi ve Eğitim Sonrası Bilgi İşlemsel Düşünme Puanlarına Ait Bağımlı Örneklemeler t-Testi Sonuçları.....	98
Tablo 4.19. Kontrol Grubunun Eğitim Öncesi ve Eğitim Sonrası Girişimcilik Puanlarına Ait Bağımlı Örneklemeler t-Testi Sonuçları.....	99
Tablo 4.20. Bilgi İşlemsel Düşünme Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları.....	100
Tablo 4.21. Girişimcilik Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları.....	101
Tablo 4.22. Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimcilik Alt Boyutlarına İlişkin Wilks' λ Sonuçları.....	102
Tablo 4.23. Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimcilik Toplam Puanlarına İlişkin Wilks' λ Sonuçları.....	102
Tablo 4.24. Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimcilik Alt Boyutlarına İlişkin MANCOVA Sonuçları.....	103

Tablo 4.25. Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimcilik Toplam Puanlarına İlişkin MANCOVA Sonuçları.....	104
Tablo 4.26. Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimciliğe İlişkin Düzeltilmiş Son Test Puanlarının Çoklu Karşılaştırma Sonuçları.....	105
Tablo 4.27. Bilgi İşlemsel Düşünme Puanlarına İlişkin ANCOVA Sonuçları.....	106
Tablo 4.28. Girişimcilik Puanlarına İlişkin ANCOVA Sonuçları.....	107

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. E(Çevre)-STEM Disiplinleri.....	16
Şekil 2.2. Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları Doğrultusunda Yapılandırılan Fen Eğitimi.....	18
Şekil 2.3. E(Girişimci)-STEM Disiplinleri.....	26
Şekil 2.4. Araştırmacı Tarafından Geliştirilen Disiplinler Arası 2E-STEM Modeli – Disiplinler Arası Bağlantılar.....	40
Şekil 3.1. Q-Q Plot Grafikleri (BİD Ön Test Toplam Puanlar).....	58
Şekil 3.2. Q-Q Plot Grafikleri (Girişimcilik Ön Test Toplam Puanlar).....	59
Şekil 3.3. Q-Q Plot Grafikleri (BİD Son Test Toplam Puanlar).....	61
Şekil 3.4. Q-Q Plot Grafikleri (Girişimcilik Son Test Toplam Puanlar).....	62
Şekil 3.5. Scatter/Dot Grafikleri (BİD Toplam*G Toplam, BİD_F1*G_F1).....	63

KISALTMALAR LİSTESİ

2E-STEM, E+E-STEM (Environmental/ Environmental Education, Entrepreneurship, Science, Technology, Engineering, Mathematics): Çevre/Çevre Eğitimi, Girişimcilik, Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik

SDG (Sustainable Development Goals): Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri

ANCOVA (One-Way Analysis of Covariance): Tek Değişkenli Kovaryans Analizi

MANCOVA (Multivariate Analysis of Covariance): Çok Değişkenli Kovaryans Analizi

MTS: Mühendislik Tasarım Süreci

BİD: Bilgi İşlemsel Düşünme

G: Girişimcilik

F: Faktör

E: Ekip

Ö: Öğrenci

2D (Two Dimensional): İki Boyutlu

3D (Three Dimensional): Üç Boyutlu

CNC (Computer Numerical Control): Bilgisayarlı Sayısal Kontrol

CAD (Computer-Aided Design): Bilgisayar Destekli Grafik Tasarım

PIR (Passive Infrared Sensor): Pasif Kızılötesi Sensör

RFID (Radio Frequency Identification): Radyo Frekansı ile Tanımlama

t.y. : Tarihi Yok

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bu bölümde; problem durumu, problem cümlesi, araştırmanın amacı, alt problemleri, önemi, varsayımları, sınırlılıkları ve tanımlar yer almaktadır.

1.1. Problem Durumu

İnsanlar var olduğundan beri doğal çevre ile etkileşim halindedir. Bu süreç içerisinde doğal kaynakları kendi yararına kullanarak çevrenin yapısını değiştirip gelecek neslin ihtiyaçlarını göz ardı ederek tüketime devam etmişlerdir (Tıraş, 2012). Kaynakların tükenmez olmadığının farkına varılmasıyla çevreye verilen zarar telafi edilmeye çalışılmıştır. Bu sebeple, doğal çevrenin devamlılığının sağlanması önemli hale gelmiştir. Bunun için çevresel sürdürülebilirlik düşüncesi ortaya çıkmıştır (Kaypak, 2011). Çevresel sürdürülebilirlik doğal kaynakları korumak, insanların olumsuz davranışları sonucunda tahribata uğrayan çevrenin de geri kazanılmasına yönelik faaliyetlerde bulunmaktır (Kaya ve Tomal, 2011). Çevresel sürdürülebilirliği ele alan çalışmalarda (Crohn ve Birbaum, 2010; Jadhav vd., 2014; Zsóka vd., 2013), bireylerde çevreye yönelik bilgi, tutum ve becerilerin geliştirilmesi ile çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanabileceği düşünülmekte ve bu doğrultuda çevresel sürdürülebilirlik girişimleri gerçekleştirilse de (Beringer vd., 2006) çevre eğitime yönelik yapılan değerlendirmeler eğitim faaliyetlerinin çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması konusunda yeterli olmadığını göstermektedir (Boca ve Saraçlı, 2019). Yapılan çeşitli araştırmalarda öğrencilerin çevreye yönelik bilgi, tutum ve davranışlarında eksikliklerin olduğu ifade edilmektedir (Erten, 2004; Kahrman-Pamuk, 2019). Her ne kadar öğretim programları araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını esas alsın da (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018) bu durumun, öğretmenlerin geleneksel öğretim yöntemleri ile eğitime devam etmesi, öğretilen teorik bilgilerin uygulamalarla yeterli düzeyde ele alınmamasından kaynaklı olduğu söylenebilir (Gülersoy vd., 2020).

Çevre eğitiminin çevreyi bütüncül ve sosyal bir bakış açısı ile ele alan hem eyleme yönelik hem de sürdürülebilir düşüncüyü benimseyen çağdaş yaklaşımlarla gerçekleştirilmesi gerektiği konusunda fikir yürütülmekle (Gülersoy vd., 2020; Özdemir, 2007) birlikte interdisipliner yapısının da çevre sorunlarını tek bir disipline bağlı kalmayıp bütüncül bir şekilde ele alarak sorgulayan ve deneyimlerini günlük yaşamla ilişkilendirebilen bireyler

yetiştirerek bireylerin sorunları çözmeye daha başarılı olmalarına imkan tanıdığı düşünülmektedir (Cappellaro, 2018). Karşılaştığımız çevre sorunlarının karmaşık ve çok boyutlu oluşu (Peşkircioğlu, 2016) bizlere çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlara bütüncül bir şekilde yaklaşılması gerektiğini hatırlatırken aynı zaman da interdisipliner yani disiplinler arası bir bakış açısıyla problemleri ele almamız konusunda bilgi vermektedir. Okul ortamlarında son yıllarda daha çok vurgulanan disiplinler arası yaklaşımın belirgin uygulamalarından biri STEM uygulamalarıdır ve bu anlayış ile birlikte disiplinlerin bilgi ve yöntemlerini kullanarak yeni bir çözüm üretme süreci gerçekleştirilir (İnci ve Kaya, 2022). Yenilikçi çevre eğitimi faaliyetlerinde de disiplinlerarası yaklaşım önem arz etmekte olup çevre eğitiminde disiplinler arası yaklaşımın göz ardı edildiği gözlemlenmektedir (Gülersoy vd., 2020). Temel amacı bireylere çevre bilinci kazandırmak olan çevre eğitiminin güncel bir bakış açısıyla tasarlanması önemlidir (Köseoğlu ve Erten, 2022). Günümüzdeki teknolojik gelişmelerle birlikte bireylerin işgücüne kazandırılması sürecinde edinmeleri gereken becerilerin olduğuna değinilmektedir. 21. yüzyıl becerileri olarak da ifade edilen bu beceriler birçok alt beceriden oluşmakta olup bu becerilerin etkili bir şekilde kazandırılması amacıyla bütüncül bir bakış açısıyla yaklaşılması gerektiği söylenebilir. Bu süreçte teknoloji tabanlı robotik vb. alanlarla ilgili yapılan uygulamaların eğitim etkinliklerine entegrasyonu (Atasoy vd., 2018) öğrenme-öğretme sürecini güçlendirerek öğrenen bireylerin teknolojiyi kullanmalarına olanak sağlarken öğrenme süreci içerisinde edinmesi gereken becerilerini destekleyebilir (González-Pérez ve Ramírez-Montoya, 2022). Bu sebeple uygulamaya dönük çalışmaların gerçekleştirilmesinde öncelikli olarak edinilen bilgileri mantıklı ve sistematik bir şekilde düzenlemenin sağlandığı algoritmik düşünebilme, yaratıcı düşünebilme, eleştirel düşünebilme, problem çözebilme ve iletişim kurabilme becerilerine (International Society for Technology in Education [ISTE], 2011), problemlerin çözümünde ihtiyaç duyulan dijital araçları kullanma becerisine sahip (Yünkül vd., 2017) olan bireyler yetiştirilmesi önemlidir (Üzümcü ve Bay, 2018). Milli Eğitim Bakanlığının (MEB) 2013 ve 2018 yıllarında yayımladığı Fen Bilimleri Öğretim Programlarında anlamlı ve kalıcı öğrenmelerin gerçekleştiği, edinilen bilgilerin günlük hayatla ilişkilendirilmesinin yanı sıra 21. yüzyıl becerileri olarak da uluslararası boyutta kabul gören problem çözme, yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme gibi üst bilişsel becerilerin kullanımına dikkat çekilmiştir (Anagün vd., 2016; MEB, 2018). Güncellenen öğretim programında da disiplinler arası ilişkileri benimseyen, bilim, teknoloji, mühendislik ve tasarım temelli olarak beceri kazanımını ele alan bir bakış açısına vurgu yapılmıştır (MEB, 2024). Bu beceriler aracılığıyla bilgi işlemsel düşünebilen bireyler karşılaştıkları günlük yaşam problemlerini çözebilmektedir (Chen vd., 2017; Garcia-Penalvo ve Mendes, 2018). Bu becerilerin yanı sıra bireylerin ürettikleri fikirleri

gerçekleştirebilmek amacıyla girişimlerde bulunabilmeleri (European Commission, 2011) ile etkili uygulamaların yapılabileceği düşünülmektedir.

Literatür incelendiğinde, eğitim süreçlerinde aktif katılımı destekleyecek ortamların oluşturulması gerekliliği, sürdürülebilir kalkınma bilincinin önemli olduğu (Dere ve Çinikaya, 2023), problem çözme sürecinde disiplinler arası bakış açısının, STEM uygulamalarının desteklenmesi gerektiği, bunun için ise bilimsel araştırma süreci, mühendislik tasarım süreçleri, bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik becerilerinin entegre edilmesinin önemli olduğu, bu sayede öğretmenlerin pedagojik bilgi ve yeterliliklerinin geliştirilebileceği (Şahin vd., 2024), çevre problemlerinin çözümünde disiplinler arası bir bakış açısı sunan STEM eğitim yaklaşımının E-STEM (Environmental(Çevre)-STEM) versiyonunun problem çözme sürecinde öğretmen adaylarına fayda sağlayabileceği lakin öğretmen adaylarının bu konudaki deneyimlerinin yeterli olmadığı (Burgess ve Buck, 2020), STEM’de girişimci düşüncenin desteklenmesiyle beceri odaklı ve uygulamaya dönük çalışmaların gerçekleştirilebileceği (Hynes vd., 2023), çevrenin sürdürülebilirliği için öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme (Christensen, 2022) ve girişimcilik sürecine (Revsbech, 2024) katılım göstermesi gerektiği ifade edilmiştir. Belirlenen amaçların gerçekleştirilmesinde öğretmenlerin rolü göz önünde bulundurulduğunda (Ünal ve Dımışkı, 1999) bu konuda yetiştirilmiş öğretmenlerin öğrencilere gerekli bilgi ve becerileri kazanabilecekleri bir eğitim ortamı sunabileceği düşünülebilir. Eğitim ortamının geliştirilmesine yönelik olarak bu çalışmada, STEM öğrenme yaklaşımının çevre konularını ve çevre eğitimi disiplinler arası bakış açısıyla vurgulayan E-STEM (Environmental(Çevre)-STEM) (Candan-Helvacı, 2021) ve girişimcilik uygulamalarını disiplinler arası bakış açısıyla vurgulayan E-STEM (Entrepreneurship(Girişimci)-STEM) (Deveci, 2018) versiyonlarının bir arada ele alındığı; robotik destekli mühendislik tasarım tabanlı bir ürün geliştirme sürecine girişimcilik faaliyetlerinin entegre edildiği, bilgi işlemsel düşünme sürecinin desteklendiği disiplinler arası uygulamalı bir çevre eğitimi fikri sunulmuştur. Bu uygulama ile aynı zamanda mühendislik tasarım süreci, girişimcilik ve bilgi işlemsel düşünme aşamalarının bir arada kullanımına yönelik ipuçları verilmesi, bu çalışmayı ilgili konulardaki diğer çalışmalardan ayıran en önemli özelliği olarak ifade edilebilir. Yapılan çeşitli çalışmalar doğrultusunda (Dere ve Çinikaya, 2023, Özçakır-Sümen ve Çalışıcı, 2016, Özdemir, 2021) çevre konusunun fen alanıyla olan belirgin ilişkisi ile birlikte fen bilimleri öğretmeni ya da adaylarının bilgi ve deneyim sahibi olması gereken öncelikli çalışma grubu olarak belirlenebileceği ifade edilebilir. Aynı zamanda, öğretim programları da göz önünde bulundurulduğunda, sürdürülebilir kalkınma, çevre konu ve kazanımlarını ele alan öğretmenlik alanları incelendiğinde bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının hedef kitle olarak

seçilmesi kararlaştırılmıştır. İfade edilenler doğrultusunda problem cümlesi, “Robotik destekli mühendislik tasarım tabanlı 2E-STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik özelliklerine etkisi var mıdır?” olarak belirlenmiştir.

1.2. Araştırmanın Amacı ve Problemleri

Araştırmanın amacı, robotik destekli mühendislik tasarım tabanlı 2E-STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik özelliklerine etkisinin incelenmesidir. Alt problemlere aşağıda yer verilmiştir.

1. Deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerileri nasıldır?
2. Deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının girişimcilik becerileri nasıldır?
3. Deney grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının kullandıkları/oluşturdıkları etkinlik kağıtları, bireysel gelişim notları ve proje sonuç raporlarına göre araştırma ve uygulama süreci nasıldır?
4. Deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının kullandıkları örnek proje inceleme formuna göre araştırma süreci nasıldır?
5. Deney grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası bilgi işlemsel düşünme puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
6. Deney grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası girişimcilik puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
7. Kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası bilgi işlemsel düşünme puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
8. Kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası girişimcilik puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
9. Deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama sonrasında bilgi işlemsel düşünme puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
10. Deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama sonrasında girişimcilik puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

1.3. Araştırmanın Önemi

Kuramsal çerçeve ve ilgili araştırmalar doğrultusunda;

- Çevre ile ilgili kazanımların fen bilimleri altında ele alınırken çevreyi korumaya yönelik gereken önemin verilmemesi,
- Disiplinler arası öğrenmeyi destekleme, yenilikçilik ve girişimcilik eğitimi verme, bilgi işlemsel düşünmeyi tüm eğitim sürecine entegre etme, 21. yüzyıl becerilerinin desteklenmesi ve bu doğrultuda çevre bilincinin oluşturulması gibi sürdürülebilir küresel hedeflerin (SDG) gerçekleştirilmesine yönelik etkili planlamaların yapılması gerekliliği,
- Güncellenen Fen Bilimleri Öğretim Programında disiplinler arası ilişkileri benimseyen, bilim, teknoloji, mühendislik ve tasarım temelli beceri kazanımını ele alan bir bakış açısının vurgulandığı,
- Çevre sorunları gibi günlük yaşam problemlerinin çözümü için öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının hem STEM hem de E-STEM (Environmental(Çevre)-STEM) anlayışı ile ilgili deneyimlerinin geliştirilmesi gerekliliği, aynı zamanda problem çözümünde girişimciliğin dikkate alınması gerekliliği, bilgi işlemsel düşünme becerilerinin de bu süreçte önemli olduğu lakin uygulama sürecine entegrasyonu konusunda üzerine çalışılması gerekliliği,
- Uygulamalı etkinliklerin öğretmen ve öğretmen adaylarının mesleki gelişimlerinin desteklenmesi açısından gerçekleştirilmesi ve aynı zamanda mühendislik tasarım, bilgi işlemsel düşünme, girişimcilik süreçlerini deneyimlemeleri gerekliliği, öğrencilerin derse aktif katılımlarının desteklenmesi ve proje tasarlama, materyal geliştirme gibi uygulamaların öğrenme sürecine entegre edilmesi gerekliliği, dijital yeterliklerin geliştirmesi açısından robotik ve kodlama uygulamalarının eğitimciler tarafından desteklenmesinin önemli olduğu,
- Mühendislik tasarım tabanlı uygulamalarda öğrencilere doğrudan, ne gibi bir tasarım yapacağını belirtmesi (büyük tasarım görevinin verilmesi),
- Disiplinler arası bakış açısının çevreye yönelik bakış açısını olumlu etkilediği, çevre problemlerini çözmeye sürecinde gerekli bilgi ve becerileri desteklediği yönündeki bilgilerden tespitler ortaya konulmuştur.

Bu doğrultuda literatürde STEM öğrenme yaklaşımının çevre konularını ve çevre eğitimini disiplinler arası bakış açısıyla vurgulayan E-STEM (Environmental(Çevre)-STEM) ve girişimcilik uygulamalarını disiplinler arası bakış açısıyla vurgulayan E-STEM (Entrepreneurship(Girişimci)-STEM) versiyonlarının araştırmacı tarafından birleştirilerek kuramsal çerçeveye 2E-STEM Modelinin kazandırılması planlanmaktadır. STEM ve versiyonlarını içeren çalışmalarda ele alınan bileşenlerin bütüncül bir bakış açısıyla entegre edilmesi vurgulanmakla birlikte sürdürülebilir çevre ve eğitimi için mühendislik tasarım sürecinin, robotik ve kodlama uygulamalarının, bilgi işlemsel düşünmenin ve girişimciliğin bir

arada entegre edildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmadaki bakış açısı ile diğer çalışmalara nazaran daha kapsayıcı, günlük yaşamı daha çok yansıtan ve yaşatan bir eğitim ortamının oluşturulacağı öngörülmektedir. Bu model sayesinde, çevre eğitimi fen disiplini sınırları içerisinde kalmayıp önemi ortaya konulacak, aynı zamanda bireyler sürdürülebilir çevre için girişimci ruhuyla ihtiyaçları gözetme, ekonomiye katkı sağlama, kullanışlılık, işlevsellik gibi özellikleri göz önünde bulundurarak robotik uygulamaları desteği ve mühendislik tasarım süreci ile fikirler üretebilecek ve bu fikirleri somut hale getirebileceklerdir. Sürdürülebilir çevre ve eğitiminin öneminin vurgulanmasına yönelik her ne kadar fen bilimleri haricinde ifade edilmesi düşüncesi ortaya konulsa da incelenen çalışmalar doğrultusunda, eğitim sistemlerinin yapısı ve öğretim programlarının içeriği fen bilimleri dersinin ve fen bilimleri öğretmenlerinin çevre koruma faaliyetleri için tetikleyici rollerinin olması yadsınamaz bir gerçektir. Bu doğrultuda, bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının öncelikli hedef kitle olarak tercih edilmesine karar verilmiştir.

1.4. Araştırmanın Varsayımları (Sayıtları)

1. Öğretmen adaylarının eğitim-öğretim döneminin başında ve sonunda verilen ölçekleri içtenlikle yanıtladıkları varsayılmaktadır.
2. Uygulama süresince her iki grup arasında olumlu veya olumsuz etkileşim olmadığı varsayılmaktadır.

1.5. Sınırlılıklar

1. Bu çalışma, 2023-2024 eğitim-öğretim yılı,
2. Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi 4. sınıf Fen Bilgisi öğretmen adayları,
3. Uygulanan veri toplama araçları ile sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

Sürdürülebilir Kalkınma: Ekonomik, toplumsal ve çevresel boyutların bir arada ve dengeli bir şekilde ele alındığı ülke kalkınmasıdır (Brinkmann, 2016).

Sürdürülebilir Çevre İçin Eğitim: Çevresel sürdürülebilirlik düşüncesi ile doğal çevrenin devamlığının sağlanmasına yönelik gerçekleştirilen eğitim faaliyetleridir (Kaypak, 2011).

Mühendislik Tasarım Süreci: Araştırma sorgulamaya teşvik eden, belirlenen probleme yönelik çözümün üretilip test edildiği ürün geliştirme sürecidir (Katehi vd., 2009).

Robotik Uygulamaları: Sensör, motor vb. devre elemanlarının belirlenen algoritma ve kodlar doğrultusunda kullanıldığı ürün geliştirme faaliyetleridir (Costa ve Fernandes, 2005).

Bilgi İşlemsel Düşünme: Problemi anlama, parçalara ayırma, soyutlama, örüntü, algoritma, değerlendirme-hata ayıklama aşamalarını içeren ve belirlenen problemin çözümünde ihtiyaç duyulan dijital araçların kullanımını içeren bir tür problem çözme sürecidir (Üzümcü ve Bay, 2018; Yünkül vd., 2017).

Girişimcilik: Edinilen bilgiler doğrultusunda belirlenen problemin çözümü için fikirler üretme ve bu fikirleri hayata geçirebilme becerisidir (European Commission, 2011).

(Robotik Destekli Mühendislik Tasarım Tabanlı) 2E-STEM Eğitimi: Genel bir ifadeyle; E+E-STEM (Environmental(Çevre) + Entrepreneurship (Girişimci) - STEM) disiplinlerinin entegrasyonu ile uygulamalı çevre eğitimidir. Daha detaylı ifade edilecek olursa; Mühendislik tasarım tabanlı bir ürün geliştirme sürecine girişimcilik faaliyetlerinin entegre edildiği, bilgi işlemsel düşünme sürecinin desteklendiği disiplinler arası bir çevre eğitimidir. Çevre-STEM (E-STEM) ve Girişimci-STEM (E-STEM) modellerinin bilgi işlemsel düşünme süreci doğrultusunda entegre edildiği, robotik uygulamalarıyla desteklenen çevre problemi çözme süreci olarak da ifade edilebilir. Burada robotik desteği, STEM'in teknoloji disiplini ile dahil edilirken, STEM'in mühendislik disiplini ise ürün üretme sürecinin temelini oluşturmaktadır.

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kuramsal Çerçeve

2.1.1. Sürdürülebilir Çevre ve Eğitimi

Yaşadığımız gezegen insanlığın ihtiyaçları doğrultusunda geçmişten günümüze şekillenmektedir. Artan ihtiyaç ve isteklerin karşılanması amacıyla sanayi devrimiyle ortaya çıkan sanayileşme süreci ile üretim faaliyetleri artış göstermiş, aynı zamanda bilinçsiz tüketimi de beraberinde getirmiştir. Özellikle İkinci Dünya Savaşından sonra meydana gelen küresel ekonomik dalgalanmalar ülkelerin kalkınma çabalarını arttırmıştır. Kimi ülke ekonomik olarak refah seviyesini yükseltirken yapmış oldukları endüstriyel faaliyetlerle çevre sorunlarının bölgesel boyuttan küresel bir boyuta ulaşmasına sebebiyet vermiştir. Bu durum ilk zamanlarda ülke kalkınmasının gölgesinde kalırken sonraki süreçlerde tehlikenin farkına varılmıştır (Tıraş, 2012). Artan refah düzeyi ile birlikte hızlı nüfus artışı ve çevre kirliliği gibi etkenlerin doğal çevrede tahribata yol açtığı anlaşılmış, doğal kaynakların sonsuz bir kaynak olmadığının farkına varılmıştır. Çevre sorunlarının insanlar üzerinde oluşturduğu endişe insanları çevreye yönelik faaliyetler yürütmeye, politikalar geliştirmeye teşvik etmiştir (Yapıcı, 2003). Örneğin, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu, dönemin Norveç Başbakanı Gro Harlem Brundtland'ın başkanlığında doğal çevreyi tehdit eden ekonomik faaliyetler üzerine yaptıkları bir çalışma sonucunda “Ortak Geleceğimiz” Raporunu 1987 yılında yayımlamışlardır ve bir diğer ismi Brundtland Raporu olan bu raporda sürdürülebilir kalkınma kavramı ilk kez ifade edilmiştir (Cain, 1990; Fisunoğlu, 1990). Kalkınma ve doğal çevre arasında bir dengenin sağlanması gerekliliği konusunda farkındalık oluşması ile birlikte sürdürülebilirlik kavramı gündeme gelmiştir (Bazin, 2012, s. 5). Sürdürülebilir kalkınma olarak tüm dünyada kabul gören kavram raporda “Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeksizin karşılayan kalkınma” olarak tanımlanmıştır (UN Brundtland Raporu, 1987). Ülke kalkınmasında sürdürülebilirlik ekonomik, toplumsal ve çevresel boyutları bir araya toplamaktadır ve tam anlamıyla bir sürdürülebilirlik için bu üç bileşen arasında dengenin sağlanması gerekmektedir (Brinkmann, 2016). Toplumsal gelişme ve kalkınmanın bir göstergesi olarak görülen sanayileşme faaliyetlerinin üretim, yeni üretim teknikleri, üretim kalitesi ve makineleşmeye odaklandığı (Arısoy, 2005) göz önünde bulundurulduğunda, ülkelerin kalkınmasında ekonomi boyutuna ağırlıklı olarak yönelim olduğu akla gelmektedir. Sürdürülebilirliğin üç bileşeni olduğu ifade edilse de ekonomik gelişmelere daha çok ağırlık

verildiği, çevresel ve sosyal bileşenin yine de göz ardı edildiği ifade edilmektedir (Bazin, 2012, s. 5). Karşılaşılan bu durumun birçok çevre koruma faaliyetinin gerçekleştirilmesine zemin hazırladığı söylenebilir.

Çevre eğitimi, doğanın ve doğal kaynakların bir bütün içerisinde korunmasına yönelik yapılan eğitim faaliyetleridir. 1970'li yılların başından bu yana çevre sorunlarının dünya genelindeki sonuçlarını görmeye başlayan siyasetçi, bilim insanı ve eğitimciler çevreye yönelik eğitim olgusunun oluşmasına katkı sağlamıştır. Bölgesel olarak başlayan bu hareketlilik 1972 yılında Stockholm'de gerçekleşen BM İnsan Çevresi Konferansı Bildirgesi ile çevre eğitimi olarak uluslararası bir boyut kazanmıştır. Sonrasında ise 1977 yılında düzenlenen Tiflis Konferansı ile çevre eğitimi örgün ve yaygın eğitim programlarında yer almaya başlamıştır (Ünal ve Dımışk, 1999). 1987 yılında sürdürülebilir kalkınma kavramının ortaya atılmasından sonra 1992 yılında Rio de Janeiro'da gerçekleşen BM Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda da ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarıyla birlikte vurgulanmış ve sürdürülebilir kalkınma kavramı eğitim programlarına yansımıştır (United Nations [UN], 1992). Sürdürülebilir kalkınma kavramı her ne kadar küresel bir anlam kazanmış ve eğitim programlarına dahil edilmiş olsa da çevrenin geleceği umursanmadan gerçekleştirilen, çevre sorunlarına yol açan sanayi faaliyetleri, sürdürülebilir kalkınma felsefesinin özümsemediğini göstermektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın bir fikir olmaktan çıkarak somut uygulamalara dönüştürülmesi ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılması için sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmayı görev edinen bilinçli bireyler yetiştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu bireylerin yetiştirilebilmesi amacıyla da eğitim sistemlerine uygun içerik ve programların entegre edilmesi önemlidir (Yapıcı, 2003). Bu doğrultuda uluslararası vakıflar, sivil toplum örgütleri ve hükümetler çevre eğitimi ve sürdürülebilir kalkınma temelinde projelerin geliştirilmesinde rol oynamaktadır. Örneğin, 1981 yılında kurulan ve 81 ülkeyi temsil eden Uluslararası Çevre Eğitim Vakfı (FEE), toplumdan her yaştaki bireyi bilgilendirmeyi ve aktif harekete geçirmeyi esas alan standardı benimseyerek uluslararası iş birliği ile Eko-Okullar, Mavi Bayrak vd. uluslararası boyutta yer edinen projelerin faaliyete geçmesini sağlamıştır (Foundation for Environmental Education, t.y.; Türkiye Çevre Eğitim Vakfı, t.y.). Dünya genelinde çevresel boyutu göz önünde bulunduran sürdürülebilir kalkınma faaliyetlerinde iyileşmeler görölse de küresel ve yerel boyutta yeterli olduğunu söylemek mümkün değildir (Kalkınma Bakanlığı, 2012). Gerçekleştirilen eğitim faaliyetlerinde de öğretmenlerin uygulamalı eğitimlere yeterince ağırlık vermemesi, geleneksel öğretim yöntemlerini tercih etmesi gibi sebeplerden dolayı eğitim faaliyetlerinde eksiklikler görülmektedir (Gülersoy, 2020). Çevre eğitiminin tarihsel

gelişimine göz atıldığında yapılan eğitim faaliyetlerinin geleneksel ve çağdaş yaklaşımlar kapsamında ele alındığı gözlemlenmektedir (Sauvé, 2005). Bu doğrultuda çevre sorunlarının interdisipliner yapısı da göz önünde bulundurulduğunda (Jacobs, 1989) çevre eğitimi sürecinde disiplinler arası ve çağdaş yaklaşımların ele alındığı bir eğitim sürecinin tasarlanması gerekmektedir. Çünkü çağdaş eğitim yaklaşımları öğrencilerin edindiği bilgilerin yanı sıra deneyim ve becerilerine de odaklanır (Gülersoy, 2020).

2.1.2. Çevre Koruma Faaliyetlerinin Desteklenmesinde Uygulamalı ve Beceri Odaklı Eğitim

Çevre koruma faaliyetleri, doğanın ve doğal kaynakların korunmasına yönelik doğrudan ya da dolaylı olarak araştırma, inceleme, uygulama, proje ve eğitim çalışmalarını içermektedir. Bu faaliyetleri gönüllülük esasına dayalı olarak ulusal ve uluslararası boyutta ilgili birçok kurum, kuruluş ve dernekler gerçekleştirmektedir (Göktuğ vd., 2018). Çevre koruma faaliyetleri ile çevreye duyarlı bireyler yetiştirilerek gelecek nesillere daha sağlıklı ve güvenilir koşullarda yaşamlarını sürdürebilme imkanı sağlanabilir (Şahin vd., 2004). Çevre sorunlarıyla baş etme sürecinde önemli bir çevre koruma faaliyeti olan çevre eğitiminin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi ile bireyler üzerlerine düşen sorumluluklara yönelik bilinçlendirilebilir (Altın vd., 2002; Soran, 2000; Özer, 1991). Gerçekleştirilen çevre eğitimlerinin istenilen düzeyde etkili olmadığını belirten çeşitli çalışmalar (Özkan vd., 2001; Haktanır ve Çabuk, 2000; Yücel ve Morgil, 1998) ezber dayalı eğitimden vazgeçilmesi gerektiğine değinmektedir. Geleneksel eğitim yaklaşımı olarak da ifade edilen ezber dayalı eğitimde kalıcı öğrenmenin sağlanamaması, öğrencinin edilgenleştirilmesi ve ağırlıklı olarak düz anlatım yönteminin tercih edilmesi öğrenme sürecini olumsuz etkilemektedir. Bu durum, öğrenciyi ders sürecinde aktif hale getiren öğrenci merkezli yaklaşımın kullanımını gerekli hale getirmektedir. Öğrenci merkezli yaklaşım, bireyin aktif rol almasını sağlayarak bilgi toplumunun gerektirdiği katılım, dinamiklik, teknoloji okuryazarlığı gibi unsurları desteklemektedir. Ayrıca eğitimin yaşama hazırlık değil, yaşamın kendisi olduğu düşüncesini vurgulayarak uygulamaya ağırlık vermektedir (Özpolat, 2013). Yapılandırmacı öğrenme kuramı doğrultusunda ortaya çıkan bu yaklaşım ile öğrencilerin öğrenme sürecine dahil edilmesi için kullanılabilecek öğretim yöntemlerine olan ilgi artmıştır (Hannafin vd., 1997). Üniversitelerde çevre eğitimi dersi olan bölümlerin çoğunda anlatım yöntemi, sınıf çalışmaları, seminerler ve sınıf dışı öğrenme tercih edilmektedir. Dersler çoğunlukla öğretmen merkezli geleneksel öğrenme yaklaşımına göre öğretim üyesi tarafından anlatılıp not yazdırma şeklinde işlenmektedir. Daha üst düzey bir öğrenmenin sağlanması amacıyla tartışma yöntemi kullanılmaktadır (Demirkaya, 2006).

Öğrenci merkezli öğretimi destekleyen probleme dayalı öğrenme, projeye dayalı öğrenme, iş birliğine dayalı öğrenme gibi çeşitli yöntemler bulunmaktadır (N. Tok, 2009, s. 163). Çevre eğitimi verecek öğretmenlerin yükseköğrenim aşamasında iken bu öğrenme kuramını temsil eden ve farklı öğretim yöntemlerinin kullanıldığı bir ortamda yetiştirilmesi önemlidir (Özbuğutu vd., 2014; Şahin vd., 2004). Çünkü derste kullanılacak öğretim yöntemlerini öğretmenler kendi bilgi ve becerileri doğrultusunda tercih etmektedirler. Bu durum Özbuğutu vd. (2014)'nin verdiği örnek ile açıklanabilir: Örneğin laboratuvar kullanma becerisi yüksek olan öğretmenler çoğunlukla laboratuvar uygulamalarını gerçekleştirebilirken bu yönden zayıf olan öğretmenler ise genellikle bu gibi uygulamaları tercih etmeyecektir. Bu doğrultuda, derslerin verimli geçmesi ve öğretim yöntemlerinin belirlenmesi için öğretmenlerin sahip oldukları özellikler önemli olup öğretmen özelliklerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Etkili bir çevre eğitiminin düzenlenmesinde ise Görcelioğlu (1980) şu özelliklere değinmiştir:

Çevre eğitim programları geniş kapsamlı olmalıdır. Geniş kapsamlı bir çevre eğitimi programının;

1. Bireylerin ilgisini çekmek,
2. Bireylere bilgi vermek,
3. Uygulama deneyimi sağlamak ve becerisi kazandırmak,
4. Karar verme becerisini geliştirmek,
5. Çevreye yönelik uygun davranışlar geliştirmek,
6. İçeriğinde farklı faaliyetleri içermek

üzere düzenlenmesinin uygun olduğundan bahsedilmiştir. Ayrıca bilimsel esaslara dayalı olması, farklı disiplinlerle bağlantı kurulması ve çevrenin korunması için aktif katılımın önemi vurgulanmıştır. Diğer yandan 1970'li yıllarda sanayileşmenin yol açtığı çevre bozulmasının önüne geçilmesi gerektiği vurgulanan ve 1977 yılında düzenlenen Tiflis Konferansı'nda çevre eğitimi bütün yönleriyle ele alınmıştır: “Çevrenin ve çevre sorunlarının farkına varma ve duyarlılık geliştirme, çevre ve çevre sorunları hakkında bilgi sağlama, çevre ile ilgili olumlu ve gerçekçi tutumlar geliştirilmesini sağlama, çevrenin geliştirilmesi, korunması için gerekli güdülemeyi geliştirme ve besleme, çevreyi ve çevre sorunlarını belirleme, anlama ve çözme işlem ve yaklaşımlarında becerilerin, yaklaşımların geliştirilmesi, çevrenin oluşumuna, korunmasına ve sorunlarının çözümüne katılımın sağlanması.” (Özoğlu, 1993). Bu ifadeden anlaşıldığı üzere çevre sorunlarının çözümünde bireylerin sadece bilgi

ediniminin yeterli olmayıp aynı zamanda gerekli becerilerin kazanımı ve uygulamaya dönük olma durumunun da vurgulanması gerektiği söylenebilir (Özdemir, 2007).

2.1.3. Çevre Koruma Faaliyetlerinin Desteklenmesinde 21. Yüzyıl Becerilerinin Önemi

Çevre sorunlarının insanların yaşam alanlarına ciddi zararlar verdiği bu çağda, çevreye saygı fikri uluslararası ortak değerlerden biri haline gelmiştir (Kaya, 2012). Çevreye gösterilen hassasiyet, yaklaşım ve uygulamaların 21. yüzyılda giderek önemi artmıştır (Şahin vd., 2004). Çevrenin yapısındaki bozulmalar endişe verici (Karpudewan vd., 2016) olup değişen dünyada karşılaşılan problemleri çözebilmek için eleştirel, analitik, yaratıcı ve yenilikçi düşünme, iletişim, iş birliği ve etkili problem çözme becerilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Živkovi, 2016). Bireylerin bu süreci doğru bir şekilde yönetebilmesi, gelişen teknolojiye ayak uydurabilmesi, bilgiyi analiz edip değerlendirerek doğru bilgiyi seçebilmesi ve günlük yaşamlarında uygulamaya dökebilmesi için temel becerilerin yanı sıra üst düzey düşünme becerilerine sahip olması gerekmektedir. Bireylerin kazanması gereken bu beceriler 21. yüzyıl becerileri olarak ifade edilmektedir (Anagün vd., 2016). Çeşitli kurum ve kuruluşlar (ATCS (Assessment and Teaching of 21st Century Skills), P21 (Partnership for 21st Century Learning), OECD (Organization for Economic Co-operation and Development), ASIA Society (Asia Society Partnership for Global Learning), ISTE (International Society for Technology in Education), NCREL (North Central Regional Educational Laboratory), EU (European Union) farklı sınıflandırmalar yapmakla birlikte Avustralya, Kanada, Finlandiya, Belçika, İrlanda, İtalya Norveç, Yeni Zelanda gibi ülkelerin eğitim programlarında yer alan yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, işbirliği ve iletişim, araştırma, karar verme, girişimcilik (Ananiadou ve Claro, 2009) gibi ortak beceriler 21. Yüzyıl Öğrenme Ortaklığı (P21) becerileri ile örtüşmekte (The Partnership for 21-st Century Learning, 2017) ve bu sınıflandırma yaygın olarak tercih edilmektedir. ABD’de uygulanmaya başlayan ve birçok kurum tarafından desteklenen P21’e göre 21. yüzyıl becerileri üç alt boyutta ele alınmaktadır (Gelen, 2017). Öğrenme ve Yenilikçilik Becerileri (eleştirel düşünme, problem çözme becerileri, yaratıcılık ve yenilikçilik becerileri, iletişim ve iş birliği becerileri) ile öğrenciler karmaşık sosyal ve ekonomik yaşama hazırlanır. Öğrenciler kazandıkları bu beceriler ile yaratıcı fikirler üretebilir, sahip oldukları bilgileri eleştirel bir bakış açısıyla analiz edip değerlendirebilir, karşılaştıkları problemleri çözmek için farklı yollar arayabilir, düşüncelerini ifade etmek amacıyla iletişime geçebilir, diğer bireylerle iş birliği içerisinde çalışabilir. Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri (bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı, bilgi, iletişim ve teknoloji okuryazarlığı) ile öğrenciler bilgiye hızlıca ulaşabilir, çeşitli teknolojik araç gereçleri kullanabilir, öğrendikleri

bilgilerin doğruluğunu irdeleyip bilgi akışını çeşitli medya ve teknolojik unsurlarla sağlayabilir. Yaşam ve Kariyer Becerileri (esneklik ve uyum, inisiyatif alma ve özdenetim, sosyal ve kültürlerarası etkileşim, üretkenlik ve hesap verebilirlik, liderlik ve sorumluluk) ile öğrenciler üst düzey düşünme becerilerini gerektiren karmaşık sosyal ve iş hayatında bulundukları rollerin sorumluluğunu yerine getirebilirler, kendilerini motive edebilirler, farklı düşünce ve kültürlerle saygı duyabilirler, eleştiriye açık olabilirler, özgün projeler üretebilirler, bulundukları ortamda öncülük edebilirler, belirledikleri amaçlar doğrultusunda girişimlerde bulunabilirler (Battelle for Kids, 2019, The Partnership for 21-st Century Learning, 2017). Bu becerilerin dayandığı bilim, matematik, ekonomi gibi anahtar disiplinler, bu anahtar konular içerisinde ise belirlenen temalar bulunmaktadır. Bu temalar 21. yy disiplinler arası temalar olarak ifade edilmiş olup belirlenen temalar içerisinde çevre okuryazarlığı da önemli bir yer edinmiştir. Çevre okuryazarlığı; çevre koşullarını bilmek ve anlamak, toplumun doğal çevreye etkisini anlamak, çevre problemlerini araştırıp analiz ederek etkili çözümler üretmek ve çevre problemlerine yönelik bireysel ve toplumsal önlemler almak şeklinde ifade edilerek bir 21. yüzyıl becerisi haline gelmiştir. Aynı zamanda P21 çerçevesinde uygulayıcı kişilere rehber olması bakımından “21. yy destek sistemleri” oluşturulmuştur. Bu talimatlara göre; öğrenme sürecinde ilgili disiplin bilgilerinin kullanımının yanı sıra disiplinler arası bakış açısı geliştirmek, öğrenciler için aktif bir öğrenme ortamı oluşturmak, sorgulamaya, probleme ve projeye dayalı eğitim süreci oluşturmak, uygun öğretim teknolojilerinden yararlanmak, grup çalışmaları oluşturmak gibi 21. yüzyıl becerilerinin kullanımını teşvik eden uygulamalar gerçekleştirilmelidir (Gelen, 2017). Okullarda öğrencilerin 21. yy becerilerinin geliştirilmesi için önemli bir diğer husus öğretmenlerin de mesleki alanlarında yetiştirilmesidir (Stehle ve Peters-Burton, 2019). Bu bilgiler doğrultusunda bireylerin yaşamlarını daha nitelikli bir şekilde sürdürülebilmeleri, özel, sosyal ya da mesleki hayatlarında daha başarılı olabilmeleri, karşılaşılan problemlere daha kolay ve etkili çözümler bulabilmeleri amacıyla yetiştirilmesinin önemli olduğu düşünülebilir (Anagün vd., 2016).

2.1.4. STEM Yaklaşımının 21. Yüzyıl Becerilerinin Geliştirilmesindeki Rolü

Ülkeler teknolojik gelişmelerde ve ekonomik yarışta lider olabilmek için 21. yüzyıl becerilerine sahip bir toplum oluşturmak zorundadır. Bu becerilerin kazandırılmasında STEM eğitimi önemli bir yaklaşımdır (Yamak ve Kavak, 2018). Eğitim ortamlarında yaygın olarak kullanılmaya başlanan ve interdisipliner yapısı ile tanınan STEM eğitim yaklaşımı, fen/bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında okuryazar ve inovasyon odaklı, 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır (Bybee, 2010). Aynı zamanda bu eğitim

yaklaşımı ile bireylerin karmaşık günlük yaşam problemlerini anlamaları ve çözmeleri için bu disiplinleri bütünleştiren bir ortam oluşturulur (Balka, 2011). Burada asıl amaç bireylerin karşılaştıkları problemleri fen/bilim, teknoloji, mühendislik, matematik disiplinlerinin bilgisini kullanarak çözebilme. Bu disiplinlerin entegrasyonu ile bilginin ürüne dönüştürülmesi, aynı zamanda 21. yüzyıl becerilerinin edinimi sağlanabilir (Akgündüz, 2016). STEM eğitime yönelik yapılan birçok çalışmada (Akgündüz ve Ertepinar, 2018; Güntaş vd., 2019; Li vd., 2019; Stehle ve Peters-Burton, 2019; Şahin vd., 2014) STEM eğitiminin öğrencilere 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında önemli olduğundan bahsedilmektedir.

2.1.5. STEM Eğitim Entegrasyonu ve Bağlam Disiplinin Seçimi

STEM kavramı, 1990'lı yıllarda Ulusal Bilim Vakfı (NSF) tarafından yayımlanan raporda bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin baş harflerinden oluşan SMET kısaltması ile kullanılmaya başlanmış ve fonetik sebeplerden ötürü STEM olarak ele alınmıştır (Sanders, 2008). Bu rapor ABD'nin bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarında yetişen insan gücünün azalması ile birlikte kötü gidişatın engellenmesi amacıyla ortaya çıkmış ve bu alanlara ilginin tekrar arttırılarak bu alanlarda verilen eğitimlerin de nitelikli hale getirilmesi planlanmıştır. Eğitim kurumlarında ele alınan mevcut algı ise her öğrenciyi bilim insanı, matematikçi veya mühendis olarak yetiştirmekten ziyade farklı disiplinlerin bilgilerinden yararlanmak amacıyla bir arada verilmesi yönünde bir eğitim süreci planlamaktır (Çepni, 2018). STEM eğitiminin, öğrencilerin bilimsel ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda oluşan uluslararası rekabet ortamında ihtiyaç duyacakları bilgi ve becerilerin kazandırılmasında önemli olduğu düşünülmektedir ve STEM, uluslararası alanda eğitim sistemlerinin yeniden düzenlenmesinde rol oynamıştır (Chesky ve Wolfmeyer, 2015). Eğitim sistemlerine dahil edilen STEM eğitiminin özellikle ilköğretim kademesinde önemli rol oynadığı ve bu yaşlarda edinilen bilgi ve becerilerin daha sonraki öğrenim kademelerinde temel oluşturacağı düşünülmektedir. STEM'in öğretim programlarına dahil edilmesi konusunda öğretim programlarında esas alınan araştırma sorgulamaya dayalı yaklaşım (MEB, 2018) ile örtüştüğü gözlemlenmiş ve araştırma sorgulamayı, öğrenciyi merkeze alan yapının STEM eğitiminde de mevcut olduğu anlaşılmıştır (Keçeci vd., 2017). Hem araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı hem de STEM eğitim yaklaşımının fen eğitiminde çeşitli uygulama biçimleri bulunmaktadır. Probleme Dayalı Öğrenme, Projeye Dayalı Öğrenme gibi yaklaşımlar örnek verilebilir (Çepni, 2018). STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesine ilişkin birçok yol ve model mevcut olmakla birlikte hangi yol ve yöntemin tercih edileceği konusu araştırmacılara göre değişkenlik göstermektedir (Honey vd., 2014). STEM eğitiminde disiplinlerin entegrasyonuna yönelik kesin bir model

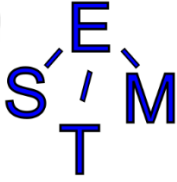
bulunmamakla birlikte farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu yaklaşımlar entegrasyon derecesi ve entegrasyon yapısına göre değişim göstermektedir (Hobbs vd., 2018):

S-T-E-M

1. Ayrı öğretmenler tarafından her disiplinin ayrı ayrı öğretilmesi, birbirinden bağımsız (ayrılmış yaklaşım),

SteM

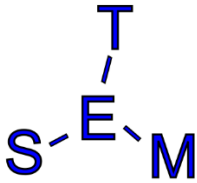
2. Bir öğretmen tarafından dördünün de öğretilmesi ancak bir veya ikisine daha fazla vurgu yapılması,



3. Bir disiplinin ayrı ayrı öğretilen diğer disiplinlere entegre edilmesi, ayrı öğretmenler,

STEM

4. Bir öğretmen tarafından tümünün eşit bir şekilde bütünleştirilmesi (entegre/bütüncül yaklaşım),



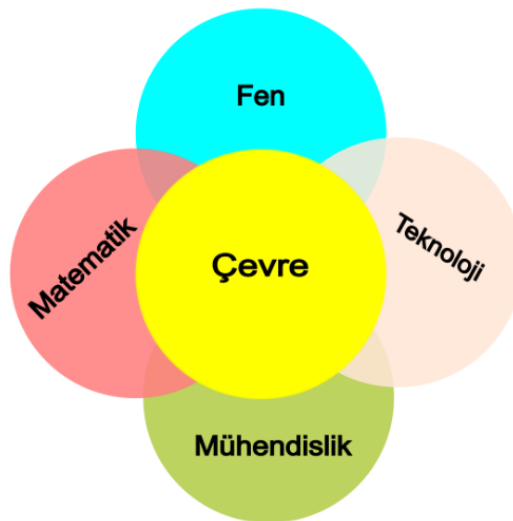
5. Ayrı öğretmenler tarafından STEM ortak programının oluşturulması, her öğretmen, kendi alanında uzmanlaşmış bileşenleri öğretirken, bir araya getirme konusunda iş birliğinin oluşturulması.

Okullardaki mevcut eğitim süreci incelendiğinde disiplinlerin bütüncül bir şekilde ele alınmasını zorlaştıran bir yapının olduğu, fen bilimleri, matematik disiplinlerinin ayrı ayrı öğretiminin yapıldığı ve mühendislik uygulamalarına yönelik bir ders bulunmadığı gözlemlenmektedir. STEM' e yönelik yapılan çalışmaların ise genellikle fen bilimleri ve matematik disiplini temelinde gerçekleştiği söylenebilir (Uslu ve Boz-Yaman, 2021). STEM

entegrasyonunun sağlanmasında mühendislik disiplini de bir bağlam olarak ele alınabilir (Bozkurt-Altan, 2018).

2.1.6. Çevre Eğitiminde STEM Yaklaşımı ve E-STEM Düşüncesinin Ortaya Çıkışı

Çevre problemlerini çözme konusunda bilinçli kararlar alarak çözümler üretebilen bireylere ihtiyaç duyulmaktadır (Koculu ve Girgin, 2022). STEM ve çevre eğitimi bir arada ele alınabilmektedir. Çevresel STEM eğitimi, çevresel sorunlarının araştırılmasını sağlayabilir ve çözümlerin uygulanmasına yardımcı olabilir (Blackley ve Sheffield, 2016). Çevre eğitiminin STEM ile entegrasyonunun önemi artmaktadır çünkü STEM eğitimi etkili bir çevre eğitimi için önemli fırsatlar sunarken, çevre sorunlarının anlamlı bir şekilde ele alınmasını kolaylaştırması muhtemeldir (Fraser vd., 2013; Kuvaç, 2018). Çevre sorunlarını çözebilecek bireyler yetiştirmek için çevre ve STEM'in birleştirilmesi önemlidir (Yıldırım, 2021). Disiplinler arası yaklaşımlardan biri olan E-STEM, STEM yaklaşımının genişletilmiş versiyonlarından biridir. Çevre eğitiminin dahil edildiği STEM eğitimi, bireylerde problem çözme, eleştirel düşünme, iletişim kurma, iş birliği vb. 21. yüzyıl becerilerini kazandırarak çevre problemleri çözme konusunda rehberlik etmektedir (North American Association for Environmental Education [NAAEE], t.y.). Çevre disiplini ile ortaklaşa oluşturulan E-STEM yaklaşımı sayesinde ortaya çıkan bu becerilere ek olarak sürdürülebilir kalkınma, çevre bilinci ve çevre okuryazarlığı gibi hedefleri de ekleyerek çevre eğitimi için çok yönlü ve güçlü bir yol sunmaktadır. E-STEM yaklaşımının ortaya çıkmasında, 21. yüzyıl becerileri ile uyumlu olmasının yanı sıra, çevre ve STEM'in bir arada kullanılması da daha kapsamlı bir öğrenmenin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır.



Şekil 2.1. E(Çevre)-STEM Disiplinleri

Eğitim sürecinin planlanmasında STEM'in öğretme-öğrenme modelleri kullanılabilir. STEM eğitiminin en önde gelen uygulamalarından biri mühendislik tasarımına dayalı fen/bilim sürecidir (Candan-Helvacı, 2022). E-STEM'in uygulanmasına yönelik Candan-Helvacı (2021) yaptığı çalışmada mühendislik temelli fen eğitimi sürecini baz alarak şu önerilerini paylaşmıştır:

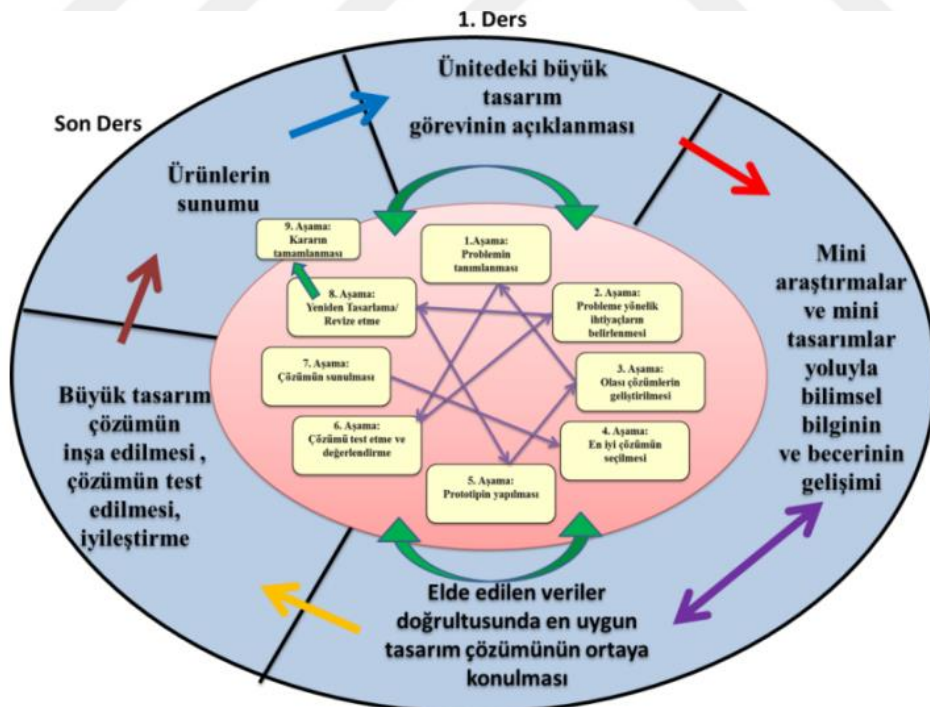
1. Çevre problemleri için seçilen günlük yaşam problemleri belirlenmelidir. Bu şekilde ilk aşamadan itibaren çevre odak noktasına getirilir.
2. Çözüm önerileri belirlenirken ve bunlar arasından en iyisi seçilirken çevrenin maksimum yararı gözetilmelidir. Sürdürülebilir kalkınmanın çevreyi korumaya odaklanması, en büyük ekonomik kârı sağlama çabasına dayanmalıdır. Bu seçimde çevre bilinci ve çevre okuryazarlık düzeyinin etkisi büyüktür. Çevre bilinci ve çevre okuryazarlığı da çevresel faydalara odaklanılarak yaratılan bir atmosferde değiştirilebilir/geliştirilebilir.
3. Prototip tasarım ve geliştirme sürecinde çevre bilincinin faydalı davranış boyutuna odaklanılmalıdır. Oluşturulan modeller, model oluşturma süreci ve ortaya çıkan atıkların tümü çevreyi korumalıdır.
4. Ortaya çıkan prototip “bilinçli” bir şekilde oluşturulmalıdır. Yani çevresel bilgi-tutum-yararlı davranış oluşum süreçleri bireyin çevreyi koruma bilinciyle içselleştirmesi ile gerçekleşmelidir. Ancak bu şekilde süreç çevre eğitimi kapsamında değer kazanabilir.

2.1.7. Mühendislik Disiplini Bağlamında Problem Çözme Süreci

Mühendislik tasarım problemleri fen bilimleri ya da matematik alanlarının bilgisinin öğrenilmesinde bir araç olabileceği gibi, fen ve matematik bilgisinden yararlanılan tasarım becerilerinin de dikkate alındığı bir ortam oluşturmaktadır (Kolodner, 2002; Leonard, 2004). Mühendislik tasarım süreci araştırma sorgulamayı teşvik etmekte olup diğer araştırma sorgulamaya dayalı ortamlardan farklı olarak ürün test etme, ürünü değerlendirme ve yaratıcı tasarım süreçlerini ele almaktadır (Katehi vd., 2009). Mühendisliğin bir bağlam olarak ele alındığı eğitim süreçlerine örnek verilecek olursa örneğin, fen eğitimi için bir bağlam olarak mühendislik tasarım problemlerinin kullanıldığı yaklaşımlar ilgili alan yazında “Tasarım Temelli Fen Eğitimi” olarak yer almaktadır. Bu yaklaşımlar içerisinde Wendell vd. (2010)’un önerdiği yöntem mühendislik tasarım sürecinin fen dersine entegrasyonu için bir yol göstermekte olup ayrıca STEM eğitimi de mühendislik tasarım süreci doğrultusunda

1. Problemin tanımlanması,
2. Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi,
3. Olası çözümlerin geliştirilmesi,
4. En iyi çözümün seçilmesi,
5. Prototipin yapılması,
6. Çözümü test etme ve değerlendirme,
7. Çözümün sunulması,
8. Yeniden tasarlama/revize etme,
9. Kararın tamamlanması.

Wendell vd. (2010) ve Hynes vd. (2011)'nin modelinin entegrasyonu ile Fen Bilimleri dersinde herhangi bir konunun öğretimine yönelik tasarlanan süreç örneği fen bilgisi öğretmen adaylarının düzeyine göre detaylandırılarak Bozkurt-Altan vd. (2016) tarafından aşağıdaki gibi yapılandırılmıştır:



Şekil 2.2. Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları Doğrultusunda Yapılandırılan Fen Eğitimi

Şekil 2.2'ye göre Wendell vd. (2010)'nin beş aşamalı tasarım sürecinin Hynes vd. (2011)'nin dokuz aşamalı tasarım süreci ile entegre edilerek kullanıldığı görülmektedir.

2.1.8. Bilgi İşlemsel Düşünmenin Problem Çözme Sürecindeki Yeri

21. yüzyıl becerilerinden biri olan problem çözme becerisi günümüz problemlerinin karmaşık yapısına uyum sağlaması ve problemlerin çözümünü kolaylaştırması için güncel olması gerekmektedir. Araştırmacıların ilgisini uyandıran bilgi işlemsel düşünme (Wing, 2006) bir tür problem çözme süreci olarak ele alınmakta olup araştırmalara konu olmuştur (Üzümcü ve Bay, 2018). Bilgi işlemsel düşünme kavramı, ilk olarak Papert (1980) tarafından kullanılmış, lakin Wing (2006), Wing (2008)'in bilgi işlemsel düşünme aracılığıyla problem çözme sürecinde matematiksel düşünme, karmaşık bir sistemi tasarlama ve değerlendirme sürecinde mühendislik, sistemi anlamada bilimsel düşünme becerilerinden yararlanıldığına yönelik ortaya attığı fikirle dikkat çekmiştir. Bilgi işlemsel düşünme (computational thinking), Türkçe kaynaklarda “hesaplamalı düşünme” (Özçınar ve Öztürk, 2018), “bilgisayarca düşünme” (Korkmaz vd., 2015), “bilişimsel düşünme” (Yıldız vd., 2017) ifadelerle yer almaktadır. Yapılan çeşitli çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda “bilgi işlemsel düşünme” olarak yaygın bir kullanım olduğu görülmektedir (Talim ve Terbiye Kurulu, 2018; Yükseköğretim Kurulu [YÖK], 2018; Kalelioğlu ve Gülbahar, 2015). Bu kavramın tercih edilmesinde, bu becerinin doğrudan bilgisayar ile ilgili bir beceri olarak ilişkilendirilmek istenmeyip bireylerde bilgiyi işleme sürecine odaklanıldığı ve bu durumu daha iyi yansıttığı göz önünde bulundurulmaktadır (Üzümcü ve Bay, 2018). Bilgi işlemsel düşünme becerisi yaratıcı düşünebilme, algoritmik düşünebilme, eleştirel düşünebilme, problem çözebilme, iş birliği ve iletişim becerilerine sahip olabilme becerilerini içerisinde barındırmakta (International Society for Technology in Education [ISTE], 2011), problemi anlama, parçalara ayırma, soyutlama, örüntü, algoritma, değerlendirme-hata ayıklama aşamalarına sahiptir. Beceriler ve aşamalara dair açıklamalara aşağıda yer verilmiştir (Korkmaz vd.,2017, Üzümcü ve Bay, 2018):

Beceriler:

1. Yaratıcılık, oluşturmak anlamına gelmekte olup var olanın dışında bir ürün ortaya koyabilme, hayal gücünü kullanarak yeni fikirler geliştirebilme becerisi olarak ifade edilmektedir.
2. Algoritmik düşünme, belirlenen yönergelerle çözüme ulaşma, her adımı sırasıyla ve atlamadan yapmaya çalışma, detaylı düşünme becerisi olarak ifade edilmektedir.
3. Eleştirel düşünme, elde edilen bilgilerin analiz ve değerlendirmelerle güvenilirliğini test edebilme becerisi olarak ifade edilmektedir.
4. Problem çözme, hayatta karşılaştığımız sorunları ortadan kaldırabilme becerisi olarak ifade edilmektedir.

5. İş birliği, ortak bir amaç doğrultusunda bilgi paylaşımı ve iletişim kurma becerisi olarak ifade edilmektedir.

Aşamalar:

1. Problemi anlama, problem çözme yöntemindeki gibi ilk adımı oluşturmaktadır.
2. Parçalara ayırma, problemi çözerken problemin detaylarının araştırılması ve belirtilmesidir.
3. Soyutlama, problemi çözerken gerekli özelliklere odaklanıp diğer durumların göz ardı edilmesidir.
4. Örüntü oluşturma/model çıkarma, belirlenen detaylardan ortak özelliklerin seçilip çözümün formüle edilmesidir.
5. Algoritma, problemin çözümünde uygulanacak işlemlerin adım adım yerine getirilmesidir.
6. Değerlendirme/hata ayıklama, yapılan işlemlerin denenip/test edilip değerlendirilmesidir.

Bilgi işlemsel düşünme, belirtilen becerilerin yanında karşılaşılan problemlerin çözümünde ihtiyaç duyulan dijital araçları kullanma yöntemlerini ve bunların hayata geçirilmesi işlevlerini de içermektedir (Yünkül vd., 2017). Bilgi işlemsel düşünme kavramının ilk çıktığı zamanlarda bu kavram bilgisayar bilimini çağırırsa da birçok özelliği içerisinde barındırmasıyla birlikte sadece bilgisayar uzmanlarının değil, toplumda yer alan tüm bireylerin sahip olması gereken bir beceri alanı olarak kabul edilmekte (Al Fedaghi ve Alkhalidi, 2019; Alsancak-Sırakaya, 2019; Wing, 2006) ve bilgi işlemsel düşünme becerileri eğitim-öğretim ortamlarında öğrencilere kazandırılması beklenen en önemli temel beceriler arasında yerini almıştır (Oluk ve Çakır, 2019).

2.1.9. Girişimciliğin Problem Çözme Sürecindeki Yeri

Girişimcilik, öğrencilerin kariyer becerilerini geliştiren, iş dünyasına hazırlayan, insanların yaşamlarının her alanında bireysel, sosyal ve ekonomik getirisi olan, öğrendikleri bilgileri, fikirleri uygulamaya dökmeye yarayan bir beceri olarak ifade edilmektedir (European Commission, 2011). Girişimcilik denildiğinde ilk akla gelen alanlar mühendislik, işletme, iktisat, ekonomi vb. alanlardır. Toplumların gelişmesiyle birlikte karşılaşılan problemlerin çözülmesi amacıyla fikirler üretme ve bu fikirleri gerçekleştirebilmenin sadece bu alanlar için geçerli olmayıp diğer tüm alanlar için de önemli olduğu anlaşılmıştır (Deveci ve Çepni, 2015).

Bu sebeple girişimcilik düşüncesinin 21. yüzyıl becerilerinden yaşam ve kariyer becerileri alt boyutunda yer almasıyla birlikte farklı disiplinlerde ilgi duyulan bir kavram haline gelmiştir (Gelen, 2017). Girişimcilik denildiğinde ilk akla gelen alt özellikler risk alma, yenilikçi olma, kendine güven, fırsatları görme, başarı isteği, motive olma, duyguları kontrol edebilme, karar verme ve öz denetim faktörlerini içine alan duygusal zekadır (Deveci ve Çepni, 2015). Eğitim-öğretim faaliyetleriyle öğrencilere günlük yaşamlarını kolaylaştırmayı ve onları iş dünyasına hazırlamayı sağlayacak bilgi ve becerilerin kazandırılması amaçlanmakta olup bu konu öğrencilerin geleceği için önem arz etmektedir (Trilling ve Fadel, 2009). Planlanan eğitim faaliyetleri ile öğrenciler gelecekteki vatandaş, ebeveyn, çalışan, yönetici ve girişimci gibi roller için hazırlanırlarsa karşılaşacakları problemleri daha kolay çözebilir ve zorluklarla baş edebilir (National Research Council, 2012; Yalçın, 2018). Burada dikkat edilecek husus, öğrencilerin sınıf ortamında bu beceriyi kazanmalarına yönelik çalışmaların gerçekleştirilebilmesi için öğretmenlerin girişimcilik becerisine sahip olması gerekmektedir (Birdthistle vd., 2007; Deakins vd., 2005; European Commission, 2013; Hannon, 2006; Seikkula-Leino vd., 2010). Girişimcilik becerileri ve aşamalarına dair açıklamalara aşağıda yer verilmiştir (Deveci, 2016; Deveci ve Çepni, 2015):

Beceriler:

1. Risk alma, belirsiz durumlardan dolayı çıkabilecek zorluklara direnme davranışı olarak ifade edilmektedir.
2. Fırsatları görme, fırsat oluşturabilecek durumları göz önünde bulundurarak bu durumları destekleme davranışı olarak ifade edilmektedir.
3. Kendine güven, bilgiyi işleme, işleri yürütebilme, işlerin yolunda gittiğine dair güven duyma olarak ifade edilmektedir.
4. Duygusal zeka, duygularını yönetebilme, insanlarla empati kurabilme ve sosyal becerilere sahip olabilme olarak ifade edilmektedir.
5. Yenilikçi olma, toplumun ihtiyaçlarına göre hedef belirleyip yeni, farklı fikir veya ürün ortaya koyma olarak ifade edilmektedir.

Aşamalar:

1. Çevrenin gözlemlenmesi ve toplumun ihtiyaçlarının belirlemesi,
2. İhtiyaçları kapsayan yenilikçi fikirlerin öne sürülmesi,
3. Yenilikçi fikirlerden birine karar verilmesi,
4. Fikrin daha önce var olma durumunun belirlemesi (benzerlerinin analizi),

5. Diğer benzer ürünlerden farkının ortaya konulması (özgünlük),
6. Hedef kitlenin belirlenmesi (yaygın etki),
7. İhtiyaç duyulan araç, gereç, hizmet vb. unsurlara karar verilmesi,
8. Karşılaşılması muhtemel risklerin belirlenmesi ve giderilmesi (b planı),
9. Amaçlanan ürünün tasarlanması ya da hizmetin tanımlanması (iş analizi),
10. Üretim ve pazarlama aşamasında personel sayısına ve niteliğine karar verilmesi,
11. Tasarım ya da iş analizi sonucunda maliyetinin hesaplanması,
12. Öngörülen ortalama (yıllık, aylık, günlük) satış hedeflerinin belirlenmesi,
13. Beklenmedik durumlara ilişkin ön görülerde bulunulması,
14. Kullanıcıya nasıl ulaşılabileceğine karar verilmesi,
15. Hangi kanallar aracılığıyla tanıtım yapılacağına karar verilmesi,
16. Projenin rapor halinde sunulması.

2.1.10. Girişimcilik Sürecinde Bilgi İşlemsel Düşünmenin Yeri

Alan yazında “teknoloji girişimciliği” kavramı bulunmaktadır. Bu kavram, iş değeri yaratmak için proje tabanlı öğrenmeyi içermektedir. Kang ve Lee (2020)’nin bilgi işlemsel düşünmeyi kullanarak teknoloji girişimciliği eğitiminin tasarlanmasına yönelik yaptıkları çalışmada, bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik becerileri arasındaki bağlantılara değinmişlerdir. Bilgi işlemsel düşünmenin çeşitli eğitim ortamlarında benimsenmişse de girişimcilik eğitiminde tam olarak kullanılmadığından bahsetmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında lisans öğrencilerinden bir sosyal sorunu tanımlamaları, bir çözüm geliştirmeleri ve son olarak Arduino, Raspberry Pi, sensörler ve aktüatörler kullanarak uygun ürün ve hizmetleri uygulamaları istenen bir sosyal inovasyon ortaya koymaları beklenmiştir. Teknoloji girişimciliği eğitiminde, bilgi işlemsel düşünmenin bir girişimcilik fırsatından başarılı bir şekilde yararlanmanın önemli bir parçası olarak kabul edildiğini ifade etmişlerdir. Nuar ve Abd Rozan (2019)’ın endüstri 4.0 bağlamında girişimcilikte bilgi işlemsel düşünmenin faydalarını açıkladıkları çalışmada, bilgi işlemsel düşünmenin girişimciliğe giden yolun sağlanmasında önemli bir rol oynadığı, bilgi işlemsel düşünme üzerine yapılan önceki çalışmaların bilgi işlemsel düşünmenin girişimcilikte nasıl uygulanabileceğine değinmediklerinden bahsetmişlerdir. Ayrıca verimlilik ve üretim sürecini artırmasına yardımcı olabilecek teknolojik bir yeniliği keşfetmek için bir bilgi işlemsel düşünme çerçevesinin oluşturulması, bu doğrultuda, girişimcilik sürecine entegre edilmesine değinmişlerdir. Elde edilen bilgiler doğrultusunda bu çalışmada, bilgi işlemsel düşünmenin girişimciliğe entegrasyonunun uygun öğretim teknolojileri ile sağlanabileceği, bilgi işlemsel

düşünmenin girişimcilik sürecinde nasıl kullanılabileceğine yönelik araştırmaların desteklenmesi gerektiği konusunda fikir yürütülmüştür.

2.1.11. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Geliştirilmesinde Teknoloji ve Mühendislik Disiplinlerinin Yeri

Bilgi işlemsel düşünme becerisi, günlük hayatta karşılaşılan karmaşık problemlerin çözümünde ve STEM disiplinlerinin öğretiminde kritik bir rol oynadığı bilinmektedir (Chen vd., 2017; Garcia-Penalvo ve Mendes, 2018). Burada, Ulusal Bilim Vakfı (NSF)'nin (2018; 2020) da STEM kavramlarının en iyi nasıl öğrenildiğini anlama konusunda fikrini belirtirken bilgi işlemsel düşünme sürecinden bahsetmesi akla gelebilir (Salcedo vd., 2024). Eğitim sürecinin bu beceriyi kazandırmaya yönelik planlanması eğitimciler için önemli bir konu haline gelmiştir (Alsancak-Sırakaya, 2019). Öğretmenlerin bilgi işlemsel düşünme becerisinin kazandırılmasında etkili bir rol oynadığı anlaşılmakla birlikte bu beceriye sahip öğretmenlerin yetiştirilmesi önem arz etmektedir (Akgün, 2020; Yadav vd., 2019). Bu denli önemli görülen ve geniş kitlelere hitap ettiği düşünülen bilgi işlemsel düşünme becerisinin, uluslararası standartlarda yer alması da kaçınılmaz olmuştur. Örneğin, eğitimde teknoloji kullanımı, yenilikçi öğrenme ortamlarının hazırlaması gibi 21. yüzyılın eğitime rehberlik edecek standartlar geliştiren Uluslararası Eğitim Teknolojileri Derneği (ISTE) öğrenciler için yayınladıkları standartlarda öğrencilerin sahip olması istenen yedi özellikten bahsetmiştir. Bu özelliklerden biri de bilgi işlemsel düşünmedir (ISTE, 2016; Üzümcü ve Bay, 2018). Wing (2006) ise bilgi işlemsel düşünmenin bilgisayar biliminin temel özelliklerini kullanarak problem çözme, sistem tasarlama gibi işlevleri olduğundan bahsetmiş ve bu becerinin bilimsel düşünce, matematiksel düşünce ve mühendislik düşüncelerini içeren bir çeşit analitik düşünce olduğunu vurgulamıştır. Bu doğrultuda bilgi işlemsel düşünmenin teknoloji ve mühendislik bilgi ve becerileriyle yakından bir ilişkisi olduğu konusunda fikir yürütülebilir.

2.1.12. Teknoloji Disiplininin Robotik ve Kodlama Uygulamalarıyla Desteklenmesi

Robotik, belirli bir görevi gerçekleştirmesi için programlanan robotları araştıran bilim dalıdır. Robotlar, sensörleri aracılığıyla çevresini algılayan ve aldığı verileri işlemcisine yüklenen kodlar aracılığıyla yorumlayıp tepki oluşturan elektronik aygıtlardır. Blok tabanlı kodlama ile birlikte robotların eğitimde kullanımı yaygınlaşmış olup özellikle fen öğretiminde eğitici bir rol oynamaktadır. Robotik uygulamaları öğrencilerin sensör, motor, dişli çark vb. mühendislik malzemeleri ile çalışarak algoritmik düşüncelerine, hayal güçlerini geliştirmelerine ve projeler üretmelerine imkan tanımaktadır. Bu sayede öğrencilerin yaparak ve yaşayarak öğrenmesi,

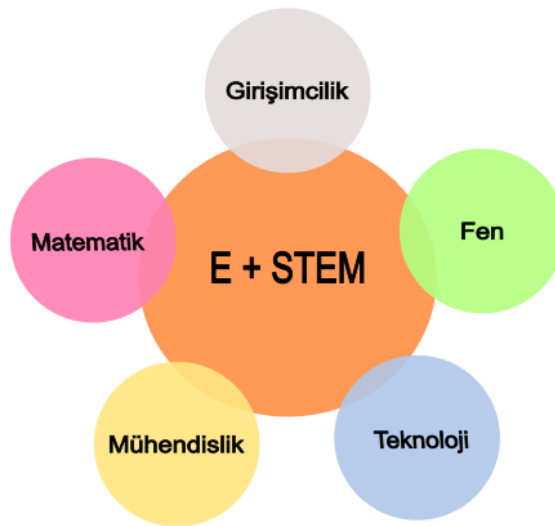
problem çözmesi, eleştirel düşünmesi gibi birçok beceriyi kullanmaları için ortam hazırlar (Costa ve Fernandes, 2005). Bu tür robotik araçlara LegoMindstorms Kitleri, VEX IQ Platform Kitleri, Fischertechnik Kitleri ve Makeblock Kitleri örnek verilebilir (Numanoğlu ve Keser, 2017). Ayrıca Arduino setleri de çeşitli sensörler kullanılarak öğrencilerin yaratıcı fikirler üretmek ürünler oluşturmaya yardımcı olmakta ve fen eğitimi için de önerilmektedir (Kozcu-Cakir ve Guven, 2019). Arduino açık kaynak kodlu bir mikrodenetleyici karttır. Bu sayede kişinin istediği şekilde kodlama yapmasına uygun olup blok tabanlı mBlock kodlama platformu ile kodlanabilmektedir. Arduino destekli robotik kodlama ile sıcaklık, nem, ses, mesafe, basınç gibi fen alanının kapsadığı konularda sensörler aracılığıyla uygulamalar yapılabilmektedir. Öğrencilerin tasarlama, deney yapma, yaparak yaşayarak öğrenmeleri için ortam oluşturur, kodlama becerilerinin gelişmesine katkı sağlar (Alimisis ve Kynigos, 2009; Guven vd., 2022; Koç-Şenol, 2012; Kozcu-Cakir ve Guven, 2019; Varnado, 2005; Williams vd., 2007). Kodlama, elektronik devrelere veya mekanik aygıtlara verilen görevi gerçekleştirmeleri için yazılan komutlardır. Kodlama metin tabanlı ve blok tabanlı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Metin tabanlı da doğrudan klavye ile yazılan metinler bulunurken, blok tabanlı kodlamada öğrencilerin uzun metinler yazmasına gerek kalmadan hazır kodları sürükleyip bırak tekniği ile oluşturdukları kod bloklarıdır (Baser ve Ozden, 2015; Erol ve Kurt, 2017; Gomes ve Mendes, 2007). Geliştirilen blok tabanlı kodlama uygulamaları kodlama sürecini kolaylaştırmış olup öğrenciler daha rahat bir şekilde kodlama işlemini gerçekleştirebilirler (Resnick vd., 2009). Yapılan çeşitli araştırmalarda da blok tabanlı kodlamanın öğrencilerin problem çözme, sorgulama, yaratıcılık, algoritmik düşünme becerilerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Czerkawski ve Lyman, 2015; Lau ve Yuen, 2011; Psycharis ve Kallia, 2017; Strawhacker ve Bers, 2015; Wang vd., 2012). Bu doğrultuda öğrenciler code.org, Scratch, mBlock vb. internet sitesi ve uygulamalardan sürükleyip bırak tekniğini kullanarak kolayca kodlama yapabilirler (Guven vd., 2022). Bu çalışmada ele alınan teknolojilerden bahsedilecek olursa; Arduino, Scratch ve mBlock gibi blok kodlama tabanlı programlar aracılığıyla desteklenen, sürükleyip bırak yöntemiyle çalışan çeşitli sensör vb. bileşenlerle farklı projelerin üretilmesini sağlayan mikrodenetleyici bir karttır/platformdur (Dökmetaş, 2016). Arduino mikrodenetleyici kart, uygun maliyet ve kolay erişime sahip olup basit ve anlaşılırdır. Öğrenci, maker ve profesyonel geliştiricilere kadar tüm kullanıcılara hitap etmektedir (Arduino, t.y.). Arduino, fen bilimleri dersinde projeler üretilmesine imkan veren bir çeşit mikrodenetleyici karttır. Bu gibi teknolojiler dersleri öğrenciler için daha ilgi çekici hale getirmektedir (Dökmetaş, 2016; Arslan ve Tanel, 2021). Piyasada Arduino haricinde Raspberry Pi, ESP8266 gibi kartlar bulunmakla birlikte her birinin avantaj ve dezavantajlı yönleri bulunmaktadır.

Amaca uygunluğu göz önünde bulundurularak tüm yönleri değerlendirilip kişi ya da kurumlar tarafından tercih edilmektedir (Patnaik-Patnaikuni, 2017). 3D yazıcılar, ilköğretimden yükseköğretime eğitim ortamlarında kullanılabilen bir eğitim teknolojisi. Öğrencilerin bilgisayar destekli tasarım yazılımları (CAD) aracılığıyla projeler, materyaller üretmesini sağlayan üç boyutlu katmanlı üretimdir (Ford ve Minshall, 2019). 3D yazıcı, K-12 fen eğitim sürecinde tasarım uygulamaları için uygun bir teknolojidir (National Research Council 2012, ss. 201–202; Quinn ve Bell 2013). CNC lazer kesim cihazı içinde bulunan cam tüpten elektrik akımı geçtiğinde cam tüp içerisinde bulunan CO₂ gazı ile elektrik akımı etkileşime girerek lazer ışını üretir. Üretilen lazerin gücüne göre ahşap, plastik, metal malzemeleri kesebilen çeşitleri bulunmaktadır (CNC makinelerinin çeşitleri bulunmakta olup bu çalışmada kullanılan makine türüne yönelik bilgi verilmiştir). Bir CAD vektör programı aracılığıyla bilgisayarlı sayısal kontrollü (CNC) talimatlara göre kesim işlemini gerçekleştirir. Genellikle endüstriyel üretim ile bilinen bu makineler eğitim alanında materyal üretimde de önemli hale gelmiştir (Kamberg, 2017). CNC lazer kesim teknolojisi de fen eğitimde tasarım ve teknoloji uygulamalarında kullanılmaktadır. Öğrencilerin kendi ürünlerini üretmelerine imkan tanımaktadır (Jones vd., 2013). Bu gibi teknolojiler robotik ve kodlama atölyelerinde yer almaktadır (Steamlabs, t.y.)

Literatür incelendiğinde robotik uygulamalarının teknoloji disiplininin desteklenmesi, STEM eğitimindeki yeri ve önemine değinen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Merdan vd., 2016). Örneğin Güleriyüz ve Dilber (2021)'in çalışmalarında robotik uygulamaları için çeşitli disiplinlerle entegre edilebilen teknolojik yenilik ifadesi kullanılmıştır. Robotik kodlama, 21. yüzyıl becerileriyle donatılmış bireyler yetiştirmeyi hedefleyen STEM eğitiminde vazgeçilmez bir yetkinliktir. STEM eğitiminin bilincinde olan ülkeler, bireylerin programlama becerisi edinebilmeleri için çalışmalar yürütmektedir. Robotik ve kodlama, 21. yüzyıl becerileri ile donatılmış, karşılaştığı problemleri çözebilen, teknolojiyi etkin kullanabilen, ürün ortaya koyabilen öğrencilerin eğitiminde önemli bir yere sahiptir. STEM eğitimi içerisinde robotik ve kodlama öğretimi 21. yüzyılın en önemli vazgeçilmez konularından biri olmuştur. Günümüzde robotiğin gelişimi için yatırımlar, kaynaklar ve araştırmalar artırılmış, insanlar için yeni iş olanakları ortaya çıkmıştır. Robotik ve kodlama eğitimi ile 21. yüzyıl becerileri ile donatılmış nesillerin yetiştirilmesi hedeflenmektedir (Güleriyüz ve Dilber, 2021). Robotik uygulamalarının fonksiyonel olma, bireysel, toplumsal ve ekonomik yönlerden ihtiyaçları karşılayabileceği, bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilere hizmet edebilme açısından katkı sunabileceği düşünülmektedir (Dönmez, 2017).

2.1.13. STEM Yaklaşımına Girişimcilik Eklentisi

STEM eğitim yaklaşımının değişen dünya ile birlikte hayatımıza kattığı bir beceri de girişimciliktir. Birçok araştırma 21. yüzyıl insanının sahip olması gereken beceriler arasında girişimcilik becerilerine de vurgu yapmaktadır. Avrupa Birliği (AB) 2020 hedefleri olarak belirttiği sekiz anahtar bileşen içerisine girişimciliği de dahil etmiştir. AB Konseyi sonuç bildirgesinde belirtilen, eğitim ve öğretim ana hedeflerinden biri olan, eğitim ve öğretimin her aşamasında girişimciliğin teşvik edilmesini vurgulayan ifadelerle “Eğitim ve Öğretimde İş Birliği için Stratejik Çerçeve” dokümanında yer verilmiştir. European Comission (2006)’a göre girişimcilik, “*bir bireyin fikirlerini eyleme dönüştürmesi; yaratıcılık, yenilik, risk alma ve bir amaca ulaşmak için projelendirme ve projeyi yönetebilme becerisi*” olarak tanımlanmaktadır (Uçar, 2018). Yapılan araştırmalarda öğrencileri yenilikçi olmaya teşvik edecek, girişimcilik özelliklerini harekete geçirecek çabaların arttığına dikkat çekilmektedir (Devaney, 2016). STEM eğitiminin girişimcilik fırsatlarını takip etme ve keşfetmeye yardımcı olduğu, karşılaşılan sorunların disiplinler arası bilgi ve becerileri gerektiren karmaşık yapısının girişimci düşünme becerisini zorunlu hale getirdiği (Nambisan, 2014), girişimcilik süreci dahil edilmeden gerçekleştirilen STEM eğitiminin ülkenin gelişim potansiyelini sınırlandırdığı (Flanagan, 2014), aynı zamanda STEM eğitiminin girişimciliğin temelini oluşturduğu (Deveci, 2018) göz önünde bulundurulduğunda; girişimciliğin STEM ile bütünleştirilebileceği (E-STEM) düşünülmektedir.



Şekil 2.3. E(Girişimci)-STEM Disiplinleri

Yenilikçi fikirler oluşturma, fikri somut bir ürün haline dönüştürme, üretilen ürünün halka sunulması gibi faaliyetlerin gerçekleştirilirken aynı zamanda STEM entegrasyonunda

önemli bir aşama olan mühendislik tasarım sürecinin de uygulanabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda Hershman (2016), girişimciliğin STEM eğitimi için bir araç olarak kullanılabileceğinden bahsetmiştir (Deveci, 2018). Bu süreçte mühendislik ve teknoloji birbirini destekleyen iki önemli disiplindir. Ulusal Değerlendirme Yönetim Kurulunun (National Assessment Governing Board) öne sürdüğü, “teknoloji ve toplum, bilgi ve iletişim teknolojileri, tasarım ve sistemler” bileşenlerinden oluşan “teknoloji ve mühendislik okuryazarlığı” kavramı bu iki disiplinin birbirinden ayrılmayan bir bütün olduğu fikrini ortaya koyabilir (Deveci, 2018; Thomasian, 2011). Ayrıca burada dikkat edilmesi gereken husus, STEM eğitimi mühendislik tasarım süreci ile girişimci proje geliştirme süreci adımlarının benzerliklerine rağmen girişimci proje geliştirme sürecinin daha detaylı olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Uygulayıcı kişilere yol göstermesi bakımından Deveci ve Çepni (2014), Deveci (2016) tarafından bu süreçteki olası bağlantılara Tablo 2.1’de yer verilmiştir.

Tablo 2.1. *STEM Tasarım Süreci ile Girişimci Proje Geliştirme Sürecinin Benzerlik ve Farklılıkları*

STEM Tasarım Süreci	Girişimci Proje Geliştirme Süreci
	*Çevrenin gözlemlenmesi ve toplumun ihtiyaçlarının belirlenmesi
*Problemin Tanımlanması	*İhtiyaçları kapsayan yenilikçi fikirlerin öne sürülmesi
*Probleme Yönelik İhtiyaçların Belirlenmesi	*Yenilikçi fikirlerden birine karar verme
*Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	*Fikrin daha önce var olma durumunun belirlenmesi (benzerlerinin analizi)
*En İyi Çözümün Seçilmesi	*Diğer benzer ürünlerden farkının ortaya konulması (özgünlük)
**Vurgu yapılmamaktadır	**Hedef kitlenin belirlenmesi (yaygın etki)
*Prototipin Yapılması	*İhtiyaç duyulan araç, gereç, hizmet vb. unsurlara karar verilmesi
**Vurgu yapılmamaktadır	**Karşılaşılması muhtemel risklerin belirlenmesi ve giderilmesi (b planı)
*Prototipin Yapılması, Çözümü Test Etme ve Değerlendirme	*Amaçlanan ürünün tasarlanması ya da hizmetin tanımlanması (iş analizi)
**Vurgu yapılmamaktadır	**Üretim ve pazarlama aşamasında personel sayısına ve niteliğine karar verilmesi
**Vurgu yapılmamaktadır	**Tasarım ya da iş analizi sonucunda maliyetinin hesaplanması

**Vurgu yapılmamaktadır	**Öngörülen ortalama (yıllık, aylık, günlük) satış hedeflerinin belirlenmesi
**Vurgu yapılmamaktadır	**Beklenmedik durumlara ilişkin ön görülerde bulunulması
**Vurgu yapılmamaktadır	**Kullanıcıya nasıl ulaşılabileceğine karar verilmesi
**Vurgu yapılmamaktadır	**Hangi kanallar aracılığıyla tanıtım yapılacağına karar verilmesi
*Tasarıyı sunma	*Projenin rapor halinde sunulması
*Her iki süreçte ortak olan aşamalar	**Farklı olan aşamalar

2.2. İlgili Araştırmalar

Bu çalışmada; sürdürülebilirlik, çevre eğitimi, sürdürülebilir kalkınma, STEM, E-STEM, mühendislik tasarım süreci, robotik ve kodlama, bilgi işlemsel düşünme/bilişimsel düşünme/hesaplamalı düşünme, girişimcilik, 21. yüzyıl becerileri kavramlarını ve kombinasyonlarını içeren yurtiçi ve yurtdışında gerçekleştirilen araştırmalar araştırmacı tarafından ele alınmış, çalışmanın kavramsal çerçevesini ve önemini destekleyen kısımlar hakkındaki yol gösterici tespitler betimlenmiştir.

2.2.1. Yurtiçinde Yapılan Çeşitli Araştırmalar

Bozkurt-Altan vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada STEM eğitim yaklaşımını fen sınıflarına aktarabilmek amacıyla önerilen tasarım temelli fen eğitimi ile tasarlanan bir sürecin hizmet öncesi fen öğretmenlerinin eğitiminde gerçekleştirilmesi ve öğretmen adaylarının süreçle ilgili değerlendirmelerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecinin en güçlü yönleri olarak yaparak öğrenmeyi sağlaması, büyük tasarım görevi hedefinin motive edici olması, kalıcı öğrenmeyi sağlaması ve sorgulamaya dayalı olması gibi özellikleriyle değerlendirdikleri tespit edilmiştir.

Tespit: Çalışmanın mühendislik tasarım süreci incelendiğinde, katılımcılara sürecin başında büyük tasarım görevlerinin verildiği gözlemlenmiştir (Büyük tasarım görevleri: Araç/oyuncak tasarımı, akvaryum ekosistemi, parfüm üretimi, basit makineler-atlı karınca tasarımı).

Özçakır-Sümen ve Çalışıcı (2016) tarafından yapılan çalışmada öğretmen adaylarının çevre okuryazarlığı dersinde uygulanan STEM eğitimine ilişkin zihin haritaları ve görüşleri incelenmiştir. Araştırma, sınıf öğretmenliği lisans programının ikinci yılında okutulan çevre eğitimi dersi kapsamında STEM etkinliklerinin araştırmacılar tarafından tasarlanması ve

uygulanmasını içermektedir. Nitel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı durum çalışması olan bu çalışmada, STEM etkinliklerinin uygulanmasının ardından bazı zihin haritaları ve öğretmen adaylarının STEM eğitimine ilişkin görüşleri araştırılmıştır. Araştırmada öğretmen adaylarının STEM alanlarını hem birbirleriyle hem de çevre eğitimiyle ilişkilendirdiği tespit edilmiştir.

Tespit: Çalışmada ayrıca STEM eğitimi, çevre eğitimi destekleyebileceği belirtilirken fen disipliniyle de ilişkilendirildiği ifade edilmiştir. Bu durum, STEM'in öğretmen adaylarına göre fen alanını daha çok vurguladığı kanısını akla getirebilir.

Dallı (2019) tarafından yapılan çalışmada madde döngüleri ve çevre sorunları konusunda STEM yaklaşımına dayalı öğretim tasarımı gerçekleştirilmiştir. Sekizinci sınıf öğrencileriyle yedi hafta süren ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desenli çalışmada deney grubunun eğitim sonrası çevre kirliliğini azaltacak ürünler ortaya koyduğu görülmüştür.

Tespit: Çalışmadaki STEM disiplinleri entegrasyonu incelendiğinde, çevreyi doğrudan vurgulayan çevre (E) disiplininin olmadığı çevre konusunun fen/bilim disiplini ile birlikte ele alındığı gözlemlenmiştir.

Sağlamyürek (2019) tarafından yapılan çalışmada fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarının 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve çevresel tutum düzeylerine etkisi incelenmiştir. Tek gruplu ön test-son test desenli çalışmada gerçekleştirilen sürecin öğrencilerin çevresel tutumlarının gelişiminde anlamlı bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

Tespit: Fen, mühendislik ve girişimciliğin bir arada ele alındığı eğitim ortamlarında çevreye yönelik bakış açısının olumlu yönde etkilendiği gözlemlenmiştir.

Ertuğrul-Akyol (2020) tarafından yapılan çalışmada STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine etkisi incelenmiştir. Nicel ve nitel yaklaşımların birlikte kullanıldığı çalışmada ön test son test deney ve kontrol gruplu yarı deneysel desen ve durum çalışması deseni tercih edilmiştir. Yapılan araştırmada deney grubu ile kodlama ve robotik temelli STEM etkinlikleri, kontrol grubunda ise basit materyallerle oluşturulan STEM etkinlikleri yapılmıştır. Yapılan analizler neticesinde hem deney grubu hem de kontrol grubunda gerçekleştirilen etkinlikler neticesinde her iki grubun da eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, bilgi işlemsel düşünme ve problem çözme becerilerinde olumlu yönde değişim olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte deney grubunda gerçekleştirilen kodlama ve robotik temelli etkinliklerin basit materyallerle

yapılan çalışmalara kıyasla daha çok olumlu olarak etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca robotik ve kodlama temelli etkinliklerin öğretmen gelişimini daha fazla desteklediği görülmüştür.

Tespit: Çalışmada, STEM etkinliklerinin bahsedilen 21. yüzyıl becerilerini geliştirebildiği, bu süreç içerisinde teknoloji boyutunda ele alınan robotik ve kodlama etkinliklerinin beceri gelişiminde olumlu etkiler oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Küpelı (2020) tarafından yapılan çalışmada mühendislik tasarım temelli etkinliklerin 8.sınıf öğrencilerinin çevresel farkındalıkları, girişimcilik algıları ve becerilerine etkisi incelenmiştir. Tek grup ön test–son test yarı deneysel desenin kullanıldığı beş haftalık eğitim sürecinde Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi ünitesindeki kazanımlar doğrultusunda oluşturulan mühendislik tasarım temelli etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, çevresel farkındalık ve girişimcilik algılarında son test lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiş, girişimcilik becerilerinde ise olumlu gelişimler görülmüştür.

Tespit: Çalışmada, mühendislik tasarım sürecinin hem çevre eğitimini hem de girişimcilik sürecini destekleyebildiği ifade edilmiştir.

Arslan ve Arastaman (2021) tarafından yapılan çalışmada dünyadaki STEM politikaları incelenmiş ve Türkiye için çıkarımlar ve önerilerde bulunulmuştur. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi tekniği kullanılmış, belirlenen ülkelerin STEM politikalarına yönelik belgeler incelenmiştir. İçerik analizi sonucunda eğitim temasında disiplinlerarası öğrenmeyi destekleme, yenilikçilik ve girişimcilik eğitimi verme, bilgi işlemsel düşünmeyi eğitimin tamamına entegre etme kodları ortaya çıkarken işgücü temasında 21. yüzyıl becerilerinin desteklenmesine değinilmiştir. Aynı zamanda gerçek dünya problemlerini çözmek için uygulamalı çalışmaların desteklenmesine yönelik fikrin de politika belgelerine yansıdığı ifade edilmiştir.

Tespit: Ele alınan bu unsurların küresel hedefler olarak ifade edildiği gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda yapılacak araştırmaların bu hedeflerin gerçekleştirilmesine yönelik planlanması gerekliliğinden bahsedilmiştir.

Kendaloğlu (2021) tarafından yapılan çalışmada STEM etkinliği geliştirme sürecinin fen bilimleri öğretmen adaylarının girişimcilik ve STEM öz-yeterlilikleri üzerine etkileri incelenmiştir. 10 hafta süren kontrol grupsuz ön test son test deneysel desenli çalışmada katılımcılar süreç içerisinde STEM ile alakalı teorik eğitim almış ve bu eğitim için 3 farklı STEM uygulama modeline (mühendislik tasarım temelli, probleme dayalı, proje tabanlı STEM)

yönelik toplam 58 adet STEM etkinlikleri geliştirmişlerdir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının girişimcilik becerilerinin arttığı tespit edilmiştir.

Tespit: Çalışmadaki etkinlikler incelendiğinde, çevreye yönelik etkinliklerin olduğu (Örn: “Çöpünü Kutuya At Çevreni Rahatlat”, “Sokağı Karart Geleceği Aydınlat”, “Filtre Perdesi ile Havayı Temizliyoruz”) tespit edilmiştir. Lakin STEM disiplinleri entegrasyonunda çevreyi doğrudan vurgulayan çevre (E) disiplininin olmadığı çevre konusunun fen/bilim disiplini ile birlikte ele alındığı gözlemlenmiştir. Ayrıca Arduino mikrodenetleyici kartın kullanımını içeren etkinlik örneğinin oluşturulduğu gözlemlenirken yazılım ile Arduino içeren örneklerle fazla değinilmemesi katılımcılar tarafından çalışmadaki negatif bir durum olarak ifade edilmiştir.

Özdemir (2021) tarafından yapılan çalışmada sürdürülebilirlik eğitimi için disiplinler arası bir çözümleme fikrine ve etkinlik örneklerine değinilmiş, entropi ışığında insan-doğa varoluşunu anlama çabası ele alınmıştır. Araştırmada, indirgemeci yani disiplin içi akıl yürütme etkinliklerinin olguların derinlemesine anlaşılmasını sağlarken insan-doğa uyumunu bozmasıyla birlikte çevre bozulmalarına yol açıldığından bahsedilmektedir. Bu doğrultuda, disiplinler arası bakış açısı sürdürülebilir bir eğitim için önemli olarak kabul görmüştür.

Tespit: Çalışmada, örnek verilen etkinliklerde çevre kazanımlarına odaklanıldığı aynı zamanda bu kazanımların birer fen bilimleri kazanımları olarak ele alındığı görülmüştür. Bu durum, bir yandan var olan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programından yararlanıldığını göstermekte olup okullardaki şartlar ve programlara göre çevre kazanımlarının yeri ve öneminin değişkenlik gösterebileceğini hatırlatabilir.

Tanın (2021) tarafından yapılan çalışmada STEM etkinlikleri ile eleştirel düşünme, bilgi işlemsel düşünme ve 21. yüzyıl becerileri arasındaki ilişki incelenmiştir. 10 hafta süren ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desenli çalışmada ölçeklerden elde edilen bulgulara göre okul öncesi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerilerinin olumlu yönde geliştiği aynı zamanda incelenen bağımlı değişkenler arasında anlamlı pozitif yönde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Tespit: Çalışmada, bilgi işlemsel düşünme becerileri ile diğer 21. yüzyıl becerilerinin bir arada kullanılabildiğini ve birbirlerini destekledikleri gözlemlenmiştir.

Top ve Arabacıoğlu (2021) tarafından yapılan çalışmada bilgi işlemsel düşünme üzerine bir sistematik alan yazın taraması gerçekleştirilmiştir. 2015-2020 yılları arasında Türkçe alan yazında yapılmış olan bilgi işlemsel düşünme ile ilgili çalışmaların yıl, konu alanı, çalışma türü,

kullanılan yöntem, örneklem özellikleri, veri toplama aracı, veri analiz yöntemi, sonuç ve öneriler değişkenlerine göre dağılımlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Bilgi işlemsel düşünme konusunda yapılmış araştırmalara ulaşmak için TR Dizin ve Ulusal Tez Merkezi veri tabanı taranmıştır. Bu veri tabanlarında “computational thinking” anahtar kelimeleriyle yapılan tarama sonucunda 10 makale ve 35 tez olmak üzere toplam 45 araştırma incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre bilgi işlemsel düşünme konusunda yapılan çalışma sayısı giderek artmaktadır. En fazla çalışma yapılan konunun kodlama eğitimi olduğu görülmüştür. En çok seçilen örneklem düzeyi ortaokul öğrencileridir. İncelenen çalışmaların sonuçlarına göre, kodlama eğitimi sonucunda bilgi işlemsel düşünme becerisi artış göstermektedir. Araştırma sonucunda bilgi işlemsel düşünme becerisinin geliştirilmesinde, gerçek yaşam problemlerinin disiplinler arası bir yaklaşım ile çözümünün temele alınması önerilmiştir.

Tespit: Çalışmada, bilgi işlemsel düşünme becerisinin geliştirilmesinde doğrudan belirtilmese de disiplinler arası yaklaşımı destekleyen STEM eğitiminin öneminin vurgulandığı söylenebilir. Ayrıca bu süreçte gerçek yaşam problemlerinin ele alınabilirliği, kodlama çalışmalarının uygulanabilirliği de bahsedilen unsurların bir arada kullanılabilirliğini desteklemektedir.

Sarı vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada STEM odaklı Arduino uygulamalarının problem çözme ve girişimcilik becerilerine etkisi incelenmiştir. Kontrol grupsuz ön test-son test deneysel desenli çalışmada 4. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının 11 hafta süren deneysel işlem sonrasında problem çözme ve yaratıcılık gibi 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini desteklediğini ve öğrenme-öğretme sürecini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir. Sonuç olarak STEM odaklı Arduino uygulamalı etkinlikleri, çağın gereklerini takip eden disiplinler arası bir eğitim yaklaşımının benimsenmesi, problem çözebilen, girişimci ve üretken bireylerin yetiştirilmesi açısından önem taşıdığı ifade edilmiştir.

Tespit: Çalışmada, uygulamalı etkinliklerin öğretmen adaylarının mesleki gelişimleri için önemli olduğu ifade edilmiş olup Arduino robotik ve kodlama etkinliklerinin girişimcilik ile ilişkilendirilebileceği gözlemlenmiştir.

Dere ve Çınıkaya (2023) tarafından yapılan çalışmada Tiflis Bildirgesi ve BM 2030 sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği Dersi Öğretim Programına yansımaları incelenmiştir. Doküman analizi yöntemiyle elde edilen veriler, sürdürülebilir kalkınma amaçları ve Tiflis çevre eğitimi amaçları çerçevesinde içerik analizine tabi tutulmuştur. Araştırmada, öğretim programının Tiflis Bildirgesi’nde yer alan çevre eğitiminin farkındalık, bilgi, tutum, beceri ve katılım amaçlarından en fazla “bilgi” amacına, en

az “katılım” amacına yönelik kazanım içerdiğini göstermiştir. Öğrencilerin aktif katılımına yönelik yeteri kadar içeriğin bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu dersin, fen bilimleri ve sosyal bilgiler öğretmenleri tarafından okutulacağı için kazanımlar fen bilimleri ve sosyal bilgiler programı kazanımları ile ilişkilendirilmesi gerekliliğine, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma bilincinin önemine vurgu yapılmıştır.

Tespit: Çalışmada, aktif katılım düşüncesi vurgulanmış olup eğitim süreçlerinde proje tasarlama, materyal geliştirme gibi uygulamaların ders içeriklerine entegre edilmesi gerektiğine dair fikir öğretim programından edinilen bilgiler doğrultusunda ifade edilmiştir.

Koçak vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada mikrodnetleyici setlerinin entegre edildiği STEM temelli çevre eğitiminin öğretmen adaylarının çevre okuryazarlığı üzerindeki etkisi incelenmiştir. 11 hafta süren tek gruplu ön test-son test zayıf deneysel desenli çalışmada katılımcılara hava, su, toprak, ışık ve gürültü kirliliği ile ilgili bir araştırma problemi sorulmuştur. Arduino mikrodnetleyici setlerini kullanarak bir çözüm önermeleri beklenmiştir. Araştırmada öğretmen adaylarının çevre okuryazarlığı ölçeğinden aldıkları ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Buna göre Arduino mikrodnetleyici kart destekli STEM temelli çevre eğitiminin öğretmen adaylarının çevre okuryazarlığını geliştirdiği sonucuna varılmıştır.

Tespit: Çalışmada, robotik ve kodlama uygulamalarının entegre edildiği STEM etkinliklerinin çevre okuryazarlığını geliştirebildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca araştırmacıların E(Environmental)-STEM anlayışını çalışmalarında ele aldıkları görülmüştür.

Şahin vd. (2024) tarafından yapılan çalışmada üstün yetenekli öğretmenler için STEM mesleki gelişim programı oluşturulmuş ve etkisi incelenmiştir. 10 aylık bir STEM mesleki gelişim programıyla öğretmenlerin pedagojik bilgi ve yeterliliklerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bulgular öğretmenlerin STEM öz yeterliliği, bilişimsel düşünme ve girişimcilik becerilerinde önemli olumlu gelişmeler olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, etkili mesleki gelişim tasarımının, STEM eğitiminde başarılı bir şekilde uygulanması için bilimsel araştırmayı, mühendislik tasarım süreçlerini, bilgi işlemsel düşünmeyi, girişimcilik becerilerini içermesi gerektiği öne sürülmektedir.

Tespit: Çalışmada, öğretmenlerin pedagojik bilgi ve yeterliliklerinin geliştirilmesine yönelik oluşturulacak programlarda mühendislik tasarım, bilgi işlemsel düşünme, girişimcilik süreçlerinin olması yönünde öneminin vurgulandığı gözlemlenmiştir.

2.2.2. Yurtdışında Yapılan Çeşitli Araştırmalar

Saiden (2017) tarafından yapılan çalışmada STEM ve girişimcilik becerilerinin yer aldığı öğretim programları sayesinde, nesle kazandırılacak beceriler ile karşılaşılan problemlerin çözülebileceğine değinilmiş olup öğretmenlerin girişimcilik becerilerini STEM'e nasıl dahil edebilecekleri konusunda bilgiye sahip olmadıkları ortaya çıkmıştır.

Tespit: Çalışmada, STEM ve girişimciliğin bir arada ele alınabileceğinden ve beceri ediniminin sağlanarak problem çözme sürecinin desteklenebileceğinden bahsedilmiştir. Aynı zamanda öğretmenlerin girişimcilik becerileri ve bu becerileri STEM'e nasıl dahil edilebileceği konusunda yetiştirilmesi gerektiği düşüncesi gözlemlenmiştir.

Abdul Talib vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada çevresel sürdürülebilirliğin kolaylaştırılması için robotik uygulamalarının STEM eğitime entegrasyonu araştırılmıştır. Teknoloji tabanlı iki üniversitenin lisans ve lisansüstü öğrencilerinin (357 katılımcı) görüşleri alınmıştır. Araştırmanın sonucunda, katılımcıların %80' inden fazlası robotik uygulamalarının öğretme ve öğrenme süreçlerine entegre edilmesinin sınıf içi talimatları kolaylaştıracağı konusunda hemfikirdir.

Tespit: Çalışmada, çevresel sürdürülebilirliğin desteklenmesinde hem STEM eğitimi ele alınırken hem de robotik uygulamalarının entegrasyonunun süreci kolaylaştıracağına değinilmiştir. Dolayısıyla, eğitimcilerin öğretim süreçlerinde robot teknolojilerinin geliştirilmesini ve uygulanmasını teşvik etmelerinin önemli olduğu konusunda bir kanıya varılmıştır.

Burgess ve Buck (2020) tarafından yapılan çalışmada çevresel STEM'i sorgulama ve öğretmen adayları için sorgulamaya dayalı E-STEM deneyimi oluşturmaya yönelik çabalar ele alınmıştır. STEM eğitiminin sunduğu bütünlük yapının öğrencilerin çevresel zorlukları anlaması ve çözüm üretmesi konusunda yararlı olabileceğine değinilmiştir. Bunun için öğretmenlerin E-STEM okuryazarlığını teşvik edecek içerik ve pedagojik bilgiye ihtiyaçları olduğundan, çoğu öğretmenin ise hem STEM hem de E-STEM öğrenme deneyimlerinin çok az olduğundan bahsedilmiştir.

Tespit: Çalışmada, E-STEM anlayışının önemli olduğu ve öğretmenlerin, öğretmen adaylarının bu konudaki deneyimlerinin geliştirilmesi gerektiği, çevre sorunlarına yönelik çözüm sürecinde destek olabileceği düşünülmektedir.

Dolgopolovas ve Dagienė (2021) tarafından yapılan çalışmada STEAM ve mühendislik eğitiminin teoriden pratiğe geliştirilmesine yönelik bilişimsel düşünme ele alınmıştır. İlgili bağlamın oluşturulmasında araştırma, problem ve projelere dayalı eğitim yaklaşımlarının uygulanması gerektiğinden bahsedilmiştir. Tüm bu unsurların bütünsel bir şekilde ele alınmasının önemli olduğu ifade edilmiştir. Öğrenciler bu süreçte, karışık kablolar, ledler, devre kartları, elektronik bileşenlerden birbirine bağlı veya bağımsız cihazlar biçiminde çalışma uygulamalarının oluşturulmasına kadar, grup çalışması ve proje planlama gibi beceri ve yetenekleri kullanabilmektedir. Ayrıca bilişimsel düşünmenin, bilgi ve beceri edinimlerini destekleyen STEM'in ayrılmaz bir parçası olarak belirtilmiştir.

Tespit: Çalışmada, bilgi işlemsel düşünmenin STEM eğitimi için önemli bir unsur olduğu, beceri edinimi ve robotik uygulamalarına ortam oluşturan bir yönü olduğu anlaşılmaktadır.

Rauf vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada çevresel anlayışa dayalı girişimcilik eğitimi üzerine fırsatlar ve zorluklar incelenmiştir. Araştırmada girişimcilik eğitimi teması altında Scopus endeksli uluslararası dergilerden elde edilen araştırma sonuçlarını incelemek için bir sistematik literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Sağlıklı yaşam biçiminin oluşturulmasında, çevre sağlığının korunmasında beceri ve bilgi teknolojileri desteği, işbirlikçi öğrenme gibi kavramlar ifade edilmiştir. Aynı zamanda girişimci bireyler yetiştirilebilmesi için girişimcilik tutum ve değerlerinin ele alındığı girişimcilik eğitimlerinin öneminden bahsedilmiştir.

Tespit: Çalışmada, çevre korumanın önemine değinilirken bilgi teknolojileri ve becerilerin, iş birliğinin vurgulandığı, sorunların çözümünde girişimciliğin dikkate alınması gerekliliği fikri gözlemlenmiştir.

Simarro ve Couso (2021) tarafından yapılan çalışmada STEM eğitimi için bir çerçeve olarak mühendislik uygulamaları incelenmiştir. Mühendislik tasarım sürecinin; problemin kapsamının belirlenmesi, çoklu çözümlerin belirlenmesi, çözümlerin seçilmesi, test edilmesi ve iyileştirilmesi ve çözümlerin hayata geçirilmesi gibi temel hususlar da dahil olmak üzere diğer uygulama önerilerinde eksik olan epistemolojik nüansları içermektedir. Bu epistemik yaklaşımın, STEM alanlarına daha kapsamlı ve gerçekçi bir bakış sunarak öğrencilerin içerik öğrenmesini ve düşünme gelişimini kolaylaştırabileceği düşünülmektedir.

Tespit: Çalışmada, STEM eğitimi için bir temel oluşturan mühendislik uygulamalarının diğer uygulamalara nazaran daha kapsayıcı bir düşünme süreci oluşturabileceği fikri gözlemlenmiştir.

Christensen (2022) tarafından yapılan çalışmada çevresel sürdürülebilirliği öğrenmek için bilişimsel düşünme üzerine araştırma yapılmıştır. Sürdürülebilir çevre çözümlerinin disiplinler arası düşünce süreçlerini gerektirdiğini ve bu durum hem öğrencilere hem de topluma zorluk çıkardığından bahsedilmiştir. Bilişimsel düşünmenin, ilerlemeci bilim müfredatı tarafından vurgulanan yeni ortaya çıkan bir terim olduğu ve bilişimsel düşünme ve çevre biliminin doğası gereği disiplinler arası olduğu ifade edilmiştir. Araştırmaya göre, sürdürülebilir çevresel çözümler hakkında bilgi edinmek, öğrencilerin bilişimsel düşünmeye katılmasını gerektirir. Bu fikirler, hem hesaplama bilgisinde hem de çevre bilgisinde destekli ve farklılaştırılmış öğrenci gelişimini teşvik eden kapsamlı bir öğrenme ilerlemesine katkıda bulunur. Kavramsal çerçeveden ortaya çıkan öğrenme ilerlemesi, bilişimsel düşünme yoluyla çevre bilimi öğrenimini desteklemek için sürdürülebilirlik, araştırma, eğitim ve ekonomik perspektif alanlarını vurgulamaktadır. Bilişimsel bileşenler (girdi, entegrasyon, çıktı ve geri bildirim) tarafından vurgulanan bilgi işlemsel düşünme, öğrenme süreci içerisinde çevresel çözümler hakkında öğrenmeyi destekler.

Tespit: Çalışmada, bilgi işlemsel düşünmenin çevresel sürdürülebilirlik için önemli olduğu, çevre sorunlarına yönelik çözüm sürecinde öğrencileri desteklediği, aynı zamanda bilişimsel düşünmenin yeni nesil fen/bilim standartlarından (NGSS) bilim ve mühendislik uygulamaları altında yer aldığı bilgisi vurgulanmıştır. Aynı zamanda bilgi işlemsel düşünmenin “*girdi, entegrasyon, çıktı ve geri bildirim*” şeklinde ifade edilen bileşenleri ile mühendislik tasarım sürecindeki bilgi toplama aşamasından fikir üretimine, fikir üretiminden ürün oluşturmaya, ürün oluşturmadan da ürüne yönelik dönütler almaya yönelik uygulamaların benzerliği hakkında fikir yürütülebilir.

Darmawansah vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada robotik tabanlı STEM eğitiminin eğilimleri ve araştırma odakları araştırılmış, teknoloji tabanlı öğrenme modeline dayalı farklı açılardan sistematik bir inceleme gerçekleştirilmiştir. İncelemede robotik tabanlı STEM eğitim çalışmalarının çoğunlukla Amerika Birleşik Devletleri'nde ve ağırlıklı olarak okul öncesi, ilk ve ortaöğretim okullarında yürütüldüğü belirtilmiştir. Uygulama açısından, teknoloji (programlama), R-STEM çalışmalarında baskın robotik tabanlı STEM disiplini, ayrıca proje tabanlı öğrenme (PBL), robotikle ilgili STEM araştırmalarında en sık kullanılan öğrenme stratejisi, robot bilimi uygulanırken STEM öğrenimi ve aktarılabilir beceriler en popüler eğitim hedefleri olarak tespit edilmiştir.

Tespit: Çalışmada, STEM eğitime entegre edilmesi planlanan robotik ve kodlama uygulamalarının teknoloji disipliniyle entegre edilebilirken proje üretimini ve beceri edinimini desteklediğine yönelik fikirler gözlemlenmiştir.

Hynes vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada STEM'de girişimci düşüncenin geliştirilmesi (Entre-STEM) üzerine fikir üretilmiştir. Araştırmaya göre; sorunların çözümü için önemli miktarda bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) bilgisi gerekir. Lakin STEM disiplinleri içindeki salt bilgi aktarımının ötesine geçilip, aktarılabilir becerilerin ve iş birliği içinde çalışma yeteneğinin kazanımı gerekmektedir. Çeşitli eğitim kurumları, politika yapıcılar, eğitimciler ve fon sağlayan kuruluşlardan oluşan bir dizi STEM paydaşı tarafından kullanılmak üzere bir Entre-STEM birleştirici çerçeve önerilmektedir çünkü bu, üzerinde çalışılacak ortak bir temel sağlar ve program tasarımı, uygulaması ve yönetimine rehberlik etmede daha fazla tutarlılık sağlar.

Tespit: Çalışmada, girişimciliği içeren STEM eğitiminin beceri gelişimini ve iş birliğini destekleyebileceği ve tasarım, uygulama vb. süreçlerin ilerleyişinin planlı bir şekilde gerçekleştirilebileceği yönünde fikirler gözlemlenmiştir.

Kanaki ve Kalogiannakis (2023) tarafından yapılan çalışmada erken çocukluk eğitiminde robotik aracılığıyla bilişimsel düşünme ve çevresel farkındalığın teşvik edilmesi üzerine kapsam belirleme incelemesi gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya göre; dijital teknoloji çağdaş eğitim ortamlarına zaten aşılanmıştır ve gelecek nesillerin geleceği üzerindeki yadsınamaz etkisi, günümüz öğrencilerinin dijital yeterliliklerini ve bilişimsel düşünmeyi geliştirme zorunluluğunu zaten beraberinde getirmiştir. Bunlar öğrencileri iş alanındaki yeni bir gerçekliğe hazırlamak için gerekli becerilerdir. Özellikle erken çocukluk döneminde disiplinler arası eğitimin uygulanması, en son teknolojik araçların kullanılması ve robotik gibi ilgi çekici eğitim uygulamalarının benimsenmesi, bilişimsel düşünme ve çevre bilinci gibi temel 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesini destekler. Ek olarak araştırmada, bu becerilerin kazanılmasının önemi ve robotiğin eğitimsel etkinliği iyi belgelenmiş olmasına rağmen bu özel konunun yeterince araştırılmadığı ifade edilmiştir.

Tespit: Çalışmada, çevre bilincinin 21. yüzyıl becerileri arasında ifade edilmesi, çevre sorunlarına çözüm bulma gerekliliğini ve yaşadığımız yüzyılda bunun daha da kritik hale geldiğini gösterebilir. Aynı zamanda, bilgi işlemsel düşünmeye duyulan ihtiyaç ile birlikte disiplinler arası yaklaşımı temsil eden STEM eğitimi ve dijital yetkinler arasında yer alan robotik uygulamalarını önemli hale getirmektedir.

Shang vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada robotik STEM kamplarının kırsal kesimdeki ilkokul öğrencilerinin öz yeterliliği ve bilişimsel düşünme üzerindeki etkileri incelenmiştir. İlkokul üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerinin (150 katılımcı) katıldığı tek gruplu ön ve son test desenli çalışmada, robotik STEM kamp programının kırsal ilkokullardaki öğrencilerin öz yeterliliğini ve bilişimsel düşünmesini önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca öğrencilerin mühendislik temelli etkinliklerle ilgili deneyimlerinin bilişimsel düşünme becerileri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

Tespit: Çalışmada, mühendislik tabanlı STEM eğitiminin bilgi işlemsel düşünmeyi olumlu etkilediği gözlemlenmiştir.

Revsbech (2024) tarafından yapılan çalışmada sosyal girişimcilik, sürdürülebilir beceriler ve probleme dayalı proje kavramları geleceğe yönelik probleme dayalı çözümler olarak incelenmiştir. Araştırmada, Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine (SDG'ler) göre ekonomik, çevresel ve sosyal açıdan daha iyi bir geleceğin temelini oluşturan beceriler, yeterlilikler ve davranışlar sürdürülebilir beceriler olarak ele alınmıştır. Aynı zamanda girişimci becerilerin, sürdürülebilir becerilerin ve probleme dayalı proje öğreniminin örtüştüğünü ve öğrenciler için beceri gelişimi açısından önemli olduğu ifade edilmiştir.

Tespit: Çalışmada, sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen becerilerin sürdürülebilir beceriler olarak belirtildiği gözlemlenmiştir. İfadelerden anlaşılacağı üzere, girişimcilik becerileri sürdürülebilir kalkınmayı destekleyebilir. Bu doğrultuda çevrenin sürdürülebilirliği üzerinde de etkili olduğu düşünülebilir.

Sansone vd. (2024) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin girişimciliğe katılımı ve öğrenci girişimciliği incelenmiş, kodlama ve dijital becerilerin önemi araştırılmıştır. 2608 üniversite öğrencisinden toplanan verilere göre kodlamanın ve dijital bilgi ve deneyimlerin öğrencilerin girişimci katılımı ve öğrenci girişimciliği üzerinde istatistiksel olarak anlamlı olumlu bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Tespit: Çalışmada, girişimcilik deneyimlerinin dijital bilgi ve deneyimlerle bir arada ele alınmasının teşvik edilmesine yönelik bir fikir gözlemlenmiştir.

Supriyadi ve Taban (2024) tarafından yapılan çalışmada bilişimsel düşünmenin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik ile entegrasyonunun (CT+STEM) bilgi haritalaması gerçekleştirilmiştir. Araştırma, 1978'den 2023'e kadar olan dönemi kapsayacak şekilde

çalışmaların bibliyometrik analizden yararlanılmış ve CT+STEM sektöründe yıllık %7,22'lik istikrarlı bir büyüme oranına değinilmiştir. Koleksiyon, CT+STEM araştırmalarını içeren 241 belgeden oluşmuştur. Çalışma, önemli yayınları, yazarları, bağlantıları ve çok alıntı yapılan makaleleri ele almıştır. Araştırmada konu ile ilgili araştırmaların eksikliğinden, bilişimsel düşünmenin STEM eğitime entegrasyonundaki eksikliklerden ve bilişimsel düşünmeyi STEM sınıflarına entegre etmeye odaklanan öğretmen yetiştirme programlarının yetersizliğinden bahsedilmiştir. Araştırmanın sonucunda, gelişen eğitim ve teknoloji alanında CT+STEM'in gelişimini ve etkisini artırmak için niteliksel yönleri, metodolojileri ve öğretim stratejilerini araştırmak için daha fazla araştırma önerilmektedir.

Tespit: Çalışmada, bilgi işlemsel düşünmenin STEM eğitime dahil edilmesiyle oluşan süreç (CT+STEM) ile ilgili daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğuna yönelik bir fikrin olması bu anlayış ile ilgili uygulamaya dönük yeterince bilgi olmadığını ifade edebilir.

Voss-Farris ve McLaughlin (2024) tarafından yapılan çalışmada öğretmenlerin öğreniminde bilimdeki hesaplamalı uygulamalar hakkında düşünceler incelenmiştir. Fen bilgisi öğretmenlerinin bilimde hesaplama uygulamalarının rollerine ilişkin anlayışları, öğretimlerinde bilimsel hesaplama uygulamalarını nasıl hayata geçirdiklerini ve öğrencilerinin hesaplama uygulamaları ile bilimsel çabalar arasındaki ilişkiyi nasıl algıladıklarına yönelik bilgi edinmek amacıyla 54 hakemli makale analiz edilmiştir. Araştırmada, hesaplamalı düşünme ve hesaplamalı uygulamaların genellikle bilgisayar bilimine giriş ilkelerini öğretmek amacıyla bilimle bütünleştirildiğini, ancak orijinal bilim öğrenme amaçlarını desteklemediği tespit edilmiştir. 54 makaleden yalnızca 29'unda, öğrencilerin bilimin anlamlandırma çalışmalarına katılmak için epistemik araçlar olarak bilişimsel fikir ve uygulamaları kullandıkları ifade edilmiştir. Sonuç olarak; öğretmenlerin sınıflarında hesaplamalı düşünme ve ilgili hesaplama uygulamalarını hayata geçirmeleri beklentisine karşılık bilimsel anlamlandırma hedeflerine hizmet eden hesaplama uygulamalarının gerekli olduğu iddia edilmiştir.

Tespit: Çalışmada, bilgi işlemsel düşünme sürecinin çoğu araştırmada sadece bilgisayar bilimine odaklanmasının bu kavramı sınırlandığı, öğretmenlerin bu sebeple bilgi işlemsel düşünme sürecini sınıflarında hayata geçiremedikleri vurgulanmıştır. Bu sebeple bilgi işlemsel düşünmenin bilgisayar bilimi kapsamının çok daha ötesini içerdiğini, bilimi anlamlandırma ve STEM disiplinleriyle bağlantı kurma (C+STEM) gibi işlevlerinin olduğu ifade edilmiştir.

Sonuç olarak; Literatürde STEM'in STEAM, E(Environmental)-STEM, E(Entrepreneurship)-STEM, CT(Computational Thinking)-STEM C(Computational Thinking)-STEM gibi versiyonlar ve gösterimlerinin olduğu, bu konseptlerin aslında odak belirleme ve bakış açısının

genişletilmesi konusunda yardımcı olduğu ylenebilir. STEM ve versiyonlarını içeren çalışmalarda ele alınan bileşenlerin bütüncül bir bakış açısıyla entegre edilmesi vurgulanmakla birlikte sürdürülebilir evre ve eğitimi için mühendislik tasarımı sürecinin, robotik ve kodlama uygulamalarının, bilgi işlemsel düşünmenin ve girişimciliğin bir arada entegre edildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmadaki bakış açısı ile diğer çalışmalara nazaran daha kapsayıcı, günlük yaşamı daha çok yansıtan ve yaşatan bir eğitim ortamının oluşturulacağı ngrlmektedir.

2.3. Kavramsal ereve

2.3.1. Robotik Destekli Mühendislik Tasarım Tabanlı 2E-STEM Fikrinin Geliştirilmesi

Kuramsal ereve ve incelenen çalışmalar doğrultusunda STEM yaklaşımının evre eğitimini disiplinler arası bakış açısıyla vurgulayan E-STEM (Environmental(evre)-STEM) ve girişimcilik uygulamalarını disiplinler arası bakış açısıyla vurgulayan E-STEM (Entrepreneurship(Girişimci)-STEM) versiyonları bu çalışma kapsamında aşağıdaki gibi birleştirilmiştir.



şekil 2.4. Araştırmacı Tarafından Geliştirilen Disiplinler Arası 2E-STEM Modeli – Disiplinler Arası Bağlantılar

STEM yaklaşımının versiyonları ve entegrasyon modelleri göz önünde bulundurularak; bu çalışmada mühendislik disiplini bağlamında (teknoloji desteği ile) evre ve girişimcilik disiplinleri vurgulanmış, tüm disiplinlerin eşit bir şekilde entegrasyonu gözetilmeksizin bir

eğitimci (araştırmacı) aracılığıyla sınıf ortamında disiplinler arası bir bakış açısı oluşturulması hedeflenmiştir.

Burada dikkat edilen hususlar;

- Çevre problemlerine çözüm üretme ve bu çözümü hayata geçirebilme hedefiyle iki ana disiplinin olmasıdır (Çevre, Girişimcilik). Şekil 2.4'e bakıldığında çevre disiplininin fen/bilim, teknoloji, mühendislik, matematik disiplinlerinin bilgi ve becerilerinden destek aldığı aynı zamanda uygulamalı eğitimi gerçekleştirmeyi sağlayan mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin ise bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik disiplinlerinin bilgi ve becerileriyle karşılıklı ilişki içerisinde olduğu ifade edilebilir. Bu durum, mühendislik tabanlı disiplinler arası bir eğitimde teknolojinin önemli bir unsur olduğunu aynı zamanda bu iki disiplinin girişimciliği desteklediğini gösterebilir. Bilgi işlemsel düşünme sürecinin ise bu etkileşim içerisinde kendiliğinden oluşabildiği gözlemlenebilir. Bununla birlikte bilgi işlemsel düşünme sürecine doğrudan ağırlık verilmese de bu sürece ait beceriler eğitim ortamında edinilebilmektedir. Özetle, çevre problemi çözme sürecinde Mühendislik, Teknoloji, Girişimcilik ve Bilgi İşlemsel Düşünme uygulamalı kısmı oluşturan ana disiplinler iken, Fen/Bilim disiplini bilimsel araştırma sürecini, Fizik, Kimya, Biyoloji disiplinlerinin bilgisini, Matematik disiplini ise üretim sürecindeki sayısal işlemleri destekleyen yardımcı disiplinlerdir. Çevre problemlerinin interdisipliner yapısı ve Girişimcilik disiplininin STEM yaklaşımındaki mühendislik disipliniyle olan ilişkisi göz önünde bulundurulduğunda, ele alınan disiplinlerin arasındaki bağlantıların ortak payda olarak Çevre disipliniinde birleştirilebileceği fikri ortaya konulmuştur. Ayrıca sürdürülebilir kalkınmanın üç ana boyutu olduğu göz önünde bulundurulduğunda, çevresel boyutu Çevre disiplininin, sosyal ve ekonomik boyutları Girişimcilik disiplininin desteklediği ifade edilebilir.

- Girişimciliğin mühendislik tasarım süreciyle benzer basamaklara sahip, aynı zamanda mühendislik ve teknolojinin birbirini destekleyen disiplinler olması ile birlikte girişimcilik süreci her iki disiplin tarafından sürece dahil edilebilir. Ayrıca bu çalışmayı diğer çalışmalardan ayıran bir yönü girişimcilik süreci içerisinde bilgi işlemsel düşünme sürecinin ele alınabileceği düşüncesidir. Girişimcilik gibi fikir üretme, fikri somut hale getirme ve ürünü hedef kitleye sunma gibi aşamaları içeren bu süreçte STEM eğitiminde de vurgulanan yaratıcı düşünebilme, algoritmik düşünebilme, eleştirel düşünebilme, problem çözebilme ve iletişim becerileri gerekmekte olup bu becerileri geliştirme açısından entegre bir ortam oluşturulabilir.

- Literatürdeki çeşitli çalışmalarda da ifade edildiği gibi teknoloji tabanlı olan bilgi işlemsel düşünme süreci de teknoloji disiplininin yanı sıra mühendislik disiplinine de bağlı olup hem süreç içerisinde robotik ve kodlama uygulamalarını gerçekleştirmede hem de tasarımın hayata geçirilmesinde ortam oluşturabilir.
- Robotik destekli mühendislik tasarım tabanlı disiplinler arası bir süreç ile çevre sorunlarına çözüm üretilebilirler.
- Sürecin sonunda çevre problemlerini çözebilmek amacıyla bilgi işlemsel düşünme becerisi ve girişimcilik özelliklerine sahip bireyler yetiştirilebilir.

2E-STEM modeli ile bireylerin 21. yüzyıl bilgi ve becerisine sahip olmaları, araştırdıkları bilgileri sorgulamaları, karşılaştıkları günlük yaşam problemlerini çözebilmeleri, problem çözme sürecinde hedef kitlenin ihtiyaçlarını analiz edebilmeleri ve bu doğrultuda soyut fikri somut hale dönüştürebilmeleri, ürün maliyeti hesaplayabilmeleri, hedef kitleye sunabilmeleri, sürdürülebilir çevre fikrini benimsemeleri ve bunu davranışlarına, tasarımlarına yansıtabilmeleri beklenmekte olup aynı zamanda göz önünde bulundurulması gereken toplum ve ekonomi yapısının da sürdürülebilirliğini hesaba katabilecekleri düşünülmektedir.

Ayrıca uygulama bakımından; ilgili çalışmalarda sınıf ortamında gerçekleştirilen mühendislik tasarım sürecinin başında büyük tasarım görevinin, örnek olay veya hayat probleminin öğretmen tarafından verildiği gözlemlenmektedir. Lakin girişimcilik sürecinin dahil olmasıyla birlikte sürecin yeni fikir üretme, problemi tespit edebilme ve ihtiyaç analizini yapabilmeye doğru evrildiği görülmektedir. Bu durumda, büyük tasarım görevinin belirlenmesi ve geliştirilmesi olarak sürecin geneline yayıldığı ifade edilebilir. Aynı zamanda büyük tasarım görevinin belirlenmesi ve geliştirilmesi süreci mini araştırma ve mini tasarımlar ile desteklenmiştir. Bu sebeple öğretmen adaylarına problemi kendilerinin tespit edebilmesine yönelik mühendislik tasarım süreci uygulamalarının esnetilebilmesi açısından fikir verebileceği düşünülmektedir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırma modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin toplanması, uygulama süreci ve verilerin analizi hakkında bilgiler yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, nicel araştırma çeşitlerinden deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Deneysel araştırmalar, araştırmacının etki edebileceği durumların bağımlı değişkenler üzerindeki etkilerinin test edildiği çalışmalardır (Büyüköztürk vd., 2018, s. 202). Zayıf deneysel desen çeşitlerinden statik grup ön test-son test deseninin kullanıldığı çalışmada nicel veriler toplanmıştır. Nicel verilerin yanı sıra gerçekleştirilen uygulamanın nasıl yapıldığına yönelik araştırmacılara ve uygulayıcılara fikir vermek amacıyla nitel veriler toplanmıştır. Çalışmanın araştırma deseni aşağıdaki gibi planlanmıştır:

Tablo 3.1. *Araştırma Deseni Planı*

Grup	Deneysel İşlem Öncesi	Deneysel İşlem Sırası	Deneysel İşlem Sonrası
	Nicel Veri	Nitel Veri	Nicel Veri
	→	→	
Deney	• Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği (O₁₋₁) • Girişimcilik Ölçeği (O₂₋₁)	- X • Örnek Proje İnceleme Formu • Etkinlik Kağıtları, Bireysel Gelişim Notları, Proje Sonuç Raporları, Araştırmacı Gözlemleri	• Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği (O₁₋₂) • Girişimcilik Ölçeği (O₂₋₂)
Kontrol	• Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği (O₁₋₁) • Girişimcilik Ölçeği (O₂₋₁)	• Örnek Proje İnceleme Formu	• Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği (O₁₋₂) • Girişimcilik Ölçeği (O₂₋₂)

Tablo 3.1'e göre, deneysel işlem öncesi ve sonrası her iki grupta da belirlenen ölçeklerle nicel veriler toplanmıştır. Deneysel işlemin gerçekleştirildiği deney grubunda nitel veriler örnek proje inceleme formu, etkinlik kağıtları, bireysel gelişim notları, proje sonuç raporları ve araştırmacı gözlemleri ile toplanırken kontrol grubunda ise uygulama gerçekleştirilmediği için

sadece örnek proje inceleme formu ile nitel veriler toplanmıştır. Bu doğrultuda, öğretmen adaylarının uygulama (deney grubu için) veya araştırma yapma (deney ve kontrol grubu için) çabaları doğrultusunda bilgi ve beceri gelişimleri gözlemlenmiştir.

3.2. Çalışma Grubu

Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesinde öğrenim gören Fen Bilgisi öğretmen adaylarından uygun örnekleme yoluyla belirlenen öğretmen adayları çalışma grubunu oluşturmuştur. Katılımcı sayısının toplam 60 olması beklenirken dönem başında 58 kişi olduğu tespit edilmiştir. Bir kişinin de katılım göstermemesi sebebiyle 57 katılımcı ile çalışılmıştır. Deney ve kontrol grupları arasında ön test puanlarında anlamlı farklılık olmaması, var olan gruplar ile devam edilmesine ve deneysel müdahalenin etkilerinin daha güvenilir bir şekilde ölçülmesine (Campbell ve Stanley, 1963) imkan tanımıştır. Dağılımın normalliğinin sağlanmasına yönelik 30 ve üzeri kişi ön koşulu göz önünde bulundurulduğunda 31 kişi deney (23 Kadın, 8 Erkek), 26 kişi (13 Kadın, 13 Erkek) ise kontrol grubunu oluşturmuştur. Katılımcı sayısının beklenenden daha az olması ve var olan gruplarının kullanılması zorunluluğu sebebiyle deney ve kontrol gruplarına seçkisiz atama gerçekleştirilememiştir. Deney ve kontrol gruplarına ait frekans ve yüzdeler Tablo 3.2’de yer almaktadır.

Tablo 3.2. Deney-Kontrol Grupları Frekans ve Yüzdeleri

Gruplar	f	%
Deney	31	54.39
Kontrol	26	45.61
Toplam	57	100.00

Tablo 3.2’ye göre, deney grubunda %54.39 ile (N=31), kontrol grubunda ise % 45.61 ile (N=26) öğrenci bulunmaktadır. Araştırmanın çalışma grubunda toplam 57 öğrenci bulunmaktadır.

3.3. Pilot Çalışma

Araştırmada kullanılan ölçeklerde var olan yapıların doğrulanması ve ölçüm güvenirliğinin tespiti için gerçekleştirilen pilot çalışmaya Akdeniz Bölgesinde yer alan iki devlet üniversitesinde öğrenim gören ve uygun örnekleme yöntemiyle dahil olan fen bilgisi öğretmen adayları katılmıştır. Pilot çalışmaya katılan öğretmen adaylarına yönelik frekans ve yüzdeler Tablo 3.3’te yer almaktadır.

Tablo 3.3. Pilot Çalışma Katılımcı Frekans ve Yüzdeleri

Sınıf Düzeyi	f	%
1. Sınıf	65	21.59
2. Sınıf	72	23.92
3. Sınıf	86	28.57
4. Sınıf	78	25.91
Toplam	301	100.00

Tablo 3.3'e göre, pilot çalışmada 1. sınıfta öğrenim gören %21.59 ile (N=65), 2. sınıfta öğrenim gören %23.92 ile (N=72), 3. sınıfta öğrenim gören %28.57 ile (N=86), 4. sınıfta öğrenim gören %25.91 ile (N=78) öğretmen adayı bulunmaktadır. Toplam 301 öğretmen adayı katılım göstermiştir.

3.4. Veri Toplama Araçları

3.4.1. Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği: Lisans öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme düzeylerinin belirlenmesi amacıyla Korkmaz vd. (2017) tarafından geliştirilen 29 maddeden oluşan 5'li likert tipi (hiçbir zaman (1), nadiren (2), bazen (3), genellikle (4), her zaman (5)) ölçektir. Beş alt boyuttan oluşmaktadır (yaratıcılık: 8 madde, algoritmik düşünme: 6 madde, işbirliklilik: 4 madde, eleştirel düşünme: 5 madde, problem çözme: 6 madde). Faktör analizi için hesaplanan KMO değeri .880 ve Barlett Küresellik Testi sonuçları $X^2=7727.897$; $sd=406$; $p<.001$ olarak hesaplanmış olup tespit edilen beş faktörün toplam varyansın %56.12'sini açıkladığı tespit edilmiştir. Cronbach Alfa güvenirlik değeri ölçeğin tamamı için .822, her bir alt boyut için ise sırasıyla .843, .869, .865, .784, .727 olarak hesaplanmıştır (Korkmaz vd., 2017). Bu çalışmada elde edilen Cronbach Alfa değeri ise ölçeğin tamamı için .837, her bir alt boyut için sırasıyla .718, .758, .894, .734, .790 olarak bulunmuştur. Ölçeğin benzer gruplarda aynı yapıyı verebileceğine ilişkin kanıt sağlamak amacıyla bu çalışmada yapılan Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) doğrultusunda her bir maddenin faktörlere dağılımlarında sahip oldukları faktör yüklerinin .30'un üzerinde olduğu (en düşük .41, en yüksek .86) ve var olan yapıları iyi düzeyde temsil ettiği gözlemlenmiştir. Tespit edilen uyum iyiliği indeksleri Tablo 3.4'te gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği Uyum İndeksleri

X^2	X^2/df	p	RMSEA	CFI	NNFI	SRMR
510.11	1.39	.00000	.036	.96	.96	.055

Modelin uyum indekslerine bakıldığında, $X^2_{(df=367, N=301)} = 510.11$, $p < .01$, RMSEA = .036, CFI = .96, NNFI = .96, SRMR = .055 olduğu tespit edilmiştir. X^2 değeri serbestlik derecesi (df) ile oranlandığında X^2/df oranının 1.39 olduğu gözlemlenmiştir. X^2/df oranının 3'ün altında olması mükemmel uyumu ifade etmektedir (Kline, 2005; Sümer, 2000). RMSEA değerinin .05'ten küçük olması mükemmel uyumu işaret etmektedir (Tabachnick ve Fidel, 2001). CFI ve NNFI değerlerinin .95 ve üzeri olması mükemmel uyumu belirtmektedir (Schermelleh-Engel vd., 2003; Sümer, 2000). Standardize edilmiş RMR'nin .08'in altında olması iyi uyuma karşılık gelmektedir (Brown, 2006). Bu bilgiler doğrultusunda, uyum indekslerinin genelini modeli doğruladığı ifade edilebilir. Her bir indeksin zayıf ve güçlü yönlerinin olması sebebiyle kuramsal yapı ile gözlenen yapı arasındaki uyum iyiliğinin değerlendirilmesinde birden fazla uyum indeksi bir arada yorumlanmaktadır (Çokluk vd., 2021, s. 400).

3.4.2. Girişimcilik Ölçeği: Fen bilgisi öğretmeni adaylarının girişimcilik özelliklerinin incelenmesi amacıyla Deveci ve Çepni (2015) tarafından geliştirilen ölçek 38 maddeden oluşan 5'li likert tipi (tamamen katılıyorum=5'ten, kesinlikle katılmıyorum=1 şeklinde) ölçektir. Beş alt boyuttan oluşmaktadır (risk alma: 7 madde, fırsatları görme: 9 madde, kendine güven: 7 madde, duygusal zeka: 8 madde, yenilikçi olma: 7 madde). Faktör analizi her bir alt boyut için hesaplanan KMO değeri sırasıyla .79, .86, .82, .79, .84 ve Barlett Küresellik Testi sonuçları her bir alt boyut için sırasıyla $X^2 = 464,310676$; $p < .001$, $X^2 = 539,749339$; $p < .001$, $X^2 = 562,264876$; $p < .001$, $X^2 = 526,602461$; $p < .001$, $X^2 = 526,602461$; $p < .001$ olarak hesaplanmış olup alt ölçeklere ilişkin tespit edilen en küçük varyans oranı %41'dir. Cronbach Alfa güvenirlik değerleri her bir alt boyut için sırasıyla .77, .82, .83, .81, .82 olarak hesaplanmıştır (Deveci ve Çepni., 2015). Bu çalışmada elde edilen Cronbach Alfa değeri ise ölçeğin tamamı için .900, her bir alt boyut için sırasıyla .862, .778, .745, .808, .834 olarak bulunmuştur. Ölçeğin benzer gruplarda aynı yapıyı verebileceğine ilişkin kanıt sağlamak amacıyla bu çalışmada yapılan Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) doğrultusunda her bir maddenin faktörlere dağılımlarında sahip oldukları faktör yüklerinin .30'un üzerinde olduğu (en düşük .44, en yüksek .73) gözlemlenmiştir. Tespit edilen uyum iyiliği indeksleri Tablo 3.5'te gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Girişimcilik Ölçeği Uyum İndeksleri

X^2	X^2/df	p	RMSEA	CFI	NNFI	SRMR
964.82	1.47	.00000	.040	.97	.97	.047

Modelin uyum indekslerine bakıldığında, $X^2_{(df=655, N=301)} = 964.82$, $p < .01$, RMSEA = .040, CFI = .97, NNFI = .97, SRMR = .047 olduğu tespit edilmiştir. X^2 değeri serbestlik derecesi (df) ile

oranlandığında X^2/df oranının 1.47 olduğu gözlemlenmiştir. X^2/df oranının 3'ün altında olması mükemmel uyumu ifade etmektedir (Kline, 2005; Sümer, 2000). RMSEA değerinin .05'ten küçük olması mükemmel uyumu işaret etmektedir (Tabachnick ve Fidel, 2001). CFI ve NNFI değerlerinin .95 ve üzeri olması mükemmel uyumu göstermektedir (Schermelleh-Engel vd., 2003; Sümer, 2000). Standardize edilmiş RMR'nin .05'in altında olması mükemmel uyuma karşılık gelmektedir (Brown, 2006). Bu bilgiler doğrultusunda, uyum indekslerinin genelini modeli doğruladığı ifade edilebilir. Her bir indeksin zayıf ve güçlü yönlerinin olması sebebiyle kuramsal yapı ile gözlenen yapı arasındaki uyum iyiliğinin değerlendirilmesinde birden fazla uyum indeksi bir arada yorumlanmaktadır (Çokluk vd., 2021, s. 400).

3.4.3. Etkinlik Kağıtları, Bireysel Gelişim Notları, Proje Sonuç Raporları ve Örnek Proje

İnceleme Formu: Deney grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının gerçekleştirilen çevre eğitime yönelik araştırma ve uygulama süreçlerinin tespit edilmesi amacıyla etkinlik kağıtları, bireysel gelişim notları ve proje sonuç raporları incelenmiştir. Ayrıca hem deney hem de kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının ortak araştırma süreçlerinin tespit edilmesi amacıyla örnek proje inceleme formları incelenmiştir. Etkinlik kağıtlarının içeriği, alan yazında yer alan mühendislik tasarım süreci ve girişimcilik aşamalarını içeren çalışmalarda gerçekleştirilen etkinlik kağıt ve planlarından (Bozkurt, 2014; Deveci, 2016) yararlanılarak oluşturulmuştur. Etkinlik kağıdı içeriği ve süreç içerisinde öğretmen adayları tarafından doldurulan etkinlik kağıdı örneğine EK-3'te yer verilmiştir (Ayrıca ürün tasarım denemeleri EK-3-1'de yer almaktadır). Etkinlik kağıdı aracılığıyla öğretmen adaylarının süreç içerisinde geçtikleri aşamaları nasıl yorumladıkları ve her bir aşamada sergiledikleri davranışları incelenmiştir. Bireysel gelişim notları (EK-4'te örnek verilmiştir), öğretmen adaylarının süreç içerisinde neler yaptıklarını, kendilerini nasıl yorumladıklarını, güçlü ve zayıf yönlerini ifade eden açıklamalarını içermektedir. Deneysel işlemin başında araştırmacı tarafından bilgilendirilen öğretmen adayları deneysel işlemin bitimine kadar süreçte yer alan her bir aşama sonrası not tutmuşlardır. Bunların yanı sıra araştırmacının süreç içerisindeki gözlemleri ile eğitimin seyri takip edilmiştir. Proje sonuç raporları (EK-5'te örnek verilmiştir) ise deneysel işlemin bir parçası olup kararın tamamlanması aşamasında öğretmen adayları tarafından oluşturulmuştur. Projenin sunumu için hazırlanan proje sonuç raporunda baştan sona tüm aşamaların detaylandırılarak yazıya dökülmesi istenmiştir. Ayrıca örnek proje inceleme formları (EK-6'da örnek verilmiştir) aracılığıyla hem deney grubunda hem de kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının çevre projeleri gerçekleştiren bireylerin hangi süreçlerden geçtiği ve özellikleri hakkındaki incelemeleri analiz edilmiştir. Bu doğrultuda eğitim süreci boyunca

girişimci bir bireye yönelik ne gibi özelliklerin ilişkilendirildiği gözlemlenmiştir. Örnek proje inceleme formunda yer alan sorular aşağıdaki gibidir:

1. İncelediğiniz projede araştırmacı/kişi/kurum/kuruluşlar karşılaştıkları sorunu çözmek için ne gibi bir çözüm süreci gerçekleştirmiş olabilir? Açıklayabilir misiniz?
2. İncelediğiniz projenin dikkatinizi çeken yönleri var mı? Varsa bunlar neler?
3. İncelendiğiniz projeyi gerçekleştiren araştırmacının/araştırmacıların ne gibi beceri ya da özelliklere sahip olabileceğini düşünüyorsunuz?
4. İncelendiğiniz projeyi gerçekleştiren araştırmacı/kişi/kurum/kuruluşlar girişimci özelliklerini gösterdiğini düşünüyor musunuz? Düşünüyorsanız hangi yönleriyle girişimci bir birey özelliği gösteriyor?

3.5. Veri Toplama Araçlarından Elde Edilen Verilerin Yorumlanmasında Geçerlik ve Güvenirlik

Araştırma kapsamında uygulanan Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimcilik ölçeklerini geliştiren araştırmacılar tarafından geliştirme sürecinde örnekleme fen bilgisi öğretmen adaylarının dahil edilmiş olması, bu çalışmada araştırmacı tarafından pilot çalışma kapsamında ölçme araçlarında yer alan maddelerin yapı uyumu açısından Doğrulayıcı Faktör Analizine tabi tutulması ve uzman görüşlerine başvurulması ile ölçümlerin geçerliğinin sağlanması, aynı zamanda Cronbach Alfa güvenirlik katsayılarının hesaplanması ile hem geçerliğin hem de güvenirliğin uygunluğu araştırılmıştır. Araştırmacı tarafından oluşturulan Etkinlik Kağıtları ve Örnek Proje İnceleme Formu için alan yazında daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda uygulanabilirliği test edilen örnek soru, etkinlik kağıtları ve form kalıplarından yararlanılmasının yanı sıra içeriğinin ve anlaşılabilirliğinin uygunluğu için uzman görüşlerine başvurulmuştur. Ayrıca gerçekleştirilen aşamalar arasındaki bağlantılara ve kazanılabilecek becerilerin incelenmesine yönelik nitel veriler, önemli kuruluşların (British Broadcasting Corporation (BBC), Computer Science Teachers Association (CSTA)), International Society for Technology in Education (ISTE), National Research Council (NRC)) ve alan yazında yer alan ilgili çalışmaların bilgi işlemsel düşünme (Demir ve Seferoğlu, 2017; Korkmaz vd., 2017; Üzümcü ve Bay, 2018; Wing, 2006; Wing, 2008) ve girişimcilik (Deveci, 2016; Deveci ve Çepni, 2015) aşamaları ve becerilerine yönelik açıklamaları doğrultusunda yorumlanarak geçerlik ve güvenirlik kriterleri dikkate alınmıştır.

3.6. Verilerin Toplanması

Veri toplama araçlarının uygulanabilmesi için geliştiren araştırmacı(lar)nın izni, Etik Kurul izni ve Araştırma izni (Eğitim Fakültesi izni) alınmış olup sırasıyla EK-7-8-9'da belirtilmiştir.

3.7. Uygulama Süreci

Araştırma, deney ve kontrol gruplarını içerecek şekilde toplam 11 haftalık bir süreci kapsamaktadır. Deney grubunda robotik destekli mühendislik tasarım tabanlı 2E-STEM eğitimi, kontrol grubunda ise genellikle tercih edilen öğretim yöntemleri ile çevre eğitimi gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda ders içi uygulama süreci ile ilgili ön bilgilendirme yapılmış olup dört-beş kişilik ekipler oluşturulması planlanmıştır. Her bir ekibin Tablo 3.6'da yer alan aşamaları ve süreyi göz önünde bulundurarak süreci tamamlamaları beklenmiştir. Araştırmacı tarafından oluşturulan etkinlik kağıtlarındaki sorulara öğretmen adayları yanıt ararlarken aynı zamanda verdikleri yanıtlar doğrultusunda öğretmen adaylarının süreci nasıl geçirdikleri gözlemlenmiştir. Öncelikle, öğretmen adaylarının kendi gruplarında büyük tasarım görevini üstlenmeleri gerektiği, bu tasarım görevinin süreç içerisinde yapacakları araştırmalar doğrultusunda şekilleneceğinden bahsedilmiştir. Vardıkları ortak kararları doğrultusunda bir çevre problemine çözüm üretmeleri beklenmiştir.

Bu doğrultuda;

- Bir çevre sorunu belirlemeleri,
- Belirledikleri çevre problemlerini robotik destekli mühendislik tasarım süreci ile çözmeleri gerektiği,
- Uygulama aşamaları ile ilgili yapılan ön bilgilendirmede yer alan basamaklar doğrultusunda ilerleneceği (mühendislik tasarım süreci basamaklarının yanı sıra girişimcilik aşamaları da ifade edilmiştir, öğretmen adaylarının girişimcilik aşamalarını mühendislik tasarım sürecinde belirledikleri en uygun zaman aralıklarında kullanmaları teşvik edilmiştir),
- 4-5 kişilik ekipler oluşturmaları gerektiği,
- Her bir grubun farklı çevre problemi (çevre kirliliği, iklim değişikliği, ormanların tahribi, vd.) veya tasarım üzerinde çalışması gerektiği, yakın çevrelerinde gözlemledikleri sorunlarla başlayabilecekleri belirtilmiştir.

Ayrıca burada dikkat edilecek husus; İncelenen çalışmalarda gözlemlendiği üzere sınıf ortamında gerçekleştirilen mühendislik tasarım sürecinde büyük tasarım görevinin öğretmen tarafından verildiği gözlemlenmektedir. Lakin girişimcilik sürecinin dahil olmasıyla birlikte sürecin yeni fikir üretme, problemi tespit edebilme ve ihtiyaç analizini yapabilmeye doğru evrildiği görülmektedir. Bu sebeple öğretmen adaylarına problemi kendilerinin tespit edebilmesine yönelik uygulama esnekliği sağlanmıştır. Bu durumda, büyük tasarım görevinin belirlenmesi ve geliştirilmesi olarak sürecin geneline yayıldığı ifade edilebilir. Aynı zamanda büyük tasarım görevinin belirlenmesi ve geliştirilmesi süreci mini araştırma ve mini tasarımlar ile desteklenmiştir. Deney grubundaki uygulama süreci ile ilgili ayrıntılara Tablo 3.6’da yer verilmiştir.

Tablo 3.6. Deney Grubunda Uygulama Süreci

Hafta	Uygulama Süreci	Faaliyetler ve Kaynaklar
1 05.10.2023	Tanışma, Dersin amacı, içeriği, kaynaklar ve işlenişin tanıtımı	Tanışma, dersin amacı, içeriği, kaynaklar ve işlenişin açıklanması
2 12.10.2023	1. Problemin tanımlanması, 2. Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi, 3. Olası çözümlerin geliştirilmesi	1. Ders sorumlusunun ders notları, 2. Çevre ile ilgili çalışma örneği sunumu, 3. Araştırma görevi
3 19.10.2023	1. Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi, 2. Olası çözümlerin geliştirilmesi	1. Ders sorumlusunun ders notları, 2. Çevre ile ilgili çalışma örneği sunumu, 3. Araştırma görevi, 4. Tasarım görevi
4 26.10.2023	1. Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi, 2. Olası çözümlerin geliştirilmesi	1. Ders sorumlusunun ders notları, 2. Çevre ile ilgili çalışma örneği sunumu, 3. Araştırma görevi, 4. Tasarım görevi
5 02.11.2023	1. Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi, 2. Olası çözümlerin geliştirilmesi	1. Ders sorumlusunun ders notları, 2. Çevre ile ilgili çalışma örneği sunumu, 3. Araştırma görevi, 4. Tasarım görevi
6 09.11.2023	1. Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi, 2. Olası çözümlerin geliştirilmesi	1. Ders sorumlusunun ders notları, 2. Çevre ile ilgili çalışma örneği sunumu, 3. Araştırma görevi, 4. Tasarım görevi
7 16.11.2023	Ara Sınav	

8 30.11.2023	En iyi çözümün seçilmesi	1. Ders sorumlusunun ders notları, 2. Çevre ile ilgili çalışma örneği sunumu, 3. Araştırma görevi, 4. Tasarım görevi
9 07.12.2023	Prototipin yapılması	1. Ders sorumlusunun ders notları, 2. Çevre ile ilgili çalışma örneği sunumu, 3. Araştırma görevi, 4. Tasarım görevi
10 14.12.2023	Çözümü test etme ve değerlendirme	1. Ders sorumlusunun ders notları, 2. Çevre ile ilgili çalışma örneği sunumu, 3. Araştırma görevi, 4. Tasarım görevi
11 21.12.2023	Çözümü test etme ve değerlendirme	1. Ders sorumlusunun ders notları, 2. Çevre ile ilgili çalışma örneği sunumu, 3. Araştırma görevi, 4. Tasarım görevi
12 28.12.2023	1. Çözümü test etme ve değerlendirme, 2. Çözümün sunulması	1. Ders sorumlusunun ders notları, 2. Çevre ile ilgili çalışma örneği sunumu, 3. Araştırma görevi, 4. Tasarım görevi
13 04.01.2024	1. Yeniden tasarlama/revize etme (gerekli ise), 2. Kararın tamamlanması	1. Ders sorumlusunun ders notları, 2. Çevre ile ilgili çalışma örneği sunumu, 3. Araştırma görevi, 4. Tasarım görevi (gerekli ise)

Tablo 3.6 incelendiğinde, mühendislik tasarım sürecinin toplam 11 haftaya yayıldığı ve gerekli görülen durumlarda aşamaların tekrarlandığı gözlemlenmektedir. Deneysel işlemin gerçekleştirildiği eğitim sürecinden örnek görsellere EK-10'da yer verilmiştir.

Literatürde yer alan ilgili çalışmalardaki mühendislik tasarım süreci ve girişimcilik basamaklarından yola çıkılarak araştırmacı tarafından bu basamakların olası kesişim noktaları tespit edilerek oluşturulan süreç entegrasyonuna Tablo 3.7'de (Robotik Destekli Mühendislik Tasarım Tabanlı 2E-STEM Eğitim Süreci) yer verilmiştir.

Tablo 3.7. Araştırmacı Tarafından Belirlenen Olası Kesişim Noktaları

Mühendislik Tasarım Süreci	Bilgi İşlemsel Düşünme Süreci	Girişimcilik Süreci
1. Problemin Tanımlanması	1. Problemi Anlama	1. Çevrenin Gözlemlenmesi ve Toplumun İhtiyaçlarının Belirlenmesi
		2. İhtiyaçları Kapsayan Yenilikçi Fikirlerin Öne Sürülmesi
		3. Yenilikçi Fikirlerden Birine Karar Verilmesi
2. Probleme Yönelik İhtiyaçların Belirlenmesi	2. Parçalara Ayırma	4. Fikrin Daha Önce Var Olma Durumunun Belirlenmesi (Benzerlerinin Analizi)
3. Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	3. Soyutlama	5. Diğer Benzer Ürünlerden Farkının Ortaya Konulması (Özgünlük)
4. En İyi Çözümün Seçilmesi	4. Örüntü	6. Hedef Kitlenin Belirlenmesi (Yaygın Etki)
		7. İhtiyaç Duyulan Araç, Gereç, Hizmet vb. Unsurlara Karar Verilmesi
		8. Karşılaşılması Muhtemel Risklerin Belirlenmesi ve Giderilmesi (B planı)
5. Prototipin Yapılması	5. Algoritma	9. Amaçlanan Ürünün Tasarlanması ya da Hizmetin Tanımlanması (İş Analizi)
6. Çözümü Test Etme ve Değerlendirme	6. Değerlendirme/Hata Ayıklama	10. Üretim ve Pazarlama Aşamasında Personel Sayısına ve Niteliğine Karar Verilmesi
		11. Tasarım ya da İş Analizi Sonucunda Maliyetinin Hesaplanması

		12. Öngörülen Ortalama (Yıllık, Aylık, Günlük) Satış Hedeflerinin Belirlenmesi
		13. Beklenmedik Durumlara İlişkin Ön Görülerde Bulunulması
7. Çözümün Sunulması		14. Kullanıcıya Nasıl Ulaşılabileceğine Karar Verilmesi
8. Yeniden Tasarlama/Revize Etme (Gerekli ise)		15. Hangi Kanallar Aracılığıyla Tanıtım Yapılacağına Karar Verilmesi
		16. Projenin Rapor Halinde Sunulması
Büyük Tasarım Görevinin Tamamlanması	9. Kararın Tamamlanması	

Tablo 3.7 incelendiğinde, mühendislik tasarım süreci ve girişimcilik basamaklarından yola çıkılarak araştırmacı tarafından bilgi işlemsel düşünme aşamaları dahil bu basamakların olası kesişim noktaları tespit edilmiştir. Olası kesişim noktalarının geçerliğinin sağlanması konusunda süreç içerisinde kullanılan etkinlik kağıtlarının yanı sıra proje sonuç raporları ile müdahale bulgularının incelenmesi planlanmıştır.

Deney grubunun yanı sıra kontrol grubuna yönelik uygulamaya da Tablo 3.8’de değinilmiştir. Her iki grupta da iki saatlik Çevre Eğitimi dersinde teorik ders anlatımı (45 dk) yapılmıştır. Teorik ders anlatımı sonrasında deney (araştırma + uygulama) ve kontrol (araştırma) grupları için belirlenen işlemler gerçekleştirilmiştir. Çevre Eğitimi dersi içeriği, YÖK Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programının (YÖK, 2018) Çevre Eğitimi dersi için üniversitelere sunduğu içerikler göz önünde bulundurularak çevre, ekoloji ile ilgili temel kavramlar, çevre ile ilgili yapılan çalışmalar ve çevre eğitim çalışmalarının ele alınması üzerine belirlenmiştir. Derse ait izlenim ve öğretme-öğrenme ve öğrenci değerlendirme süreçlerinin niteliği formlarından dersin yapısı hakkında fikir edinilerek (Teorik: 2 saat, Uygulama: 0) kontrol grubunda gerçekleştirilen standart teorik eğitime incelenen çalışmalar/araştırma görevi kapsamında girişimcilik kavramı teorik içerik olarak dahil edilmiştir.

Tablo 3.8. Uygulama Sürecinde Deney ve Kontrol Grubunda Gerçekleştirilen İşlemler

Grup	Yapılan İşlemler
Deney	•(Robotik Destekli Mühendislik Tasarım Tabanlı) 2E-STEM Eğitimi: E+E-STEM (Environmental(Çevre)+Entrepreneurship (Girişimci)-STEM) disiplinleri ile uygulamalı eğitim •Araştırmacı proje örneği sunumu (her iki grupta da ortak) •Araştırma ödevi (Yapılan örnek projeleri inceleme ve çevre sorunlarına yönelik çözüm üretmek için geliştirilen projelerde neler yapıldığı konusunda fikir sahibi olma, girişimcilik süreci hakkında fikir edinme) (her iki grupta da ortak)
Kontrol	•E (Environmental(Çevre)) disiplini ile standart teorik eğitim: Genellikle tercih edilen öğretim yöntemleri (anlatım, tartışma, soru-cevap, araştırma ödevi) ile eğitim (her iki grupta da ortak) •Araştırmacı proje örneği sunumu (her iki grupta da ortak) •Araştırma ödevi (Yapılan örnek projeleri inceleme ve çevre sorunlarına yönelik çözüm üretmek için geliştirilen projelerde neler yapıldığı konusunda fikir sahibi olma, girişimcilik süreci hakkında fikir edinme) (her iki grupta da ortak)

Burada dikkat edilecek husus; Deney grubunda uygulama süreciyle birlikte girişimcilik aşamaları STEM entegrasyonunda uygulamalı olarak hem mühendislik disiplini kapsamında yer alırken hem de araştırma ödevi/araştırmacının ön bilgilendirmesiyle vurgulanmıştır. Kontrol grubunda ise araştırma ödevleriyle öğretmen adaylarının inceledikleri çevre projelerini yorumlamaları hem de araştırmacının ön bilgilendirmesiyle girişimciliğin önemini vurgulanması planlanmıştır. Bu durum;

- Deney grubunda disiplinler arası yapıyı ve pratik yapmayı gösterirken, kontrol grubunda ise standart disiplinler ve teorik yapıyı göstermektedir.
- Deney grubunda çevre eğitimi sürecine girişimcilik süreci araştırma ve uygulama faaliyetleriyle dahil edilirken, kontrol grubunda ise sadece araştırma faaliyetiyle teorik olarak dahil edilmiştir.
- Deney grubunda çevre sorunlarının interdisipliner yapısı göz önünde bulundurularak disiplinler arası bakış açısıyla girişimcilik uygulamaları ele alınmıştır (E+E-STEM).
- Her iki grupta da araştırma ödevi aracılığıyla çevreyle ilgili yapılan çalışmalar incelenerek çevre projeleri gerçekleştiren bireylerin özellikleri hakkında fikir yürütmeleri istenmiştir. Bu şekilde araştırmacı sürece rehberlik ederken öğretmen adaylarının uygulama (deney grubu için) veya araştırma yapma (deney ve kontrol grubu için) çabaları doğrultusunda bilgi ve beceri gelişimleri gözlemlenmiştir.

Her iki grupta da öğretmen adaylarının çevre proje örnekleri hakkında incelemelerini ve fikirlerini gözlemlemek amacıyla “Örnek Proje İnceleme Formu” yöneltilmiştir.

3.8. İç Geçerliği Tehdit Eden Faktörler

Araştırma sonuçlarının bilinen bağımsız değişkenler ile açıklanabilirliği durumu iç geçerlik olarak ifade edilmektedir (Büyüköztürk vd., 2018, s.180; Karasar, 2014, s. 105) bu araştırmada iç geçerliğin sağlanması için dikkat edilen unsurlar şunlardır:

1. Uygulanan ön testlerin analizlerinde fen bilgisi öğretmen adaylarının puanları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu durum hazır bulunuşluk yönünden oluşabilecek eşitsizliği ortadan kaldırmıştır.
2. Uygulama öncesinde de uygulama sonrasında da aynı veri toplama araçları kullanılmıştır.
3. Eğitim sürecinde her iki grupta da araştırmanın amacına yönelik olan uygulamanın dışında aynı tutum ve davranışlar sergilenmiştir.
4. Eğitim sürecinde deney ve kontrol grubunda denek kaybı olmamıştır.
5. Ön test ve son testler arasında 11 haftalık bir süreç olup uygulanan testlere yönelik aşinalık durumunun önüne geçilmiştir.

6. Deneysel işlem sürecinde etkinlik kağıdı, bireysel gelişim notları ve proje sonuç raporlarından veri toplanırken araştırmacıdan kaynaklı iç geçerliği tehdit eden durumların olmaması adına yönlendirme veya gereğinden fazla açıklama yapma gibi davranışlardan kaçınılmış olup uygulama süreci için bir rehber, araştırma süreci için ise bir dış gözlemci olarak hareket edilmiştir.

3.9. Verilerin Analizi

Veri toplama araçları aracılığıyla nicel ve nitel veriler toplanmış olup eğitim sürecinin betimlenmesi amacıyla nitel analiz, deneysel işlemin etkisinin tespit edilmesi amacıyla nicel analiz gerçekleştirilmiştir.

3.9.1. Nitel Verilerin Analizi

Etkinlik kağıtları, bireysel gelişim notları, proje sonuç raporları ve örnek proje inceleme formundan elde edilen nitel verilerin analizinde betimsel analiz yapılmıştır. İncelenen konunun temel özelliklerinin ortaya konulması ve kavramlarının belirgin olarak ele alınabilmesiyle ortaya çıkan verilerin açıklanması işlemi betimsel analizi ifade etmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Kodlama esnasında öğretmen adayları Ö1, Ö2,... şeklinde numaralandırılırken grup çalışması kapsamında oluşturulan ve her bir öğretmen adayının üyesi olduğu ekipler E1, E2,... şeklinde belirtilmiştir. Nitel verilerin kodlanması sürecinde araştırmacı tarafından üç kez farklı zamanlarda nitel veriler analiz edilmiş ve kodlar incelenmiştir. Elde edilen nitel verilerin geçerlik ve güvenilirliğinin sağlanması amacıyla katılımcılarla 11 hafta boyunca uzun süreli etkileşim gerçekleştirilmiş, çeşitli veri toplama araçları kullanılmış olup bu doğrultuda oluşturulan temalar ve kodlar araştırmanın kuramsal çerçevesinden yararlanılarak doğrudan alıntılarla betimlenmiştir.

3.9.2. Nicel Verilerin Analizi

Nicel verilerin analizinde, SPSS (betimsel ve çıkarımsal istatistik için) ve LISREL (doğrulayıcı faktör analizi için) paket programlarından yararlanılmıştır. Veri toplama araçlarından elde edilen verilerin aritmetik ortalama, standart sapma gibi betimsel istatistikleri hesaplanmıştır. Ön test-son test karşılaştırmaları için bağımlı örneklem t-testi yapılmıştır. Deneysel işlemin etkili olup olmadığının tespitine yönelik yapılan tek değişkenli kovaryans analizi (ANCOVA) ile değişkenlerin birbirleri üzerine ayrı ayrı etkileri, çok değişkenli kovaryans analizi (MANCOVA) ile değişkenlerin birbirleri üzerine birlikte etkileri incelenmiştir. MANCOVA testi ile birlikte tüm kovaryant değişkenlerin son test puanlarına toplu etkilerinin olmadığı göz

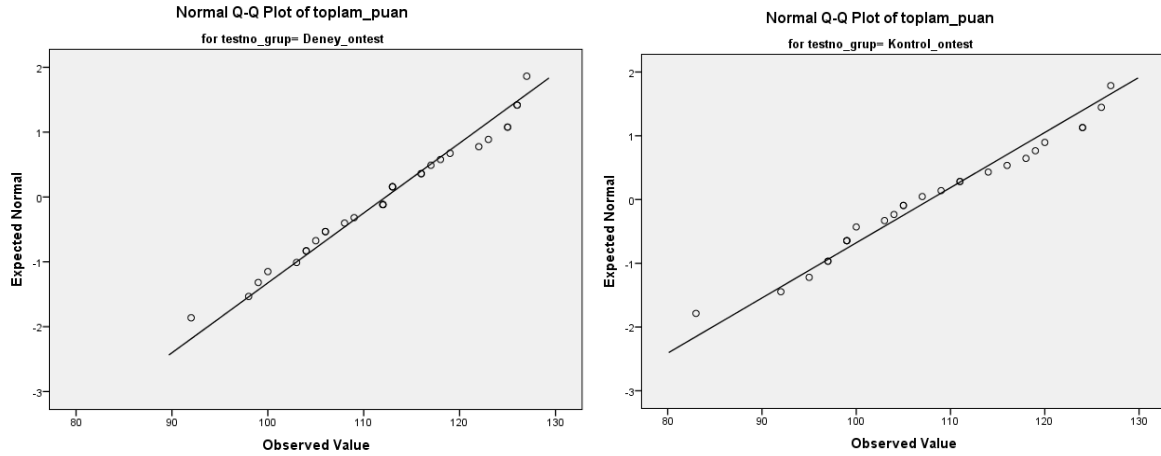
önünde bulundurularak her bir bağımlı değişken için bağımsız ve kovaryant değişkenlerin etkilerini ayrı ayrı ve daha ayrıntılı bir şekilde incelemek amacıyla ANCOVA testi gerçekleştirilmiştir. ANCOVA ve MANCOVA öncesi verilerin normal dağılım, lineer ilişki, grup varyans homojenliği, varyans-kovaryans matrislerinin homojenliği ve regresyon eğimlerinin homojenliği varsayımları incelenmiş olup varsayımların karşılandığı gözlemlenmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine dair Shapiro-Wilk testi değerlerinin yanı sıra verilerin skewness ve kurtosis değerlerine bakılmıştır. Örneklem büyüklüğünün 35'ten az olduğu durumlarda Shapiro-Wilk testi normalliğin belirlenmesinde tercih edilmektedir (Shapiro ve Wilk, 1965). Ayrıca Q-Q plot grafiğinin sonuçları da ele alınmıştır. Gruplar arasında meydana gelen istatistiksel farklılıkların bağımlı değişkeni ne derece etkilediğini tespit etmek amacıyla Cohen tarafından geliştirilen etki büyüklüğü (Cohen's d) değerleri de hesaplanmıştır. Etki büyüklüğünün sınırları; küçük (0.2), orta (0.5) ve büyük (0.8) etki olarak belirlenmiştir (Kılıç, 2014). Hesaplanan kısmi eta kare (η^2) değerleri de .01 düşük, .06 orta, .14 büyük etki olarak belirtilmektedir (Stevens, 1996). İki değişken arasındaki korelasyon değeri (r) <.20 ise düşük korelasyon, .20-.39 arası zayıf, .40-.59 arası orta, .60-.79 arası yüksek, .80-1.00 arası ise çok yüksek korelasyon olarak ifade edilmektedir (Evans, 1996). Ayrıca gözlenen güç değerleri ($1-\beta$) .80 ve üzeri olması yeterli güç düzeyleri olarak kabul edilmektedir (Cohen, 1988). Elde edilen gücün beklenen değer aralığında olmaması durumu katılımcı sayısının az olmasıyla ilişkilendirilebilmektedir (D'Amico vd., 2001). Verilerin normal dağılım varsayımlarını sağlayıp sağlamadığına dair sonuçlara Tablo 3.9 ve Tablo 3.10'da yer verilmiştir.

Tablo 3.9. *Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği Ön Test Puanlarına Ait Normal Dağılım Varsayım Sonuçları*

Alt Boyutlar	Grup	Shapiro-Wilk	Skewness	Kurtosis
Yaratıcılık	Deney	.119	.313	-.855
	Kontrol	.512	.073	-.012
Algoritmik Düşünme	Deney	.410	-.321	.366
	Kontrol	.666	.006	-.455
İşbirliklilik	Deney	.025	-.712	.572
	Kontrol	.101	-.295	-.276
Eleştirel Düşünme	Deney	.325	-.383	.862
	Kontrol	.896	.011	-.201
Problem Çözme	Deney	.249	-.352	-.160
	Kontrol	.512	-.321	-.068

Toplam	Deney	.466	-.140	-.664
	Kontrol	.574	-.007	-.673

Tablo 3.9’a göre bilgi işlemsel düşünme ölçeği ön test puanlarına ait verilerin normal dağılım varsayımını sağladığı gözlemlenmektedir. Aynı zamanda Şekil 3.1’de yer alan Q-Q plot grafiklerine göre de bu durumun desteklendiği ifade edilebilmektedir.

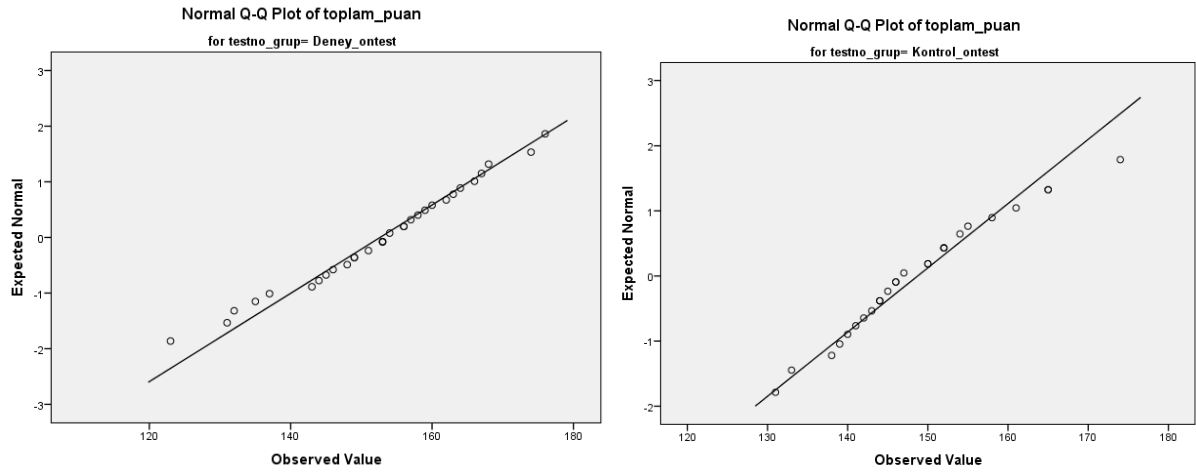


Şekil 3.1. Q-Q Plot Grafikleri (BİD Ön Test Toplam Puanlar)

Tablo 3.10. Girişimcilik Ölçeği Ön Test Puanlarına Ait Normal Dağılım Varsayım Sonuçları

Alt Boyutlar	Grup	Shapiro-Wilk	Skewness	Kurtosis
Risk Alma	Deney	.220	.084	-.269
	Kontrol	.480	.157	-.236
Fırsatları Görme	Deney	.545	.408	.068
	Kontrol	.058	.570	-.610
Kendine Güven	Deney	.347	.025	-.587
	Kontrol	.262	.059	-.913
Duygusal Zeka	Deney	.186	-.459	-.266
	Kontrol	.450	.437	-.181
Yenilikçi Olma	Deney	.346	.038	-.318
	Kontrol	.821	.225	.129
Toplam	Deney	.882	-.374	-.049
	Kontrol	.627	.596	.344

Tablo 3.10’a göre girişimcilik ölçeği ön test puanlarına ait verilerin normal dağılım varsayımını sağladığı gözlemlenmektedir. Aynı zamanda Şekil 3.2’de yer alan Q-Q plot grafiklerine göre de bu durumun desteklendiği ifade edilebilmektedir.



Şekil 3.2. Q-Q Plot Grafikleri (Girişimcilik Ön Test Toplam Puanlar)

Gruplar arası anlamlı farklılığın olup olmadığına dair sonuçlar Tablo 3.11 ve Tablo 3.12’de yer almaktadır.

Tablo 3.11. Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği Ön Test Puanlarına Ait Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları

Alt Boyutlar	Grup	N	$\bar{X}$	SS	SD	t	p
Yaratıcılık	Deney	31	32.87	2.72	55	1.040	.303
	Kontrol	26	32.00	3.58			
Algoritmik Düşünme	Deney	31	21.70	3.54	55	1.644	.106
	Kontrol	26	19.92	4.65			
İşbirliklilik	Deney	31	15.96	3.09	55	.239	.812
	Kontrol	26	15.76	3.16			
Eleştirel Düşünme	Deney	31	18.19	2.89	55	.772	.443
	Kontrol	26	17.50	3.88			
Problem Çözme	Deney	31	23.54	2.75	55	1.103	.275
	Kontrol	26	22.65	3.36			
Toplam	Deney	31	112.29	9.27	55	1.611	.113
	Kontrol	26	107.84	11.55			

Tablo 3.11’e göre deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız örneklem t-testi sonucuna göre iki grup arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.12. *Girişimcilik Ölçeği Ön Test Puanlarına Ait Bağımsız Örneklem t-Testi Sonuçları*

Alt Boyutlar	Grup	N	$\bar{X}$	SS	SD	t	p
Risk Alma	Deney	31	28.32	2.79	55	.618	.539
	Kontrol	26	27.92	1.89			
Fırsatları	Deney	31	37.51	3.39	55	.733	.466
Görme	Kontrol	26	36.84	3.48			
Kendine	Deney	31	27.58	3.59	55	.686	.496
Güven	Kontrol	26	27.00	2.60			
Duygusal	Deney	31	32.74	2.94	55	1.419	.162
Zeka	Kontrol	26	31.73	2.32			
Yenilikçi	Deney	31	26.48	3.55	55	1.266	.211
Olma	Kontrol	26	25.23	3.91			
Toplam	Deney	31	152.64	12.60	55	1.275	.208
	Kontrol	26	148.73	10.13			

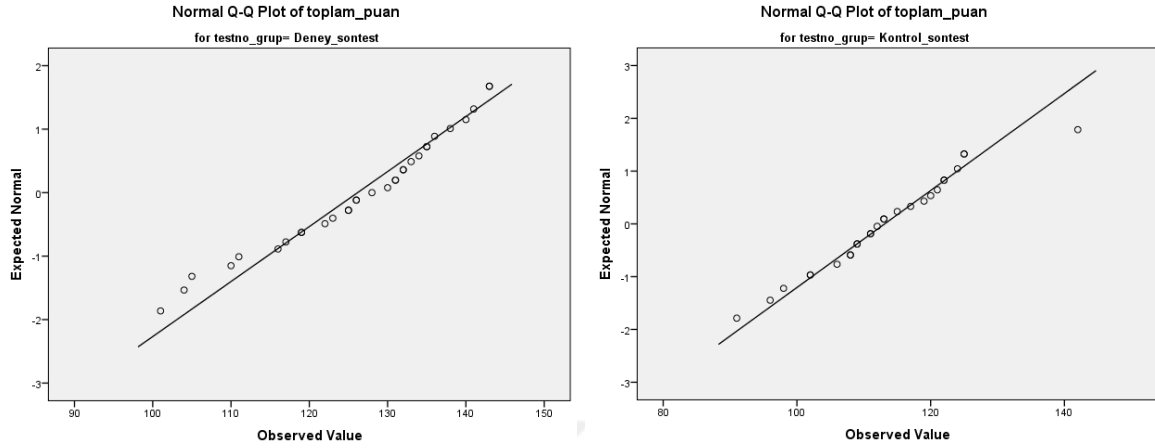
Tablo 3.12’ye göre deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarının karşılaştırıldığı bağımsız örneklem t-testi sonucuna göre iki grup arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Son test puanlarına ait verilerin normal dağılım varsayımını sağlayıp sağlamadığına dair sonuçlar Tablo 3.13 ve Tablo 3.14’te yer almaktadır.

Tablo 3.13. *Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği Son Test Puanlarına Ait Normal Dağılım Varsayım Sonuçları*

Alt Boyutlar	Grup	Shapiro-Wilk	Skewness	Kurtosis
Yaraticılık	Deney	.027	-.602	-.583
	Kontrol	.256	.348	-.300
Algoritmik Düşünme	Deney	.020	-.841	.205
	Kontrol	.918	-.048	-.304
İşbirliklilik	Deney	.000	-1.013	-.392
	Kontrol	.078	-.538	-.536
Eleştirel Düşünme	Deney	.126	-.557	-.304
	Kontrol	.365	-.086	-1.053
Problem Çözme	Deney	.082	-.305	-.771
	Kontrol	.090	.660	-.041
Toplam	Deney	.162	-.596	-.379
	Kontrol	.730	.283	.892

Tablo 3.13'e göre bilgi işlemsel düşünme ölçeği son test puanlarına ait verilerin genelinin normal dağılım varsayımını sağladığı gözlemlenmektedir. Aynı zamanda Şekil 3.3'te yer alan Q-Q plot grafiklerine göre de bu durumun desteklendiği ifade edilebilmektedir.

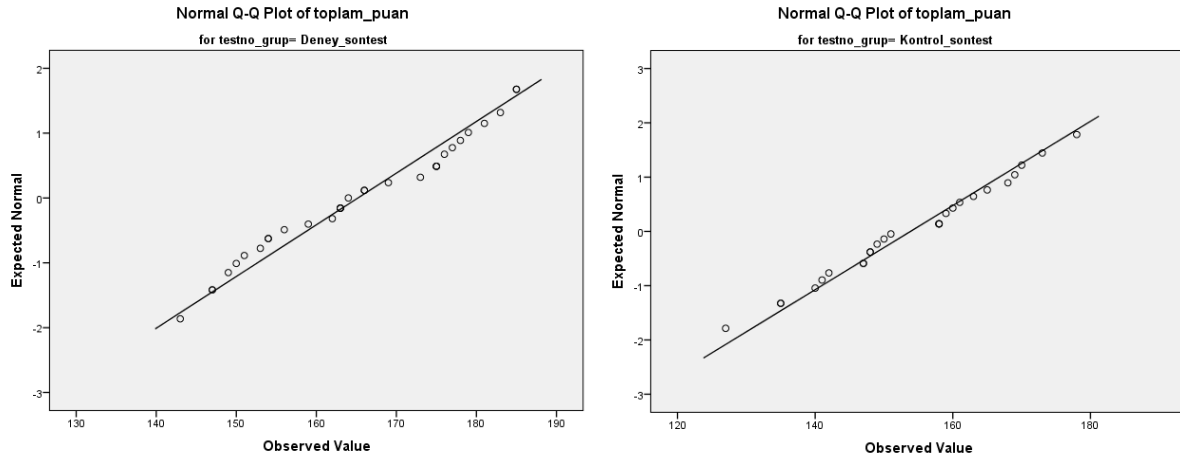


Şekil 3.3. Q-Q Plot Grafikleri (BİD Son Test Toplam Puanlar)

Tablo 3.14. Girişimcilik Ölçeği Son Test Puanlarına Ait Normal Dağılım Varsayım Sonuçları

Alt Boyutlar	Grup	Shapiro-Wilk	Skewness	Kurtosis
Risk Alma	Deney	.063	-.243	-1.003
	Kontrol	.295	-.193	.035
Fırsatları Görme	Deney	.024	-.576	-.623
	Kontrol	.095	-.032	-1.345
Kendine Güven	Deney	.073	-.559	.245
	Kontrol	.202	.395	-.775
Duygusal Zeka	Deney	.030	-.562	-.729
	Kontrol	.677	.090	-.610
Yenilikçi Olma	Deney	.177	.134	-.766
	Kontrol	.119	.500	-.369
Toplam	Deney	.154	-.057	-1.215
	Kontrol	.915	-.114	-.582

Tablo 3.14'e göre girişimcilik ölçeği son test puanlarına ait verilerin genelinin normal dağılım varsayımını sağladığı gözlemlenmektedir. Aynı zamanda Şekil 3.4'te yer alan Q-Q plot grafiklerine göre de bu durumun desteklendiği ifade edilebilmektedir.



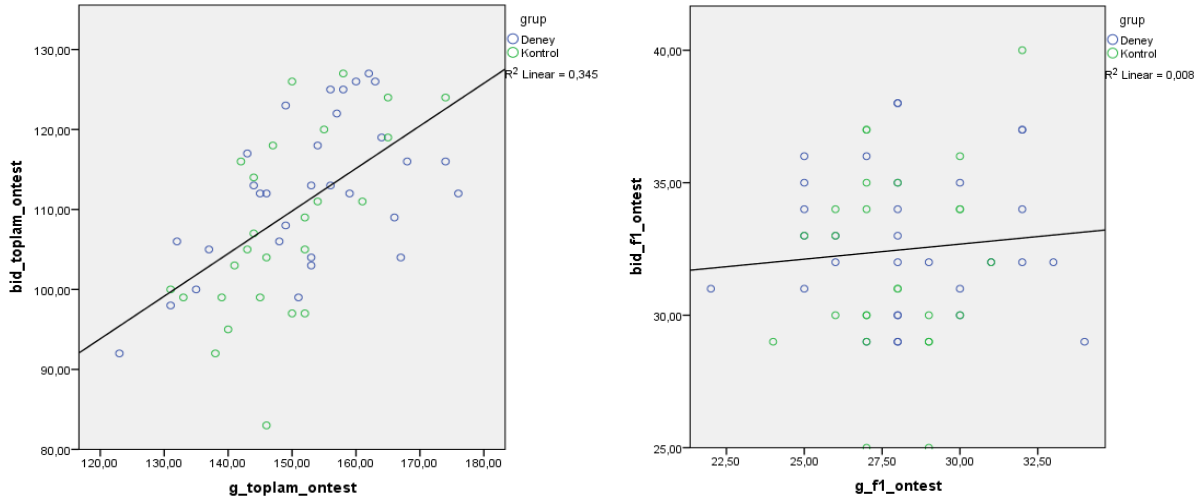
Şekil 3.4. Q-Q Plot Grafikleri (Girişimcilik Son Test Toplam Puanlar)

Tablo 3.15. Tüm Bağımlı Değişkenlere Ait Lineer İlişki Varsayım Sonuçları

Korelasyon	Bilgi İşlemsel Düşünme					Toplam
	Yaratıcılık	Algoritmik Düşünme	İşbirliklilik	Eleştirel Düşünme	Problem Çözme	
Risk Alma	.086	.096	.098	.198	.186	.162
Fırsatları Görme	.413	.343	.164	.489	.380	.574
Kendine Güven	.332	.285	.093	.463	.126	.424
Duygusal Zeka	.409	.347	.356	.528	.283	.515
Yenilikçi Olma	.259	.425	.129	.361	.087	.390
Toplam	.409	.416	.162	.551	.265	.588

Tablo 3.15'e göre lineer ilişki varsayımlarının sağlanıp sağlanmadığına yönelik olarak değişkenler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Pearson korelasyon analizi ve scatter/dot grafik sonuçları doğrultusunda bütün bağımlı değişkenler arasında pozitif yönde korelasyon olduğu, zayıf ve orta aralıklarında ($.05 < r < .60$, $r_{\min}=.086$, $r_{\max}=.588$, $.005 < R^2 < .40$, $R^2_{\min}=.008$, $R^2_{\max}=.345$) değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Gözlemlenen değerlerin genelini zayıf ve orta korelasyon aralıklarında dağılım göstermesi ile lineer ilişki varsayımının desteklendiği yönünde fikir yürütülebilir. Şekil 3.5'te yer alan scatter/dot grafikleriyle de en yüksek ve en düşük

korelasyonlar (bilgi işlemsel ön test toplam puan*girişimcilik ön test toplam puan, bilgi işlemsel düşünme 1. alt boyut puanı*girişimcilik 1. alt boyut puanı) görselleştirilmiştir.



Şekil 3.5. Scatter/Dot Grafikleri (BİD Toplam*G Toplam, BİD_F1*G_F1)

Tablo 3.16. *Tüm Bağımlı Değişkenlere Ait Deney ve Kontrol Grup Varyanslarının Homojenliği Varsayım Sonuçları*

Değişken	F	Sd1	Sd2	p
Yaratıcılık	1.626	1	55	.208
Algoritmik Düşünme	.010	1	55	.919
İşbirliklilik	.069	1	55	.794
Eleştirel Düşünme	2.295	1	55	.136
Problem Çözme	.985	1	55	.325
BİD Toplam	.138	1	55	.711
Risk Alma	.009	1	55	.924
Fırsatları Görme	.057	1	55	.812
Kendine Güven	1.201	1	55	.278
Duygusal Zeka	.336	1	55	.564
Yenilikçi Olma	2.547	1	55	.116
Girişimcilik Toplam	.096	1	55	.758

Tablo 3.16'ya göre MANCOVA analizi öncesi grupların varyanslarının homojenliği varsayımı Levene testiyle incelenmiş ve istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($F_{(1,55)}=1.626$, $p>.05$; $F_{(1,55)}=.010$, $p>.05$; $F_{(1,55)}=.069$, $p>.05$; $F_{(1,55)}=2.295$, $p>.05$; $F_{(1,55)}=.985$, $p>.05$; $F_{(1,55)}=.138$, $p>.05$; $F_{(1,55)}=.009$, $p>.05$; $F_{(1,55)}=.057$, $p>.05$; $F_{(1,55)}=1.201$, $p>.05$; $F_{(1,55)}=.336$, $p>.05$; $F_{(1,55)}=2.547$, $p>.05$; $F_{(1,55)}=.096$, $p>.05$). Yapılan analiz sonucunda deney

ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme ve girişimciliğe ilişkin varyanslarının homojen olduğu görülmüştür.

Tablo 3.17. *Alt Boyut ve Toplam Puanlara Ait Varyans-Kovaryans Matrislerinin Homojenliği Varsayım Sonuçları*

Box's M	F	Sd1	Sd2	p
Alt Boyutlar	1.243	55	9147.365	.107
Toplam	.203	3	10836486.49	.894

Tablo 3.17'ye göre MANCOVA analizi öncesi alt boyut ve toplam puanlara ait varyans-kovaryans matrislerinin homojenliği varsayımı Box's M testiyle incelenmiş ve istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. ($F_{(55, 9147.365)}=1.243$, $p>.05$; $F_{(3, 10836486.49)}=.203$, $p>.05$). Yapılan analiz sonucunda deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme ve girişimciliğe ilişkin alt boyut ve toplam puanlarına ait varyans-kovaryans matrislerinin homojen olduğu görülmüştür.

Tablo 3.18. *Regresyon Eğimlerinin Homojenliği Varsayım Sonuçları-Bilgi İşlemsel Düşünme*

Değişken	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Yaratıcılık	Grup	7.095	1	7.095	.594	.445
	Ön Test	12.735	1	12.735	1.065	.308
	Grup*Ön Test	14.864	1	14.861	1.243	.271
	Hata	514.039	43	11.954		
	Toplam	69190.000	57			
Algoritmik Düşünme	Grup	33.514	1	33.514	1.747	.193
	Ön Test	.297	1	.297	.015	.902
	Grup*Ön Test	1.803	1	1.803	.094	.761
	Hata	824.992	43	19.186		
	Toplam	32110.000	57	19.186		
İşbirliklilik	Grup	7.250	1	7.250	1.092	.302
	Ön Test	8.789	1	8.789	1.324	.256
	Grup*Ön Test	4.264	1	4.264	.642	.427
	Hata	285.464	43	6.639		
	Toplam	17277.000	57			
Eleştirel Düşünme	Grup	.987	1	.987	.073	.788
	Ön Test	8.366	1	8.366	.619	.436

	Grup*Ön Test	19.727	1	19.727	1.460	.233
	Hata	580.887	43	13.509		
	Toplam	23059.000	57			
Problem	Grup	12.047	1	12.047	1.514	.224
Çözme	Ön Test	.327	1	.327	.044	.835
	Grup*Ön Test	1.657	1	1.657	.224	.639
	Hata	318.743	43	7.413		
	Toplam	36782.000	57			
Toplam	Grup	357.146	1	357.146	2.417	.127
	Ön Test	111.154	1	111.154	.752	.391
	Grup*Ön Test	108.517	1	108.517	.734	.396
	Hata	6352.985	43	147.744		
	Toplam	833046.000	57			

Tablo 3.18'e göre regresyon doğrularının eğimlerinin homojenlik varsayımlarına göre tüm değişkenler için regresyon eğimlerinin eşit olduğu, son test puanları üzerinde grup ve ön test değişkenlerinin hem ayrı hem de ortak (Grup*Ön Test) etkisinin anlamlı olmadığı tespit edilmiştir (yaratıcılık için: $F_{(1,43)}=.594$, $p>.05$, $F_{(1,43)}=1.065$, $p>.05$, $F_{(1,43)}=1.243$, $p>.05$; algoritmik düşünme için: $F_{(1,43)}=1.747$, $p>.05$, $F_{(1,43)}=.015$, $p>.05$, $F_{(1,43)}=.094$, $p>.05$; işbirliklilik için: $F_{(1,43)}=1.092$, $p>.05$, $F_{(1,43)}=1.324$, $p>.05$, $F_{(1,43)}=.642$, $p>.05$; eleştirel düşünme için: $F_{(1,43)}=.073$, $p>.05$, $F_{(1,43)}=.619$, $p>.05$, $F_{(1,43)}=1.460$, $p>.05$; problem çözme için: $F_{(1,43)}=.1.514$, $p>.05$, $F_{(1,43)}=.044$, $p>.05$, $F_{(1,43)}=.224$, $p>.05$; toplam puan için: $F_{(1,43)}=2.417$, $p>.05$, $F_{(1,43)}=.752$, $p>.05$, $F_{(1,43)}=.734$, $p>.05$). Elde edilen bulgular ANCOVA analizi için gerekli olan varsayımların sağlandığını göstermektedir.

Tablo 3.19. Regresyon Eğimlerinin Homojenliği Varsayım Sonuçları-Girişimcilik

Değişken	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Risk Alma	Grup	13.361	1	13.361	1.1774	.190
	Ön Test	1.477	1	1.477	.196	.660
	Grup*Ön Test	1.695	1	1.695	.225	.638
	Hata	323.888	43	7.532		
	Toplam	50989.000	57			
Fırsatları	Grup	10.210	1	10.210	.597	.444
Görme	Ön Test	7.784	1	7.784	.455	.504
	Grup*Ön Test	7.189	1	7.189	.420	.520

	Hata	735.666	43	17.109		
	Toplam	88557.000	57			
Kendine	Grup	6.496	1	6.496	.534	.469
Güven	Ön Test	20.830	1	20.830	1.712	.198
	Grup*Ön Test	21.789	1	21.789	1.871	.177
	Hata	523.113	43	12.165		
	Toplam	50155.000	57			
Duygusal	Grup	2.684	1	2.684	.170	.682
Zeka	Ön Test	6.188	1	6.188	.393	.534
	Grup*Ön Test	18.833	1	18.833	1.195	.280
	Hata	677.641	43	15.759		
	Toplam	66528.000	57			
Yenilikçi	Grup	3.481	1	3.481	.209	.650
Olma	Ön Test	1.988	1	1.988	.119	.732
	Grup*Ön Test	29.293	1	29.293	1.756	.192
	Hata	717.357	43	16.683		
	Toplam	44638.000	57			
Toplam	Grup	60.932	1	60.932	.385	.538
	Ön Test	155.425	1	155.425	.983	.327
	Grup*Ön Test	473.941	1	473.941	2.998	.091
	Hata	6797.948	43	158.092		
	Toplam	1470219.000	57			

Tablo 3.19'a göre regresyon doğrularının eğimlerinin homojenlik varsayımlarına göre tüm değişkenler için regresyon eğimlerinin eşit olduğu, son test puanları üzerinde grup ve ön test değişkenlerinin hem ayrı hem de ortak (Grup*Ön Test) etkisinin anlamlı olmadığı tespit edilmiştir (risk alma için: $F_{(1,43)} = 1.1774$, $p > .05$, $F_{(1,43)} = .196$, $p > .05$, $F_{(1,43)} = .225$, $p > .05$; fırsatları görme için: $F_{(1,43)} = .597$, $p > .05$, $F_{(1,43)} = .455$, $p > .05$, $F_{(1,43)} = .420$, $p > .05$; kendine güven için: $F_{(1,43)} = .534$, $p > .05$, $F_{(1,43)} = 1.712$, $p > .05$, $F_{(1,43)} = 1.871$, $p > .05$; duygusal zeka için: $F_{(1,43)} = .170$, $p > .05$, $F_{(1,43)} = .393$, $p > .05$, $F_{(1,43)} = 1.195$, $p > .05$; yenilikçi olma için: $F_{(1,43)} = .209$, $p > .05$, $F_{(1,43)} = .119$, $p > .05$, $F_{(1,43)} = 1.756$, $p > .05$; toplam puan için: $F_{(1,43)} = .385$, $p > .05$, $F_{(1,43)} = .983$, $p > .05$, $F_{(1,43)} = 2.998$, $p > .05$). Elde edilen bulgular ANCOVA analizi için gerekli olan varsayımların sağlandığını göstermektedir.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bulgular kısmında betimsel analiz ve çıkarımsal analize (bağımlı örneklem t-testi, tek değişkenli kovaryans analizi (ANCOVA) ve çok değişkenli kovaryans analizine (MANCOVA) ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

4.1. Betimsel Analize İlişkin Bulgular

4.1.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmada, “Deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerileri nasıldır?” sorusuna yanıt aranmıştır.

Tablo 4.1. *Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları*

Değişken	Gruplar	N	Ön Test		Son Test	
			$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS
Yaratıcılık	Deney	31	4.10	.34	4.48	.42
	Kontrol	26	4.00	.44	4.14	.38
Algoritmik	Deney	31	3.61	.59	4.18	.69
	Düşünme	26	3.32	.77	3.51	.68
İşbirliklilik	Deney	31	3.99	.77	4.50	.60
	Kontrol	26	3.94	.79	4.05	.66
Eleştirel	Deney	31	3.63	.57	4.16	.59
Düşünme	Kontrol	26	3.50	.77	3.72	.76
Problem	Deney	31	3.92	.45	4.38	.45
Çözme	Kontrol	26	3.77	.56	3.99	.47
Toplam	Deney	31	3.87	.31	4.35	.39
	Kontrol	26	3.71	.39	3.90	.37

1: Hiçbir zaman, 2: Nadiren, 3: Bazen, 4: Genellikle, 5: Her zaman

Tablo 4.1’e göre fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerilerinden yaratıcılık alt becerisi (4-5 puan arası) hariç diğer alt beceri ve toplam beceri ön test ortalamaları her iki grupta da 3-4 puan arasındadır. Ön test beceri ortalamalarının genelinde tespit edilen düzeylerin “bazen” ve “genellikle” seçenekleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir. Son test beceri ortalamalarının genelinde tespit edilen düzeylerin ise “genellikle” ve “her zaman” seçenekleri arasında yer aldığı, deney grubunun sahip olduğu tüm son test beceri

ortalamalarının 4-5 puan aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda, her iki grupta da son testler lehine beceri seviyelerinde (davranış sıklığında) artış tespit edilmiştir. Ayrıca, bilgi işlemsel düşünme beceri ortalamaları karşılaştırıldığında, en yüksek puanların deney grubuna ait son test puanları olduğu görülmektedir.

4.1.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmada, Deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının girişimcilik becerileri nasıldır? sorusuna yanıt aranmıştır.

Tablo 4.2. *Girişimcilik Becerilerine İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları*

Değişken	Gruplar	N	Ön Test		Son Test	
			$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS
Risk Alma	Deney	31	4.04	.39	4.38	.44
	Kontrol	26	3.98	.27	4.08	.43
Fırsatları	Deney	31	4.16	.37	4.47	.44
Görme	Kontrol	26	4.09	.38	4.21	.42
Kendine	Deney	31	3.94	.51	4.34	.49
Güven	Kontrol	26	3.85	.37	4.04	.47
Duygusal	Deney	31	4.09	.36	4.37	.48
Zeka	Kontrol	26	3.96	.29	4.07	.48
Yenilikçi	Deney	31	3.78	.50	4.11	.48
Olma	Kontrol	26	3.60	.55	3.76	.65
Toplam	Deney	31	4.01	.33	4.34	.33
	Kontrol	26	3.91	.26	4.04	.33

1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Kararsızım, 4: Katılıyorum, 5: Tamamen katılıyorum

Tablo 4.2'ye göre fen bilgisi öğretmen adaylarının girişimcilik ön test beceri ortalamalarının 3-4 ile 4-5 puanları arasında dağılım gösterdiği, beceri düzeylerinin “kararsızım” ve “katılıyorum”, “katılıyorum” ve “tamamen katılıyorum” seçenekleri arasında yer aldığı gözlemlenmiştir. Son test beceri ortalamalarının genelinde tespit edilen beceri düzeylerinden kontrol grubuna ait yenilikçi olma beceri ortalaması (3-4 puan arası) hariç diğer alt beceri ve toplam beceri ortalamalarının her iki grupta da “katılıyorum” ve “tamamen katılıyorum” seçenekleri arasında yer aldığı, deney grubunun sahip olduğu tüm son test beceri ortalamalarının 4-5 puan aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Her iki grupta da son testler lehine beceri seviyelerinde (özelliklerin görülme sıklığında) artış tespit edilmiştir. Ayrıca, girişimcilik

beceri ortalamaları karşılaştırıldığında, en yüksek puanların deney grubuna ait son test puanları olduğu görülmektedir.

4.1.3. Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmada, “Deney grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının kullandıkları/oluşturdıkları etkinlik kağıtları, bireysel gelişim notları ve proje sonuç raporlarına göre araştırma ve uygulama süreci nasıldır?” sorusuna yanıt aranmıştır. Alt problemlere ilişkin bulgular Tablo 4.3-Tablo 4.14 arası yer almaktadır.

Tablo 4.3. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Birinci Aşama)

Aşama	Tespit Edilen Problem	Ekip
Problemin Tanımlanması	Biyoçeşitliliğin azalması	E1
	Gıda israfı	E2
	Çöp kokusu, çöp konteynerini açmak için dokunmak zorunda kalmak	E3
	Aşırı nüfus artışı	E4
	Atıkların yanlış geri dönüşüm kutusuna atılması	E5
	Aşırı su tüketimi	E6, E7

E: Ekip

Tablo 4.3’e göre her bir ekibin günlük yaşamlarında karşılaştıkları ve bir çözüm üretmek istedikleri konular gözlemlenmektedir. Birinci ekip “biyoçeşitliliğin azalması”, ikinci ekip “gıda israfı”, üçüncü ekip “çöp kokusu, çöp konteynerini açmak için dokunmak zorunda kalmak”, dördüncü ekip “aşırı nüfus artışı”, beşinci ekip “atıkların yanlış geri dönüşüm kutusuna atılması”, altıncı ve yedinci ekipler ise aşırı su tüketimi” konularını problem olarak görüp çözmeyi tercih etmişlerdir. Bulgular incelendiğinde tüketim ve israf konularına daha çok eğilim olduğu (E2, E4, E6, E7) tespit edilmiştir. “Problemin tanımlanması” aşamasına yönelik örnek verilere aşağıda yer verilmiştir.

“Mahsulleri korumak amacıyla bahçe ve tarlalara giren hayvanların öldürülmesi. Bu durum biyoçeşitliliği tehdit etmektedir.” (E1) “Pazar yerlerinde meyve ve sebzelerin yere dökülmesi veya atılması. Bu durum gıda israfına sebep olmaktadır.” (E2) “Kapağı açık kalan çöp konteynerlerden koku gelmesi, kapağın kapalı olma durumunda kapağı açmak için dokunmak zorunda kalmak. Bu durum çevre kirliliğine sebep olurken aynı zamanda çöpte oluşan zararlı mikroorganizmaların etrafa yayılımını arttırmaktadır.” (E3) “Aşırı nüfus artışı. Bu durum doğal kaynakların kullanımını daha da arttırmaktadır.” (E4) “Geri dönüşüm kutuları olmasına rağmen bireylerin çöplerini bilinçli ya da bilinçsiz olarak yanlış kutulara atması.” (E5) “Bilinçsiz ve aşırı su tüketimi. Bu durum su kaynaklarının azalmasına sebep olmaktadır.” (E6, E7)

Tablo 4.4. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (İkinci Aşama)

Aşama	Dikkat Edilen Unsurlar ve Tercihler	Ekip
	<u>Kriter:</u> Mekanizmanın işlevselliği, kolay ve hızlı kurulum, bahçe veya tarlaya giren hayvanların hareketlerini algılaması, tasarlanan sistemin hayvanlara zarar vermemesi <u>Kullanılan Disiplinler:</u> <i>Çevre:</i> biyoçeşitliliğin korunması, <i>Fen:</i> bilimsel araştırma sürecinin oluşturulması (projenin amacı, yöntemi, sonucunun planlanması), örnek araştırmaların incelenmesi, <i>Fizik:</i> devre bağlantısı, sensör kullanımı, ses dalgası, yankı, frekans, <i>Biyoloji:</i> hayvan türleri, <i>Teknoloji:</i> Arduino, devre elemanları, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı ve ek malzemeler, Tinkercad, Fritzing, Mblock, Inkscape, Ultimaker Cura, LaserWork kullanımı, <i>Mühendislik:</i> kodların ve ürün tasarımının planlanması, <i>Matematik:</i> uzunluk, açı, ölçü birimi hesabı <u>Sınırlılık:</u> Mevcut malzemelerin öncelikli kullanımı (Arduino, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı), alınması gereken malzemelerin maliyeti, farklı hayvan türlerine göre mekanizmanın çalışma durumu, hayvanların sisteme alışması	E1
Probleme Yönelik İhtiyaçların Belirlenmesi	<u>Kriter:</u> Mekanizmanın işlevselliği, ekonomik olması, ürünün herkes tarafından kullanılabilirliği, ürünün canlılara ve doğaya zarar vermemesi, mekanizmanın sürdürülebilirliği, mekanizmada kart okuma sisteminin olması <u>Kullanılan Disiplinler:</u> <i>Çevre:</i> geri dönüşüm, <i>Fen:</i> bilimsel araştırma sürecinin oluşturulması (projenin amacı, yöntemi, sonucunun planlanması), örnek araştırmaların incelenmesi, <i>Fizik:</i> devre bağlantısı, elektrik akımı, <i>Biyoloji:</i> meyveler, sebzeler, <i>Teknoloji:</i> Arduino, devre elemanları, CNC lazer kesim cihazı ve ek malzemeler, Tinkercad, Fritzing, Mblock, Inkscape, Ultimaker Cura, LaserWork kullanımı, <i>Mühendislik:</i> kodların ve ürün tasarımının planlanması, <i>Matematik:</i> uzunluk, dönüş süresi, ölçü birimi hesabı <u>Sınırlılık:</u> Mevcut malzemelerin öncelikli kullanımı (Arduino, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı), ürünün taşınma zorluğu, ürün ebatının büyüklüğü, kart okuma sisteminde algılama sorunlarının oluşması	E2
	<u>Kriter:</u> Mekanizmanın işlevselliği, kolay kurulum, kapak kapatma mekanizmasının olması, kapağı açmak için dokunmaya gerek kalmaması, görüntü kirliliği oluşturmayan bir görünüme sahip olması	E3

Kullanılan Disiplinler: *Çevre:* çevre kirliliği, *Fen:* bilimsel araştırma sürecinin oluşturulması (projenin amacı, yöntemi, sonucunun planlanması), örnek araştırmaların incelenmesi, *Fizik:* devre bağlantısı, sensör kullanımı, ses dalgası, motor çeşitleri, *Biyoloji:* bakteri, hijyen, *Teknoloji:* Arduino, devre elemanları, CNC lazer kesim cihazı ve ek malzemeler, Tinkercad, Fritzing, Mblock, Inkscape, Ultimaker Cura, LaserWork kullanımı, *Mühendislik:* kodların ve ürün tasarımının planlanması, *Matematik:* uzunluk, dönüş açısı, kodlamada sayısal verilerin kullanımı

Sınırlılık: Mevcut malzemelerin öncelikli kullanımı (Arduino, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı), alınması gereken malzemelerin maliyeti

Kriter: İşlevsellik, kolay kurulum, uygulanabilir olması, herkes tarafından anlaşılır olması

E4

Kullanılan Disiplinler: *Çevre:* kaynakların azalması, *Fen:* bilimsel araştırma sürecinin oluşturulması (projenin amacı, yöntemi, sonucunun planlanması), örnek araştırmaların incelenmesi, *Fizik:* devre bağlantısı, *Teknoloji:* Arduino, devre elemanları, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı ve ek malzemeler, Tinkercad, Fritzing, Mblock, Inkscape, Ultimaker Cura, LaserWork kullanımı, *Mühendislik:* kodların ve ürün tasarımının planlanması, *Matematik:* matematiksel işlem

Sınırlılık: Mevcut malzemelerin öncelikli kullanımı (Arduino, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı), maliyet, ulaşılabilirlik

Kriter: Sensörlü, düşük maliyet, çevre kirliliği oluşturmayan bir mekanizma, malzemeleri kolay bulanabilir, basit ve işlevsel, kolay çoğaltım

E5

Kullanılan Disiplinler: *Çevre:* çevre koruma, geri dönüşüm, *Fen:* bilimsel araştırma sürecinin oluşturulması (projenin amacı, yöntemi, sonucunun planlanması), örnek araştırmaların incelenmesi, *Fizik:* devre bağlantısı, sensör kullanımı, ışık şiddeti, *Teknoloji:* Arduino, devre elemanları, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı ve ek malzemeler, Tinkercad, Fritzing, Mblock, Inkscape, Ultimaker Cura, LaserWork kullanımı, *Mühendislik:* kodların ve ürün tasarımının planlanması, *Matematik:* ürünün ölçüleri, kodlama süresindeki sayısal veriler, oran orantı, matematiksel işlemlerin gerçekleştirilmesi

Sınırlılık: Mevcut malzemelerin öncelikli kullanımı (Arduino, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı), maliyet, ürünün çoğaltım ve dağıtımında oluşabilecek problemler, bireylerin ürünü kullanmamaları, üründe yaşanabilecek teknik aksaklıklar

Kriter: İşlevsellik, kolay kurulum, su depolama ve filtreleme sisteminin olması, toprak nemine göre sulama, damlama ile sulama

E6

Kullanılan Disiplinler: *Çevre:* su kirliliği, gri su, *Fen:* bilimsel araştırma sürecinin oluşturulması (projenin amacı, yöntemi, sonucunun planlanması), örnek araştırmaların incelenmesi, *Fizik:* devre bağlantısı, sensör kullanımı, *Kimya:* Filtrasyon, filtreler, osmoz, absorpsiyon, *Biyoloji:* bitkilerin büyümesine etki eden faktörler, *Teknoloji:* Arduino, devre elemanları, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı ve ek malzemeler, Tinkercad, Fritzing, Mblock, Inkscape, Ultimaker Cura, LaserWork kullanımı, *Mühendislik:* kodların ve ürün tasarımının planlanması, *Matematik:* ürünün ölçüleri, kodlama süresindeki sayısal veriler, matematiksel işlemlerin gerçekleştirilmesi

Sınırlılık: Mevcut malzemelerin öncelikli kullanımı (Arduino, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı), ek malzemelerin maliyeti, sadece mutfak tarafından gelen suların arıtımının yapılması (tuvalet, lavabo gibi kısımlardan gelen suların filtrasyonunda yeterince hijyenik su oluşturulamayabilir)

Kriter: Ürün herkesin ulaşabileceği ve bütçesini zorlamayan, yağmur suyunun etkin kullanımı, suyun temiz ve atıksız kullanımı, E7 kolay kurulum, işlevsellik

Kullanılan Disiplinler: *Çevre:* suyun bilinçsiz kullanımı, hızlı nüfus artışı, su kirliliği, yağmur suyunun kullanımı, *Fen:* bilimsel araştırma sürecinin oluşturulması (projenin amacı, yöntemi, sonucunun planlanması), örnek araştırmaların incelenmesi, *Fizik:* devre bağlantısı, sensör kullanımı, üründe yer alacak toprak nem sensörü, kuru olan toprakta direnci fazla algılar ve ona göre gerekli olan suyu toprağa gönderir, *Biyoloji:* bitkilerin büyümesine etki eden faktörler, *Teknoloji:* Arduino, devre elemanları, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı ve ek malzemeler, Tinkercad, Fritzing, Mblock, Inkscape, Ultimaker Cura, LaserWork kullanımı, *Mühendislik:* kodların ve ürün tasarımının planlanması, *Matematik:* ürünün ölçülerinin hesaplanmasında, kodlama esnasında matematiksel verilerden yararlanıldı ve aynı zamanda ürün test edilirken de direnç değerleri gibi sayısal veriler aktif olarak mevcuttu

Sınırlılık: Mevcut malzemelerin öncelikli kullanımı (Arduino, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı), yağmur bakımından kısıtlı yaz aylarında ve İç Anadolu gibi kurak iklime sahip bölgelerde ürünün kullanımı doğal olarak kısıtlı hale gelecektir

E: Ekip

Tablo 4.4'e göre her bir ekibin tespit ettikleri problemleri çözmek için bilgi topladıkları ve bu bilgiler doğrultusunda ürünün özelliklerini (kriter) ve ürünün geliştirilmesini sınırlandıran olası durumların (sınırlılık) belirlendiği gözlemlenmektedir. Ayrıca ürünün geliştirilmesi sürecinde ihtiyaç duyulabilecek farklı disiplinlerin bilgileri hakkında notlar aldıkları görülmektedir. Uygulama sürecinin başında araştırmacı tarafından kriter örneği olarak işlevsellik ve kolay kurulum örnekleri, sınırlılık örneği olarak ise kurumun bünyesinde bulunan mevcut malzemelerin öncelikli kullanımı verilmiştir. Uygulama sürecinin önemli bir vurgusu olan disiplinler arası bakış açısı doğrultusunda da Çevre bilgisi, Fen bilgisi (bilimsel araştırma süreci, fen bilimleri), Teknoloji bilgisi, Mühendislik bilgisi ve Matematik bilgisinin kullanılıp kullanılmadığı konusunda edindikleri bilgileri incelemeleri istenmiştir. Bulgular incelendiğinde uygulamanın ana yapısını oluşturan E-STEM disiplinlerinin kullanımına yönelik bilgileri yorumlayabildikleri tespit edilmiştir. Çevre konularını doğrudan Çevre disiplini altında ele alırken, bilimsel araştırma sürecinin yönlendirilmesi, fizik kimya, biyoloji disiplinlerinin bilgisinin kullanımını Fen disiplini altında ele almışlardır. Tüm ekipler tarafından Çevre, Fen (bilimsel araştırma sürecinin planlanması), Teknoloji (Arduino, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı, ek malzemeler, Tinkercad, Fritzing, Mblock, Inkscape, Ultimaker Cura, LaserWork yazılım kullanımı), Mühendislik (kodların ve ürün tasarımının planlanması) ve Matematik bilgisinin (sayısal verilerin hesaplanması) haricinde Fizik en çok kullanılan disiplin olmuştur (Tüm ekipler). En az vurgulanan disiplin bilgisi ise Kimya disiplinine aittir (E4, E6, E7). Etkinlik kağıtları ve proje sonuç raporları incelendiğinde iki ekip (E4 ve E7) doğrudan belirtmese de uygulama sürecinde plastik malzemenin ahşap malzemeye göre su geçirgenliği konusunda daha dayanıklı olduğuna yönelik fikir alışverişinde bulunmaları ile Kimya disipliniyle ilgili bir konuyu (maddenin yapısı) ele aldıkları araştırmacı gözlemleri doğrultusunda tespit edilmiştir. Biyoloji disipline vurgu yapan beş ekip bulunmaktadır (E1, E2, E3, E6, E7). Devre bağlantıları tüm ekiplerde kullanıldığı için Fizik disiplinine daha çok vurgu yapıldığı söylenebilir. Ayrıca ekiplerde sensör kullanımı, ses dalgası, yankı, frekans, elektrik akımı, motor çeşitleri, ışık şiddeti gibi kavramların da ifade edildiği tespit edilmiştir.

Tablo 4.5. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Üçüncü Aşama)

Aşama	Dikkat Edilen Unsurlar ve Tercihler	Ekip
Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	Ürün yapısının değiştirilmesi, ek yapıların eklenmesi	E1, E2, E3, E5
	Farklı bir çözümün üretilmesi	E4, E6, E7

E: Ekip

Tablo 4.5'e göre ekiplerin üzerinde çalıştıkları çözüm fikrinin haricinde belirledikleri fikirler incelendiğinde dört ekibin (E1, E2, E3, E5) ürünün yapısının değiştirilmesi, ek yapıların eklenmesine yönelik çözüm ürettiği gözlemlenirken üç ekibin (E4, E6, E7) var olanın haricinde farklı bir çözüm ürettikleri gözlemlenmiştir. "Olası çözümlerin geliştirilmesi" aşamasına yönelik örnek verilere aşağıda yer verilmiştir.

"Olası Çözüm: Hayvanların rahatsız olacakları koku püskürten mekanizmaların tasarlanması (Örneğin aylar nane kokusunu sevmezler)." (E1)

"Olası Çözüm: Huni girişli ve motoru borusunda sabit olan bir parçalayıcı mekanizma tasarımı" (E2)

"Olası Çözüm: Pedallı mekanizma" (E3)

"Olası Çözüm: Düzensiz nüfus artışını önlemek için uyarı sistemi" (E4)

"Olası Çözüm: Ayı ayrı sensörlü bir çöp kutusu tasarlamak" (E5)

"Olası Çözüm: Düşük akımlı duş başlıkları, musluklar ve lavabo armatürleri gibi suyu daha verimli kullanan armatürlerin kullanımı" (E6)

"Olası Çözüm: Su arıtma sistemi" (E7)

Tablo 4.6. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Dördüncü Aşama)

Aşama	Dikkat Edilen Unsurlar ve Tercihler	Ekip
En İyi Çözümün Seçilmesi	Öğrenilen bilgiler, ulaşılan malzemeler (araştırmacı tarafından mevcut malzemeler hakkında ön bilgilerin verilmesi, ekipler tarafından malzemelerin kullanımına yönelik örnek projelerin incelenmesi)	Tüm ekipler
	Topluma ve çevreye fayda sağlayan, özgün, test edilebilir, kullanışlı, yenilikçi, düşük maliyetli olması	Tüm ekipler

Tablo 4.6'ya göre tüm ekiplerin en iyi çözümü, öğrendikleri bilgiler ve ulaşılabildikleri malzemeler doğrultusunda belirledikleri gözlemlenirken tasarlanacak ürünün topluma ve çevreye fayda sağlaması, özgün olması, test edilebilmesi, kullanışlı, yenilikçi ve düşük

maliyetli olması gibi kriter ve sınırlılığı göz önünde bulundurdıkları tespit edilmiştir. “En iyi çözümün seçilmesi” aşamasına yönelik örnek verilere aşağıda yer verilmiştir.

“Çözümümüzü kullanışlılığı ve düşük maliyetli yapmaya çalıştığımızdan dikkatli ve düzenli bir şekilde inceledik. (E1)

“Sececeğimiz çözüm yolunun daha önceden uygulanan bir yöntem olup olmadığını incelemek ve bu doğrultuda hazırlığımızı yapmak oldukça önem taşımakta. Bizler gerekli incelemeleri yaptığımızda atık ürünlerin gübre veya posaya çevrilmesini sağlayan teknolojik araç gereçlerin bulunduğu bilgisine ulaştık.” (E2)

“Yeni teknolojilerin faydalarından yararlanarak bir ürün tasarlamak istedik. Bunu yaparken güncel sorunları ele aldık ve teknolojiyi işlevsel bir şekilde kullanmaya dikkat ettik.” (E3)

“Düzensiz nüfus artışının insanlara ve çevreye verdiği olumsuz etkiyi göstermek amaçlı bir ürün tasarladık.” (E4)

“Çevreyi kirleten çöplerin hem azalmasına hem geri dönüşümüne katkıda bulunduk.” (E5)

“Çözümü test edebilme imkanının oluşturulması” (E6)

“Elbette bu fikir ilk bizim aklımıza gelmedi ancak bizim ürünümüz maaliyet düşüklüğü ile fark oluşturuyor.” (E7)

Ek olarak her bir ekibin belirledikleri en iyi çözümler aşağıdaki gibidir:

“Pir sensör maket hayvanları algılayarak mekanizmayı aktif hale getirmiştir ve ultrasonik sensör hayvanların ne kadar mesafede olduğunu ölçebilmiştir. Böylelikle buzzerden hayvanların rahatsız olacağı frekansta ses çıkmış olup ledler de ışık saçmıştır. Servo motor da çalışmış olup hayvanların korkmasını sağlamak amacıyla pervanelerini hareket ettirmiştir.” (E1)

“Pazar yerlerinde bulunan bu makineye, gün sonunda pazarcıların gelerek kartlarını sisteme okutacakları ve olası kargaşa ortamını engelleyecek bir mekanizma geliştirdik. Rfid kart okuyucu sistemle gösterilen kart ile Mblockta kişinin sisteme okuttuğu kart algılanır. Prototipe ürün eklenir. Sistem çalışmaya başlar ve belirlenen periyotlarla sistem çalışmaya devam eder. Motor ve bıçak sistemiyle posa haline getirilen ürün görevli eşliğinde kovalara aktarılır ve ilgili merkezlere gitmek için yola çıkar ya da çiftçilere gübre olarak verilir. Pazarcılardan arta kalan yere atılan meyve ve sebzeler bu sayede gübre olarak geri dönüştürülür. Bu uygulamaya uyan pazarcılara ödül verilebilir.” (E2)

“Ultrasonik sensör ile kişiyi belli bir mesafeden algılayıp servo motor ile kapağı dokunmadan açılıp kapanan çöp konteynerinin içinde step motor kontrolüyle çalışan bir dezenfektan sprej şişesi bulunmaktadır. Kapak belli bir süre sonra kapandığında step motor çalışmaya başlar ve ucuna yapıştırılmış ahşap çubuk belli bir miktar dönerek sprej şişesine basar.” (E3)

“Az nüfuslu ve çok nüfuslu 2 ortam düşündük. Her iki ortamdaki kişi sayısını hesaplayabilmek için rfid kart okuyucu sistemi ile içeri giren kişi sayısının algılanmasını istedik. İçeri her giren kişi kartı okutur. Bu esnada her iki ortamda da bulunan besin ve su depolarından belli miktar besin (temsili, bakliyat) ve su dökülür (depo içerisinde sabitlenen ve pervanesine yapıştırılmış ince ahşap plakayla servo motor belli bir açıda dönünce besin yerine konulan madde kapak açılarak dökülür. Su ise mini su motoru ile depo içinden çekilir). Hangi ortamda daha çok insan varsa o ortamdaki besin ve suyun daha çok azaldığı ifade edilir.” (E4)

“Tasarladığımız geri dönüşüm kutusunun içinde üç ayrı bölme ve her birine ait kapak bulunmaktadır. Renk algılama sensörü ile plastik, cam, karton ve kağıt malzemeler algılanır. Her algılanan atık çöp kutusunun üzerinde bulunan lcd ekranda görünür ve hangi atıksa uygun kapak açılır.” (E5)

“Toprak nem sensörüne belli bir değer yazacağız. (eşik değer gibi) o değere göre toprak nemi hakkında yorum yapabiliriz. Örneğin bulaşık yıkayacağız. Mutfak giderinden bahçedeki depoya su gelecek. Deterjan gibi kimyasalların arıtılmasında pamuk, gazlı bez gibi malzemeler kullanmayı düşündük. Su bahçeye damlama sistemi ile (serum lastiğine delikler açarak) ulaştığında nem sensörü hala ölçmeye devam edecek. Sistem bu şekilde devam edecek. Depoya aşırı su dolmasına karşın depoda belli bir seviyenin üstünde yer alan tahliye deliği ile su dışarı boşaltılacak.” (E6)

“Oluşturulan yağmur suyu deposu ile yağmur suyu hasadı yapılır. Evin çatısındaki oluklardan gelen su doğrudan yere akmak yerine serum hortumu aracılığıyla yağmur suyu deposuna ulaşır. Toprakta bulunan toprak nem sensörü ile toprağın nemi sürekli ölçülür. Toprak nemi belli bir seviyenin altına düşünce depolanan yağmur suyu serum hortumuyla bahçeye iletilir. Depoya aşırı su dolmasında deponun zarar görmemesi için depoda belli bir seviyenin üstünde yer alan tahliye deliği ile su dışarı boşaltılır.” (E7)

Tablo 4.7. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Beşinci Aşama)

Aşama	Dikkat Edilen Unsurlar ve Tercihler	Ekip
Prototipin Yapılması	Arduino ve devre elemanları, 3D yazıcı ve filament, CNC lazer kesim cihazı ve ahşap kontrplak, ek malzemeler, Tinkercad (3D tasarım ve devre simülasyonu için), Fritzing (Devre tasarım için), Mblock (Kodlama için), Inkscape (2D tasarım için), Ultimaker Cura (3D tasarım yazıcı için), LaserWork (2D tasarım kesim cihazı için) yazılım kullanımı	E1, E4, E6, E7
	Arduino ve devre elemanları, CNC lazer kesim cihazı ve ahşap kontrplak, ek malzemeler, Tinkercad (3D tasarım ve devre simülasyonu için), Fritzing (Devre tasarım için), Mblock (Kodlama için), Inkscape (2D tasarım için), LaserWork (2D tasarım kesim cihazı için) yazılım kullanımı	E2, E3, E5

E: Ekip

Tablo 4.7'ye göre dört ekibin (E1, E4, E6, E7) kurumun bünyesinde bulunan mevcut malzemeleri, ilgili yazılımları ve kendilerinin temin ettikleri ek malzemeleri 3D yazıcı dahil kullandıkları gözlemlenirken, tüm ekiplerin tasarım yazılımları aracılığıyla iki ve üç boyutlu tasarımlar yapmalarına rağmen sadece üç ekibin (E2, E3, E5) 3D yazıcı kullanmayı tercih etmedikleri gözlemlenmiştir. Uygulama süreci içerisinde araştırmacı gözlemleri doğrultusunda her bir ekibin yürüttükleri fikirlere yönelik notlar alınmıştır. Birinci ekibin tasarımı detaylandırma fikri, üç ekibin (E4, E6, E7) plastik malzemenin ahşap malzemeye göre su geçirgenliği konusunda daha dayanıklı olduğu fikri 3D yazıcı ile ürün çıktısı almaya yönlendirirken ürün çıktısı alma süresinin uzun olması, 3D yazıcıdan sadece birkaç parça ürün çıktısı (hayvan figürü, depo kapağı) almalarına sebep olmuştur. Geri kalan parçaların üretimine CNC lazer kesim cihazı ile devam etmek istediklerini belirtmişlerdir. Ek olarak birinci ekibin ürünün doğal malzemelerden oluşması yönünde fikir belirttiği gözlemlenmiştir. Aynı şekilde üçüncü ekip de 3D yazıcıda üretim süresinin uzun sürmesine değinmiş olup ürün gövdesi parçalarının tümünü CNC lazer kesim cihazı ile üretmeye yönelmiştir. İki ekibin ise (E2, E5) plastik yerine çevreye zarar vermeyen ahşap malzeme kullanımı fikri ile CNC lazer kesim cihazına yöneldikleri fark edilmiştir.

Ayrıca kullanılan ek malzemelere ilişkin verilere aşağıda yer verilmiştir.

“Silikon, ürünümüzü sunarken kullanacağımız bahçe modeli, bahçe modelini oluşturmak için gerekli malzemeler; dallar, yeşil keçe, yaprak süsler, tuz seramiği, boya, makas, bahçe makası, ahşap tahta, arta kalan ahşap kontrplak parçaları” (E1)

“Ahşap tahta, gri keçe, pazar standı için gerekli çubuklar, boya, makas, silikon tabancası, arta kalan ahşap kontrplak parçaları, kalemtıraş bıçağı, vida, tornavida, yoğurt kabı, süt kutusu kapağı” (E2)

“Bakır tel, fon kartonu, arta kalan ahşap kontrplak parçaları, el işi kağıdı, simli sünger kağıt, keçe kağıt, çay çubuğu, çöp şiş, silikon tabancası, makas, yapıştırıcı, cetvel, hazır hayvan oyuncacı, sprey şişesi, yapay çiçek, plastik kap” (E3)

“Fon kartonu, arta kalan ahşap kontrplak parçaları, el işi kağıdı, silikon tabancası, makas, yapıştırıcı, cetvel, yapay çiçek, ilaç kutusu, plastik kaplar, oje şişesi” (E4)

“Silikon tabancası, bakır tel, küçük plastik kaplar, kağıt, karton, cam” (E5)

“Toprak, plastik kap, serum lastiği, arta kalan ahşap kontrplak parçaları, pamuk, gazlı bez, küçük plastik huni, yapıştırıcı, çakıl taşları, yapay bitki, poşet” (E6)

“Fon kartonu, ahşap plaka, serum hortumu, silikon tabancası, hazır hayvan maketleri, toprak, çim, tahta şiş, keçeli kalem, maket bıçağı, cam kavanoz” (E7)

Tablo 4.8. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Altıncı Aşama)

Aşama	Dikkat Edilen Unsurlar ve Tercihler	Ekip
	Mekanizma çalışıyor, “ölçülerde bazı hatalar var, kontrplakların montajında görüntü problemi oluşturuyor, hayvanların kaçıp kaçmayacağı tespit edilmeli, farklı hayvanlar üzerinde mekanizma denenmeli”	E1
	Mekanizma çalışıyor, “mekanizmanın her meyveyi ve sebzeyi öğütüp öğütemeyeceği konusunda problem oluşabilir, kapağı açıp kapatırken motor da kapakla birlikte sürekli hareket ediyor, kapak yapısı düzeltilerek motor sabitlenmeli”	E2
Çözümü Test Etme ve Değerlendirme	Mekanizma kısmen çalışıyor, “çöp konteynerinin kapağı motorun gücüne göre çok ağır, kapak kısmının dizaynı değiştirilmeli, dezenfektanı kolayca sıkabilmek için daha güçlü bir motor kullanılmalı”	E3

Mekanizma çalışmıyor, “kablolarla ilgili bir sıkıntı var gibi, kablo değişikliği yapılmalı, besin depolarının kapak kısımlarının içerideki malzemenin kolaylıkla tahliye edilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmalı, kapak tutukluk yapıyor”	E4
Mekanizma kısmen çalışıyor, “aynı malzemeyi farklı malzemeymiş gibi algılıyor, kodlar kontrol edilmeli, farklı atık malzemeler üzerinde mekanizma denenmeli”	E5
Mekanizma çalışıyor, “ev prototipi mutfak tezgahına göre küçük kaldı, boyutlar tekrar gözden geçirilmeli, daha iyi bir filtrasyon için nitelikli filtreler kullanılmalı”	E6
Mekanizma çalışıyor	E7

E: Ekip

Tablo 4.8’e göre ekiplerin yorumları ve araştırmacının gözlemleri doğrultusunda dört ekibin (E1, E2, E6, E7) geliştirdikleri mekanizmaların çalıştığı, iki ekibin (E3, E5) geliştirdikleri mekanizmaların kısmen çalıştığı, bir ekibin (E4) geliştirdiği mekanizmanın çalışmadığı tespit edilmiştir. İşlevselliği zayıflatın durumların ürün boyutu ve yapısı, kullanılan malzemeler ve kodlamadan kaynaklı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca birinci ekibin geliştirdiği mekanizmayı gerçek ortamda deneme ihtiyacı ortaya çıksa da malzemelerin sınıf dışına çıkarılamaması bir sınırlılık olarak ifade edilebilir.

Tablo 4.9. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Yedinci Aşama)

Aşama	Dikkat Edilen Unsurlar ve Tercihler	Ekip
Çözümün Sunulması	Her bir ekibin diğer ekiplere sunum yapması ve görüşlerin alınması, Alınan dönüt: “ürünümüzün hem dış görünüşü hem de işlevselliği beğenildi, sadece ürünün yere yakın olması düzeltilmesi gereken bir durum olarak ifade edildi.”	E1
	Her bir ekibin diğer ekiplere sunum yapması ve görüşlerin alınması, Alınan dönüt: “fikrimiz dikkat çekti, sadece ürünün her meyve ve sebzeyi öğütüp öğütmeyeceği konusunda fikir yürütüldü böyle bir durumda daha güçlü bir motor ve bıçak yapısının olması gerektiği ifade edildi”	E2
	Her bir ekibin diğer ekiplere sunum yapması ve görüşlerin alınması, Alınan dönüt: “ürünün amaca uygun şekilde çalıştığından	E3

bahsedildi, sadece motorun dezenfektanı sıkma konusunda gücü yetmiyordu, daha güçlü motorlar kullanılabilir.”

Her bir ekibin diğer ekiplere sunum yapması ve görüşlerin alınması, E4

Alınan dönüt: *“fıkrimiz beğenildi, sadece besin depolarının kapak kısımlarının iyi ayarlanması gerekiyor, su boşaltılmasıyla ilgili problem görünmüyor”*

Her bir ekibin diğer ekiplere sunum yapması ve görüşlerin alınması, E5

Alınan dönüt: *“apartmanda kullanılabilirliği işlevsel buldular, çevreye verilen zararı minimuma indireceğini, tasarruf eden bir proje olduğunu söylediler, sadece her bir atığın tespit edilmesinde problem yaşanabileceği, daha gelişmiş bir algılama sisteminin oluşturulması gerektiğinden bahsedildi.”*

Her bir ekibin diğer ekiplere sunum yapması ve görüşlerin alınması, E6

Alınan dönüt: *“çözümü beğendiler, sadece daha iyi bir filtrasyon için nitelikli filtreler kullanılması gerektiğinden bahsettiler.”*

Her bir ekibin diğer ekiplere sunum yapması ve görüşlerin alınması, E7

Alınan dönüt: *“ürün gayet işlevsel, kolay kurulabilir, etkin bir şekilde su kullanımının sağlanabileceği bir ürün olarak herkes tarafından algılanmaktadır, sadece ürünün yaz aylarında kullanımının doğal olarak kısıtlanacağı ve İç Anadolu bölgesi gibi yıllık yağmurlu gün sayısının az olduğu bölgelerde de durumun benzer bir şekilde seyredeceğinden bahsedildi.”*

E: Ekip

Tablo 4.9’a göre tüm ekipler geliştirdikleri ürünleri dış gözlemci olarak diğer ekiplere sundukları gözlemlenmektedir. Dış gözlemcilerin dönütleri incelendiğinde her ekip için olumlu dönütlerin yanı sıra ürünlerin geliştirilmesi gereken yönlerinin olduğundan da bahsedilmiştir. Dönütlere göre iki ekibin (E1, E4) aldığı düzeltme önerilerinin süreç içerisinde yapılabilir olduğu söylenebilirken diğer beş ekibin karşılaştığı olumsuz durumların ulaşabildikleri malzemeler (E2, E3, E5, E6) ve iklim koşullarından (E7) kaynaklandığı görülmektedir. Bu durumlar bir sınırlılık olarak ifade edilebilir.

Tablo 4.10. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Sekizinci Aşama)

Aşama	Dikkat Edilen Unsurlar ve Tercihler	Ekip
Yeniden Tasarlama/Revize Etme (Gerekli ise)	Gerekli, “prototip tasarımının şekil ve boyutlarını değiştirme”	E1
	Gerekli, “prototip kodlarının düzenlenmesi”	E5
	Gerekli değil	E2, E3, E4, E6, E7

E: Ekip

Tablo 4.10’a göre iki ekip yeniden tasarlama/revize etme aşamasını gerekli görüp yapısal (E1) ve kodlama (E5) ile ilgili değişimler yapmak istediklerini belirtmişlerdir. Beş ekip (E2, E3, E4, E6, E7) ise yeniden tasarlama/revize etme aşamasının gerekli olmadığına düşünmüşlerdir. Bu ekiplerin tasarımlarının belirlenen kriter ve sınırlılıklar doğrultusunda yeterli olduğu düşüncesiyle “Gerekli değil” kararını verdikleri gözlemlenmiştir.

Tablo 4.11. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamaların İncelenmesi (Dokuzuncu Aşama)

Aşama	Dikkat Edilen Unsurlar ve Tercihler	Ekip
Kararın Tamamlanması	Çözümün sonuçlanması ve sonuç raporunun oluşturulması	Tüm ekipler

Tablo 4.11’e göre tüm ekiplerin geliştirdikleri ürünleri tamamlayıp sonuç raporlarını yazdıkları görülmektedir.

Tablo 4.12. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitimindeki Mühendislik Tasarım Süreci ve Girişimcilik Aşamaları Arasındaki Bağlantılar

MTS Aşamaları	Girişimcilik Aşamaları	Ekip
1.Problemin Tanımlanması	G1, G6	Tüm ekipler G6 için (E1, E2)
2.Probleme Yönelik İhtiyaçların Belirlenmesi	G1	Tüm ekipler
3.Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	G1, G2, G6	Tüm ekipler G6 için (E3, E4, E5, E6, E7)
4.En İyi Çözümün Seçilmesi	G3, G4, G5, G7, G8	Tüm ekipler
5.Prototipin Yapılması	G9, G10	
6. Çözümü Test Etme ve Değerlendirme	G11, G12, G13, G9 (Sunum öncesi tespit edilen eksiklerin düzeltilmesi için gerekli görülürse)	Tüm ekipler G9 için (E1, E2, E3, E4, E5, E6)
7.Çözümün Sunulması	G14, G15, G16	Tüm ekipler
8.Yeniden Tasarlama/Revize Etme (Gerekli ise)	(Gerekli görüldüğü takdirde prototipin yapılması aşamasına geri dönülmeli) Düzenlenmesi gereken durumlar için ilgili girişimcilik aşamaları sırayla gözden geçirilir	E1, E5
9.Kararın Tamamlanması	G16	Tüm ekipler

MTS: Mühendislik Tasarım Süreci, G: Girişimcilik, E: Ekip

Tablo 4.12'ye göre öğretmen adaylarının mühendislik tasarım tabanlı uygulama sürecinde hangi aşamalarda hangi girişimcilik basamaklarına yer verdikleri görülmektedir. Gerçekleştirilen aşamalara yönelik bulgular, araştırmacının gözlemleri ve ekiplerin yorumları doğrultusunda tespit edilmiştir. Her bir aşamanın ekipler tarafından dikkate alınıp alınmadığına yönelik olarak araştırmacı tarafından uygulama süreci takip altına alınmıştır. Tüm ekipler tarafından “problemin tanımlanması” aşamasında G1 (1: Çevrenin gözlemlenmesi ve toplumun ihtiyaçlarının belirlenmesi), birinci ve ikinci ekipler tarafından G1 aşamasının yanı sıra G6 (6: Hedef kitlenin belirlenmesi (yaygın etki)), tüm ekipler tarafından “probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi” aşamasında G1 (1: Çevreyi gözleme ve toplumun ihtiyaçlarını belirleme), tüm ekipler tarafından “olası çözümlerin geliştirilmesi” aşamasında G1, G2 (1: Çevrenin gözlemlenmesi ve toplumun ihtiyaçlarının belirlenmesi, 2: İhtiyaçları kapsayan yenilikçi fikirlerin öne sürülmesi), beş ekip tarafından (E3, E4, E5, E6, E7) G6 (6: Hedef kitlenin belirlenmesi (yaygın etki)), tüm ekipler tarafından “en iyi çözümün seçilmesi” aşamasında G3, G4, G5, G7, G8 (3: Yenilikçi fikirlerden birine karar verilmesi, 4: Fikrin daha önce var olma durumunun belirlenmesi (benzerlerinin analizi), 5: Diğer benzer ürünlerden farkının ortaya konulması (özgünlük), 7: İhtiyaç duyulan araç, gereç, hizmet vb. unsurlara karar verilmesi, 8: Karşılaşılması muhtemel risklerin belirlenmesi ve giderilmesi (B planı)), “prototipin yapılması” aşamasında G9, G10 (9: Amaçlanan ürünün tasarlanması ya da hizmetin tanımlanması (iş analizi), 10: Üretim ve pazarlama aşamasında personel sayısı ve niteliğine karar verilmesi), tüm ekipler tarafından “çözümü test etme ve değerlendirme” aşamasında G11, G12, G13 (11: Tasarım ya da iş analizi sonucunda maliyetin hesaplanması, 12: Öngörülen ortalama (yıllık, aylık, günlük) satış hedeflerinin belirlenmesi, 13: Beklenmedik durumlara ilişkin ön görülerde bulunulması), altı ekip tarafından (E1, E2, E3, E4, E5, E6) gerekli görüldüğü için G9 (9: Amaçlanan ürünün tasarlanması ya da hizmetin tanımlanması (iş analizi)), tüm ekipler tarafından “çözümün sunulması” aşamasında G14, G15, G16 (14: Kullanıcıya nasıl ulaşılabileceğine karar verilmesi, 15: Hangi kanallar aracılığıyla tanıtım yapılacağına karar verilmesi, 16: Projenin rapor halinde sunulması), “yeniden tasarlama/revize etme” aşamasını gerekli gören ekiplerin (E1, E5) prototipin yapılması aşamasına geri döndüğü, tüm ekipler tarafından “kararın tamamlanması” aşamasında ise G16 (16: Projenin rapor halinde sunulması) girişimcilik aşamasının ele alındığı gözlemlenmiştir. Aşamaların bağlantılarına yönelik örnek verilere aşağıda yer verilmiştir.

MTS1-G1, G6: “*Canlıların korunması, tarla ve bahçe sahiplerinin mahsullerini korumak*” (Hedef kitleyi problemin belirlenmesi aşamasında belirleyen, öngören ekip örneği)

MTS2-G1: “Köylerde bahçeye veya tarlalara giren hayvanların hareketlerini algılayarak mekanizmayı çalıştırması gerekmektedir”

MTS3-G1, G2: “Aldığımız dönütler sonucunda tasarladığımız ürünün sadece tek bir yüzünde hareket sensörü bulunan prototipimizi hem arka hem de ön yüze koyma kararı aldık. Bu sayede sensörler daha geniş alanları algılayacak ve ürünümüzün güvenilirliği artacaktır; kullanacağımız araç gereçler içerisinde arduino nano, breadboard, buzzer, üç adet led, üç adet direnç, PIR sensör, iki adet ultrasonik sensör, iki adet servo motor, jumper kablolar, 9V pil bulunmalıdır, bu sayede tarla veya bahçeye girmeye çalışan vahşi hayvanları korkutmak için bir devre tasarlanacaktır”

MTS3-G1, G2, G6: Az nüfuslu ve çok nüfuslu 2 ortam düşündük. Her iki ortamdaki kişi sayısını hesaplayabilmek için rfid kart okuyucu sistemi ile içeri giren kişi sayısının algılanmasını istedik. İçeri her giren kişi kartı okutur. Bu esnada her iki ortamda da bulunan besin ve su depolarından belli miktar besin (temsili, bakliyat) ve su dökülür (depo içerisinde sabitlenen ve pervanesine yapıştırılmış ince ahşap plakayla servo motor belli bir açıda dönünce besin yerine konulan madde kapak açılarak dökülür. Su ise mini su motoru ile depo içinden çekilir). Hangi ortamda daha çok insan varsa o ortamdaki besin ve suyun daha çok azaldığı ifade edilir. Düşündüğümüz bu çözüm bir eğitim aracı olarak sunulabilir.” (Hedef kitleyi olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında belirleyen ekip örneği)

MTS4-G3, G4, G5, G7, G8: “Grup üyelerimiz ile birlikte en uygun, en yenilikçi çözüm yollarına gitmeye çalıştık, bu ürün daha öncesinde araştırmalarımız sonucunda kiraz bahçesine giren yabani hayvanları korkutmak amacıyla tasarlanan mekanizmanın tüfek sesi çıkartarak, zarar vermeden uzaklaştırılması hedeflenmiştir; tasarladığımız üründe, diğer ürünle kıyaslandığında büyük bir fark vardır, arduino'ya bağlı olan ultrasonik sensör ve PIR sensör kızılötesi ışınlar yardımıyla yaklaşmakta olan yabani hayvanı algılıyor ve devre elemanlarına yani buzzera ses, servo motorlara hareket, ledlere ışık olarak etkisini gösteriyor, bu sayede farklı sistemler ile yabani hayvan zarar görmeden korkup kaçıyor, karşılaşılması muhtemele riskler arasında; piyasaya satılmak üzere tasarlanan mekanizmanın satın alacak tarla veya bahçe sahiplerinin, korkutup kaçırmaması gereken hayvanlarının birbirinden farklı olmasıdır; farklı tür vahşi hayvanların her birinin korktuğu, kaçtığı şeylerin farklı olabilmesidir, bu soruna karşılık; her hayvanın ürküp kaçabileceği ses ve ışık mekanizması oluşturmak”

MTS5-G9, G10: “Dört veya beş kişiye ihtiyaç duyulabilir, bu personeller sırasıyla mekanizmanın devresinin kodlamasını yapacak kişi, mekanizmanın gövdesini tasarlayacak kişi,

mekanizmadaki devreyi tasarlayacak kişi, ürünü tanıtan, pazarlayan kişi ve son olarak planlama yaparak, tasarlayan, ekibin koordinesini sağlayan kişi ile personel ekibi tamamlanmış olur”

MTS6-G11, G12, G13: *“Ürünümüzün sadece devre kısmı 560 Türk lirasıdır, devreye koyacağımız ahşap plakanın da yaklaşık 300 Türk lirası olacağından düşük bütçeli bir ürün olamayacağından kaynaklı, en az maliyet ile 1250 Türk lirası ile satışa çıkarabileceğimizi düşünüyoruz, öngördüğümüz satış planlamasında diğer şirketlerin satış oranlarına bakarak yaz aylarında satışların artacağı düşünülmekte, yıllık ortalama başlangıç için 60 ürün satılabilir; ürünün insanlara ulaşamaması durumunda elden satış yapılması”*

MTS7-G14, G15, G16: *“Kullanıcıya reklamlar aracılığı ile ulaşmayı düşünüyoruz”*

MTS8 (Gerekli ise): *“Süreç içerisinde tartışmalarımız sonucunda bir ayak yani bir platform aracılığı ile yükseltilmesi gerektiği kararını aldık”* (Sunum öncesi düzeltme gereği görmeyip yeniden tasarlama/revize etme aşamasında düzeltme gereği duyan ekip örneği)

MTS6-G11, G12, G13, G9: *“1000-1500 tl arası bir maliyete tekabül etmektedir, birçok yer ve birçok günde pazar yerleri bulunup kurulduğu için ürünün tutması açısından gerekli satış miktarının fazla olması yönünde beklentilerimiz var, ürün pazarda kullanılırken pazarcıların öğütme işlemi yapmadan sisteme kimliğini göstermesine karşın ürünün başında bir görevli, zabitanın olması, prototipimizde birtakım değişikliklere gittik, bu süreçte rondo sisteminden esinlendik ve prototipimizi küp şeklinde yaptık, motor sistemini ise kapağına yerleştirdik, kapağı açıp kapatırken motor da kapakla birlikte sürekli hareket ediyordu, kapak yapısını hareketli ve sabit olmak üzere iki kısma ayırdık, motoru sabit kapağına monte ettik, açılır kapanır kapak tarafından sebze ve meyveleri koyabiliriz”* (Sunum öncesi tespit edilen eksiklerin düzeltilmesi için G9 aşamasını gerekli görüp yeniden tasarlama/revize etme aşamasına gerek duymayan ekip örneği)

Tablo 4.13. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitimiindeki Aşamaları Entegre Bir Bakış Açısıyla İnceleme

MTS Aşamaları	Yapılan İşlemler	G Aşamaları	BİD Aşamaları
1.Problemin Tanımlanması	Günlük yaşamda gözlemlenen problemlerin tespit edilmesi	G1, G6	Problemi anlama
2.Probleme Yönelik İhtiyaçların Belirlenmesi	Tespit edilen problemin çözülebilmesi için kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi, Problemi çözmek için ihtiyaç duyulan bilgilerin belirlenmesi, Robotik destekli dijital mini devre tasarımlarıyla birlikte çalışma sistemlerine hazırlığın başlanması	G1	Parçalara ayırma (İhtiyaçların, özelliklerin belirlenmesi)
3.Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	Çözüm önerisi ortaya koyma, Robotik destekli mini devre tasarımlarıyla birlikte çalışma sistemlerine hazırlığın devam etmesi	G1, G2, G6	Soyutlama (Uygun özelliklerin seçilmesi, tümünden ayrılması)
4.En İyi Çözümün Seçilmesi	Belirlenen kriter ve sınırlılıkları göz önünde bulundurarak en uygun çözüm önerisinin seçilmesi, Robotik destekli mini devre tasarımlarıyla birlikte çalışma sistemleri için uygun bileşenlere karar verilmesi	G3, G4, G5, G7, G8	Örüntü (Belirlenen uygun özellikler ile birlikte model oluşturulması)
5.Prototipin Yapılması	Robotik destekli ürün prototipinin oluşturulması, Robotik destekli mini devre tasarımlarıyla birlikte çalışma sistemleri için uygun bileşenler arasında bağlantı kurulması	G9, G10	Algoritma (Belirlenen özelliklerin, devre elemanları ve kodlarının düzenli, çalışır bir bütün haline getirilmesi)

6. Çözümü Etme Değerlendirme	Test ve	Oluşturulan prototipin işlevselliğinin incelenmesi ve işlevsel olup olmadığının belirlenmesi, Gerek görülen kısımların düzeltilmesine yönelik karar alınması ve ön denemelerin yapılması (<i>Prototip tasarımının düzenlenmesi, Prototip devre şeması ve kodlarının düzenlenmesi</i>) Robotik destekli mini devre tasarımlarıyla birlikte çalışma sistemleri için uygun bileşenlerin bir arada çalıştırılarak bağlantı ve kodlarının incelenmesi, işlevsel olup olmadığının belirlenmesi	G11, G12, G13, G9 (Sunum öncesi tespit edilen eksiklerin düzeltilmesi için gerekli görülürse)	Değerlendirme/Hata Ayıklama (<i>Prototipin denenmesi ve değerlendirilmesi</i>)
7.Çözümün Sunulması		Çözümlerin diğer ekiplerin değerlendirmesine sunulması	G14, G15, G16	
8.Yeniden Tasarlama/Revize Etme (Gerekli ise)		Prototip tasarımının düzenlenmesi (<i>prototip tasarımının şekil ve boyutlarını değiştirme, devreye ek bileşen ekleme, değiştirme</i>) Prototip kodlarının düzenlenmesi (<i>kod ekleme, çıkarma</i>)	(Gerekli görüldüğü takdirde prototipin yapılması aşamasına geri dönmeli) Düzenlenmesi gereken durumlar için ilgili girişimcilik aşamaları sırayla gözden geçirilir	
9.Kararın Tamamlanması		Çözümün sonuçlanması ve sonuç raporunun oluşturulması	G16	

MTS: Mühendislik Tasarım Süreci, G: Girişimcilik, BİD: Bilgi İşlemsel Düşünme

Tablo 4.13'e göre deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının gerçekleştirilen çevre eğitimine yönelik deneyimlerinin mühendislik tasarım süreci, girişimcilik ve bilgi işlemsel düşünme aşamaları bakımından sürece yansması ve süreç içerisindeki kesişim noktaları gözlemlenmektedir. Araştırmacı tarafından uygulama öncesi belirlenen olası kesişim noktaları gerçekleştirilen uygulama süreci doğrultusunda detaylandırılmıştır. Gerçekleştirilen aşamalara yönelik bulgular, araştırmacının gözlemleri ve ekiplerin yorumları doğrultusunda edinilen bilgiler ve bağlantılar göz önünde bulundurularak entegre edilmiştir. Bu entegre yapı ile birlikte girişimcilik uygulamasının tabanını oluşturan mühendislik tasarım sürecinde rastlanan bilgi işlemsel düşünme aşamalarının bütüncül olarak bir ortamda ele alınabileceğini göstermektedir. Aşamalara yönelik örnek verilere aşağıda yer verilmiştir.

MTS1-G1, G6-Problemi Anlama: *“Mahsulleri korumak amacıyla bahçe ve tarlalara giren hayvanların öldürülmesi. Bu durum biyoçeşitliliği tehdit etmektedir.”*

MTS2-G1-Parçalara Ayırma: *“Kriter: Bahçe veya tarlaya giren hayvanların hareketlerini algılaması, Sınırlılık: Hayvanların sisteme alışması, Kullanılan Disiplinler: Teknoloji: Arduino, devre elemanları, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı ile ilgili bilgi edinimi, Tinkercad, Fritzing ile devre tasarım denemesi, Inkscape ile iki boyutlu, Tinkercad ile üç boyutlu tasarım denemesi”*

MTS3-G1, G2-Soyutlama: *“Olası Çözüm: Hayvanların rahatsız olacakları koku püskürten mekanizmaların tasarlanması (Örneğin ayılar nane kokusunu sevmezler).”*

MTS4-G3, G4, G5, G7, G8-Örüntü: *“Yaklaşmakta olan yabani hayvanı algılıyor, ses, hareket, ışık etkisi gösteriyor, hayvanı kaçırıyor.”*

MTS5-G9, G10-Algoritma: *“Tasarladığımız üründe devre elemanlarımızı yani “2 adet PIR sensör, 2 adet ultrasonik sensör, 2 adet servo motor, ledler, buzzer, Arduino” için mblock yardımı ile kodlaması yapılır. Devre elemanlarımızın yerleri belirlenir. Bu devre elemanlarını koyabileceğimiz bir maket oluşturulur. Çizimleri inkscape uygulamasından çizilir ve laser work uygulamasına aktarılarak lazer kesim cihazında ahşap plakalar yardımıyla kesim işlemi gerçekleştirilir. Oluşturduğumuz örnek tahta plakalı modelin içerisine devre elemanları yerleştirilir ve yapıştırılır. Daha sonrasında ürünümüzün güvenilirliği test edilir. Ürünü test edip sunabileceğimiz bir ortam oluşturulur. Yapılması gerekenler veya eksikler doğrultusunda grup arkadaşlarıyla konuşulur.”*

MTS6,7,8,9-G11, G12, G13, G14, G15, G16-Değerlendirme/hata ayıklama: “Pir sensör maket hayvanları algılayarak mekanizmayı aktif hale getirmiştir ve ultrasonik sensör hayvanların ne kadar mesafede olduğunu ölçebilmiştir. Böylelikle buzzerdan hayvanların rahatsız olacağı frekansta ses çıkmış olup ledler de ışık saçmıştır. Servo motor da çalışmış olup hayvanların korkmasını sağlamak amacıyla pervanelerini hareket ettirmiştir. Prototipimiz başarılı bir şekilde çalışmaktadır. Ürünümüzün hem dış görünüşü hem de işlevselliği beğenilmiştir. Kendi bahçesi veya tarlası olan bir arkadaşımızın bu sorunu çok yaşadıklarını ve çözüm üretemediklerini, bulduğumuz çözüm ile ona çok fayda sağlayabileceğini de öğrenmiş olduk. Bu sayede ürünümüz kullanılabilirliği ve kullanışlılığı da dikkat çekmektedir. Ürünümüze bir geri dönüş olan yere yakın olması görüşü dikkatimizi çekti. Ürünün yere yakın olması düzeltilmesi gereken bir durum olarak ifade edildi. Bu dönüş doğrultusunda mekanizmamıza birtakım değişiklikler yaptık. Aldığımız dönüşler doğrultusunda en başta oluşturduğumuz tasarımı yer ile temas halindeydi. Süreç içerisinde tartışmalarımız sonucunda bir ayak yani bir platform aracılığı ile yükseltilmesi gerektiği kararını aldık. Bu sayede mesafe sensörleri rüzgâr aracılığıyla gezen cansız maddeleri yabani hayvan olarak algılamayacak ve doğru çalışacaktır.”

Tablo 4.14. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitimi ile Kazandırılması Planlanan Becerilerin İncelenmesi

Beceriler	Gösterge Davranışlar	f
Yaratıcılık	Özgün ve yeni fikirler ortaya koyma	E1, E2
Algoritmik Düşünme	Prototip geliştirme sürecini düzenli ve sıralı adımlar halinde ilerletme	Tüm ekipler
İşbirliklilik	Görev dağılımının yapıldığı grup çalışması gerçekleştirme	Tüm ekipler
Eleştirel Düşünme	Durumun olumlu veya olumsuz görülen yanlarını analiz etme, değerlendirme yapma	Tüm ekipler
Problem Çözme	Tespit edilen sorunun çözümüne yönelik fikir üretme ve bu fikri somut hale getirme	Tüm ekipler
Risk Alma	Karşılaşılabilecek sonuçlar üzerine derinlemesine düşünmeme, öngörememe, deneyip görme fikrinin olması	E1, E2, E4, E5, E7
Fırsatları Görme	Değişime, gelişime açık ve satışı gerçekleştirilebilir ürün tasarımı düşüncesine sahip olma	Tüm ekipler
Kendine Güven	Olası risklere karşı fikirler sunma, kararlarının arkasında durma	Tüm ekipler
Duygusal Zeka	Çevre ve birey odaklı koruma anlayışına sahip olma	Tüm ekipler

Yenilikçi Olma	Farklı fikirler ortaya koyma ve uygulama	Tüm ekipler
E: Ekip		

Tablo 4.14'e göre deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının gerçekleştirilen çevre eğitimine yönelik deneyimleri bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik becerilerini kullanma durumları bakımından araştırılmıştır. Algoritmik düşünme, işbirliklilik, eleştirel düşünme, problem çözme, fırsatları görme, kendine güven, duygusal zeka ve yenilikçi olma becerileri tüm ekiplerde gözlemlenirken yaratıcılık becerisinin iki ekipte (E1, E2), risk alma becerisinin ise beş ekipte (E1, E2, E4, E5, E7) ortaya çıktığı gözlemlenmektedir. Anlaşılabacağı üzere, tüm ekiplerin sergiledikleri davranışların gözlemlenmesi ve süreç içi notlarının incelenmesiyle birlikte bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik becerilerinin genelini sağladıkları ifade edilebilir. Becerilere yönelik örnek verilere aşağıda yer verilmiştir.

“Yaratıcılık” becerisini destekleyen örnek veriler:

“Bu ürün daha öncesinde öğrendiğimiz kadarıyla kiraz bahçesine giren hayvanları korkutmak amacıyla tasarlanan mekanizmanın tüfek sesi çıkartarak, zarar vermeden uzaklaştırmayı hedeflemektedir. Bizim tasarladığımız üründe arduino aracılığı ile gelen hayvanları ultrasonik sensörle fark ederiz. Daha sonrasında arduinoya bağlı olan PIR sensör kızılötesi ışınlar yollamaktadır. Hayvanların duyabileceği frekans aralığındaki ses ile insanları rahatsız etmeden, hayvanlar kaçırılır.” (E1)

“Araştırmalarımız sonucunda tasarımımızın hali hazırda kullanılmakta olan pek çok proje ile benzerlik gösterdiğini fark ettik. Bunun sonucunda bizler de çalışmamıza ayırt edici unsur olarak kimlik tanıma sistemi ekledik. Pazar yerlerinde bulunan bu makineye, gün sonunda pazarcıların gelerek kartlarını sisteme okutacakları ve olası kargaşa ortamını engelleyecek bir mekanizma geliştirdik. Bu sayede prototipimiz benzerlerinden ayrılarak kreatif bir şekil aldı. Kullanacağımız kimlik tanıma sistemiyle ürünün kullanılabilirliğini arttırarak avantaj kazandırdık.” (E2)

“Algoritmik Düşünme” becerisini destekleyen örnek veriler:

“-Tasarladığımız üründe devre elemanlarımızı yani “2 adet PIR sensör, 2 adet ultrasonik sensör, 2 adet servo motor, ledler, buzzer, Arduino” için mblok yardımı ile kodlaması yapılır. Devre elemanlarımızın yerleri belirlenir. -Bu devre elemanlarını koyabileceğimiz bir maket oluşturulur. -Çizimleri inkscape uygulamasından çizilir ve laser work uygulamasına aktarılarak Laser kesim cihazında ahşap plakalar yardımıyla kesim işlemi gerçekleştirilir. -

Oluşturduğumuz örnek tahta plakalı modelin içerisine devre elemanları yerleştirilir ve yapıştırılır. -Daha sonrasında ürünümüzün güvenilirliği test edilir. -Ürünü test edip sunabileceğimiz bir ortam oluşturulur. -Yapılması gerekenler veya eksikler doğrultusunda grup arkadaşlarıyla konuşulur.” (E1)

“-Öncelikle tinkercad uygulaması ile üç boyutlu şekilde prototipimizi tasarladık. -daha sonrasında inkscape uygulaması üzerinden Laser kesiminde göndermek üzere prototipimizin parçalarının çizimini yaptık. -kesilen parçaları birleştirerek prototipimizin dıştan görünümünü tamamlamış olduk. -tasarladığımız devreyi sistemimize uyarladık. -son olarak daha öncesinde mblock uygulaması ile yapmış olduğumuz yazılım aracılığıyla sistemimizi çalışır hale getirdik.” (E2)

“1)Ürün gövdesini tasarladık ve CNC lazer kesim cihazı ile gövdeyi çıkarttık. Menteşe parçalarını da CNC lazer kesim cihazından çıkarttık. Atık malzemelerden destek yaptık. 2)Daha sonra ürünün çalışmasını sağlayacak yazılımı mBlock programıyla oluşturduk. 3)Ürünün maket tasarımını oluşturduk. 4)Daha sonra ürünü test ettik” (E3)

“Az nüfuslu ve çok nüfuslu 2 ortam belirleyip bunların farklarını gözlemlemek istedik. Tinkercard ile çizimlerimizi yaptık. Oluşabilecek ev ve insan sayısına göre tasarım yaptık.” (E4)

“Yenilikçi fikirlerin ön planda olmasıyla biz etrafımızdaki problemlere ne gibi çözüm önerileri bulabiliriz diye birlikte kafa yorduk. 2. Benzer fikirler vardı. Bizde burada ne gibi yenilikler yapabiliriz ya da yapılan projelerdeki eksik kısımları nasıl giderebiliriz diye tartıştık. 3. Projemizi geliştirecek bize özgün olması için önce benzer projeleri inceleyip daha sonra hem işlevselliği arttıracak hem de basit bir ürün nasıl tasarlayabiliriz diye düşündük. 4. CNC makinesiyle ürünümüzü kesip birleştirip devre elemanlarını ürüne yerleştirip test ettik. 5. Çevreyi kirleten çöplerin hem azalmasını hem geri dönüşümüne katkıda bulunduk.” (E5)

“Toprak nem sensörüne belli bir değer yazacağız. (eşik değer gibi) o değere göre toprak nemi hakkında yorum yapabiliriz. Örneğin bulaşık yıkayacağız. Mutfak giderinden bahçedeki depoya su gelecek. Deterjan gibi kimyasalların arıtılmasında pamuk, gazlı bez gibi malzemeler kullanmayı düşündük. Su bahçeye damlama sistemi ile (serum lastiğine delikler açarak) ulaştığında nem sensörü hala ölçmeye devam edecek. Sistem bu şekilde devam edecek.” (E6)

“1) Ürün gövdesini tasarladık ve CNC lazer kesim cihazı ve 3D yazıcı aracılığı ile gövdeyi çıkarttık. 2) Daha sonra ürünün çalışmasını sağlayacak yazılımı mBlock programı aracılığı ile

oluşturduk. 3) Daha sonra ürünün maket tasarımını oluşturduk. 4) Daha sonra son aşama olan ürünü test etme aşamasına geçtik.” (E7)

“İşbirliklilik” becerisini destekleyen örnek veriler:

“Proje geliştirmenin tüm süreçlerine aktif bir şekilde katılıp, sorumluluk aldım ve iş birliği içinde çalışma konusunda deneyimim artmış oldu.” (E1-Ö13)

“Bu süreçte yoğunluklu olarak işbirliği becerisini kullandım. Grup arkadaşlarımla istişare halinde bu aşamayı gerçekleştirdik.” (E2-Ö9)

“Eğitim süreci bizi iş birliği içerisinde çalışmaya teşvik etti.” (E3-Ö4)

“Tasarımın eksik yönlerini fark edemediğim için bu yönden kendimi zayıf buluyorum. Grup arkadaşlarımla önerisi ile yeniden tasarlamış olduk..” (E4-Ö26).

“Tasarım ve uygulama sürecinde çok emek sarf ettik herkes elinden gelenin en iyisini yaptı. Tam bir ekip çalışmasıydı. İşbirliğiyle çalıştık. Sonuç olarak da ürünümüzü sunduk. İçimize sinen bir çalışma oldu.” (E5-Ö30)

“Bu aşamada sorunları tespit edip paylaşmada ve görevlerimiz doğrultusunda ilerlemek grup olarak güçlü bir yanımız oldu.” (E6-Ö27)

“Projeyi tasarlarken birlikte çalışma kısmında iyiydik. Eğlenceli bir şekilde projemizi tasarladık ve hazırladık”. (E7-Ö8)

“Eleştirel Düşünme” becerisini destekleyen örnek veriler:

“Çözümün sunulması aşamasında iletişim halinde olduğumuz ve bizimle beraber farklı projelerle uğraşan gruplar ile projemiz için geri dönütler aldık. Aldığımız dönütler doğrultusunda tasarımımızdaki değişiklikleri tamamladık.” (E1-Ö29)

“Çözümün sunulması aşamasında başta zihnimde kurmuş olduğum ürünle elde ettiğimiz ürünler arasında birbirini destekleyen ve desteklemeyen fikirleri belirledim.” (E2-Ö14)

“İşlevsel ve pratik bir çözüm geliştirdik.” (E3-Ö16)

“Güçlü gördüğüm yönüm çözüm yollarını derecelendirebilirim yararlılığına göre. Zayıf yönüm arkadaşımın görüşüne ihtiyaç duyarım.” (E4-Ö11)

“Etraflıca düşünüp problemi tespit edebilirim, Bulduğum problemi insanlara ifade edebilirim. Etraflıca düşünmem biraz uzun sürebilir.” (E5-Ö19)

“Problem durumumuz için ihtiyaçlarımızı en başta belirleyememiştik ama arkadaşlarım ile fikir alışverişi yaparak süreç içerisinde gerekli ihtiyaçlarımızı anladım.” (E6-Ö24)

“Devrede gördüğüm eksiklikler toprak nem sensörünün çok hassas ölçüm yapmamasıydı bunun dışında devre gayet güzel çalışıyor.” (E7-Ö5)

“Problem Çözme” becerisini destekleyen örnek veriler:

“İlk tasarımıımızda bulunan ve bir yöne bakan mesafe algılayan sensörler arka ve ön yüzlerine uygulanarak geniş alanların algılanması sağlanmıştır.” (E1)

“Sistem girişinin tam açılır kapanır olması işlevsellik yönünden uygun olmayacağı için sistemin motorlu kısmının sabit olup yarım kapak sisteminin kullanılmasına karar verdik.” (E2)

“Yaptığımız prototipte kapak problemi vardı. Birkaç denemeyle ve eklemelerle yeniden menteşeli bir kapak yaptık.” (E3)

“Oluşturduğumuz prototip problemimiz ile uyumlu ve çözüm odaklı olduğuna karar verdik.” (E4)

“Devre elemanlarını arkaya monte etmek böylece çöp kutusunun hacmini daraltmamak ayrıca devre elemanlarına zarar gelmesini önlemek.” (E5)

“Bu aşamada devreyi çalışır duruma getirdik. Çeşitli yazılımlar devre tasarımcısı arkadaşımız sayesinde daha önceden kodlanmıştı. Bunlarla birlikte toprak nem sensörüne gerekli olan değerler bilgisayar ortamında sınırlandırılarak girildi. Hazırlamış olduğumuz toprak düzeneğine batırdık ve su dalgıç motorumuzun çalışmasını sağlayarak, suyun filtrelenip taşınmasını sorunsuz bir şekilde sağladık. Sadece ilk başta ufak bir kablo temassızlık sorunu vardı ama süreç içerisinde fark edip düzelttik.” (E6)

“Tasarımımıza uygun olarak prototipi hazırladık. Hazırladığımız prototipi sınıfta malzemeler ile test ederek geçerliliğini test ettik. Tasarımımızın başarılı olduğunu görünce kararımızı kesinleştirdik.” (E7)

“Risk Alma” becerisini destekleyen örnek veriler:

“Farklı tür vahşi hayvanların her birinin korktuğu ve kaçtığı şeylerin farklı olması. Diğer sorun olabilecek konulardan vahşi hayvanların tasarlanan mekanizmaya alışması ve kaçmamasıdır.” (E1)

“Karşılaşılabilecek riskler: Öğütücünün boyutu ve ağırlığı, hazne boyutunun yetersizliği” (E2)

“Çok yoğun ortamda kullanılan besin ve suyun az yoğun ortama göre daha çok tüketileceğini göstermek istedik. Herkesin kartı ile ne kadar besin ve su kullandığını görebileceğimiz bir sistem düşündük. Sistem besin ve su bitince çevrede oluşabilecek problemler neye sebep açabilir bunların cevabını göstermiyor.” (E4)

“Karşılaşılabilecek riskler: Devre elemanındaki teknik aksaklıklar, Çöplerin tasarımıdaki devre elemanlarına zarar vermesi, Ürünün büyüklüğü” (E5)

“Aldığımız dönütler sonucunda üründe bir revize sürecine girdik ancak revize edilmesi gereken konu bizzat ürünün temel yapısını etkileyeceğinden dolayı bir yeniden tasarlama gerçekleştirilemedi. Ancak ürün tanıtımı yapılırken yağmurlu gün sayısının fazla olduğu bölgelerde ürünün daha iyi kullanılabileceğini ve yağmurun az olduğu mevsimlerde ürünün etkisiz kalabileceğini insanlara bildirme kararı aldık.” (E7)

“Fırsatları Görme” becerisini destekleyen örnek veriler:

“Öğördüğümüz satış planlamasında yaz aylarında satışların artacağını düşünmekteyiz. Yıllık ortalama 60 ürün satılabilir.” (E1)

“Birçok yer ve birçok günde pazar yerleri bulunup, kurulduğu için ürünün tutması açısından gerekli satış miktarının fazla olması yönünde beklentilerimiz var.” (E2)

“Her çevre koşuluna uygun bir ürün değildir ancak genel anlamda bakılınca büyük oranda kullanım sağlanabileceği söylenebilir.” (E3)

“Herkes tarafından anlaşılabilir, belirlediğimiz probleme yönelik uygulanması mümkün olan bir prototip tasarladık.” (E4)

“Apartmanda kullanılabilirliği işlevsel buldular. Çevreye verilen zararı minimuma indireceğini tasarruf eden bir proje olduğunu söylediler.” (E5)

“Projeyi uygulamaya koyduğumuzda risksiz ve kolay uygulanabilirlik açısından avantajlı olanını seçmek için hep birlikte çeşitli senaryolarla fikir alışverişi yaptık. Aynı zamanda malzeme tedariki açısından da avantajlı olanını seçmeye çalıştık.” (E6)

“Araştırmamız sonucu ürettiğimiz fikirlerin su kullanımını azaltacağını ve bunun sonucunda su kullanımının getirdiği ekonomik yükün azalacağını ve bu maliyet indirgemesinin en çok tarım ile uğraşan vatandaşlarımızın işine yarayacağını öğrendik.” (E7)

“Kendine Güven” becerisini destekleyen örnek veriler:

“Prototip yapılırken elimden geleni ve üzerime düşen görevi en iyi şekilde yaptığımı düşünüyorum.” (E1-Ö28)

“Çözümün test edilmesi ve değerlendirilmesi aşamasında, özellikle eleştirel ve analitik düşünme becerilerimi kullanmaya başvurdum.” (E2-Ö9)

“Birlikte güzel bir ürün ortaya koyduğumuzu düşünüyorum.” (E3-Ö10)

“Kararın verilmesinde etkili bir rol oynadığımı düşünüyorum.” (E4-Ö11)

“İhtiyaçları kolayca ifade edebilirim.” (E5-Ö20)

“Çözüm önerilerini geliştirme konusunda aktıftım.” (E6-Ö27)

“Ürünün katkılarını dinleyenlere kavratabilirim.” (E7-Ö31)

“Duygusal Zeka” becerisini destekleyen örnek veriler:

“Oluşturulacak sistemin bahçeye veya tarlaya girmek isteyen hayvanlara zarar vermeden kaçırmadır.” (E1)

“Çevremizde bu konuyla ilgili yorumları bulunan kişilerden çözüme yönelik fikirlerini aldık.” (E2)

“Bekleyen çöpler hijyen ve çevre sorunlarına sebep olmaktadır. Çevre kirliliğinin ve hastalık yapıcı etkenlerin yayılmasının önlenmesi çevrenin sürdürülebilirliği açısından önemli olup tasarım süreci sonunda elde edilen ürün insanları hastalıklardan korumak için fayda sağlayabilir” (E3)

“Gözden geçirme konusunda arkadaşlarımı uyarıp gerekli yönlendirmeyi yaptım.” (E4-Ö12)

“Stres yönetimi konusunda iyi olduğumu düşünüyorum. Süreç içerisinde arkadaşlarımı motive ettim.” (E5-Ö18)

“Devre çiziminde ve tinkercad tasarımında görevli olan arkadaşlarıma yardımcı oldum.” (E6-Ö24)

“Benim grubumdaki görevim devre elemanlarının şematize edilmesi idi ama görevimin dışında maket yapımı ve rapor hazırlanmasında da görev alıp arkadaşlarıma yardım ettim.” (E7-Ö5)

“Yenilikçi Olma” becerisini destekleyen örnek veriler:

Bu kısımda ekiplerin çözüm önerileri ele alınmıştır. İlgili verilere Tablo 4.6'nın açıklamalarının devamında yer verilmiştir.

4.1.4. Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmada, “Deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının kullandıkları örnek proje inceleme formuna göre araştırma süreci nasıldır?” sorusuna yanıt aranmıştır.

Tablo 4.15. *Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Süreç İçerisinde Örnek Proje İnceleme Faaliyetleri*

Tema	Kodlar
Tespit Edilen Süreç Basamakları	Gözlem yapma, Problemi belirleme, Araştırma yapma, Bilgi/veri toplama, Çözüm yolları geliştirme, Çözümü test etme, Çözümü ürüne dönüştürme, Uygulama yapma, Değerlendirme, İletişim kurma, Tekrar deneme
Tespit Edilen Özellikler	Planlı, Yaratıcı, Esnek, İkna edici, Çözüm odaklı, İş birliği yapan, Uyumlu, Sosyal, Sorumluluk sahibi, Açık fikirli, Kendine güvenen, Risk alan, Duyarlı, Topluma hizmet eden, Yenilikçi, Farklı alanlarda faaliyet gösteren, Farklı alanların bilgisini kullanan, Farklı çözümler üretebilen, Fırsatları değerlendiren, İletişim kuran, Kararlı, Ekonomiye katkı sağlayan

Tablo 4.15'e göre 11 haftalık eğitim süreci boyunca hem deney hem de kontrol grubundaki öğretmen adaylarının araştırdıkları örnek projeleri inceleme deneyimlerinin gözlemlendiği görülmektedir. Her iki gruptaki öğretmen adaylarının da 11 hafta süresince aynı veya farklı haftalarda aynı süreç basamaklarına ve özelliklere değindikleri gözlemlenmiştir. Bulgular incelendiğinde hem deney hem de kontrol grubundaki öğretmen adaylarının proje yapan araştırmacıların ne gibi aşamaları gerçekleştirdikleri hakkındaki fikirleri ve hangi özellikleri girişimci bir bireyle ilişkilendirdikleri görülmektedir. Bu durum ile deney ve kontrol gruplarının araştırma sürecinde benzer bir şekilde ilerledikleri söylenebilir.

4.2. Çıkarımsal Analize İlişkin Bulgular

4.2.1. Araştırmanın Beşinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmada, “Deney grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası bilgi işlemsel düşünme puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusuna yanıt aranmıştır.

Tablo 4.16. Deney Grubunun Eğitim Öncesi ve Eğitim Sonrası Bilgi İşlemsel Düşünme Puanlarına Ait Bağımlı Örneklem t-Testi Sonuçları

Alt Boyutlar	Aşama	N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p	Cohen's d
Yaratıcılık	Ön Test	31	32.87	2.72	30	-4.270	.000*	.98
	Son Test	31	35.90	3.41				
Algoritmik Düşünme	Ön Test	31	21.70	3.54	30	-3.586	.001*	.88
	Son Test	31	25.12	4.16				
İşbirliklilik	Ön Test	31	15.96	3.09	30	-3.310	.002*	.74
	Son Test	31	18.03	2.40				
Eleştirel Düşünme	Ön Test	31	18.19	2.89	30	-3.566	.001*	.89
	Son Test	31	20.80	2.97				
Problem Çözme	Ön Test	31	23.54	2.75	30	-3.703	.001*	1.00
	Son Test	31	26.29	2.73				
Toplam	Ön Test	31	112.29	9.27	30	-5.605	.000*	1.32
	Son Test	31	126.16	11.54				

*p<.05 **p<.01

Tablo 4.16'ya deney grubuna ait bilgi işlemsel düşünme ölçeği ön test-son test toplam puanlarının karşılaştırıldığı bağımlı örneklem t-testi sonucuna göre son test puanları lehine ($\bar{X}$ =126.16) anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($t_{(30)} = -5.605$, $p = .000$). Alt boyutlar bazında ele alındığında tüm alt boyutlarda da son test puanları lehine ($\bar{X}$ =35.90; $\bar{X}$ =25.12; $\bar{X}$ =18.03; $\bar{X}$ =20.80; $\bar{X}$ =26.29) anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t_{(30)} = -4.270$, $p = .000$; $t_{(30)} = -3.586$, $p = .001$; $t_{(30)} = -3.310$, $p = .002$; $t_{(30)} = -3.566$, $p = .001$; $t_{(30)} = -3.703$, $p = .001$). Anlamlı farklılık tespit edilen deney grubu puanlarının etki büyüklüğünün yorumlanması için hesaplanan Cohen's d değerlerine bakıldığında işbirliklilik alt boyutuna ait puan artışı haricinde ($d = .74$, orta-yüksek arası) diğer alt boyutlarda ve toplam puanda tespit edilen puan artışlarının yüksek etki büyüklüğüne ($d = .98$; $d = .88$; $d = .89$; $d = 1.00$; $d = 1.32$) sahip olduğu görülmektedir.

4.2.2. Araştırmanın Altıncı Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmada, “Deney grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası girişimcilik puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusuna yanıt aranmıştır.

Tablo 4.17. Deney Grubunun Eğitim Öncesi ve Eğitim Sonrası Girişimcilik Puanlarına Ait Bağımlı Örneklem t-Testi Sonuçları

Alt Boyutlar	Aşama	N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p	Cohen's d
Risk Alma	Ön Test	31	28.32	2.79	30	-3.019	.005*	.80

	Son Test	31	30.70	3.11				
Fırsatları	Ön Test	31	37.51	3.39	30	-2.745	.010*	.74
Görme	Son Test	31	40.25	3.99				
Kendine	Ön Test	31	27.58	3.59	30	-3.324	.002*	.79
Güven	Son Test	31	30.38	3.45				
Duygusal	Ön Test	31	32.74	2.94	30	-2.846	.008*	.66
Zeka	Son Test	31	35.03	3.89				
Yenilikçi	Ön Test	31	26.48	3.55	30	-2.337	.026*	.66
Olma	Son Test	31	28.80	3.40				
Toplam	Ön Test	31	152.64	12.60	30	-3.629	.001*	.99
	Son Test	31	165.19	12.54				

*p<.05 **p<.01

Tablo 4.17'ye göre deney grubuna ait girişimcilik ölçeği ön test-son test toplam puanlarının karşılaştırıldığı bağımlı örneklem t-testi sonucuna göre son test puanları lehine ($\bar{X}=165.19$) anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($t_{(30)} = -3.629$, $p = .001$). Alt boyutlar bazında ele alındığında tüm alt boyutlarda da son test puanları lehine ($\bar{X}=30.70$; $\bar{X}=40.25$; $\bar{X}=30.38$; $\bar{X}=35.03$; $\bar{X}=28.80$) anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($t_{(30)} = -3.019$, $p = .005$; $t_{(30)} = -2.745$, $p = .010$; $t_{(30)} = -3.324$, $p = .002$; $t_{(30)} = -2.846$, $p = .008$; $t_{(30)} = -2.337$, $p = .026$). Anlamlı farklılık tespit edilen deney grubu puanlarının etki büyüklüğünün yorumlanması için hesaplanan Cohen's d değerlerine bakıldığında risk alma alt boyutunda ve toplam puanda tespit edilen puan artışları haricinde ($d = .80$; $d = .99$, yüksek) diğer alt boyutlarda tespit edilen puan artışlarının orta-yüksek arası etki büyüklüğüne ($d = .74$; $d = .79$; $d = .66$; $d = .66$) sahip olduğu görülmektedir.

4.2.3. Araştırmanın Yedinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmada, “Kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası bilgi işlemsel düşünme puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusuna yanıt aranmıştır.

Tablo 4.18. Kontrol Grubunun Eğitim Öncesi ve Eğitim Sonrası Bilgi İşlemsel Düşünme Puanlarına Ait Bağımlı Örneklem t-Testi Sonuçları

Alt Boyutlar	Aşama	N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p
Yaratıcılık	Ön Test	26	32.00	3.58	25	-1.237	.228
	Son Test	26	33.19	3.05			
	Ön Test	26	19.92	4.65	25	-1.021	.317

Algoritmik	Son Test	26	21.11	4.10			
Düşünme							
İşbirliklilik	Ön Test	26	15.76	3.16	25	-.545	.591
	Son Test	26	16.23	2.64			
Eleştirel	Ön Test	26	17.50	3.88	25	-1.043	.307
Düşünme	Son Test	26	18.61	3.81			
Problem	Ön Test	26	22.65	3.36	25	-1.590	.124
Çözme	Son Test	26	23.96	2.84			
Toplam	Ön Test	26	107.84	11.55	25	-1.720	.098
	Son Test	26	113.11	10.88			

Tablo 4.18'e göre kontrol grubuna ait bilgi işlemsel düşünme ölçeği ön test-son test puanlarının karşılaştırıldığı bağımlı örneklem t-testi sonucuna göre hem toplam puan hem de alt boyutlar bazında son test puanları lehine bir artış gözlemlense de ($\bar{X}=113.11$; $\bar{X}=33.19$; $\bar{X}=21.11$; $\bar{X}=16.23$; $\bar{X}=18.61$; $\bar{X}=23.96$) anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($t_{(25)} = -1.720$, $p = .098$; $t_{(25)} = -1.237$, $p = .228$; $t_{(25)} = -1.021$, $p = .317$; $t_{(25)} = -.545$, $p = .591$; $t_{(25)} = -1.043$, $p = .307$; $t_{(25)} = -1.590$, $p = .124$). Bu sonuç, kontrol grubunda gerçekleştirilen eğitimin bilgi işlemsel düşünme puanlarını arttırmada bir miktar etkili olduğunu gösterirken beceri gelişimini yeterince etkilemediğini ortaya koyabilmektedir.

4.2.4. Araştırmanın Sekizinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmada, “Kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası girişimcilik puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusuna yanıt aranmıştır.

Tablo 4.19. Kontrol Grubunun Eğitim Öncesi ve Eğitim Sonrası Girişimcilik Puanlarına Ait Bağımlı Örneklem t-Testi Sonuçları

Alt Boyutlar	Aşama	N	$\bar{X}$	ss	sd	t	p
Risk Alma	Ön Test	26	27.92	1.89	25	-.982	.335
	Son Test	26	28.57	3.03			
Fırsatları	Ön Test	26	36.84	3.48	25	-1.192	.244
Görme	Son Test	26	37.96	3.84			
Kendine	Ön Test	26	27.00	2.60	25	-1.448	.160
Güven	Son Test	26	28.34	3.35			
Duygusal Zeka	Ön Test	26	31.73	3.84	25	-1.144	.263
	Son Test	26	32.61	3.91			
Yenilikçi Olma	Ön Test	26	25.23	3.91	25	-.975	.339

	Son Test	26	26.34	4.56			
Toplam	Ön Test	26	148.73	10.13	25	-1.533	.138
	Son Test	26	153.84	12.88			

Tablo 4.19'a göre kontrol grubuna ait girişimcilik ölçeği ön test-son test puanlarının karşılaştırıldığı bağımlı örneklem t-testi sonucuna göre hem toplam puan hem de alt boyutlar bazında son test puanları lehine bir artış gözlemlense de ($\bar{X}=153.84$; $\bar{X}=28.57$; $\bar{X}=37.96$; $\bar{X}=28.34$; $\bar{X}=32.61$; $\bar{X}=26.34$) anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($t_{(25)} = -1.533$, $p=.138$; $t_{(25)} = -.982$, $p=.335$; $t_{(25)} = -1.192$, $p=.244$; $t_{(25)} = -1.448$, $p=.160$; $t_{(25)} = -1.144$, $p=.263$; $t_{(25)} = -.975$, $p=.339$). Bu sonuç, kontrol grubunda gerçekleştirilen eğitimin girişimcilik puanlarını arttırmada bir miktar etkili olduğunu gösterirken beceri gelişimini yeterince etkilemediğini ortaya koyabilmektedir.

4.2.5. Araştırmanın Dokuzuncu ve Onuncu Alt Problemlerine İlişkin Bulgular

Araştırmada, “Deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama sonrasında bilgi işlemsel düşünme puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” ve “Deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama sonrasında girişimcilik puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorularına birlikte yanıt aranmıştır. Alt problemlere ilişkin bulgular Tablo 4.20-Tablo 4.28 arası yer almaktadır.

Tablo 4.20. Bilgi İşlemsel Düşünme Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları

Değişken	Gruplar	N	Ön Test		Son Test		Düzeltilmiş Ortalama	
			$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	Düz $\bar{X}$	SH
Yaratıcılık	Deney	31	32.87	2.72	35.90	3.41	35.908	.633
	Kontrol	26	32.00	3.58	33.19	3.05	33.186	.695
Algoritmik Düşünme	Deney	31	21.70	3.54	25.12	4.16	24.785	.790
	Kontrol	26	19.92	4.65	21.11	4.10	21.526	.867
İşbirliklilik	Deney	31	15.96	3.09	18.03	2.40	18.145	.471
	Kontrol	26	15.76	3.16	16.23	2.64	16.096	.517
Eleştirel Düşünme	Deney	31	18.19	2.89	20.80	2.97	20.794	.673
	Kontrol	26	17.50	3.88	18.61	3.81	18.611	.739
Problem Çözme	Deney	31	23.54	2.75	26.29	2.73	26.460	.493
	Kontrol	26	22.65	3.36	23.96	2.84	23.759	.541
Toplam	Deney	31	112.29	9.27	126.16	11.54	126.029	2.065
	Kontrol	26	107.84	11.55	113.11	10.88	113.273	2.260

Tablo 4.20'ye göre deneysel işlem sonrasında deney grubundaki öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme puanları sırasıyla $\bar{X}_1=35.90$; $\bar{X}_2=25.12$; $\bar{X}_3=18.03$; $\bar{X}_4=20.80$; $\bar{X}_5=26.29$; $\bar{X}_T=126.16$ iken kontrol grubundaki öğretmen adaylarının puanları ise sırasıyla $\bar{X}_1=33.19$; $\bar{X}_2=21.11$; $\bar{X}_3=16.23$; $\bar{X}_4=18.61$; $\bar{X}_5=23.96$; $\bar{X}_T=113.11$ 'dir. Deney grubundaki öğretmen adaylarının ön test puanlarına göre tüm kovaryant değişkenler göz önünde bulundurularak düzeltilmiş son test puanları sırasıyla $\bar{X}_1=35.908$; $\bar{X}_2=24.785$; $\bar{X}_3=18.145$; $\bar{X}_4=20.794$; $\bar{X}_5=26.460$; $\bar{X}_T=126.029$ iken kontrol grubundaki öğretmen adaylarının tüm kovaryant değişkenler göz önünde bulundurularak düzeltilmiş son test puanları ise sırasıyla $\bar{X}_1=33.186$; $\bar{X}_2=21.526$; $\bar{X}_3=16.096$; $\bar{X}_4=18.611$; $\bar{X}_5=23.759$; $\bar{X}_T=113.273$ 'dür. Deney ve kontrol grubunun bilgi işlemsel düşünmeye ilişkin düzeltilmiş son test puanlarına etki eden değişkenlerin tespitine ilişkin hesaplanan Wilks' λ değerlerine Tablo 4.22 ve Tablo 4.23'te yer verilmiştir.

Tablo 4.21. Girişimcilik Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları

Değişken	Gruplar	N	Ön Test		Son Test		Düzeltilmiş Ortalama	
			$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS	Düz $\bar{X}$	SH
Risk Alma	Deney	31	28.32	2.79	30.70	3.11	30.752	.496
	Kontrol	26	27.92	1.89	28.57	3.03	28.527	.544
Fırsatları	Deney	31	37.51	3.39	40.25	3.99	40.363	.750
Görme	Kontrol	26	36.84	3.48	37.96	3.84	37.836	.823
Kendine	Deney	31	27.58	3.59	30.38	3.45	30.304	.666
Güven	Kontrol	26	27.00	2.60	28.34	3.35	28.445	.731
Duygusal	Deney	31	32.74	2.94	35.03	3.89	35.039	.725
Zeka	Kontrol	26	31.73	2.32	32.61	3.84	32.775	.795
Yenilikçi	Deney	31	26.48	3.55	28.80	3.40	29.036	.752
Olma	Kontrol	26	25.23	3.91	26.34	4.56	26.583	.825
Toplam	Deney	31	152.64	12.60	165.19	12.54	165.326	2.323
	Kontrol	26	148.73	10.13	153.84	12.88	153.689	2.542

Tablo 4.21'e göre deneysel işlem sonrasında deney grubundaki öğretmen adaylarının girişimcilik puanları sırasıyla $\bar{X}_1=30.70$; $\bar{X}_2=40.25$; $\bar{X}_3=30.38$; $\bar{X}_4=35.03$; $\bar{X}_5=28.80$; $\bar{X}_T=165.19$ iken kontrol grubundaki öğretmen adaylarının puanları ise sırasıyla $\bar{X}_1=28.57$; $\bar{X}_2=37.96$; $\bar{X}_3=28.34$; $\bar{X}_4=32.61$; $\bar{X}_5=26.34$; $\bar{X}_T=153.84$ 'tür. Deney grubundaki öğretmen adaylarının ön test puanlarına göre tüm kovaryant değişkenler göz önünde bulundurularak düzeltilmiş son test puanları sırasıyla $\bar{X}_1=30.752$; $\bar{X}_2=40.363$; $\bar{X}_3=30.304$; $\bar{X}_4=35.039$; $\bar{X}_5=29.036$; $\bar{X}_T=165.326$ iken kontrol grubundaki öğretmen adaylarının tüm kovaryant değişkenler göz önünde

bulundurularak düzeltilmiş son test puanları ise sırasıyla $\bar{X}_1=28.527$; $\bar{X}_2=37.836$; $\bar{X}_3=28.445$; $\bar{X}_4=32.775$; $\bar{X}_5=26.583$; $\bar{X}_T=153.689$ 'dur. Deney ve kontrol grubunun girişimciliğe ilişkin düzeltilmiş son test puanlarına etki eden değişkenlerin tespitine ilişkin hesaplanan Wilks' λ değerlerine Tablo 4.22 ve Tablo 4.23'te yer verilmiştir.

Tablo 4.22. *Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimcilik Alt Boyutlarına İlişkin Wilks' λ Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Wilks' λ	F	Sd _{Hipotez}	Sd _{Hata}	p
Yaraticılık Ön Test	.853	.657	10.000	36.000	.755
Algoritmik Düşünme Ön Test	.835	.750	10.000	36.000	.674
İşbirliklilik Ön Test	.941	.240	10.000	36.000	.990
Eleştirel Düşünme Ön Test	.885	.495	10.000	36.000	.882
Problem Çözme Ön Test	.796	.925	10.000	36.000	.522
Risk Alma Ön Test	.905	.398	10.000	36.000	.939
Fırsatları Görme Ön Test	.766	1.164	10.000	36.000	.344
Kendine Güven Ön Test	.779	1.019	10.000	36.000	.447
Duygusal Zeka Ön Test	.760	1.201	10.000	36.000	.321
Yenilikçi Olma Ön Test	.767	1.154	10.000	36.000	.351
Grup	.627	2.260	10.000	36.000	.035*

*p<.05

Tablo 4.22'ye göre bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik son test puanları üzerine etki eden tüm değişkenler incelendiğinde iki bağımlı değişkene ait alt boyut ön test puanlarının son test puanları üzerine etkisi olmadığı ($\lambda=.853$, $F_{(10, 36)}=.657$, $p>.05$; $\lambda=.835$, $F_{(10, 36)}=.750$, $p>.05$; $\lambda=.941$, $F_{(10, 36)}=.240$, $p>.05$; $\lambda=.885$, $F_{(10, 36)}=.495$, $p>.05$; $\lambda=.796$, $F_{(10, 36)}=.925$, $p>.05$; $\lambda=.905$, $F_{(10, 36)}=.398$, $p>.05$; $\lambda=.766$, $F_{(10, 36)}=1.164$, $p>.05$; $\lambda=.779$, $F_{(10, 36)}=1.019$, $p>.05$; $\lambda=.760$, $F_{(10, 36)}=1.201$, $p>.05$; $\lambda=.767$, $F_{(10, 36)}=1.154$, $p>.05$), grupların ise son test puanları üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir ($\lambda=.627$, $F_{(10, 36)}=2.260$, $p<.05$). Bu durum, son test puanları üzerine etki edebilecek tüm alt boyut ön test puanlarının toplu etkilerinin kontrol altına alındığını göstermektedir. Grup bağımsız değişkeninin (deney ve kontrol grubu farklılığının) hangi bağımlı değişkenler üzerine etki ettiğine yönelik yapılan MANCOVA testi sonuçlarına Tablo 4.24 ve Tablo 4.25'te yer verilmiştir.

Tablo 4.23. *Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimcilik Toplam Puanlarına İlişkin Wilks' λ Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Wilks' λ	F	Sd _{Hipotez}	Sd _{Hata}	p
BİD Toplam Ön Test	.985	.388	2.000	52.000	.680

Girişimcilik Toplam Ön Test	.976	.631	2.000	52.000	.536
Grup	.747	8.820	2.000	52.000	.001**

*p<.05 **p<.01

Tablo 4.23'e göre bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik son test puanları üzerine etki eden tüm değişkenler incelendiğinde iki bağımlı değişkene ait toplam ön test puanlarının son test puanları üzerine etkisi olmadığı ($\lambda=.985$, $F_{(2, 52)}=.388$, $p>.05$; $\lambda=.976$, $F_{(2, 52)}=.631$, $p>.05$), grupların ise son test puanları üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir ($\lambda=.747$, $F_{(2, 52)}=8.820$, $p<.05$). Bu durum, son test puanları üzerine etki edebilecek her iki toplam ön test puanlarının toplu etkilerinin kontrol altına alındığını göstermektedir. Grup bağımsız değişkeninin (deney ve kontrol grubu farklılığının) hangi bağımlı değişkenler üzerine etki ettiğine yönelik yapılan MANCOVA testi sonuçlarına Tablo 4.24 ve Tablo 4.25'te yer verilmiştir.

Tablo 4.24. *Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimcilik Alt Boyutlarına İlişkin MANCOVA Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Bağımlı Değişken	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi η^2	Gözlenen Güç
Grup	Ö1F1	93.957	1	93.957	7.948	.007**	.150	.788
	Ö1F2	134.666	1	134.666	7.329	.010*	.140	.755
	Ö1F3	53.234	1	53.234	8.133	.007**	.153	.797
	Ö1F4	59.324	1	59.324	4.442	.041*	.090	.541
	Ö1F5	92.558	1	92.558	12.906	.001**	.223	.940
	Ö2F1	62.809	1	62.809	8.671	.005**	.162	.822
	Ö2F2	80.976	1	80.976	4.889	.032*	.098	.581
	Ö2F3	94.391	1	94.391	5.526	.023*	.105	.634
	Ö2F4	75.047	1	75.047	4.849	.033*	.097	.577
	Ö2F5	111.456	1	111.456	6.687	.013**	.129	.716
Hata	Ö1F1	531.952	45	11.821				
	Ö1F2	826.846	45	18.374				
	Ö1F3	294.537	45	6.545				
	Ö1F4	600.925	45	13.354				
	Ö1F5	322.71	45	7.171				
	Ö2F1	325.946	45	7.243				
	Ö2F2	745.359	45	16.564				
	Ö2F3	587.720	45	13.060				
	Ö2F4	696.494	45	15.478				

Ö2F5	750.052	45	16.668
*p<.05	**p<.01;	Ölçek: Ö, Faktör: F	

Tablo 4.24'e göre deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarına göre bilgi işlemsel düşünme ve girişimciliğe ilişkin alt boyutlara ait düzeltilmiş son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($F_{(1,45)}=7.948, p<.01$; $F_{(1,45)}=7.329, p<.05$; $F_{(1,45)}=8.133, p<.01$; $F_{(1,45)}=4.442, p<.05$; $F_{(1,45)}=12.906, p<.01$; $F_{(1,45)}=8.671, p<.01$; $F_{(1,45)}=4.889, p<.05$; $F_{(1,45)}=5.526, p<.05$; $F_{(1,45)}=4.849, p<.05$; $F_{(1,45)}=6.687, p<.01$). Bu sonuç, öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme ve girişimciliğe ilişkin puanlarının deneysel işleme bağlı olarak anlamlı bir şekilde arttığını, uygulanan deneysel işlemin bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik puanları üzerinde orta-yüksek ve yüksek etkiye (Kısmi $\eta^2_1=.150$; Kısmi $\eta^2_2=.140$; Kısmi $\eta^2_3=.153$; Kısmi $\eta^2_4=.090$; Kısmi $\eta^2_5=.223$; Kısmi $\eta^2_6=.162$; $\eta^2_7=.098$; $\eta^2_8=.105$; $\eta^2_9=.097$; $\eta^2_{10}=.129$) sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca gözlenen güç değerlerinin ($(1-\beta)_1=.788$; $(1-\beta)_2=.755$; $(1-\beta)_3=.797$; $(1-\beta)_4=.541$; $(1-\beta)_5=.940$; $(1-\beta)_6=.822$; $(1-\beta)_7=.581$; $(1-\beta)_8=.634$; $(1-\beta)_9=.577$; $(1-\beta)_{10}=.716$) orta-yüksek ve yüksek güce sahip olmasının da uygulanan deneysel işlemin pratikteki uygulanabilirliğini ortaya koyabilmektedir. Deney ve kontrol gruplarının son test puanları arasında gözlemlenen bu farkın kaynağını tespit etmek amacıyla yapılan Bonferroni çoklu karşılaştırma analizi sonuçlarına Tablo 4.26'da yer verilmiştir.

Tablo 4.25. *Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimcilik Toplam Puanlarına İlişkin MANCOVA Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Bağımlı Değişken	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi η^2	Gözlenen Güç
Grup	BİD	2190.467	1	2190.467	16.948	.000**	.242	.981
	Girişimcilik	1822.852	1	1822.852	11.147	.002**	.174	.906
Hata	BİD	6849.928	53	129.244				
	Girişimcilik	8666.714	53	163.523				

**p<.01

Tablo 4.25'e göre deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarına göre bilgi işlemsel düşünme ve girişimciliğe ilişkin düzeltilmiş toplam son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($F_{(1,53)}=16.948, p<.01$; $F_{(1,53)}=11.147, p<.01$). Bu sonuç, öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme ve girişimciliğe ilişkin puanlarının deneysel işleme bağlı olarak anlamlı bir şekilde arttığını, uygulanan deneysel işlemin bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik puanları üzerinde yüksek etkiye (Kısmi $\eta^2_1=.242$; Kısmi $\eta^2_2=.174$) sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca gözlenen güç değerlerinin ($(1-\beta)_1=.981$; $(1-\beta)_2=.906$) yüksek güce sahip olmasının da

uygulanan deneysel işlemin pratikteki uygulanabilirliğini ortaya koyabilmektedir. Deney ve kontrol gruplarının son test puanları arasında gözlemlenen bu farkın kaynağını tespit etmek amacıyla yapılan Bonferroni çoklu karşılaştırma analizi sonuçlarına Tablo 4.26'da yer verilmiştir.

Tablo 4.26. *Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimciliğe İlişkin Düzeltilmiş Son Test Puanlarının Çoklu Karşılaştırma Sonuçları*

Değişken	(I)Grup	(J)Grup	Ort. Fark (I-J)	Std. Hata	p	Anlamlı Fark
Ö1F1	Deney	Kontrol	2.722	.965	.007**	Deney>Kontrol
	Kontrol	Deney	-2.722	.965		
Ö1F2	Deney	Kontrol	3.259	1.204	.010*	Deney>Kontrol
	Kontrol	Deney	-3.259	1.204		
Ö1F3	Deney	Kontrol	2.049	.718	.007**	Deney>Kontrol
	Kontrol	Deney	-2.049	.718		
Ö1F4	Deney	Kontrol	2.183	.912	.028*	Deney>Kontrol
	Kontrol	Deney	-2.183	.912		
Ö1F5	Deney	Kontrol	2.701	.752	.001**	Deney>Kontrol
	Kontrol	Deney	-2.701	.752		
Ö1 Toplam	Deney	Kontrol	12.756	3.099	.000**	Deney>Kontrol
	Kontrol	Deney	-12.756	3.099		
Ö2F1	Deney	Kontrol	2.225	.756	.005**	Deney>Kontrol
	Kontrol	Deney	-2.225	.756		
Ö2F2	Deney	Kontrol	2.527	1.143	.032*	Deney>Kontrol
	Kontrol	Deney	-2.527	1.143		
Ö2F3	Deney	Kontrol	1.859	.919	.035*	Deney>Kontrol
	Kontrol	Deney	-1.859	.919		
Ö2F4	Deney	Kontrol	2.264	1.105	.035*	Deney>Kontrol
	Kontrol	Deney	-2.264	1.105		
Ö2F5	Deney	Kontrol	2.453	1.146	.013*	Deney>Kontrol
	Kontrol	Deney	-2.453	1.146		
Ö2 Toplam	Deney	Kontrol	11.637	3.485	.002**	Deney>Kontrol
	Kontrol	Deney	-11.637	3.485		

*p<.05 **p<.01; Ölçek: Ö, Faktör: F

Tablo 4.26'ya göre bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik puanları karşılaştırıldığında deney ve kontrol grubu arasında her iki bağımlı değişkene ait puanlarda istatistiksel olarak anlamlı bir

farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<.05$; $p<.01$). Deney ve kontrol grubu ön test puanlarına göre tüm kovaryant değişkenler göz önünde bulundurularak düzeltilmiş son test puanları incelendiğinde, deney grubu puanlarının kontrol grubunun puanlarından daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. MANCOVA testi ile birlikte tüm kovaryant değişkenlerin son test puanlarına toplu etkilerinin olmadığı göz önünde bulundurularak her bir bağımlı değişken için bağımsız ve kovaryant değişkenlerin etkilerini ayrı ayrı ve daha ayrıntılı bir şekilde incelemek amacıyla ANCOVA testi sonuçlarına Tablo 4.27 ve Tablo 4.28’de yer verilmiştir.

Tablo 4.27. *Bilgi İşlemsel Düşünme Puanlarına İlişkin ANCOVA Sonuçları*

Değişken	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi η^2	Gözlenen Güç
Yaratıcılık	Ön Test	1.501	1	1.501	.139	.711	.003	.065
	Grup	98.508	1	98.508	9.120	.004**	.144	.843
	Hata	583.247	54	10.801				
	Toplam	69190.000	57					
Algoritmik Düşünme	Ön Test	4.516	1	4.516	.260	.612	.005	.079
	Grup	203.776	1	203.776	11.736	.001*	.179	.920
	Hata	937.622	54	17.363				
	Toplam	32110.000	57					
İşbirliklilik	Ön Test	1.502	1	1.502	.234	.630	.004	.076
	Grup	45.311	1	45.311	7.070	.010*	.116	.743
	Hata	346.081	54	6.409				
	Toplam	17277.000	57					
Eleştirel Düşünme	Ön Test	.082	1	.082	.007	.934	.000	.051
	Grup	66.672	1	66.672	5.725	.020*	.096	.652
	Hata	628.911	54	11.646				
	Toplam	23059.000	57					
Problem Çözme	Ön Test	.055	1	.055	.007	.934	.000	.051
	Grup	75.623	1	75.623	9.557	.003**	.150	.859
	Hata	427.294	54	7.913				
	Toplam	36782.000	57					
Toplam	Ön Test	49.426	1	49.426	.386	.537	.007	.094
	Grup	2157.411	1	2157.411	16.866	.000**	.238	.981
	Hata	6907.421	54	127.915				
	Toplam	833046.00	57					

* $p<.05$ ** $p<.01$

Tablo 4.27'ye göre deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarına göre bilgi işlemsel düşünmeye ilişkin düzeltilmiş son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($F_{(1,54)}=9.120$, $p<.01$; $F_{(1,54)}=11.736$, $p<.05$; $F_{(1,54)}=7.070$, $p<.05$; $F_{(1,54)}=5.725$, $p<.05$; $F_{(1,54)}=9.557$, $p<.01$; $F_{(1,54)}=16.866$, $p<.01$). Bu sonuç, öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünmeye ilişkin puanlarının deneysel işleme bağlı olarak anlamlı bir şekilde arttığını, uygulanan deneysel işlemin bilgi işlemsel düşünme puanları üzerinde orta-yüksek ve yüksek etkiye (Kısmi $\eta^2_1=.144$; Kısmi $\eta^2_2=.179$; Kısmi $\eta^2_3=.116$; Kısmi $\eta^2_4=.096$; Kısmi $\eta^2_5=.150$; Kısmi $\eta^2_T=.238$) sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca gözlenen güç değerlerinin ($(1-\beta)_1=.843$; $(1-\beta)_2=.920$; $(1-\beta)_3=.743$; $(1-\beta)_4=.652$; $(1-\beta)_5=.859$; $(1-\beta)_T=.981$) orta-yüksek ve yüksek güce sahip olmasının da uygulanan deneysel işlemin pratikteki uygulanabilirliğini ortaya koyabilmektedir.

Tablo 4.28. Girişimcilik Puanlarına İlişkin ANCOVA Sonuçları

Değişken	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi η^2	Gözlenen Güç
Risk Alma	Ön Test	.439	1	.439	.046	.832	.001	.055
	Grup	64.759	1	64.759	6.721	.012*	.111	.721
	Hata	520.294	54	9.635				
	Toplam	50989.000	57					
Fırsatları	Ön Test	.000	1	.000	.000	.998	.000	.050
Görme	Grup	73.873	1	73.873	4.710	.034*	.080	.568
	Hata	846.897	54	73.873				
	Toplam	88557.000	57					
Kendine	Ön Test	.350	1	.350	.030	.864	.001	.053
Güven	Grup	59.237	1	59.237	5.007	.029*	.085	.594
	Hata	638.890	54	11.831				
	Toplam	50155.000	57					
Duygusal	Ön Test	33.224	1	33.224	2.266	.138	.040	.315
Zeka	Grup	61.519	1	61.519	4.195	.045*	.072	.521
	Hata	791.897	54	14.665				
	Toplam	66528.000	57					
Yenilikçi	Ön Test	6.459	1	6.459	.405	.527	.007	.096
Olma	Grup	91.151	1	91.151	5.722	.020*	.096	.651
	Hata	860.264	54	15.931				
	Toplam	44638.000	57					

Toplam	Ön Test	157.301	1	157.301	.974	.328	.018	.163
	Grup	1951.726	1	1951.726	12.085	.001**	.183	.927
	Hata	8720.922	54					
	Toplam	1470219.00	57					

*p<.05 **p<.01

Tablo 4.28'e göre deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarına göre girişimciliğe ilişkin düzeltilmiş son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($F_{(1,54)}=6.721$, $p<.05$; $F_{(1,54)}=4.710$, $p<.05$; $F_{(1,54)}=5.007$, $p<.05$; $F_{(1,54)}=4.195$, $p<.05$; $F_{(1,54)}=5.722$, $p<.05$; $F_{(1,54)}=12.085$, $p<.01$). Bu sonuç, öğretmen adaylarının girişimciliğe ilişkin puanlarının deneysel işleme bağlı olarak anlamlı bir şekilde arttığını, uygulanan deneysel işlemin girişimcilik puanları üzerinde orta-yüksek ve yüksek etkiye (Kısmi $\eta^2_1=.111$; Kısmi $\eta^2_2=.080$; Kısmi $\eta^2_3=.085$; Kısmi $\eta^2_4=.072$; Kısmi $\eta^2_5=.096$; Kısmi $\eta^2_T=.183$) sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca gözlenen güç değerlerinin ($(1-\beta)_1=.721$; $(1-\beta)_2=.568$; $(1-\beta)_3=.594$; $(1-\beta)_4=.521$; $(1-\beta)_5=.651$; $(1-\beta)_T=.927$) orta-yüksek ve yüksek güce sahip olmasının da uygulanan deneysel işlemin pratikteki uygulanabilirliğini ortaya koyabilmektedir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Betimsel Analize İlişkin Tartışma ve Sonuçlar

5.1.1. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimcilik Puanlarına İlişkin Sonuçlar

Araştırmada, “Deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerileri nasıldır?” ve “Deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının girişimcilik becerileri nasıldır?” sorularına yanıt aranmıştır. Araştırmanın birinci ve ikinci alt problemine ilişkin sonuçlara bu kısımda yer verilmiştir.

Elde edilen puanlara göre hem bilgi işlemsel düşünme hem de girişimcilik becerilerinde her iki grupta da ön test beceri ortalamalarının genelini 3-4 puan aralığında (“bazen” ve “genellikle”; “kararsızım” ve “katılıyorum”), son test beceri ortalamalarının genelini ise 4-5 puan aralığında (“genellikle” ve “her zaman”; “katılıyorum” ve “tamamen katılıyorum”) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca her iki grupta da son test lehine beceri seviyelerinde (davranış/ özelliklerin görülme sıklığında) artış olduğu, en yüksek puanların ise deney grubuna ait son test puanları olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum ile deney grubundaki eğitim sürecinin becerilere ait gösterge davranışların edinimi ve gelişimi konusunda olumlu bir etkisinin olduğu ifade edilebilir. Mühendislik tasarım sürecinin ve STEM entegrasyonunun bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik becerilerini desteklediğine yönelik çeşitli çalışmalar (Sarı vd., 2022; Shang vd., 2023) göz önünde bulundurulduğunda da bu çalışmada deney grubu lehine beklenen bir sonucun ortaya çıktığı düşünülebilir. Benzer olarak, Chesky ve Wolfmeyer (2015) de STEM eğitiminin, öğrencilerin ihtiyaç duyacakları bilgi ve becerilerin kazandırılmasında önemli olduğuna değinmişlerdir.

5.1.2. Deney Grubunda Gerçekleştirilen Çevre Eğitime Yönelik Aşamalar ve Kazandırılması Planlanan Becerilere İlişkin Sonuçlar

Araştırmada, “Deney grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının kullandıkları/oluşturdıkları etkinlik kağıtları, bireysel gelişim notları ve proje sonuç raporlarına göre araştırma ve uygulama süreci nasıldır?” sorusuna yanıt aranmıştır. Araştırmanın dördüncü alt problemine ilişkin sonuçlara bu kısımda yer verilmiştir.

Deney grubunda gerçekleştirilen çevre eğitime yönelik aşamalar incelendiğinde; Problemin tanımlanması aşamasında, her bir ekibin günlük yaşamlarında karşılaştıkları ve

dikkatlerini çeken çevre problemini belirleyebildikleri gözlemlenmiştir. Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi aşamasında, her bir ekip çözüm üretme sürecinde çözümü/ürünü temsil eden hangi özelliklerin olabileceği, çözümü/ürünü üretirken üretimi sınırlandıran ne gibi durumların olduğu ya da olabileceği konusunda fikir yürütürlerken üretim sürecinde hangi disiplinlerin bilgilerine ihtiyaç duyulabileceğini belirtmişlerdir. Kriterler, kullanılan disiplinler ve sınırlılıklar incelendiğinde, genel ifadelerin (kriter: işlevsellik, hızlı ve kolay kurulum, kullanılan disiplinler: fizik (devre bağlantısı), sınırlılık: mevcut malzemelerin öncelikli kullanımı, vb.) yanı sıra belirlenen her bir problemi temsil eden özelleşmiş ifadelerin (kriter: bahçe veya tarlaya giren hayvanların hareketlerini algılaması, mekanizmada kart okuma sisteminin olması, kullanılan disiplinler: biyoloji (hayvan türleri), sınırlılık: farklı hayvan türlerine göre mekanizmanın çalışma durumu, ürünün taşınma zorluğu, vb.) de yer aldığı gözlemlenmiştir. Olası çözümlerin geliştirilmesi aşamasında, tüm ekipler en az iki çözüm önerisi üretmiş olup bu çözümlerin aynı çözümün farklı versiyonları şeklinde ve birbirinden farklı, bağımsız çözümler olmak üzere oluşturulduğu gözlemlenmiştir. En iyi çözümün seçilmesi aşamasında, öğrenilen bilgiler, ulaşılan malzemeler, bazı kriter ve sınırlılıkların (topluma ve çevreye fayda sağlayan, özgün, test edilebilir, kullanışlı, yenilikçi, düşük maliyetli olması) çözümler arasından en uygun olanın tercih edilmesi konusunda etkili olduğu tespit edilmiştir. Prototipin yapılması aşamasında, kriter ve sınırlılıklara göre kullanılan malzemeleri ve tasarımın yapısını belirledikleri gözlemlenmiştir. Çözümü test etme ve değerlendirme aşamasında, ekiplerin oluşturdukları mekanizmaları deneyerek, çalışıp çalışmadığı konusunda değerlendirme yaptıkları görülmüştür. Çözümün sunulması aşamasında, her bir ekibin belirlenen dış gözlemcilerle çözümlerini sundukları ve bu doğrultuda dönüt aldıkları tespit edilmiştir. Yeniden tasarlama/revize etme aşamasında, çözümün sunulması aşamasındaki dönütlerden faydalanarak tasarımın eksik yönlerini gidermek amacıyla tasarımını revize eden ekipler olduğu gözlemlenmiştir. Kararın tamamlanması aşamasında ise tüm ekipler sonuç raporlarını yazarak uygulama sürecini tamamlamışlardır. Buraya kadar olan bulgular, tüm ekiplerin mühendislik tasarım sürecinin aşamalarını planlanan şekilde gerçekleştirdiklerini göstermektedir. Deney grubundaki öğretmen adaylarının robotik destekli mühendislik tasarım tabanlı 2E-STEM eğitimiyle birlikte mühendislik tasarım süreci anlayışlarının oluştuğu ifade edilebilir. STEM disiplinlerini entegre etmeye yönelik gerçekleştirilen deneyimler, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım tabanlı STEM eğitimi konusunda fikir edinmeleri ve disiplinlerin entegrasyonunu derslerinde gerçekleştirebilmeleri konusunda önemli bir fırsattır (Maiorca ve Mohr-Schroeder, 2020; Shernoff vd., 2017). Mühendislik tasarım temelli STEM uygulamalarının gerçekleştirildiği çeşitli çalışmalarda da (Aydin-Gunbatar vd., 2018;

Ozkizilcik ve Cebesoy, 2024) öğretmen adaylarının STEM entegrasyon sürecinde mühendislik tasarım anlayışlarının geliştiğinden bahsedilmiştir. Ayrıca STEM eğitimi disiplinler arası öğrenmeyi vurgulasa da disiplinlerin entegrasyonu hakkında belirsizliklerin olduğu, farklı disiplinlerin süreç içerisinde nasıl kullanıldığına yönelik bilgi verilmesinin aynı zamanda öğrencilerin mühendislik tasarım sürecindeki bilgi entegrasyonunun takip edilmesinin önemli olduğu ifade edilebilir (Cheng vd., 2024). Bu doğrultuda, her bir ekip süreç içerisinde ihtiyaç duydukları bilgileri temsil eden kavramları ve ait oldukları disiplinleri belirleterek mühendislik tasarım sürecinde disiplin entegrasyonunu gerçekleştirmişlerdir.

Girişimcilik basamaklarının mühendislik tasarım sürecinde hangi basamaklarda ihtiyaç duyularak kullanıldığına yönelik bulgulara göz atıldığında sırasıyla; 1. Çevrenin gözlemlenmesi ve toplumun ihtiyaçlarının belirlenmesi (MTS1, MTS2, MTS3), 2. İhtiyaçları kapsayan yenilikçi fikirlerin öne sürülmesi (MTS3), 3. Yenilikçi fikirlerden birine karar verilmesi (MTS4), 4. Fikrin daha önce var olma durumunun belirlenmesi (benzerlerinin analizi) (MTS4), 5. Diğer benzer ürünlerden farkının ortaya konulması (özgünlük) (MTS4), 6. Hedef kitlenin belirlenmesi (yaygın etki) (MTS1, MTS3), 7. İhtiyaç duyulan araç, gereç, hizmet vb. unsurlara karar verilmesi (MTS4), 8. Karşılaşılması muhtemel risklerin belirlenmesi ve giderilmesi (B planı) (MTS4), 9. Amaçlanan ürünün tasarlanması ya da hizmetin tanımlanması (iş analizi) (MTS5, MTS6, MTS8), 10. Üretim ve pazarlama aşamasında personel sayısı ve niteliğine karar verilmesi (MTS5, MTS8), 11. Tasarım ya da iş analizi sonucunda maliyetin hesaplanması (MTS6), 12. Öngörülen ortalama (yıllık, aylık, günlük) satış hedeflerinin belirlenmesi (MTS6), 13. Beklenmedik durumlara ilişkin ön görülerde bulunulması (MTS6), 14. Kullanıcıya nasıl ulaşılabileceğine karar verilmesi (MTS7), 15. Hangi kanallar aracılığıyla tanıtım yapılacağına karar verilmesi (MTS7), 16. Projenin rapor halinde sunulması (MTS7) olarak aşamaların birbirine entegre edildiği görülmektedir. Elde edilen bulgularla birlikte STEM mühendislik tasarım süreci ile girişimci proje geliştirme süreci arasındaki bağlantılara yönelik hem literatürde yer alan hem de araştırmacı tarafından planlanan olası kesişim noktalarının daha da detaylı bir şekilde açıklandığı ifade edilebilir. Bu durum, sürecin esnekliğini ve tüm ekiplerin aktif katılım ile ihtiyaçları doğrultusunda süreci yönlendirdiklerini ortaya koymaktadır. Girişimcilik ve STEM uygulamalarını bir arada ele alan çeşitli çalışmalara göz atıldığında; Mühendislik tasarım sürecinde ürün üretirken ürünün pazarlanması aşamasında girişimcilik sürecinin dahil edilebileceği (Pabuçcu-Akiş ve Demirer, 2023), STEM eğitimiyle ortaya çıkan fikirlerin, ürünlerin veya tasarımların girişimci bakışıyla değer yaratma potansiyelinin yükseltilebileceği (Deveci ve Seikkula-Leino, 2023), mühendislik tasarım sürecinde ihtiyaç duyulan eyleme geçme, yaratıcı olma, problemi anlama, belirsizlikle

mücadele etme, müşterilerin/kullanıcıların ihtiyaçlarını anlama gibi süreçlerin girişimcilikte de var olduğuna (Dahl ve Grunwald, 2021) yönelik benzer durumların bu çalışmada da ele alındığı, bu gibi çalışmaların aksine her bir ekibin süreç içerisindeki ilerleyişleri doğrultusunda kesişim noktaları hakkında daha detaylı olarak fikir yürütüldüğü düşünülmektedir.

Bilgi işlemsel düşünme basamaklarının mühendislik tasarım sürecinde hangi basamaklarda ihtiyaç duyularak kullanıldığına yönelik bulgulara göz atıldığında sırasıyla; 1. Problemi anlama (MTS1), 2. Parçalara ayırma (MTS2), 3. Soyutlama (MTS3), 4. Örüntü (MTS4), 5. Algoritma (MTS5), 6. Değerlendirme/Hata Ayıklama (MTS6, MTS7, MTS8, MTS9) olarak aşamaların birbirine entegre edildiği görülmektedir. Bilgi işlemsel düşünme aşamalarının STEM ve girişimcilik sürecine nasıl entegre edilebileceği konusunda literatürde yer alan entegrasyon belirsizliğine karşın tespit edilen bu bulguların aşamalar arasındaki olası bağlantılar hakkında fikir verebileceği öngörülmektedir. Bilgi işlemsel düşünme sürecinin entegrasyonun önündeki engel bu sürecin sadece bilgisayar bilimi ile kullanıldığı algısıdır. Bu algı sebebiyle öğretmenlerin sınıflarında bu süreci hayata geçiremedikleri tespit edilmiştir. Bu sürecin eğitim ortamına entegre edilebilmesi için bilimsel anlamlandırma/bilimsel öğrenme amaçlarına hizmet eden bir süreç olarak ifade edilmesi gerekmektedir (Voss-Farris ve McLaughlin, 2024). Benzer şekilde Supriyadi ve Taban (2024) bilişimsel düşünmenin STEM eğitime entegrasyonuna odaklanan öğretmen yetiştirme programlarının yetersiz olduğundan, ayrıca bilgi işlemsel düşünme sürecinin niteliğinin, entegrasyon metodolojisinin araştırılmasının önemli olduğundan bahsetmişlerdir. Bu doğrultuda, her bir ekibin robotik destekli mühendislik tasarım tabanlı süreçte girişimcilik aşamalarını uygularken aynı zamanda bilimsel araştırma sürecini gerçekleştirmeleri ile bilgi işlemsel düşünmenin kökenine hitap edildiği söylenebilir. Kang ve Lee (2020)'nin bilgi işlemsel düşünme aşamalarının teknoloji girişimciliği eğitiminde kullanılabileceğine yönelik fikirleri, bilgi işlemsel düşünmenin bu çalışmadaki ortamda gelişebileceğine yönelik ayrıca ipucu sağlayabilir.

Deney grubunda gerçekleştirilen çevre eğitimi ile kazandırılması planlanan beceriler incelendiğinde hem bilgi işlemsel düşünme hem de girişimcilik becerilerinin (yaratıcılık, algoritmik düşünme, işbirliklilik, eleştirel düşünme, problem çözme; risk alma, fırsatları görme, kendine güven, duygusal zeka, yenilikçi olma) süreç içerisindeki faaliyetlerle birlikte desteklendiği sonucuna ulaşılabilir. Dolgopolas ve Dagienė (2021) STEAM ve mühendislik eğitiminin teoriden pratiğe dönüştürülmesinde bilgi işlemsel düşünmenin öneminden bahsetmişler, aynı zamanda bilgi işlemsel düşünmeyi bilgi ve beceri edinimini destekleyen STEM'in ayrılmaz bir parçası olarak ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, STEM eğitiminin öğrencilerin girişimcilik becerilerini geliştirdiğine yönelik çeşitli çalışmalar (Caldwell vd.,

2018; Jin vd., 2015) olmakla birlikte STEM ve girişimciliğin birbirini tamamlayan iki önemli disiplinler arası yaklaşım olarak ifade edilmesi (Deveci ve Seikkula-Leino, 2023) beceri gelişimini doğrulayabilir.

5.1.3. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Süreç İçerisinde Örnek Proje İnceleme Faaliyetlerine İlişkin Sonuçlar

Araştırmada, “Deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının kullandıkları örnek proje inceleme formuna göre araştırma süreci nasıldır?” sorusuna yanıt aranmıştır. Araştırmanın üçüncü alt problemine ilişkin sonuçlara bu kısımda yer verilmiştir.

Deney grubundaki uygulama sürecinin haricinde hem deney hem de kontrol grubunda gerçekleştirilen araştırma sürecinde örnek proje inceleme faaliyetlerine göz atıldığında; Her iki grubun da inceledikleri çevre projelerinde tespit ettikleri süreç basamaklarını ve araştırmacı özelliklerini aynı şekilde yorumladıkları gözlemlenmiştir. Bu durum ile birlikte, bir araştırmacının gerçekleştireceği projedeki olası aşamalar ve girişimci bir bireyin sahip olduğu/olması gereken özellikler hakkında her iki grubun da benzer fikirlere sahip oldukları söylenebilir. Bu doğrultuda, deney ve kontrol grupları arasında uygulama farkı haricinde iç geçerliği tehdit edebilecek olası durumlara (Büyüköztürk vd., 2018, s. 180; Karasar, 2014, s. 105) karşın araştırmacı tarafından süreç tasarımı dengelenmeye çalışılmış, çıkarımsal analiz sürecinde uygulamanın becerilere etkisine yönelik yorum yapılabilmesine olanak sağlanmıştır.

Yukarıda ifade edilen bilgilere göre, deney ve kontrol gruplarının örnek çevre projelerini araştırma ve incelemeye yönelik ortak görevler gerçekleştirdikleri, bir projedeki olası aşamalar ve girişimci bir bireyin sahip olduğu/olması gereken özellikler hakkında bilgi sahibi oldukları ifade edilebilir. Bunun yanı sıra, deney grubunda ek olarak çevre problemlerinin disiplinler arası yapısı gereği disiplinler arası bakış açısıyla mühendislik tasarım tabanlı girişimci proje geliştirme sürecini kendilerinin deneyimledikleri ve bahsedilen becerileri kullandıkları bir eğitim ortamının oluştuğu düşünülebilir. Ayrıca deney grubundaki uygulamada doğrudan yer verilmese de bilgi işlemsel düşünme aşamalarının da süreç içerisinde kendiliğinden geliştiği söylenebilir. Bu doğrultuda, her iki grubun içinde bulunduğu eğitim ortamının bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik becerilerine olan etkisi çıkarımsal analize ilişkin tartışma ve sonuçlar kısmında incelenmiştir.

5.2. Çıkarımsal Analize İlişkin Tartışma ve Sonuçlar

5.2.1. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Uygulama Öncesi ve Uygulama Sonrası Puan Karşılaştırmalarına İlişkin Sonuçlar

Araştırmada, “Deney grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası bilgi işlemsel düşünme puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?”, “Deney grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası girişimcilik puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?”, “Kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası bilgi işlemsel düşünme puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?”, “Kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası girişimcilik puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorularına yanıt aranmıştır. Araştırmanın üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı alt problemlerine ilişkin sonuçlara bu kısımda yer verilmiştir.

Her iki grupta da hem bilgi işlemsel düşünme hem de girişimcilik puanları ön test-son test karşılaştırmalarında son testler lehine bir artış gözlemlenmiş olup deney grubunda gözlemlenen artışların anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum ile birlikte, her iki grupta da 11 hafta boyunca gerçekleştirilen eğitimin bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik becerilerini geliştirmede etkili olduğu söylenebilir. Kontrol grubunda tespit edilen ve anlamlı olmayan puan artışları deney grubundaki anlamlı ve daha yüksek puan artışlarıyla kıyaslandığında, kontrol grubunda gerçekleştirilen eğitimin beceri gelişimini (yaratıcılık, algoritmik düşünme, işbirliklilik, eleştirel düşünme, problem çözme; risk alma, fırsatları görme, kendine güven, duygusal zeka, yenilikçi olma) yeterince etkilemediği sonucuna varılabilir. Bu doğrultuda, örnek proje araştırma ve inceleme sürecinin beceri gelişiminde tek başına yeterli olmadığı, deney grubundaki öğretmen adaylarının uygulama sürecinde yaşadıkları deneyimlerle birlikte beceri gelişiminin daha etkili olduğu ifade edilebilir. Eğitim ortamlarında araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı tercih edilse de kontrol grubundaki bu durum, öğrenilen teorik bilgilerin uygulamalarla yeterli düzeyde ele alınmamasıyla (Gülersoy vd., 2020) açıklanabilir. Birçok alt beceriden oluşan bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik becerileri 21. yüzyıl becerileri arasında yer almaktadır (Gelen, 2017; Üzümcü ve Bay, 2018). Eğitim ortamında 21. yüzyıl becerilerinin gelişmesinin önündeki zorluk veya engelleri Varas vd. (2023), beceri geliştirmeye yönelik bilgi eksikliğinin olması, 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesinde teknolojinin gerekli olduğu ve sınıflardaki teknoloji eksikliğinin bu becerileri geliştirmede engel olduğu, ders içeriğinin yeterli olmaması gibi durumlarla ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda, kontrol grubunda son test lehine artış olmasına rağmen anlamlı olmaması ve

beceri gelişiminin sınırlı kalması değinilen üç durumdan da kaynaklandığı söylenebilir. Her bir durum sırasıyla yorumlandığında; deney grubundaki entegre yapı birçok bilgi, beceri ve teknolojinin kullanımını teşvik etmesiyle daha etkili hale geldiği, bunun sonucunda da deney grubunun ders içeriğinin yeterli olurken kontrol grubundaki ders içeriğinin yetersiz kaldığı düşünülebilir. Dere ve Çinikaya (2023), eğitim süreçlerinde aktif katılımı vurgulanmış olup eğitim süreçlerinde proje tasarlama, materyal geliştirme gibi uygulamaların ders içeriklerine entegre edilmesi gerekliliğine değinmiştir. Bu çalışmanın sonucu da kontrol grubunun yeterince aktif katılım gösteremediğini akla getirebilir.

5.2.2. Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Uygulama Sonrası Puan Karşılaştırmalarına İlişkin Sonuçlar

Araştırmada, “Deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama sonrasında bilgi işlemsel düşünme puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?”, “Deney ve kontrol grubunda yer alan fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulama sonrasında girişimcilik puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorularına yanıt aranmıştır. Araştırmanın yedinci ve sekizinci alt problemlerine ilişkin sonuçlara bu kısımda yer verilmiştir.

Gruplar arasında bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik ön test puanlarına ilişkin anlamlı bir farklılık olmayıp ortalamalar arasındaki farklılıkların da etkisini ortadan kaldırmak amacıyla ön testlerin ortak değişken olarak kontrol edildiği kovaryans analizi sonuçlarına göre hem bilgi işlemsel düşünme hem de girişimcilik puanları son test karşılaştırmalarında deney grubu son test puanları lehine puanlar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Deney grubunda tespit edilen puanların kontrol grubundaki puanlara göre daha yüksek olduğu göz önünde bulundurulduğunda yapılan deneysel işlemin beceri ediniminde (yaratıcılık, algoritmik düşünme, işbirliklilik, eleştirel düşünme, problem çözme; risk alma, fırsatları görme, kendine güven, duygusal zeka, yenilikçi olma) daha etkili olduğu kanısına varılabilir. Çalışmada ele alınan bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik becerilerinin 21. yüzyıl becerileri arasında yer aldığı göz önünde bulundurulduğunda, STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine katkı sağladığı (Hacıoğlu, 2021) sonucuna odaklanılabilir. Bu doğrultuda, STEM eğitimi ile disiplinlerin entegrasyonu gerçekleştirilirken birçok bilgi ve becerinin de süreç içerisinde kullanıldığı söylenebilir.

Sonuç olarak, deney ve kontrol grupları karşılaştırıldığında bireylerin süreç içerisinde aktif rol aldığı uygulamalı eğitimlerin olmaması durumunda her ne kadar araştırma-sorgulamaya dayalı bir ortam oluşturulsa da bireyler bilgileri doğrudan deneyimleyemedikleri için beceri edinimleri ve gelişimleri yetersiz kalacaktır. Bu çalışmada geliştirilen robotik

destekli mühendislik tasarım tabanlı 2E-STEM fikrinin kullanımı ile birlikte sürdürülebilir kalkınmayı çevresel (Çevre disiplini), sosyal ve ekonomik (Girişimcilik disiplini) boyutlarıyla göz bulundurarak robotik destekli mühendislik tasarım tabanlı disiplinler arası bir süreç aracılığıyla sürdürülebilir çevre için eğitim ortamları oluşturulabilir. Bu çalışma, mühendislik tasarım süreci, girişimcilik, bilgi işlemsel düşünme aşamalarının entegrasyonundaki belirsizliğe karşın entegrasyon bakımından önemli ipuçları sağlayabilir.

5.3. Öneriler

Bu çalışma; deneysel desen, 57 fen bilgisi öğretmen adayı, kullanılan veri toplama araçları, planlanan uygulama programı ve kullanılan araç-gereçler ile sınırlı olup ortaya konulan sonuçlar ve belirlenen sınırlılıklar doğrultusunda bazı önerilerde bulunulmuştur.

1. Bu çalışma ile mühendislik tasarım sürecinde bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik aşamalarının entegrasyonu hakkında fikir edinilebilir. Aşamaların olası bağlantıları yeni yapılacak çalışmalarla test edilerek sonuçlar karşılaştırılabilir.
2. Süreç içerisinde yapılan uygulamalar sadece fen bilgisi öğretmen adaylarıyla sınırlı kalmayıp farklı alanlardaki öğretmen ve öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilebilir.
3. Mühendislik tasarım süreci, bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik aşamalarının yer aldığı eğitim sürecinin bilgi işlemsel düşünme ve girişimcilik becerilerine olan katkısı ortaya konulmuş olup farklı değişkenler (sürdürülebilir kalkınma farkındalıkları, çevreye yönelik bilgi, tutum, davranışlar, mühendislik tasarım becerileri, diğer 21. yüzyıl becerileri, STEM alanlarına, entegrasyonuna yönelik bilgi, tutum, özyeterlik gibi) üzerine etkileri de incelenebilir.
4. Bu çalışma deneysel bir araştırma olup bilgi işlemsel düşünme becerileri ve girişimcilik özelliklerinin süreç içerisindeki değişimlerinin derinlemesine incelendiği nitel veya karma desenli çalışmalar geliştirilebilir.
5. Sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutunun Çevre disiplini, sosyal ve ekonomik boyutlarının ise Girişimcilik disiplini ile vurgulandığı robotik destekli mühendislik tasarım tabanlı interdisipliner çalışmalar (robotik destekli mühendislik tasarım tabanlı 2E-STEM) gerçekleştirilebilir.

Ayrıca çalışmalarda uygulamaya dönük şu öneriler uygulayıcılara yol gösterebilir:

1. Problem olarak “tüketim ve israf” konularının daha çok tercih edilmesi ile birlikte bu sorunlarla daha çok karşılaşıldığı ve çalışmalarda bu konulara ağırlık verilmesinin önemli olduğu söylenebilir.

2. Tüm ekipler tarafından Çevre, Fen (bilimsel araştırma sürecinin planlanması), Teknoloji (Arduino, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı, ek malzemeler, Tinkercad, Fritzing, Mblock, Inkscape, Ultimaker Cura, LaserWork yazılım kullanımı), Mühendislik (kodların ve ürün tasarımının planlanması) ve Matematik bilgisinin (sayısal verilerin hesaplanması) haricinde Fizik en çok kullanılan disiplin olmuştur. En az vurgulanan disiplin bilgisi ise Kimya disiplinine aittir. Bu durum ile birlikte robotik destekli uygulamaların Fizik gibi olası disiplin yönelimlerinin farkında olup diğer disiplinlerin kullanımının/öğretiminin desteklenmesine yönelik etkinlikler gerçekleştirilebilir. Lakin tasarım sürecinde kullanılan disiplin bilgilerinin belirlenmesindeki en temel etkenlerin probleme yönelik ihtiyaçlar olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.
3. Girişimcilik düşüncesinin sağladığı esneklik ile süreç içerisinde her bir ekibin farklı problemleri ele almasına ve farklı çözümler üretmelerine imkan sağlanabilir. Bu durum, problem ve çözümlerin çeşitliliğini desteklerken sürecin kontrolünü zorlaştırabilir. Böyle bir durumda araştırmacının yakın takibi ve rehberliği önemlidir.
4. Bireylerin günlük yaşamda karşılaştıkları problemlerin karmaşık ve iyi yapılandırılmamış problemler olabileceği göz önünde bulundurulduğunda, büyük tasarım görevinin öğretmen/uygulayıcı tarafından açıklanmasının sınırlayıcı bir durum oluşturacağı söylenebilir. Bu sebeple bu çalışmada planlandığı gibi büyük tasarım görevini, yaptıkları araştırmalar ve mini uygulama denemeleri doğrultusunda ekiplerin kendilerinin oluşturması teşvik edilebilir.
5. Prototipin yapılması sürecinde kullanılan Arduino, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı gibi ek bilgiye sahip olmayı gerektiren araçlar ve yazılımları hakkında hazırbulunuşluluğu olan katılımcılarla çalışma sürecinin kolaylaştırılabileceği, aksine yeterince hazırbulunuşluluğu olmayan katılımcı gruplar için araştırmacı rehberliğinin ve katılımcılara yol gösteren bilgi notlarının oluşturulmasının önemli olduğu ifade edilebilir. Ayrıca bu gibi teknolojilerin kullanımı ürün üretimi ve beceri gelişimi bakımından tasarım sürecini zenginleştirebilir.
6. Çözümü test etme ve değerlendirme aşamasında malzemelerin laboratuvar veya sınıf ortamı dışına çıkarılamaması, malzemelerin çeşidi gibi durumlar test etme sürecini sınırlandırabilir. Öğrenciler böyle bir durumda edindiği bilgileri/çeşitli disiplinlerin bilgilerini kullanarak tahminler yürütebilir. Ayrıca değerlendirme sürecinde çözümün problemin ihtiyaçlarını karşılayıp karşılamadığını daha net bir şekilde görmek için sınıfta kontrol listesi oluşturulabilir.

7. Çözümün sunulması aşamasında ekipler dış gözlemciye olan ihtiyaçlarını diğer ekiplerden destek alarak gerçekleştirebilirler. Bu sayede tüm ekipler sadece tasarlayan/üreten değil, aynı zamanda kullanıcı veya ihtiyaç sahibi olarak da fikir yürütebilir.
8. Her iki grupta da araştırma süreci boyunca araştırmacı tarafından sunulan örnek projelerin haricinde öğretmen adaylarının her birinin kendisinin örnek projeleri araştırmaları ve yorumlamaları istenmiştir. Bu sayede araştırmacının örnek olarak verdiği projelerle grupların benzer şekilde ilerlemesi sağlanırken aynı zamanda yönlendirici ve sınırlayıcı etkisi ortadan kaldırılabilir.

KAYNAKÇA

- Abdul Talib, C., Aliyu, H., Aliyu, F., Maimun, A., Malik, A., Anggoro, S., & Ali, M. (2020). Integration of robotics into STEM education for facilitating environmental sustainability. *Solid State Technology*, 63(1), 767-783.
- Akgün, F. (2020). Öğretmen adaylarının bilgi ve iletişim teknolojileri yeterlikleri ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(1), 629-654.
- Akgündüz, D. (2016). A research about the placement of the top thousand students in STEM fields in Turkey between 2000 and 2014. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(5), 1365-1377.
- Akgündüz, D., & Ertepinar, H. (2018). Eğitim fakültesinde bütünleşik fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) öğretimi uygulamaları. *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi içinde* (ss. 285-316). Anı Yayıncılık.
- Alimisis, D., & Kynigos, C. (2009). Constructionism and robotics in education. In D. Alimisis (Ed.) *Teacher education on robotics-enhanced constructivist pedagogical methods* (pp. 11–26). ASPETE.
- Al Fedaghi, S., & Alkhaldi, A. A. (2019). Thinking for computational thinking. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 10(2), 620-629.
- Alsancak-Sırakaya, D. (2019). Programlama öğretiminin bilgi işlemsel düşünme becerisine etkisi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 23(2), 575-590.
- Altın, M., Bacanlı, H., & Yıldız, K. (2002, Eylül). *Biyoloji öğretmeni adaylarının çevreye yönelik tutumları*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Kongresi, Ankara, Türkiye.

- Anagün, Ş. S., Atalay, N., Kılıç, Z., & Yaşar, S. (2016). Öğretmen adaylarına yönelik 21. yüzyıl becerileri yeterlilik algıları ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2016(40), 160-175.
- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009), “21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries”, *OECD Education Working Papers*, 41, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/218525261154>
- Arduino. (t.y.). *What is Arduino?* <https://www.arduino.cc>
- Arısoy, İ. (2005). Türkiye’de sanayileşme ve temel göstergeler açısından sanayinin gelişimi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 45-67.
- Arslan, S. Y., & Arastaman, G. (2021). Dünyada STEM politikaları: Türkiye için çıkarımlar ve öneriler. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(2), 894-910.
- Arslan, K., & Tanel, Z. (2021). Analyzing the effects of Arduino applications on students’ opinions, attitude and self-efficacy in programming class. *Education and Information Technologies*, 26,1143-1163. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10290-5>
- Atasoy, B., Yüksel, A., & Özdemir, S. (2018, Mayıs 2-4). *Eğitsel robotik uygulamaların 21. yy becerilerine etkisi*. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Sempozyumu, İzmir, Türkiye.
- Aydin-Gunbatar, S., Tarkin-Celikkiran, A., Kutucu, E. S., & Ekiz-Kiran, B. (2018). The influence of a design-based elective STEM course on pre-service chemistry teachers’ content knowledge, STEM conceptions, and engineering views. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(3), 954–972. <https://doi.org/10.1039/C8RP00128F>
- Balka, D. (2011). *Standards of mathematical practice and STEM*, Math-science connector newsletter. School science and mathematics association. <https://www.ssma.org/assets/docs/MathScienceConnector-summer2011.pdf>
- Baser, M., & Ozden, M. Y. (2015). Developing attitude scale toward computer programming. *International Journal of Social Science*, 6(6), 199–215.
- Battelle for Kids. (2019). *Framework for 21st century learning* https://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_Brief.pdf
- Bazin, M. S. (2012). *Sürdürülebilir kalkınma*. (Göknur Gündoğan, Çev.). Carenta Çocuk.
- Beringer, A., Malone, L., & Wright, T. (2006). Sustainability in higher education. *Int. J. Sustain. High. Educ.* 9, 48–66.
- Birdthistle, N., Hynes, B., & Fleming, P. (2007). Enterprise education programmes in secondary schools in Ireland: A multi-stakeholder perspective. *Education+Training*, 49(4), 265-276. <https://doi.org/10.1108/00400910710754426>

- Blackley, S., & Sheffield, R. (2016). Environment: Re-negotiating the E in STEM education. *Eco-thinking*, 1(1), 1-11.
- Boca, G. D., & Saraçlı, S. (2019). Environmental education and student's perception, for sustainability. *Sustainability*, 11(6), 1553. <https://doi.org/10.3390/su11061553>
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Bozkurt-Altan, E. (2018). Tasarım temelli fen eğitimi ve probleme dayalı STEM uygulamaları. S. Çepni (Ed.). *Kuramdan Uygulamaya STEAM Eğitimi* (ss. 169-199). Pegem Akademi.
- Bozkurt-Altan, E., Yamak, H., & Kırıkkaya, E. B. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Brinkmann, R. (2016). *Introduction to sustainability*. Wiley.
- Brown, T. A. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research*. Guilford Publications, Inc.
- Burgess, A., & Buck, G.A. (2020). Inquiring into environmental STEM: Striving for an engaging inquiry-based E-STEM experience for pre-service teachers. In: Akerson, V.L., Buck, G.A. (Ed.) *Critical Questions in STEM Education*, Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57646-2_5
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Bybee, R.W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Cain, E. J. (1990). "Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı Türkiye Daimi Temsilcisi E.J. Cain'in konuşması". Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı 29-30 Kasım 1989, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara, Türkiye.
- Caldwell, L., Garcia, R., & Cagle, N. (2018). K-12 diversity pathway programs in the E-STEM fields: A review of existing programs and summary of unmet needs. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 19(4), 12-18.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Houghton Mifflin Company.

- Candan-Helvacı, S. (2021). E→STEM approach applications in environmental education. In S. Erten (ed.), *Different perspectives on environmental education* (ss. 171–202). ISRES Publishing.
- Candan-Helvacı, S. (2022). Investigation of the effect of preservice science teachers' E→STEM activity development processes on environmental awareness levels: Preservice science teachers' E→STEM activities. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 14(3), 1767-1785.
- Cappellaro, E. (2018). *Çevre eğitiminde disiplinlerin entegrasyonu: Multi, inter, transdisipliner yaklaşımlar*. Multidisipliner Çalışmalar-4 Kongresi, ISBN: 978-9940-745-05-9.
- Chen, G., Shen, J., Barth Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., & Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109, 162-175.
- Cheng, M. F., Lo, Y. H., & Cheng, C. H. (2024). The impact of STEM curriculum on students' engineering design abilities and attitudes toward STEM. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-29. <https://doi.org/10.1007/s10798-024-09883-9>
- Chesky, N. Z., & Wolfmeyer, M. R. (2015). STEM's what, why, and how? ontology, axiology, and epistemology. In *Philosophy of STEM education: A critical investigation* (pp. 17–43). Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/9781137535467.0007>
- Christensen, D. (2023). Computational thinking to learn environmental sustainability: A learning progression. *Journal of Science Education and Technology*, 32(1), 26-44. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10004-1>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (rev. ed.). Academic Press.
- Costa, M. F., & Fernandes, J. F. (2005, July). *Robots at school. The eurobotice project*. Proceedings of the 2nd International Conference Hands-on Science: Science in a Changing Education. Rethymno, Greece.
- Crohn, K., & Birbaum, M. (2010). Environmental education evaluation: Time to reflect, time for change. *Evaluation and Program Planning*, 33(2), 155–158. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2009.07.004>
- Czerkawski, B. C., & Lyman, E. W. (2015). Exploring issues about computational thinking in higher education. *Tech Trends*, 59(2), 57–65. <https://doi.org/10.1007/s11528-015-0840-3>
- Çepni, S. (Ed.) (2018). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*. Pegem Atıf İndeksi.

- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2021). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve LISREL uygulamaları*. Pegem Akademi.
- Dahl, B., & Grunwald, A. (2021). How lower secondary pupils work with design in green entrepreneurship in STEM education competitions. *International Journal of Technology and Design Education*. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09706-1>
- Dallı, A. (2019). *Madde döngüleri ve çevre sorunları konusunda STEM yaklaşımına dayalı öğretim tasarımı* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- D'Amico, E. J., Neilands, T. B., & Zambarano, R. (2001). Power analysis for multivariate and repeated measures designs: A flexible approach using the SPSS MANOVA procedure. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 33, 479-484.
- 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>
- Deakins, D., Glancey, K., Menter, I., & Wyper, J. (2005). Enterprise education: the role of the head teacher. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 1(2), 241-63. <https://doi.org/10.1007/s11365-005-1131-9>
- Demir, Ö., & Seferoğlu, S. S. (2017). Yeni kavramlar, farklı kullanımlar: Bilgi-işlemsel düşünmeyle ilgili bir değerlendirme. *Eğitim teknolojileri okumaları*, 41, 801-830.
- Demirkaya, H. (2006). Çevre Eğitiminin Türkiye'deki coğrafya programları içerisindeki yeri ve çevre eğitime yönelik yeni yaklaşımlar. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1), 207-222.
- Dere, İ., & Çinikaya, C. (2023). Tiflis bildirgesi ve BM 2030 sürdürülebilir kalkınma amaçlarının çevre eğitimi ve iklim değişikliği dersi öğretim programına yansımaları. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 1343-1366.
- Devaney, L. (2016, September 2). *Here's how invention and entrepreneurship fit into STEM education*. <https://www.eschoolnews.com/steam/2016/09/02/heres-how-invention-and-entrepreneurship-fit-into-stem-education/>
- Deveci, İ. (2016). *Fen bilimleri öğretim programıyla (5-8) bütünleştirilmiş girişimcilik eğitimi modüllerinin geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Uludağ Üniversitesi.

- Deveci, İ. (2018). E-STEM (Girişimcilik, fen, teknoloji, mühendislik, matematik). S. Çepni (ed.), *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi* (137-167). Pegem Akademi.
- Deveci, İ., & Çepni, S. (2014). Fen bilimleri öğretmen eğitiminde girişimcilik. *Journal of Turkish Science Education*, 11(2), 161-188.
- Deveci, İ., & Çepni, S. (2015). Öğretmen adaylarına yönelik girişimcilik ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *International Journal of Human Sciences*, 12(2), 92-112.
- Deveci, İ., & Seikkula-Leino, J. (2023). The link between entrepreneurship and STEM education. In *Enhancing Entrepreneurial Mindsets Through STEM Education* (pp. 3-23). Springer International Publishing.
- Dolgopolas, V., & Dagienė, V. (2021). Computational thinking: Enhancing STEAM and engineering education, from theory to practice. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 5-11. <https://doi.org/10.1002/cae.22382>
- Dökmetaş, G. (2016). *Arduino eğitim kitabı*. Dikeyksen Yayıncılık.
- Dönmez, İ. (2017). STEM eğitimi çerçevesinde robotik turnuvalara yönelik öğrenci ve takım koçlarının görüşleri (bilim kahramanları buluşuyor örneği). *Eğitim Bilim ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 25-42.
- Ercan, S. (2013). *Mühendisliğin fen eğitimine entegrasyonu: Mü(fen)dislik*. Uluslararası Eğitimde Değişim ve Yeni Yönelimler Sempozyumu, Konya, Türkiye.
- Erol, O., & Kurt, A. A. (2017). BÖTE bölümü öğrencilerinin programlamaya karşı tutumlarının incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(41), 314-325. <https://doi.org/10.21764/efd.64721>
- Erten, S. (2004). Çevre eğitimi ve çevre bilinci nedir, çevre eğitimi nasıl olmalıdır. *Çevre ve İnsan Dergisi*, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın Organı, 6566. 200625.
- Ertuğrul-Akyol, B. (2020). *STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel, eleştirel, yaratıcı düşünme ve problem çözüme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Erciyes Üniversitesi.
- European Commission, (2006). Recommendation of the European Parliament and of the council on key competences for lifelong learning. *Official Journal of the European Union*, 394, 10-18.
- European Commission, (2011). *Entrepreneurship education: enabling teachers as a critical success factor “A report on Teacher Education and Training to prepare teachers for the challenge of entrepreneurship education.”* Final Report, Entrepreneurship Unit.

- European Commission, (2013). *Entrepreneurship education: A guide for educators. June 2013. Entrepreneurship and Social Economy Unit. European Union.*
- Evans J. D. (1996). *Straightforward statistics for the behavioral sciences.* Brooks/Cole Publishing; Pacific Grove, Calif.
- Fisunoğlu, M. (1990). “Sürdürülebilir Kalkınma ve Ekonomi”. Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı 29-30 Kasım 1989, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara, Türkiye.
- Flanagan, J. (2014, May). *ACTUA. STEM and entrepreneurship: A fusion for the economy's sake. STEM education.* Toronto Star. <https://careersandeducation.ca/industry-insight/stem-and-entrepreneurship-a-fusion-for-the-economys-sake/>
- Ford, S., & Minshall, T. (2019). *Where and how 3D printing is used in teaching and education.* <https://doi.org/10.17863/CAM.35360>
- Foundation for Environmental Education. (t.y.). *Our educational programmes.* <https://www.fee.global/>
- Fraser, J., Gupta, R., Flinner, K., Rank, S., & Ardalan, N. (2013). *Engaging young people in 21st century community challenges: Linking environmental education with science, technology, engineering and mathematics,* New Knowledge Organization Ltd.
- Garcia-Penalvo, F. J., & Mendes, A. J. (2018). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior*, 80, 407-411.
- Gelen, İ. (2017). P21-Program ve öğretimde 21. yüzyıl beceri çerçeveleri (ABD Uygulamaları). *Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 15-29.
- González-Pérez, L. I., & Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Components of Education 4.0 in 21st century skills frameworks: systematic review. *Sustainability*, 14(3), 1493.
- Gomes, A., & Mendes, A. J. (2007, September). *Learning to program-difficulties and solutions.* 1st International Conference on Engineering Education, Coimbra, Portugal.
- Göktuğ, T. H., Deniz, B., & Kılıçaslan, Ç. (2018). Çevre ve doğa koruma konusunda gençlik platformları. *OPUS International Journal of Society Researches*, 8(1), 414-440.
- Görcelioğlu, E. (1980). Çevre koruma eğitimi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 30(2), 174-183.
- Güven, G., Kozcu-Cakir, N., Sulun, Y., Cetin, G., & Güven, E. (2022). Arduino-assisted robotics coding applications integrated into the 5E learning model in science teaching. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(1), 108-126. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1812136>

- Gülersoy, A. E., Dülger, İ., Dursun, E., Ay, D., & Duyal, D. (2020). Nasıl bir çevre eğitimi? Çağdaş yaklaşımlar çerçevesinde bazı öneriler. *Turkish Studies*, 15(5), 2357-2398. <https://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.44074>
- Güleryüz, H., & Dilber, R. (2021). STEM activities with robotic coding; The effect on awareness of teacher candidates regarding its use in science lessons. *Management Research*, 8(11), 37-54. <https://doi.org/10.29121/ijetmr.v8.i11.2021.1063>
- Güntaş, S., Özdem, S., & Çelik İskifoğlu, T. (2019). Eğitim alanında STEM ve sosyal bilimlerle ilgili araştırmalar: İçerik analizi. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education (IJTASE)*, 8(2), 42-48.
- Hacıoğlu, Y. (2021). The effect of STEM education on 21st century skills: Preservice science teachers' evaluations. *Journal of STEAM Education*, 4(2), 140-167.
- Haktanır, G., & Çabuk, B. (2000, Eylül). *Okulöncesi dönemindeki çocukların çevre algıları*. IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi Bildiri Kitabı. Ankara, Türkiye.
- Hannafin, M.J., Hannafin, K.M., Land, S.M., & Oliver, K. (1997). Grounded practice and the design of constructivist learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 45, 101–117. <https://doi.org/10.1007/BF02299733>
- Hannon, P.D. (2006). Teaching pigeons to dance: Sense and meaning in entrepreneurship education. *Education+Training*, 48(5), 296–308. <https://doi.org/10.1108/00400910610677018>
- Hershman, T. (2016, Eylül). *Entrepreneurship and STEM education*. *Entre-Ed*, <http://www.entreed.org/entrepreneurship-stem-education/>
- Hobbs, L., Clark, J.C., & Plant, B. (2018). Successful students-STEM program: Teacher learning through a multifaceted vision for STEM education. In *STEM Education in the Junior Secondary*, Jorgensen, R., Larkin, K., (Eds), (pp. 133–168), Springer.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- Hynes, B., Costin, Y., & Richardson, I. (2023). Educating for STEM: Developing entrepreneurial thinking in STEM (Entre-STEM). In *Enhancing entrepreneurial mindsets through STEM education* (pp. 165-194). Springer International Publishing.
- Hynes, M., Portsmouth, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*. National Center for Engineering and Technology Education.

- International Society for Technology in Education [ISTE]. (2011). *Computational thinking in K-12 Education leadership toolkit*. https://cdn.iste.org/www-root/2020-10/ISTE_CT_Leadership_Toolkit_booklet.pdf
- International Society for Technology in Education [ISTE]. (2016) *ISTE standards for students (permitted educational use)*. www.iste.org/standards
- İnci, S., & Kaya, V. H. (2022). Eğitimde multidisipliner, disiplinlerarası ve transdisipliner kavramları. *Milli Eğitim Dergisi*, 51(235), 2757-2772. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.905241>
- Jacobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Jadhav, A.S., Jadhav, V.V., & Raut, P. (2014). Role of higher education institutions in environmental conservation and sustainable development: A case study of Shivaji University, Maharashtra, India. *J. Environ. Earth Sci.*, 4, 17–29.
- Jin, K., Li, H., Yang, L., & Song, Q. (2015). Introducing entrepreneurship thinking into STEM curriculum through hands-on projects. In *International Conferences New Perspectives in Science Education*, Italy.
- Jones, L. C. R., Tyrer, J. R., & Zanker, N. P. (2013). Applying laser cutting techniques through horology for teaching effective STEM in design and technology. *Design and Technology Education*, 18(3), 21-34.
- Kahriman-Pamuk, D. (Ed.) (2019). *Erken çocukluk döneminde çevre eğitimi ve sürdürülebilirlik*. Anı Yayıncılık.
- Kalelioğlu, F., & Gülbahar, Y. (2015, Eylül). *Bilgi işlemsel düşünme nedir ve nasıl öğretilir?* In 3th International Instructional Technology and Teacher Education Symposium. Trabzon, Türkiye.
- Kalkınma Bakanlığı (2012). *Türkiye'de sürdürülebilir kalkınma raporu: Geleceği sahiplenmek*. http://www.surdurulebilirkalkinma.gov.tr/wp-content/uploads/2016/07/1.Gelecegi_Sahiplenmek.pdf
- Kamberg, M. L. (2017). *Creating with laser cutters and engravers*. The Rosen Publishing Group, Inc.
- Kanaki, K., & Kalogiannakis, M. (2023). Fostering computational thinking and environmental awareness via robotics in early childhood education: A scoping review. *Research on Preschool and Primary Education*, 1(2), 39–50. <https://doi.org/10.55976/rppe.12023217739-50>

- Kang, Y., & Lee, K. (2020). Designing technology entrepreneurship education using computational thinking. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5357-5377. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10231-2>
- Karasar, N. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Karpudewan, M., Roth, W. M., & Sinniah, D. (2016). The role of green chemistry activities in fostering secondary school students' understanding of acid–base concepts and argumentation skills. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 893-901.
- Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. National Academies Press.
- Kaya, M. F. (2012). Coğrafya eğitiminin sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından önemi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 5(2), 183-200. http://dx.doi.org/10.9761/jasss_112
- Kaya, M. F., & Tomal, N. (2011). Sosyal bilgiler dersi öğretim programının sürdürülebilir kalkınma eğitimi açısından incelenmesi. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 49-65.
- Kaypak, Ş. (2011). Küreselleşme sürecinde sürdürülebilir bir kalkınma için sürdürülebilir bir çevre. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 2011(1), 19-33.
- Keçeci, G., Alan, B., & Kırbağ-Zengin, F. (2017). 5. sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18 (Özel Sayı), 1-17.
- Kendaloğlu, E. (2021). *STEM etkinliği geliştirme sürecinin fen bilimleri öğretmen adaylarının girişimcilik ve STEM öz-yeterlilikleri üzerine etkilerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Uludağ Üniversitesi.
- Kılıç, S. (2014). Etki büyüklüğü. *Journal of Mood Disorders*, 4(1), 44-6. <https://doi.org/10.5455/jmood.20140228012836>
- Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling* (Second Edition). Guilford Publications, Inc.
- Koculu, A., & Girgin, S. (2022). The Effect of E-STEM education on students' perceptions and engineering design process about environmental issues. *World Journal of Education*, 12(6), 49-55.
- Koç-Şenol, A. (2012). *Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: ROBOLAB* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

- Kocak, E., Çelik, A. Y., & Uluyol, C. (2023). Pre-service teachers' environmental literacy: The Role of STEM-based environmental education with microcontrollers. *Participatory Educational Research*, 10(5), 233-247. <https://doi.org/10.17275/per.23.84.10.5>
- Kolodner, J. L. (2002). Facilitating the learning of design practices: Lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 9-40.
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72, 558-569. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005>
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., Özden, Y.M., Oluk, A., & Sarioğlu, S., (2015). Bireylerin bilgisayarca düşünme becerilerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 68-87.
- Kozcu-Cakir, N., & Guven, 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.
- Köseoğlu, P., & Erten, S. (2022). Paris Anlaşması'na göre çevre eğitimi nasıl olmalıdır?. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (54), 1528-1544.
- Kuvaç, M. (2018). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) temelli çevre eğitime yönelik öğretim tasarımının etkililiği* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Küpeli, M. A. (2020). *Mühendislik tasarım temelli etkinliklerin 8.sınıf öğrencilerinin çevresel farkındalık, girişimcilik algı ve becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Lau, W. W., & Yuen, A. H. (2011). Modelling programming performance: Beyond the influence of learner characteristics. *Computers & Education*, 57(1), 1202–1213. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.01.002>
- Leonard, M. J. (2004). Toward epistemologically authentic engineering design activities in the science classroom. National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, B.C.
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2019). On thinking and STEM education. *Journal for STEM Education Research*, 2, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s41979-019-00014-x>
- Maiorca, C., & Mohr-Schroeder, M. J. (2020). Elementary preservice teachers' integration of engineering into STEM lesson plans. *School Science and Mathematics*, 120(7), 402–412. <https://doi.org/10.1111/ssm.12433>

- Merdan, M., Lepuschitz, W., Koppensteiner, G., & Balogh, R. (Eds.). (2016). *Robotics in education: Research and practices for robotics in STEM education* (Vol. 457). Springer.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3,4,5,6,7,8. sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara. <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx>
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2024, 28 Nisan). *Yeni müfredatta fen bilimleri dersleri "bilimsel keşif" odaklı kurgulandı*. <https://www.meb.gov.tr/yeni-mufredatta-fen-bilimleri-dersleri-bilimsel-kesif-odakli-kurgulandi/haber/33516/tr>
- Nambisan, S. (2014). *Make entrepreneurship a part of education*. <https://archive.jsonline.com/news/opinion/make-entrepreneurship-a-part-of-education-b99214666z1-247680431.html/>
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press.
- National Research Council [NRC]. (2012). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. The National Academies Press.
- National Science Foundation [NSF]. (2018). *Building the future: Investing in discovery and innovation. NSF strategic plan for fiscal years (FY) 2018-2022*. The National Academies Press.
- National Science Foundation [NSF]. (2020). *STEM education of the future: A visioning report*. The National Academies Press.
- North American Association for Environmental Education [NAAEE]. (t.y.). *E-STEM initiatives*. <https://naaee.org/programs/E-STEM>
- N. Tok, T. (2009). Etkili öğretim için yöntem ve teknikler. A. Doğanay. (Ed.), *Öğretim ilke ve yöntemleri* (s. 161-230). Pegem Akademi.
- Nuar, A. N. A., & Abd Rozan, M. Z. (2019, December). *Benefits of computational thinking in entrepreneurship*. In 2019 6th International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS). Johor Bahru, Malaysia.
- Numanoğlu, M., & Keser, H. (2017). Programlama öğretiminde robot kullanımı-mbot örneği. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 497. <https://doi.org/10.14686/buefad.306198>
- Oluk, A., & Çakır, R. (2019). Üniversite öğrencilerinin bilgisayarca düşünme becerilerinin mantıksal matematiksel zekâ ve problem çözme becerileri açısından incelenmesi. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 12(2), 457-473.

- Ozkizilcik, 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 and Design Education*, 34(2), 727-758. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09837-7>
- Özbuğutu, E., Karahan, S., & Tan, Ç. (2014). Çevre eğitimi ve alternatif yöntemler-literatür taraması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(25), 393-408.
- Özçakır-Sümen, Ö., & Çalışıcı, H. (2016). Pre-service teachers' mind maps and opinions on STEM education implemented in an environmental literacy course. *Educational sciences: Theory and practice*, 16(2), 459-476. <https://doi.org/10.12738/estp.2016.2.0166>
- Özçınar, H., & Öztürk, E. (2018). Hesaplamalı düşünmenin öğretimine ilişkin özyeterlik algısı ölçeği: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (30), 173-195.
- Özdemir, O. (2007). Yeni bir çevre eğitimi perspektifi: ‘‘Sürdürülebilir gelişme amaçlı eğitim’’. *Eğitim ve Bilim*, 32(145), 23-39.
- Özdemir, O. (2021). Sürdürülebilirlik eğitimi için disiplinlerarası bir çözümleme ve etkinlik örneği: Entropi ışığında insan-doğa varoluşunu anlamak. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 5(2), 362-379. <https://doi.org/10.35346/aod.980508>
- Özer, U. (1991, Mayıs). *Çevre eğitimi. Türkiye’de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu Kitabı*, İstanbul.
- Özkan, Ö., Tekkaya, C., & Geban, Ö. (2001, Eylül). *Ekoloji konularındaki kavram yanlışlarının kavramsal değişim metinleri ile giderilmesi. Yeni Bin Yılın Başında Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (191-194), İstanbul.
- Özoğlu, S. (1993). *Yaygın eğitim düzeyinde çevre için eğitim çevre eğitimi*. Türkiye Çevre Vakfı Yayınları.
- Özpolat, V. (2013). Öğretmenlerin mesleki önceliklerinde öğrenci merkezli eğitim yaklaşımının yeri. *Milli Eğitim Dergisi*, 43(200), 5-27.
- Pabuçcu-Akiş, A., & Demirer, I. (2023). Integrated STEM activity with 3D printing and entrepreneurship applications. *Science Activities*, 60(1), 1-11. <https://doi.org/10.1080/00368121.2022.2120452>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.

- Patnaik-Patnaikuni, D. R. (2017). A Comparative study of Arduino, Raspberry Pi and ESP8266 as IoT development board. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8(5), 2350- 2352.
- Peşkırcioğlu, N. (2016). 2030 Sürdürülebilir kalkınma hedefleri: Küresel verimlilik hareketine doğru. *Anahtar Dergisi*, 22(335), 4-9.
- Psycharis, S., & Kallia, M. (2017). The effects of computer programming on high school students' reasoning skills and mathematical self-efficacy and problem solving. *Instructional Science*, 45(5), 583–602. <https://doi.org/10.1007/s11251-017-9421-5>
- Quinn, H., & Bell, P. (2013). How designing, making, and playing relate to the learning goals of K-12 science education. In M. Honey, & D. E. Kanter (Ed.), *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators* (pp. 17–33). Routledge.
- Rauf, R., Wijaya, H., & Tari, E. (2021). Entrepreneurship education based on environmental insight: Opportunities and challenges in the new normal era. *Cogent Arts & Humanities*, 8(1), 1945756. <https://doi.org/10.1080/23311983.2021.1945756>
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernandez, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch: programming for all. *communications of the Acm*, 52(11), 60–67. <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>
- Revsbech, C. (2024). The solutions to the future are problem-oriented: The intersection between social entrepreneurship, sustainable skills, and problem-oriented project learning. In *Learning about Social Entrepreneurship and Management in Times of Social Transformation* (pp. 19-31). Springer International Publishing.
- Sağlamyürek, B. (2019). *Fen mühendislik ve girişimcilik uygulamalarının 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve çevresel tutum düzeylerine etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi.
- Saiden, T. (2017). Towards an entrepreneurship and STEM education primary school curriculum in Zimbabwe: A case study of Bumburwi Of Gweru District. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 4(18), 148-159. <https://doi.org/10.14738/assrj.418.3723>
- Salcedo, O. H., Carrejo, D. J., & Luna, S. (2024). Engineering praxis ethos: Designing experiences to support curricular and instructional improvement in STEM education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 12(1), 20-39.

- Sanders, M. E. (2008). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 20-26.
- Sansone, G., Ghezzi, A., Landoni, P., & Rangone, A. (2024). Students' entrepreneurial engagement and student entrepreneurship: Do coding and digital skills matter?. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 5733–5743. <https://doi.org/10.1109/TEM.2024.3367893>
- Sarı, U., Çelik, H., Pektaş, H. M., & Yalçın, S. (2022). Effects of STEM-focused Arduino practical activities on problem-solving and entrepreneurship skills. *Australasian Journal of Educational Technology*, 38(3), 140-154. <https://doi.org/10.14742/ajet.7293>
- Sauvé, L. (2005). Currents in environmental education: mapping a complex and evolving pedagogical field. *Canadian Journal of Environmental Education*, 10(1), 11-37.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research Online*, 8(2), 23-74.
- Seikkula-Leino, J., Ruskovaara, E., Ika-Valko, M., Mattila, J., & Rytölä, T. (2010). Promoting entrepreneurship education: The role of the teacher? *Education+Training*, 52(2), 117-27. <https://doi.org/10.1108/00400911011027716>
- Simarro, C., & Couso, D. (2021). Engineering practices as a framework for STEM education: a proposal based on epistemic nuances. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00310-2>
- Shang, X., Jiang, Z., Chiang, F. K., Zhang, Y., & Zhu, D. (2023). Effects of robotics STEM camps on rural elementary students' self-efficacy and computational thinking. *Educational technology research and development*, 71(3), 1135-1160. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10191-7>
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4), 591-611. <https://doi.org/10.2307/2333709>
- 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), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>
- Soran, H., Morgil, İ., Alev, E., & Işık, S. (2000). Biyoloji öğrencilerinin çevre konularına olan ilgilerinin araştırılması ve kimya öğrencileri ile karşılaştırılması. *H. Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 128-139.

- Steamlabs. (t.y.). *Educator workshops*. <https://steamlabs.ca/programs/educator-workshops/>
- Stehle, S. M., & Peters-Burton, E. E. (2019). Developing student 21 st century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM education*, 6, 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0192-1>
- Stevens, J. (1996). *Applied multivariate statistics for the social sciences*. Erlbaum.
- Strawhacker, A., & Bers, M. (2015). I want my robot to look for food": Comparing kindergartner's programmingcomprehension using tangible, graphic, and hybrid user interfaces. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(3), 293–319. <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9287-7>
- Supriyadi, E., & Taban, J. G. (2024). Knowledge mapping of computational thinking and science, technology, engineering, and mathematics (CT+ STEM). *International Journal of Didactic Mathematics in Distance Education*, 1(1), 24-36. <https://doi.org/10.33830/ijdmde.v1i1.7599>
- Sümer, N. (2000). Yapısal eşitlik modelleri: Temel kavramlar ve örnek uygulamalar. *Türk Psikoloji Yazıları*, 3(6), 49-74.
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 1-26.
- Şahin, N. F., Cerrah, L., Saka, A., & Şahin, B. (2004). Yüksek öğretimde öğrenci merkezli çevre eğitimi dersine yönelik bir uygulama. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 113-128.
- Şahin, E., Sarı, U., & Şen, Ö. F. (2024). STEM professional development program for gifted education teachers: STEM lesson plan design competence, self-efficacy, computational thinking and entrepreneurial skills. *Thinking Skills and Creativity*, 51, 101439. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101439>
- Tabachnick, B. G., & Fidel, L. S. (2001). *Using multivariate Statistics*. Allyn & Bacon, Inc.
- Talim ve Terbiye Kurulu. (2018). *Öğretim Programları*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx>
- Tanın, K. (2021). *STEM etkinliklerinin okul öncesi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel, eleştirel ve çok boyutlu 21. yüzyıl becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kastamonu Üniversitesi.
- Tıraş, H. H. (2012). Sürdürülebilir kalkınma ve çevre: Teorik bir inceleme. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(2), 57-73.

- The Partnership for 21-st Century Learning. (2017). *The 4cs: Skills for today research series*.
<http://www.p21.org/our-work/4cs-research-series>
- Thomasian, J. (2011). Building a science, technology, engineering, and math education agenda: An update of state actions. *NGA center for best practices*.
<https://eric.ed.gov/?id=ED532528>
- Top, O., & Arabacıoğlu, T. (2021). Bilgi işlemsel düşünme: bir sistematik alanyazın taraması. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 527-567.
<https://doi.org/10.19171/uefad.850325>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Francisco: Jossey-Bass.
- Türkiye Çevre Eğitim Vakfı. (t.y.). http://www.turcev.org.tr/V2/icerikDetay.aspx?icerik_id=76
- Uçar, S. (2018). Girişimcilik ve STEM eğitimi. *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi içinde* (ss. 97-109). Anı Yayıncılık.
- UN Brundtland Raporu (1987). *Report of the world commission on environment and development: Our common future*.
<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- United Nations (UN). (1992, June 3-14). *United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil*,
<https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>
- Uslu, S., & Boz-Yaman, B. (2021). STEM temelli ders planı hazırlama süreci ve uygulama sonuçları: Çevreci sifon etkinliği. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (53), 457-494. <https://doi.org/10.9779/pauefd.787908>
- Ünal, S., & Dımışkı E. (1999). UNESCO-UNEP himayesinde çevre eğitiminin gelişimi ve Türkiye'de ortaöğretim çevre eğitimi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16-17, 142-154.
- Üzümcü, Ö., & Bay, E. (2018). Eğitimde yeni 21. yüzyıl becerisi: Bilgi işlemsel düşünme. *Uluslararası Türk Kültür Coğrafyasında Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(2), 1-16.
- Varas, D., Santana, M., Nussbaum, M., Claro, S., & Imbarack, P. (2023). Teachers' strategies and challenges in teaching 21st century skills: Little common understanding. *Thinking Skills and Creativity*, 48, 101289. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101289>

- Varnado, T. E. (2005). *The effects of a technological problem solving activity on FIRSTTM LEGOTM league participants' problem solving style and performance* [Unpublished Doctoral Dissertation]. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Voss-Farris, A., & McLaughlin, G. (2024). Getting a grip on how we talk about computational practices in science in settings of teacher learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 2024, 1–19. <https://doi.org/10.1111/jcal.12976>
- Wang, Y., Li, H., Feng, Y., Jiang, Y., & Liu, Y. (2012). Assessment of programming language learning based on peer code review model: Implementation and experience report. *Computers & Education*, 59(2), 412–422. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.01.007>
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010, June, 20-23). Poster, Incorporating engineering design into elementary school science curricula. In *think outside the box! K-12 engineering Curriculum American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Louisville, Kentucky, USA.
- Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M. J., & Lai, G. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry 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>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49, 33-35.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 366, 3717e3725. <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Yadav, A., Larimore, R., Rich, K., & Schwarz, C. (2019, March). *Integrating computational thinking in elementary classrooms: Introducing a toolkit to support teachers*. Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, Chesapeake, VA: AACE.
- Yapıcı, M. (2003). Sürdürülebilir kalkınma ve eğitim. *AKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(1), 223-230.
- Yalçın, S. (2018). 21. yüzyıl becerileri ve bu becerilerin ölçülmesinde kullanılan araçlar ve yaklaşımlar. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 51(1), 183-201.
- Yamak, H., & Kavak, N. (2018). Kimya eğitiminde STEM uygulamaları. *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi*. Anı Yayıncılık.

- Yıldırım, B. (2021). Integration of STEM into environmental education: Preservice teachers' opinions. *Journal of STEM Teacher Institutes*, 1(1), 50-57.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, M., Çiftçi, E., & Karal, H. (2017). Bilişimsel düşünme ve programlama. *Eğitim teknolojileri okumaları*, (75-86), Tojet.
- Yücel, S. A., & Morgil, İ. (1998). Yüksek öğretimde çevre olgusunun araştırılması. H. Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi, 14, 84-91
- Yükseköğretim Kurulu [YÖK]. (2018). *Lisans programları*. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı. <https://www.yok.gov.tr/kurumsal/idari-birimler/egitim-ogretim-dairesi/yeni-ogretmen-yetistirme-lisans-programlari>
- Yünkül, E., Durak, G., Çankaya, S., & Mısırlı, Z. A. (2017). The effects of Scratch software on students' computational thinking skills. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 11(2), 502-517.
- Zsóka, A., Szerényi, Z., Széchy, A., & Kocsis, T. (2013). Greening due to environmental education? Environmental knowledge, attitudes, consumer behavior and everyday pro-environmental activities of Hungarian high school and university students. *J. Clean. Prod.*, 48, 126–138.

EKLER

EK-1. Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği

Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği

Değerli Öğretmen Adayları; Bu çalışmanın amacı siz değerli öğretmen adaylarının, bilgi işlemsel düşünme özelliklerinin ne düzeyde olduğunu belirlemektir. Lütfen boş bırakmayınız. Size en uygun seçeneği X işaretleyiniz.	Hiçbir Zaman (1)	Nadiren (2)	Bazen (3)	Genellikle (4)	Her Zaman (5)
1. Kararlarının çoğundan emin olan insanları severim.					
2. Gerçekçi ve tarafsız insanları severim.					
3. Yeterince zamanım olur ve çaba gösterirsem karşılaştığım sorunların çoğunu çözebileceğime inanıyorum.					
4. Yeni bir durumla karşılaştığımda ortaya çıkabilecek sorunları çözebileceğime inancım vardır.					
5. Bir sorunumu çözmek üzere plan yaparken o planı yürütebileceğime güvenirim.					
6. Hayal kurmak, çok önemli projelerimin ortaya çıkmasına neden olur.					
7. Bir sorunun çözümünde yaklaştığım zaman sezgilerime ve “doğruluk” veya “yanlışlık” hislerime güvenirim.					
8. Bir sorunla karşılaştığımda, başka konuya geçmeden önce durur ve o sorun üzerinde düşünürüm.					
9. Bir problemin çözümünü verecek denklemi hemen kurabilirim.					
10. Matematiksel işlemlere karşı özel ilgimin olduğunu düşünüyorum.					
11. Matematiksel sembol ve kavramlar yardımıyla yapılan anlatımları daha kolay öğrendiğimi düşünürüm.					
12. Sayılar arasındaki ilişkileri kolaylıkla yakalayabildiğime inanırım.					
13. Güncel yaşamda karşılaştığım sorunların çözüm yollarını matematiksel olarak ifade edebilirim.					
14. Sözel olarak ifade edilen bir matematik problemini sayısallaştırabilirim.					
15. Grup arkadaşlarımla birlikte işbirlikli öğrenme deneyimleri yaşamaktan hoşlanırım.					
16. İşbirlikli öğrenmede, grupla çalıştığım için daha başarılı sonuçlar elde ettiğimi/edeceğimi düşünüyorum.					
17. İşbirlikli öğrenmede grup arkadaşlarımla birlikte grup projesi ile ilgili problemleri çözmekten hoşlanırım.					
18. İşbirlikli öğrenmede daha çok fikir ortaya çıkıyor.					
19. Karmaşık problemlerin çözümüne yönelik düzenli planlar geliştirmede iyiyimdir.					
20. Karmaşık problemleri çözmeye çalışmak eğlencelidir.					

	Hiçbir Zaman (1)	Nadiren (2)	Bazen (3)	Genellikle (4)	Her Zaman (5)
21. Zorlayıcı şeyler öğrenmeye istekliyimdir.					
22. Büyük bir netlikle düşünebilmekten gurur duyuyorum.					
23. Elimdeki seçenekleri karşılaştırırken ve karar verirken kullandığım sistematik bir yöntem vardır.					
24. Problemin çözümünü zihnimde canlandırma konusunda sıkıntı yaşıyorum.					
25. Problem çözümünde X, Y gibi değişkenleri nerede ve nasıl kullanmam gerektiği konusunda sıkıntı yaşıyorum.					
26. Tasarladığım çözüm yollarını sırasıyla aşamalı bir şekilde uygulayamam.					
27. Bir soruna yönelik olası çözüm yollarını düşünürken çok fazla seçenek üretemem.					
28. İşbirlikli öğrenme ortamında kendi düşüncelerimi geliştiremem.					
29. İşbirlikli öğrenme grup arkadaşlarıma bir şeyler öğretmeye çalışmak beni yoruyor.					

EK-2. Girişimcilik Ölçeği

Girişimcilik Ölçeği

Değerli Öğretmen Adayları; Bu çalışmanın amacı siz değerli öğretmen adaylarının, girişimcilik özelliklerinin ne düzeyde olduğunu belirlemektir. Lütfen boş bırakmayınız. Size en uygun seçeneği X işaretleyiniz.	Kesinlikle Katılmıyorum (1)	Katılmıyorum (2)	Kararsızım (3)	Katılıyorum (4)	Tamamen Katılıyorum (5)
1. İş hayatına atıldığımda farklı mesleklere yönelmekten korkmam.					
2. Bir konu hakkında farklı fikirler öne sürmek hoşuma gider.					
3. Zor durumlarda farklı seçenekler oluşturmakta zorlanırım.					

4. Çözümüne ulaşmak için farklı hipotezler öne sürmekten çekinmem.					
5. Bir konuda risk almanın bana ne kaybettireceğinin bilincinde olurum.					
6. İş hayatına atıldığımda, karşıma çıkan engellerle baş edebileceğimi düşünüyorum.					
7. Risk almam gereken konularda cesaretli davranırım.					
8. Farklı iş duyuruları hakkında çevremdekileri bilgilendiririm.					
9. Meslek hayatımda ileriye dönük hazırlıklar yapabilirim.					
10. Kendi mesleğimdeki yenilikleri takip ederim.					
11. Önüme çıkan fırsatları değerlendirmekte zorlanırım.					
12. Çevremde olup bitenleri gözlemlerim.					
13. Çevremde olup biten olaylardan ders çıkarırım.					
14. İlgi duyduğum alanlarda ortaya çıkabilecek yeniliklerin farkına varabilirim.					
15. Farklı fikirlerden hangisinin azami (maksimum) fayda getireceğini tespit edebilirim.					
16. Kendi mesleğime yakın mesleklerdeki imkanları değerlendirmeye çalışırım.					
17. Yaptığım olumlu işler sunucunda kendimle gurur duyarım.					
18. Yaptığım davranışların sorumluluğunu tereddüt etmeden alabilirim.					
19. Başkalarına verdiğim taahhütleri yerine getiririm.					
20. Bazı durumlar kendimi anlamakta zorlanırım.					
21. Bir görev verildiğinde, o görevi başaracağıma dair inancım tamdır.					
22. Bir işi yaparken içimdeki başarıma isteği en üst seviyede olur.					
23. Hedefe ulaşmak için yapmam gerekenden fazlasını yapmak için çaba harcarım.					
24. Duygularımı ifade edebilirim.					
25. Duygularımı idare edebilirim.					
26. Başkalarının hislerine karşı duyarlıyım.					

	Kesinlikle Katılmıyorum (1)	Katılmıyorum (2)	Kararsızım (3)	Katılıyorum (4)	Tamamen Katılıyorum (5)
27. Başkalarının bakış açılarını anlamakta zorlanırım.					
28. İnsanların görüşleri arasında farklılıklara saygı duyarım.					
29. Çevremdeki insanlar heyecanlandıklarında ben de onlar kadar heyecanlanabilirim.					
30. Yakın çevremle ahenkli (uyumlu) bir hayat yaşadığımı düşünüyorum.					
31. Özdenetim sahibi bir insanımdır.					
32. Bulunduğum ortamda arkadaşlarım tarafından yaratıcı biri olarak tanınırım.					
33. Bir konuda öne sürdüğüm yeni fikirler çevremdekiler tarafından kabul görür.					
34. Proje ve tasarım, materyal geliştirme vb. derslerinde yeni bir şey (etkinlik, deney, proje, materyal) üretebilirim.					
35. Konusu yenilik olan projelere gönüllü olarak katılırım.					
36. Problemleri çözmeye yönelik öne sürdüğüm fikirler yanlış olsa bile, çevremdekiler tarafından yaratıcı olarak nitelendirilir.					
37. Bir konu hakkında yeni fikirler öne sürmekte zorlanırım.					
38. Literatürden yeni fikirleri ülkemize taşımayı görev bilirim.					

EK-3. Öğretmen Adayları Tarafından Doldurulan Etkinlik Kağıdı Örneği

7. Grup

Etkinlik Kağıdı

Probleme Yönelik İhtiyaçların Belirlenmesi

Belirlenen çevre probleminin çözümünde ne gibi çözüm yolları oluşturulabilir? Ne gibi malzemeler kullanılabilir? Tasarlanacak ürün için ne gibi kriterler (ürünün özellikleri) belirlenebilir ya da ürün tasarımında ne gibi sınırlılıkların olduğunu ifade ediniz ve bunları not alınız.

Karşılaştığınız çevre problemine çözüm bulmak amacıyla tasarlayacağınız ürün için özellikler (kriterler) neler olabilir?

- Ucuz olması
- Kullanım maliyetinin düşük olması
- Kurulum maliyetinin diğer bir çok sulama sistemine göre daha uygun olması
- Çevre dostu olması
- Yağmur suyunun etkin kullanımını sağlanması
- Diğerlerin diğer bir çok sulama sistemine göre daha basit mantıkla çalışması ve bunun sonucunda arızalanma riskinin minimum seviyeye indirilmesi

Karşılaştığınız çevre problemine çözüm bulmak amacıyla tasarlayacağınız ürün için sınırlılıklar neler olabilir?

- Yağmur yağma ihtimalinin düşük olduğu yaz aylarında ve iç Anadolu bölgesi gibi yıllık yağmurlu gün sayısının düşük olduğu bölgelerde kullanımının doğal olarak kısıtlı hale gelmesi
- Depo hacminin yeterli tutulmadığı takdirde sulama sisteminin yetersiz kalabilme durumu

Karşılaştığınız çevre problemine çözüm bulmak amacıyla tasarlayacağınız ürün için ders ortamında/ders dışında yararlanabileceğiniz kaynakları kullanarak araştırma yapabilirsiniz. Ancak öncelikle ne gibi bilgilere ihtiyacınız olduğunu grup arkadaşlarınızla tartışıp not ediniz.

Bu projemizdeki ürünü tasarlayabilmek için öncelikle;

- Yeterli düzeyde kodlama bilgisi
 - Yeterli düzeyde dijital tasarım programlarını kullanım bilgisi
 - Etkin bilgisayar kullanım becerisi
 - İşbirlikli, yani grupta beraber çalışabilme becerisi
 - Yaratıcı düşünme becerisi
- gibi bir çok bilgi ve beceriye ihtiyacımız var.

Hangi kaynakları kullandınız? Bu kaynaklardan ne gibi bilgiler edindiniz? Edindiğiniz bilgilerin hangi disiplinlere/alanlara ait bilgiler olduğunu sorgulayınız. Bu bilgileri ve hangi disiplinler altında ele alındığını not alınız.

Kaynak olarak internet üzerinden araştırmalar yaptık ve bu araştırmalar neticesinde yağmur suyunun etkin bir şekilde kullanımının çevre için çok faydalı bir bilgi edindik.

Daha sonra projemizi planladık ve ürün tasarımını planladığımız zaman ürünü müzün;

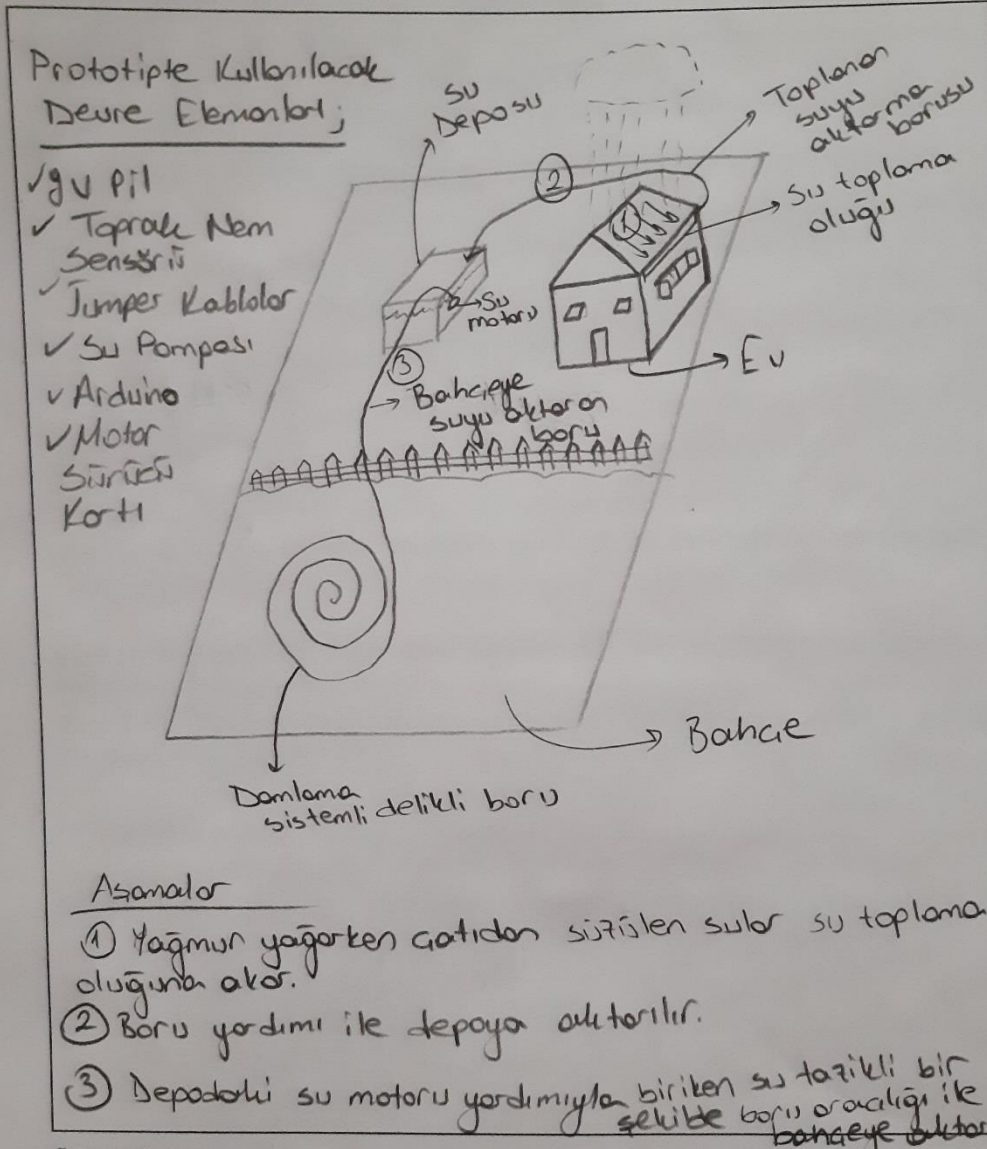
- 1) Fizik → Toprak nem sensörü, kuru olan toprağa direnci fazla algılar ve ona göre gerekli olan suyu toprağa gönderir.
- 2) Çevre Bilimi → Yağmur suyu kullanımı, su kullanım maliyetini düşürür ve su kaynaklarının tüketimini azaltarak gelecek nesillere temiz ve yeterli su sağlar.
- 3) Dijital Kodlama → MBlock, Inkscape kullanımı
- 4) Fen Bilimleri → Temiz ve kullanılabilir çevre (çevre eğitimi) bir doğal çevre
- 5) Biyoloji → Bitenli olarak nem durumunu kontrol edilip, bitenler, bitirilir, bir toprakta bitki yetiştirmek daha verimli ve kolay olacaktır, gibi alanlardan bilgiler taşıdığını tespit ettik.

Bütün bu disiplinleri ele aldık ve disiplinlerarası bir bakış açısıyla ürün tasarımına fiziki olarak başladık.

Olası Çözümlerin Geliştirilmesi

Karşılaştığınız çevre problemine çözüm bulmak amacıyla elde ettiğiniz bilgiler, belirlenen kriterler ve oluşan sınırlılıklar doğrultusunda tasarım önerisi planlayınız.

Karşılaştığınız çevre problemine çözüm bulmak amacıyla tasarlayacağınız ürün için önerdiğiniz tasarım örnek/örnekleri nedir? Tasarımlarınızı çizerek ve yanlarına notlar alarak oluşturunuz.



ÖDEV: Ürettiğiniz fikirlerin ülke ekonomisine katkısının neler olabileceğine ilişkin araştırma yapmanız ve fikirlerinizi hayata geçirdiğinizde kimlerin işini kolaylaştıracağını kimlere fayda sağlayacağını düşünüp not alınız.

Not → Araştırmalarımız sonucu ürettiğimiz fikirlerin su kullanımını azaltacağını ve bunun sonucunda su kullanımının getirdiği ekonomik yükün azalacağını ve bu maliyet indirgenmesinin en çok tarım ile uğrayan vatandaşlarımızın işine yarayacağını öğrendik.

En İyi Çözümün Seçilmesi

Yaptığınız araştırmalar ve mini tasarımlar doğrultusunda tasarlanacak ürün kriter ve sınırlılıkları göz önünde bulundurarak en iyi çözüm olarak belirlediğiniz çözüme karar veriniz.

Tasarım önerilerinizden birine karar vermeniz için her bir önerinizi kriterleriniz bağlamında sorgulamanız gerekiyor.

Tabloda önerdiğiniz her bir tasarım önerisi belirttiğiniz kriteri taşıyor ise ilgili kutucuğa (+), taşımıyorsa (-) işareti koyunuz.

TASARIM / ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	KRİTERLER			
	1. Kriter Temiz, atıksız su..kullanımı	2. Kriter Yağmur.. su..... kullanımı	3. Kriter ..ucuz..maas.. ..liyet..li.. sistem	4. Kriter Suyun..... etkisi.. kullanımı
1. Yağmur suyu toplama deposu sistemi	✓	✓	✓	✓
2. Su arıtım sistemi	✓	X	X	✓
3. Dere suyu kullanım sistemi	X	X	✓	✓

*Mühendisler çözüm önerilerini sorgulamak için geçirdikleri bu sorgulama sürecinde karar verme matrislerinden yararlanırlar. İsteğe bağlı olarak öneri ve kriterler artırılabilir.

Tasarım önerilerinizden birine karar vermeniz için her bir çözümünüzü sınırlılıklar bağlamında da sorgulamanız gerekiyor.

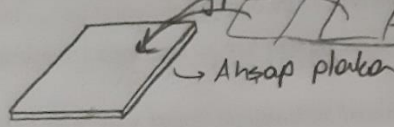
Tabloda önerdiğiniz her bir tasarım önerisini belirttiğiniz sınırlılığı taşıyor ise ilgili kutucuğa (+), taşımıyorsa (-) işareti koyunuz.

TASARIM / ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	SINIRLILIKLAR			
	1. Sınırlılık Maliyet Yüksek- liği	2. Sınırlılık Suyun.. kısıtlı.. kullanımı	3. Sınırlılık Suyun.. temiz.. olmaması	4. Sınırlılık Su..kaynağına uzaklık ihtimali
1. Yağmur suyu toplama deposu sistemi	X	X	X	X
2. Su arıtım sistemi	✓	X	X	X
3. Dere suyu kullanım sistemi	X	X	✓	✓

*Mühendisler çözüm önerilerini sorgulamak için geçirdikleri bu sorgulama sürecinde karar verme matrislerinden yararlanırlar. İsteğe bağlı olarak öneri ve sınırlılıklar artırılabilir.

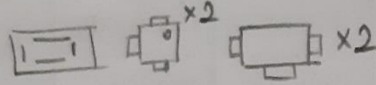
Karşılaştığınız çevre problemine çözüm bulmak amacıyla tasarlayacağınız ürünün nasıl yapılacağına ve sürecin nasıl işleyeceğine dair aklınızda oluşan fikirleri aşağıdaki kutuda boş bırakılan yere yazınız ve çiziniz.

1) Önce maket zeminini hazırlanır.

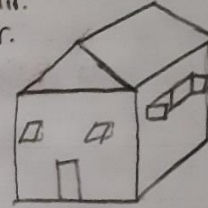


Yeşil fon kartonu

2) Daha sonra depo modeli cnc aracılığı ile çıkartılır ve depo eklenti yerlerinden birleştirilir.



2.1) Depo üst kapığı 3D yazıcı aracılığı ile çıkartılır ve eklenir.



3) Fon kartonu ile ev maketi hazırlanır.

4) Oluk evin çatı kenarına eklenir ve serum hortumu yardımı ile depoya bağlantı kurulur.

5) Depoya su motoru eklenir ve serum hortumu yardımı ile bahçe bölgesine su akıtım yolu yapılır.

6) Daha sonra maket hayvanlar, toprak ve çim aracılığı ile makete doğal görüntü kazandırılır.

7) Sistemin çalışması için yazılım sisteme yüklenir.

8) Sistem çalışır duruma gelir.

ÖDEV: Tasarım önerisi için ders dışında da (ödev olarak) araştırma yapıp belirlediğiniz en iyi çözüme yönelik gerekli olan araç gereçlerin listesini tekrar gözden geçiriniz. Prototip yapma aşamasında karşılaşılabilecek muhtemel risk veya olumsuzlukları sorgulayınız.

Araç gereç listesi : Fon kartonu, ağaç, serum hortumu, su motoru, cnc maketi-

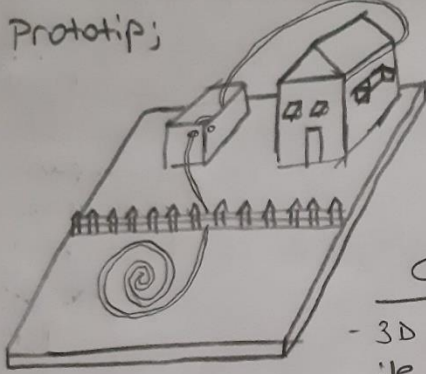
Olası risk : Maket bacağının dikkatli kullanımı

nası, kodlama için bilgisayar, silikon toboncası, hazır hayvan maketleri, toprak, çim, tahta şiş, keçeli kalem, maket bacağı, arduino devre kartı, 3D yazıcı

Prototipin Yapılması

Kararlaştırdığınız ürün prototipini belirlediğiniz malzemeler ve çözüm yolları aracılığıyla ortaya koyunuz. Aynı zamanda bu aşamada önemli olan diğer bir husus ise B planı olmasıdır. Ürünlerinizin prototipini yapma sürecinde ne tür riskler ile karşılaşacağınıza ilişkin fikirlerinizi göz önüne alarak B planı (ek çözüm önerisi) yapınız.

Prototip;



Malzemeler;

- Ev maketi
- Depo maketi
- Su akıtım boruları (serum hortumu)
- Oluk maketi
- Su motoru

Gözüm Yolları;

- 3D yazıcı ve CNC cihazı kullanımı ile süreci hızlandırılır.
- Arduino ile sistem çalışır duruma getirilir.

B planı

Olası Risk → Deponun sızdırması

Gözüm Yolu → Deponun içinin su geçirilmeyecek bir malzeme ile kaplanması

Gözüm Yolu-2 → Depo temsili olduğu için deponun içine kovanoz benzeri bir cisim koyulup suyun bu cismin içinde bulundurulması

ÖDEV: Prototipleri değerlendirmeye yönelik değerlendirme kriterleri belirleyip puanlama anahtarı oluşturunuz. Ayrıca oluşturduğunuz prototipi sunabileceğiniz kişi ya da kurumları araştırınız ve not alınız (Dış gözlemci görüşü almanız ürün prototipinizin uygulanabilirliğini/kullanışlılığını artırması açısından önemlidir).

	Gerçeğe uyandırılabilirlik	Düşük maliyet	Kolay kurulabilirlik	Amaca uygunluk
Prototip	✓ 9/10	✓ 7/10	✓ 10/10	✓ 10/10 devamı ortada -

Prototipin sunulabileceği kişiler;

- Tarımla uğraşan vatandaşlarımız
- Genç tasarımcılar
- Fen Bilimleri ve çevre ile ilgili diğer bir çok branşın uzmanları
- Öğrencilere seminer yoluyla ulaşma
- Seminerler aracılığı ile yağmur suyu kullanım sistemini halka tanıtmak

Prototipin sunulabileceği kurumlar;

- İlkokul, Ortaokul ve Liseler
- Tarım ile ilgili kooperatifler
- Üniversiteler
- Halk eğitim merkezleri

Çözümü Test Etme ve Değerlendirme

Prototipini ortaya koyduğunuz ürünü test etmeniz ve belirlediğiniz kriterler doğrultusunda değerlendiriniz.

Ürünü test ettik ve ürünün istediğimiz şekilde çalıştığını gördük.

- 1) Toprak Nem Sensörü toprağın direncini ölçerek toprağın nem seviyesini belirledi ve sayısal veri olarak bilgisayara aktardı.
- 2) Daha sonra toprağın kuru olduğu anlaşıldı ve Motor Sürücü Kartı bilgiyi işleme sokarak su pompasının çalışmasını sağladı.
- 3) Su pompası, suyu serim hortumu aracılığı ile kuru olan toprağa aktardı.

Değerlendirme;

Ürün/Kriterler	Kesinti Bit Geliştirme	Güç Yeterliliği	Komutu Doğru Gönderme
Prototip	✓	✓	✓

Etkinlik Kağıdı

Çözümü Test Etme ve Değerlendirme (Devam)

Maliyet Hesabı Yapma ve Tanıtım Stratejileri Belirleme

Oluşturulacak ürün için maliyet hesabı yapınız. Ürünün maliyet hesabını yaptıktan sonra benzer kuruluş/işletmelerin satış oranlarından yola çıkarak tahmini günlük, aylık ve yıllık satış hedefleri oluşturunuz. Ayrıca ürününüzü kullanıcıya nasıl ulaştırmayı düşündüğünüzü belirtiniz. Bu ürüne yönelik etkileyici bir slogan bularak reklam broşürü hazırlayınız.

Ürün Maliyet Hesabı

Su Motoru = 3000 TL

Depo = 3200 TL

Boru = 700 TL

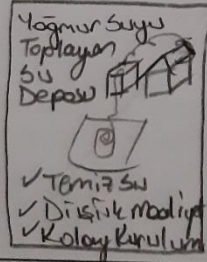
±
6900 TL

Günlük Satış = 2 Tane

Aylık Satış = 60 Tane

Yıllık Satış = 720 Tane

✓ internet, Televizyon ve Broşür aracılığı
ile tanıtım yapılacaktır. Örnek Broşür;



ÖDEV: Ürün prototipinin işlevsellik, kullanışlılık vb. yönleriyle değerlendirilmesi amacıyla incelenmesi için tasarlanan ürün ile ilgili dönütler alınız. Prototipini ortaya koyduğunuz ürün hakkında aldığınız dönütler doğrultusunda gerekirse düzeltmeler yapınız. Bu düzeltmelerle birlikte test edip ve değerlendiriniz.

Alınan Genel Dönüt: Ürünün kullanımının yağmur bakımından zayıf olan aylarda ve iç Anadolu gibi kurak bölgelerde doğal olarak kusurlu kalacağıdır.

Yeniden Tasarlama/Revize Etme

Aldığınız dönütler doğrultusunda gerekli görülen kısımları yeniden tasarlayınız ya da revize ediniz.

Araştırmalarınız ve süreç içerisindeki tasarım önerileriniz doğrultusunda öğrendiğiniz bilgileri kullanarak büyük tasarım göreviniz için yapacağınız değişiklikler nelerdir? Grup arkadaşlarınızla tartışın ve aşağıdaki kutuda boş bırakılan yere not edin.

Revize yapamadık çünkü revize yaptığımız
takdirde ürünün genel prensibi olan yağmur
suyu kullanımını kaldırmak zorunda kalı-
yoruz.
Yani ürün bastan sonra değişeceğinden
dolayısı revize yapamadık.

Kararın Tamamlanması

Ürün tasarımını son haline getiriniz.

ÖDEV: Ürün tasarımınızı rapor haline getirerek dönem sonunda sununuz. Burada ayrıca yaptığınız ürün tasarımını ders haricinde nerelerde hangi kitleye sunabileceğiniz konusunda tartışıp not alınız.

✓ Rapor Teslim Edildi.

Cırtup 7

Ürün Geliştirme Sürecinde Dikkat Edilecek Hususlar

1. Bu prototip hangi ihtiyacı/ihtiyaçları çözmek amacıyla tasarlandı?
2. Bu ürünün benzerleri daha önceden yapılmış mı? Yapılmış ise sizin ürününüzün diğerlerinden farkı ne/neler?
3. Bu prototipi ürün haline dönüştürüp kimlere satmak istersiniz? Bu ürün kimlerin ihtiyacını karşılayabilir? İnsanlar sizin geliştirdiğiniz bu ürünü neden satın almak istesin?
4. Hangi araç-gereçlerin kullanılacağına karar verdiniz?
5. Ürününüzü geliştirme sürecinde karşılaştığınız/karşılaşılması muhtemel riskler neler olabilir? Varsa bu riskleri çözmek için (B planı) ne gibi fikirleriniz var?
6. Prototipinizi ürüne dönüştürmek için kaç personele ihtiyaç duyulabilir? Bu personeller hangi görev ve sorumlulukları üstlenmek durumundadır?
7. Ürününüz kaç TL'den satışa çıkabilir? Malzeme maliyetleri ve personel-işveren kazanç durumlarını ele alarak belirleyiniz.
8. Öngördüğünüz ortalama (yıllık, aylık, günlük) satış hedeflerini temsili olarak belirleyiniz.
9. Bu ürünü kullanacak olan insanlara (kullanıcılara) nasıl ulaşabilirsiniz?
10. Hangi kanallar aracılığıyla tanıtım yapabilirsiniz?

Ekip Üyeleri

Ürün Gövdesi Tasarım Sorumlusu: [Redacted]

Ürün Devresi Tasarım Sorumlusu: [Redacted]

Ürün Devresi Kodlama Sorumlusu: [Redacted]

Ürün Tanıtım Sorumlusu: [Redacted]

Ürün Raporu Yazı İşleri Sorumlusu: [Redacted]

1) Yağmur suyunu etkin bir şekilde kullanarak forla su kullanımının getirdiği ekonomik yükü minimuma indirmek ve su kaynaklarının tüketimini azaltmak.

2) Bu ürünün yapıldığına dair örnekler mevcut ancak bizim ürünümüzün farklılığı daha operatif ve düşük maliyetli olması.

3) Bu ürünü tarımla uğraşan insanlara satmak istiyoruz ve değiştirilebilir aparatlarla sadece tarımla uğraşan insanlara değil ev kullanımı için herkese satılabilir.

4) CNC cihazı, arduino, 3D yazıcı, maket bıçağı, silikon tabancası, ahşap

5) Karşılaşılabilecek riskler:

- Deponun sızdırması

Çözüm yolu → 1) Deponun içinin su geçirmezcek bir malzeme ile kaplanması

2) Depo temsili olduğu için deponun içine kavanoz benzeri bir cisim koyulup suyun bu cismin içinde bulundurulması

6) 6 personel yeterli olacaktır;

1) Görsel tasarım sorumlusu

2) Yazılım kodlama sorumlusu

3) Devre Tasarım sorumlusu

4) Raporlama sorumlusu

5) Tanıtım sorumlusu

6) Montaj sorumlusu

7) Prototip maliyeti;

2 mukavva = 45 TL x 2 = 90 TL

Oyuncak Havya maketleri = 100 TL

Renkli Fon Kartonı = 10 TL

Tahta Şiş = 45 TL

Silikon = 8 TL

Silikon Tabancası = 100 TL

Maket bıçağı = 15 TL

Oyun hamuru = 20 TL

388 TL

8) Ortalama Satış Hedefleri;

Günlük : 2 Tane

Aylık : 60 Tane

Yıllık : 720 Tane

İşin gerçek fiyatı;

Su motoru : 3000 TL, Depo : 3200 TL, Boru : 700 TL
Total : 6900 TL

9) Tarım kooperatifleriyle konuşulup insanlara ürün tanıtımı yapılabilir.

Seminerler düzenlenerek insanlar bilgilendirilebilir. Ürünün su kullanımını azaltmak amacıyla yapıldığı insanlara bildirilebilir.

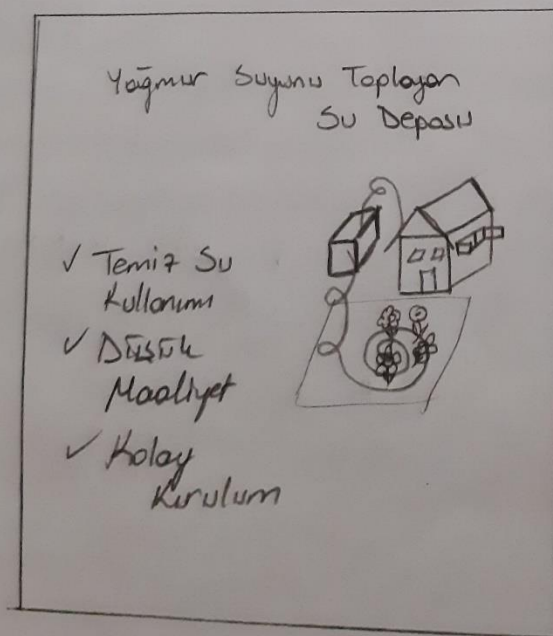
10) 'internet, televizyon, broşür...

İnternet → Sosyal medya aracılığı ile tanıtım yapılabilir.

Televizyon → Reklam aracılığı ile tanıtım yapılabilir.

Broşür → Broşür dağıtılarak tanıtım yapılabilir.

Örnek Broşür:



Ürün Prototipi Değerlendirme Anahtarı

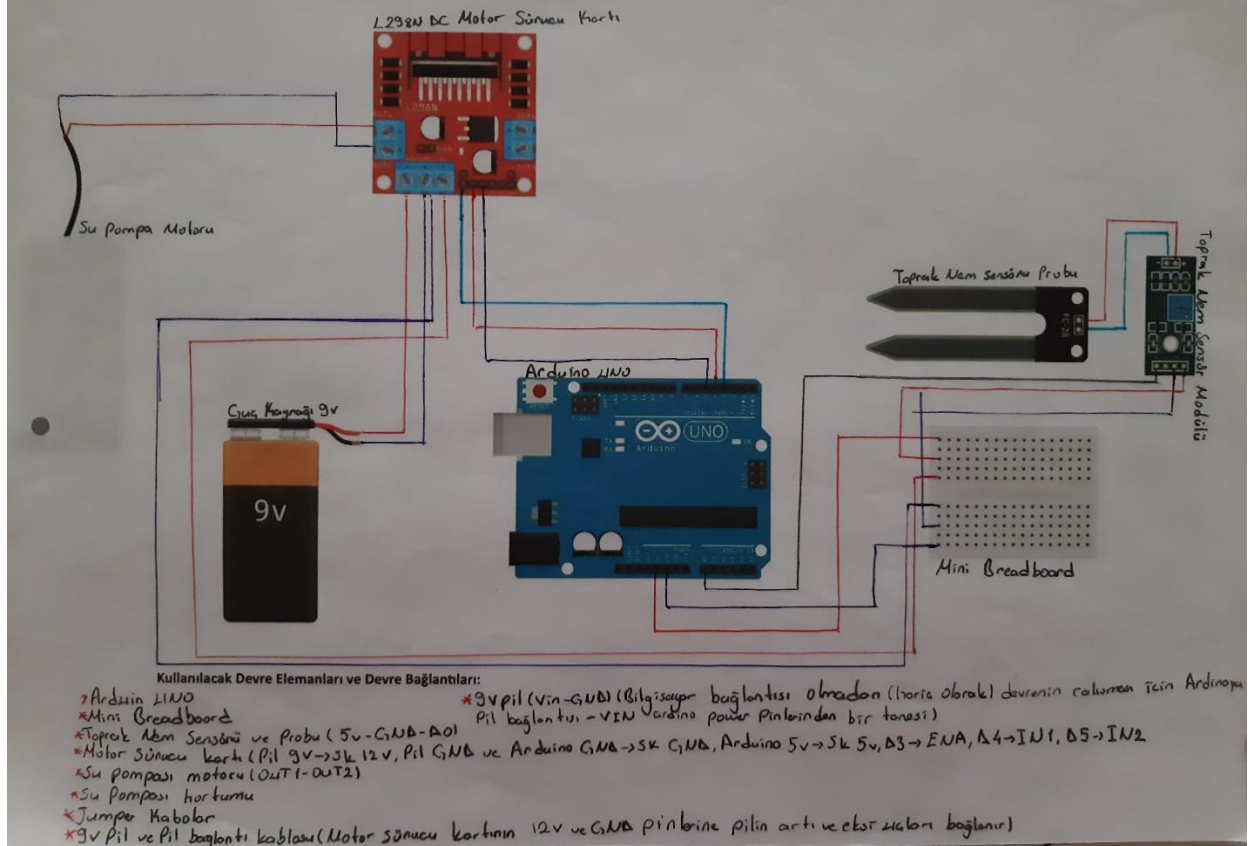
Grup No: 7. GRUP

Ürün Prototipi Değerlendirme Kriterleri	Hayır (0)	Kısmen (1)	Evet (2)
1. İşlevseldir.			✓
2. Kurulumu kolaydır.			✓
3. Maliyeti düşüktür.			✓
4. Kurumun bünyesindeki malzemeler öncelikli olarak kullanılmıştır (arduino devre kartı, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı)			✓
5. Prototipin tasarlanması sürecinde hammadde kullanımının azaltılması, geri dönüşüm, yeniden kullanım kriterleri dikkate alınmıştır.			✓
6. Ürüne özgü kriter ve sınırlılıklar belirlenmiştir.			✓
Puan: 100			

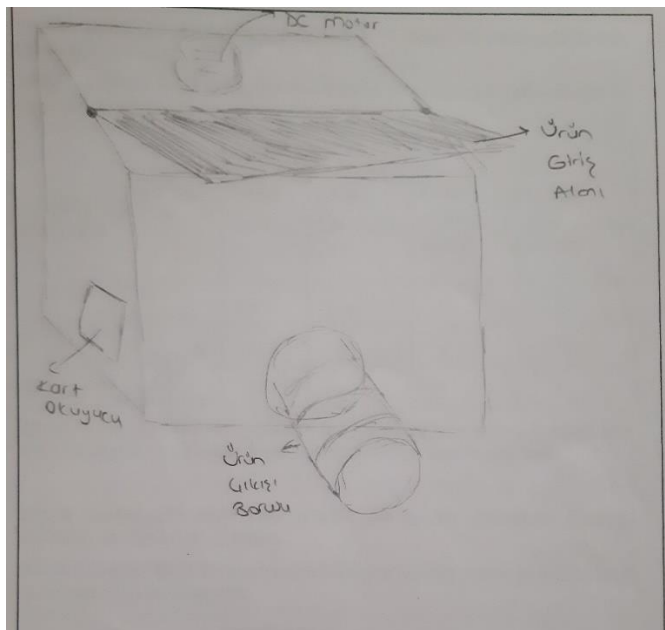
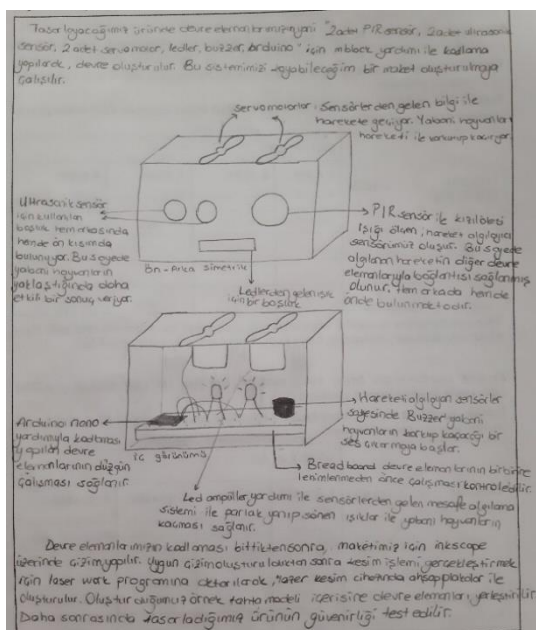
Tasarım Süreci Kontrol Listesi

Grup No: 7. Grup		
Tasarım Süreci Kriterleri	Hayır (0)	Evet (1)
1. Problem tanımlandı.		✓
2. Probleme yönelik ihtiyaçlar belirlendi.		✓
3. Olası çözüm önerileri geliştirildi.		✓
4. En iyi çözüm seçildi.		✓
5. Prototip yapıldı.		✓
6. Çözüm test edildi ve değerlendirildi.		✓
7. Çözüm sunuldu.		✓
8. Yeniden tasarlandı/revize edildi (gerekli görüldüğü takdirde).		✓
9. Karar tamamlandı.		✓
10. Rapor oluşturuldu.		✓
Puan: 100		

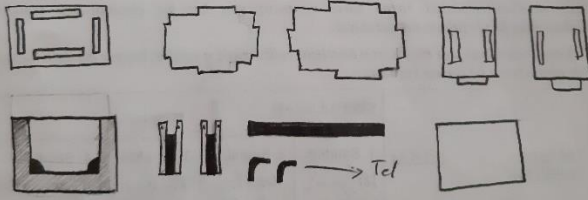
Devre elemanları arasındaki gerekli bağlantıları şema üzerinde çiziniz.



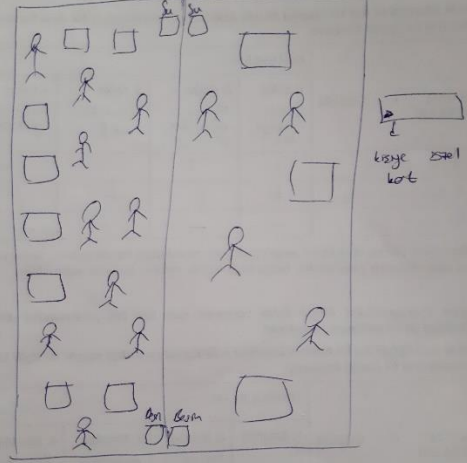
EK-3-1. Öğretmen Adayları Tarafından Gerçekleştirilen Ürün Tasarım Denemeleri



- Ultrasonik sensör kullanılarak kapagın açılması hijyen açısından avantaj sağlar.
- Step motor kullanılarak göp kasesi içerisinde derinlikten silinmesi sağlanır.
- Servo motor sayesinde ultrasonik sensörle kapılacak baglanık, kapagı temas etmeden açabilmemizi sağlar.
- Tinkercad ile tasarım yapılır.
- Kuru 3D yazıcıyla, geri dönüşüm materyallerle veya ahşaptan yapılabilir.
- Prototip için CNC lazer kesim cihazıyla kesim yapılması tercih edilebilir.

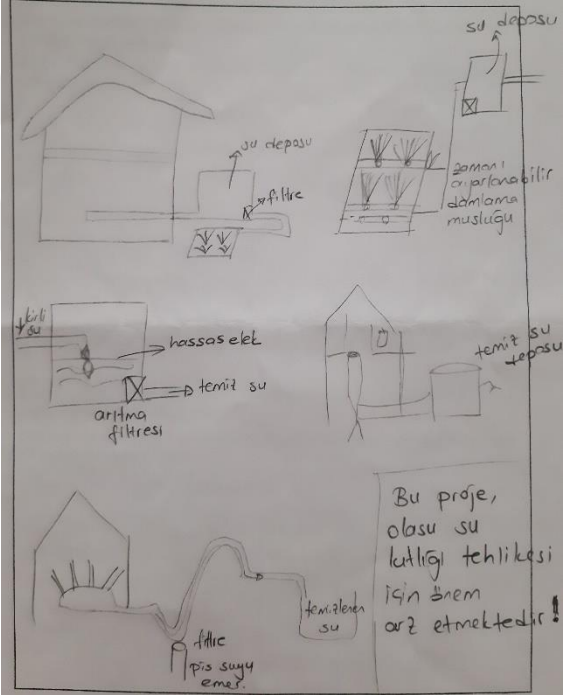
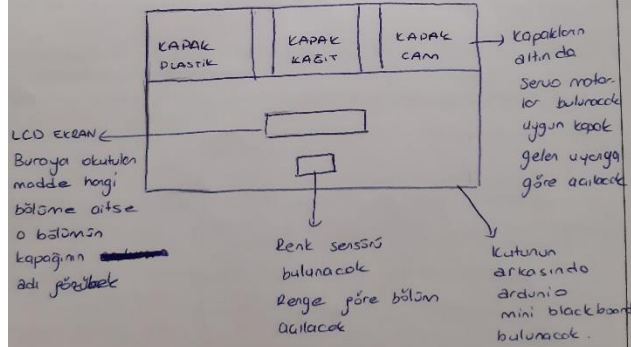
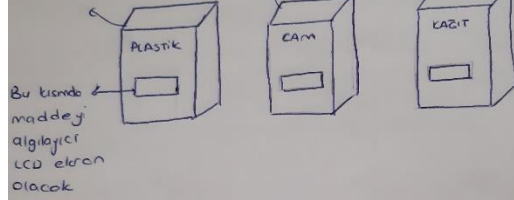


Cok nıls Az nıls



→ Çok yoğun (nıls) ortamda kullonlar basın ve süren az yoğun (nıls) ortama göre daha çok kılaklıları göstermek istedik. Kılaklı kırı ile ne kadar basın ve su kılaklıları gösterileceğine bir sistem tasarladık.

Kapakların altında motor olacak maddeyi okutunca açılacak



EK-4. Öğretmen Adayları Tarafından Oluşturulan Bireysel Gelişim Notu Örneği

- 1) Problemin Tanımlanması: Problemi tanımlarken çevremde gördüğüm sorunlar üzerine düşünüp bunlara nasıl çözümler üretebileceğimi üzerine düşündüm. Bu konuda yetkindim. Eksik olduğum bir yönün olduğunu düşünüyorum.
- 2) Probleme İhtelik İhtiyaçların Belirlenmesi: Bu kısımda durumun her bir yönünü dikkate aldım ve arkadaşlarımla iyi bir iletişim kurarak bu problemin proje adımlarında nebre ihtiyacımız olacağı konusunda fikirlerimi dile getirdim. İletişim ve yaratıcılık konusunda güçlü olduğumu düşünüyorum.
- 3) Olay Çözüm Önerilerinin Geliştirilmesi: Problemi de ilgili kaynakları araştırarak edineceğim üzerine kapsamlı bir araştırma yaptım ve benzer projeler için literatür taraması yaptım. Bu konuda güçlü olduğumu düşünüyorum. Çözüm önerisi geliştirirken grup arkadaşlarımla daha yaratıcı öneriler sundular. Bu yönün bu adımda biraz saygınlık almış olabilir.
- 4) En İyi Çözümün Belirlenmesi: Önerilerim arasından bir seçim yaparken olay tüm durumları değerlendirmeye çalıştım. Fikirlerimi grup arkadaşlarımla mantık çerçevesinde aktardım ve iyi bir iş birliği sonucu en iyi çözümü belirledik. Fikrimi savunma konusunda güçlüyüm. Eksik bir şey olmadı.
- 5) Prototipin Yapılması: Bu kısımda tasarımı arkadaşlarıma destek aldım ve fikirlerimi belirterek prototipin en iyi hali olmasını amaçladım. Bu kısımda parça entegrasyonunda güçlüydim. Eksik bir yönümün olmadığını düşünüyorum.
- 6) Çözümün Test Edilmesi ve Değerlendirilmesi: Tüm grup üyesi kendi görevleri olan kısımları hallettikten sonra tüm kısımları birleştirdik ve çalışmayı kontrol ettik. Uyum konusunda iyiydik. Projemizin amacına hakim olduğum için çalışma prensibini değerlendirdim ve arkadaşlarımla paylaştım. Değerlendirme yapma konusunda güçlüyüm. Eksik bir şey olmadı.
- 7) Çözümün Sunulması: Kendi sorunu olduğum koddan kısmını olasıdır bir biçimde sundum. Bu konuda bir eksiklik olduğunu düşünüyorum.
- 8) Yeniden Tasarlama / Revize Etme: Prototipimizin çalışması esnasında gördüğümüz eksiklikler konusunda hemfikir olduk ve bunu hemen revize ettik. İyileştirme konusunda iyi olduğumu düşünüyorum. Yine de hiçbir zaman en iyisi olmadığını düşünüyorum. Biraz saygınlık geliyorum.
- 9) Korum Tanımlanması: Proje tamamlandı kadar olan süreçte iş birliği ve iletişim konusunda güçlüydüm. Arkadaşlarıma düşünce ve fikirlerimi en iyi şekilde aktardım.

EK-5. Öğretmen Adayları Tarafından Oluşturulan Proje Sonuç Raporu Örneği

Grup No: 1.GRUP	
Grup Üyeleri ve Görevleri	Ürün Gövde Tasarım Sorumlusu: [Redacted]
	[Redacted]
	Ürün Devresi Tasarım Sorumlusu: [Redacted]
	[Redacted]
	Ürün Devresi Kodlama Sorumlusu: [Redacted]
	[Redacted]
	Ürün Tanıtım Sorumlusu: [Redacted]
	Ürün Raporu Yazı İşleri Sorumlusu: [Redacted]

Tasarım Süreci Basamakları	
1.Problemin Tanımlanması	Mahsulleri korumak amacıyla bahçelere veya tarlalara giren yabani hayvanların öldürülmesi. Bu durum biyoçeşitliliği tehdit etmektedir. Biyoçeşitliliğin korunması çevrenin sürdürülebilirliği için önemli olup tasarım süreci sonunda elde edilen ürün biyoçeşitliliğin korunmasında fayda sağlayabilir.
2. Probleme Yönelik İhtiyaçların Belirlenmesi	Belirlediğimiz çevre problemi olan bahçe veya tarlalara giren yabani hayvanların öldürülmesinin çözüm önerilerini şu şekilde sıraladık: 1. Tarla veya bahçelerin etrafına sadece belirli hayvanların rahatsız olacağı frekansın verileceği bir mekanizma tasarlamak. [Redacted] 2. Yabani hayvanların rahatsız olacakları koku püskürten mekanizmalar tasarlamak. [Redacted] 3. Işıktan korkan yabani hayvanlar için sensörlü ışık mekanizmaları geliştirerek kaçmalarını sağlamak. [Redacted] 4. Sesten korkan yabani hayvanlar için sensörlü ses sistemi kurmak. ([Redacted]) 5. Hareketten korkan hayvanlar için sensörlü hareket sistemi geliştirmek. ([Redacted]) Kriterler (Özellikler): 1. Tasarlayacağımız mekanizmanın işlevsel kullanılabilirliği olmalıdır.

	2. Yapılacak projenin kurulumunun kolay ve hızlı olması gerekmektedir. 3. Köylerde bahçeye veya tarlalara giren hayvanların hareketlerini algılayarak mekanizmaya çalıştırması gerekmektedir. 4. Tasarlanan sistemin bahçeye veya tarlaya girmek isteyen hayvanlara zarar vermeden korkutup kaçırmalıdır. Sınırlılıklar: 1. Kurumun bünyesindeki malzemelerin öncelikli olarak kullanımı (ardunio devre kartı, 3D yazıcı, CNC lazer kesim cihazı), 2. Gerekliyse alınması planlanan malzemelerin maliyetinin düşük olması, 3. Her bölgemizde tarlalara veya bahçelere giren canlı türlerine göre mekanizmanın tekrardan geliştirilmesi, 4. Oluşturulacak mekanizmaya bir müddet sonra hayvanların alışmasından dolayı mekanizmaya duyarsızlaşmaları. Problemi Çözmek İçin İhtiyaç Duyulan Bilgiler: (Çevre Bilgisi + Fen Bilgisi + Teknoloji Bilgisi + Mühendislik Bilgisi + Matematik Bilgisi) E (Environmental): • Biyoçeşitlilik genel olarak dünyada yaşayan milyarlarca benzersiz canlı organizmayı ve aralarındaki etkileşimleri ifade etmektedir. Bunlar yaşamımızın hayati unsurlarını temsil etmekle birlikte, sürekli tehdit altındadır. Biyoçeşitlilik üzerindeki ana baskılar; arazi kullanımındaki değişiklikler (ör. ormanların yok edilmesi, yoğun monokültür, kentleşme), avlanma ve aşırı balıkçılık, iklim değişikliği, kirlilik ve istilacı yabancı türlerdir. Bizim ele aldığımız çevre sorunu hem avlanmayı hem de tarımdaki zararı ele almaktadır. Biyoçeşitliliğin korunması bize temiz hava, içilebilir su, kaliteli toprak ve mahsul tozlaşması sağladığı için çok önemlidir. Göz önünde bulunduran sorunun korunması için gereklidir. Bu nedenle biyoçeşitlilikteki düşüş; toplum, ekonomi ve insan sağlığı için çok önemlidir. S (Science): • Kullanılan bilgilerinin temelini fen bilgisi başlığı altında incelemek doğru olacaktır. Fizik, kimya, biyoloji alanında temel olarak fizik yani sesin yankısını, frekansını, devre oluşturmayı, seri bağlama ve çeşitli bilgileri kullanmaktayız. Diğer bir temel olarak aldığımız konu ise biyoloji yani yabani hayvan türleri, ekosistem, biyoçeşitlilik, ülkemizdeki bölgelerdeki hayvan çeşitliliği gibi konuları kullanmaktayız. • Bilimsel araştırma sürecinin oluşturulması: <i>Problem durumu nedir?</i>
--	---

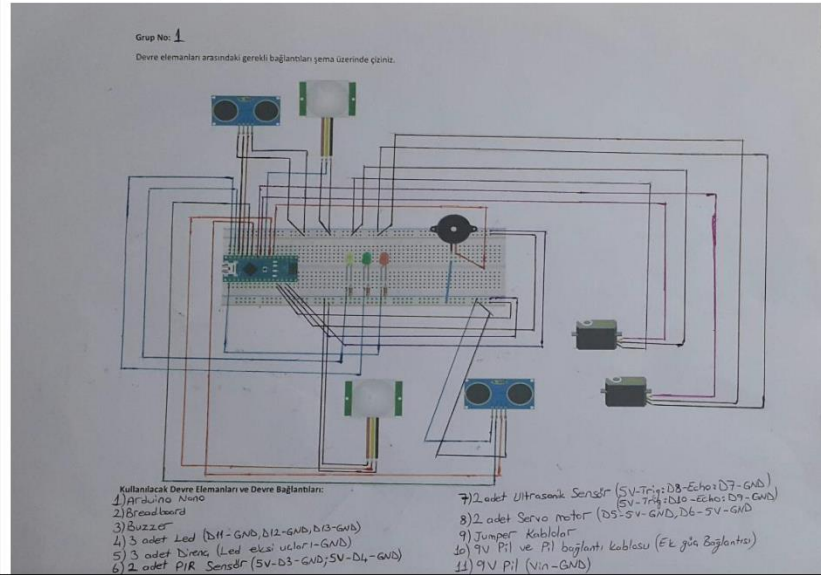
T (Technology):

- Arduino devre kartı ve devre elemanları: Arduino nano, breadboard, buzzer, 3 adet led ampul, 3 adet direnç, 2 adet PIR sensör, 2 adet servo motor, jumper kablolar
- 3D yazıcı ve filament (hammaddesi); kullanacağımız ayı modeli için gereklilik göstermektedir.
- CNC lazer kesim cihazı ve ahşap kontrplak (hammaddesi): Devre tasarımı için koyabileceğimiz korunaklı bir yapı oluşturulur.
- Ek malzemeler (Silikon, ürünümüzü sunarken kullanacağımız bahçe modeli, bahçe modelini oluşturmak için gerekli malzemeler; dallar, yeşil keçe, yaprak süsler, tuz seramiği, boya, makas, bahçe makası, ahşap tahta)

E (Engineering):

- Kullanmayı planladığımız devre elemanlarının bağlantısı ve kurulumu aşağıdakiler gibi olmalıdır.

- 1 numaralı Ultrasonik sensör = tetik pini 8 / okuma pini 7
- 2 numaralı Ultrasonik sensör = tetik pini 10 / okuma pini 9
- 1 numaralı PIR sensör / tetik pini 3
- 2 numaralı PIR sensör/ tetik pini 4
- 1 numaralı servo motor /tetik pini 5
- 2 numaralı servo motor /tetik pini 6
- Buzzer /tetik pini 2
- Led 1,2,3/ tetik pini 13,12,11



	• Devre elemanlarının fonksiyonları nelerdir? Devre elemanlarının çalışması için kodlama nasıl yapılmalıdır? 1.Arduino Nano bir bilgisayar ile, başka bir Arduino ile ya da diğer mikrodenetleyiciler ile haberleşme için çeşitli imkanlar sunar. 2. Breadboard üzerinde devrelerimizi test ettiğimiz araçtır. Kurduğumuz devreleri birbirlerine lehimlemeden kolaylıkla test etmemizi sağlar. Tasarladığımız devreleri baskı devre veya delikli plaketler üzerine aktarmadan önce denememize olanak sağlar. Bu sayede devre bağlantılarını kontrol ederek bir hata olup olmadığını gözlemlemiş oluruz. Devreleri tak-çıkart şeklinde kurabildiğimiz için kullandığımız elektronik bileşenleri başka projelerde tekrar kullanma imkanı verir. 3. Buzzer sisteme verilen voltajlara göre farklı ses sinyalleri sağlamakta olan bir cihazdır. Genel olarak üretimi basit, maliyetleri az ve hafif yapıda olmaları sebebi ile kullanım alanı da çok geniştir. Sadece hayvanları rahatsız edebilecek frekans ile tarladan hayvanları uzaklaştırır. 4. (3 adet) Ledler anot ve katot olmak üzere iki farklı bacağı olan, bunlardan anodu pozitif gerilime yani + uca, katot ise negatif gerilime yani – uca ya da devredeki toprak hattına (GND, Ground) bağlanan devre elemanıdır. Parlaklık ve ömür seviyesi de üzerinden geçen akıma göre değişir. Işıktan korkan hayvanları tarlaya girmemesi için sensörlü ışık kullanılır. 5. (3 adet) Dirençler, elektrikli devrelerde akımı sınırlayarak belli bir değerde tutmaya yararlar. 6. (2 adet)PIR Sensör hareket sensörüdür. Hareket sensörü isminden de anlaşılacağı üzere sıcaklık ve kızılötesi dalga değişimlerini algılayarak ortamdaki hareketi algırlar. Tarlaya yaklaşan hayvanları algılar ve mekanizmadaki devre elemanlarını aktif hale getirir. 7.(2 adet)Ultrasonik Sensör, ultrasonik ses dalgaları yayarak hedef nesnenin mesafesini ölçen ve yansıyan sesi elektrik sinyaline dönüştüren elektronik bir cihazdır. Hayvanların tarlaya ne kadar yakın mesafede olduğunu ölçülür. 8. (2 adet) Servo Motorlar genellikle 0 ile 180 derece arasında hareket edebilen motorlardır. Aynı zamanda 360 derece dönüş yapan çeşitleri de bulunmaktadır. Hayvanları korkutup, uzaklaştıracak hareketler yapılır. 9. Jumper Kablolar, elektronik devrelerde bağlantıları kolayca gerçekleştirmek için kullanılan kısa tellerdir. Bu teller, bir ucu erkek diğer ucu dişi konektörlere sahip olabilir. Algoritması aşağıdaki şekilde olmalıdır. 1. 5 ve 6 no'lu pinlere bağlı servo motorların açısı başlangıçta 90 derece olsun. 2. Eğer 3 no'lu pine bağlı pir sensörden hareket algılanıyor ve aynı zamanda tetik pini 8 okuma pini 7 olan ultrasonik sensörden algılanan mesafe 30 cm'den büyükse
--	---

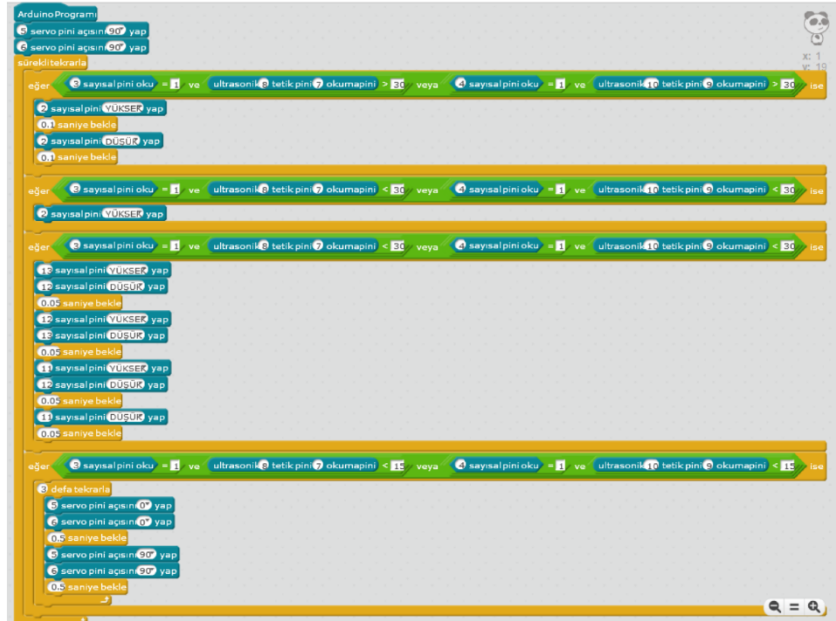
veya 4 no'lu pine bağı pir sensörden hareket algılanıyor ve aynı zamanda tetik pini 10 okuma pini 9 olan ultrasonik sensörden algılanan mesafe 30 cm'den büyükse 2 no'lu pine bağı buzzer 0.1 sn boyunca ses verip sussun.

3. Eğer 3 no'lu pine bağı pir sensörden hareket algılanıyor ve aynı zamanda tetik pini 8 okuma pini 7 olan ultrasonik sensörden algılanan mesafe 30 cm'den küçükse veya 4 no'lu pine bağı pir sensörden hareket algılanıyor ve aynı zamanda tetik pini 10 okuma pini 9 olan ultrasonik sensörden algılanan mesafe 30 cm'den küçükse 2 no'lu pine bağı buzzer devamlı ses versin.

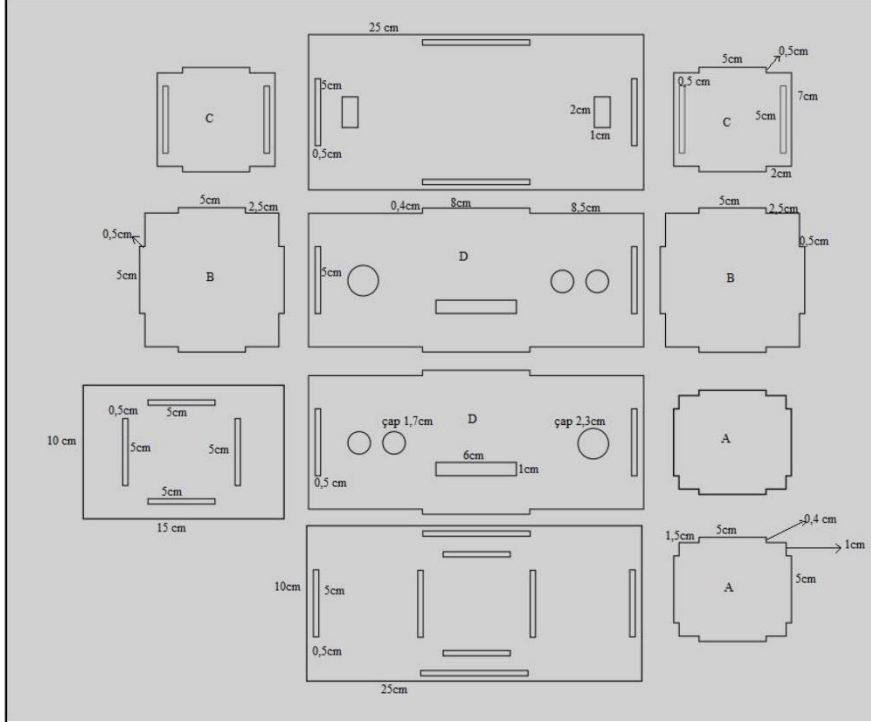
4. Eğer 3 no'lu pine bağı pir sensörden hareket algılanıyor ve aynı zamanda tetik pini 8 okuma pini 7 olan ultrasonik sensörden algılanan mesafe 30 cm'den küçükse veya 4 no'lu pine bağı pir sensörden hareket algılanıyor ve aynı zamanda tetik pini 10 okuma pini 9 olan ultrasonik sensörden algılanan mesafe 30 cm'den küçükse buzzer ses verirken ledler sırayla (13, 12, 11) 0.05 sn aralıklarla yanıp sönmeye devam etsin.

5. Eğer 3 no'lu pine bağı pir sensörden hareket algılanıyor ve aynı zamanda tetik pini 8 okuma pini 7 olan ultrasonik sensörden algılanan mesafe 15 cm'den küçükse veya 4 no'lu pine bağı pir sensörden hareket algılanıyor ve aynı zamanda tetik pini 10 okuma pini 9 olan ultrasonik sensörden algılanan mesafe 15 cm'den küçükse servo motorlar 3 defa 0.5 sn aralıklarla 0 dereeden 90 dereceye dönsün.

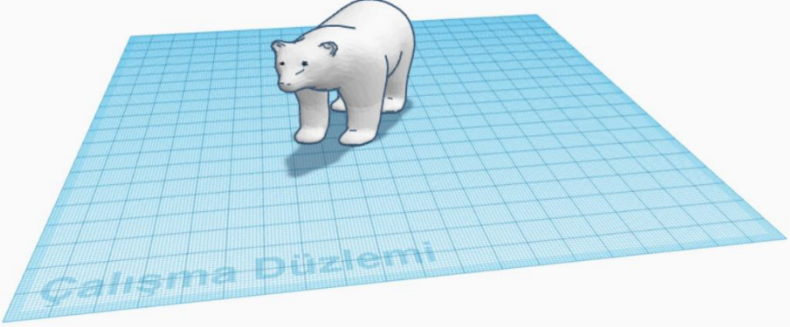
Devre elemanlarının kodlaması mBlock adlı kodlama uygulaması üzerinden aşağıdaki görsel gibi kodlanmalıdır.

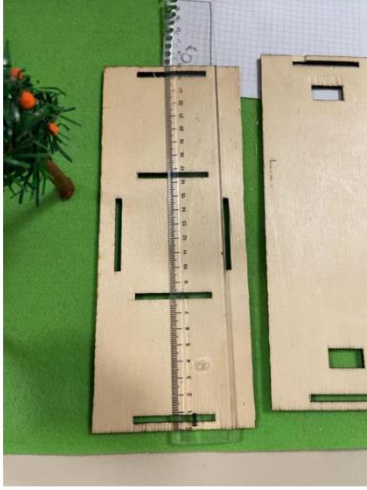
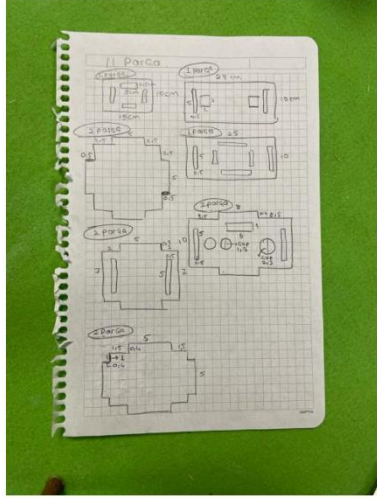


- Ürünün gövdesi inkscape uygulaması üzerinden aşağıdaki görsel gibi tasarlanmalıdır.



- Ürünün gövdesi prototip aşamasında kullanımının daha kolay olmasından kaynaklı ahşap plakadan oluşturulmalıdır. İlerleyen zamanlarda ihtiyaçtan kaynaklı sert plastik malzemesine dönüş yapılma olasılığı da vardır.
- Ürün gövdesinin üretimi için lazer kesim cihazı kullanılmalıdır. Kullanılan ahşap plakaların görselleştirilmesi için inkscape üzerinden çizimi yapılır, daha sonrasında çizimi yapılan ürünün gövdesi lazer kesim cihazından kesilebilmesi için laser work programından son hali kesim işlemine sokulur.
- Ürünün işlevselliği nasıl sağlanabilir
- Ürünü detaylandırmak için tasarladığımız ayı modeli aşağıda verildiği gibi tinkercad uygulamasından çizilmelidir. Daha sonrasında 3D yazıcısından çıkartılmalıdır.

	 M (Mathematics): Malzemelerin kurulumu sırasında alınan ölçüler ile uygunluk sağlandı. Kodlama sürecinde sayısal verilerle hareket edilerek servo motorların dönüş açıları hesaplandı, devre elemanlarından ledler ve dirençlerin birbirine uygunluğu hesaplandı.
3. Olası Çözümlerin Geliştirilmesi	- Hayvanların rahatsız olacakları koku püskürten mekanizmaların tasarlanması. (Örneğin ayılar nane kokusunu sevmezler.) - Tasarlayacağımız ürünün korkuluk tarzında çok yüksekte olması, yabani hayvanların korkup kaçmasını sağlayacak şekilde olması. Aldığımız dönütler sonucunda tasarladığımız ürünün sadece tek bir yüzünde hareket sensörü bulunan prototipimizi hem arka hem de ön yüze koyma kararı aldık. Bu sayede sensörler daha geniş alanları algılayacak ve ürünümüzün güvenilirliği artacaktır.
4. En İyi Çözümün Seçilmesi	Burada dikkat edilmesi gereken hususlar: - Yenilikçi fikirlerle oluşturduğumuz tasarımımız değişen toplum şartları, ekonomik krizler, bazı hayvanlarımızın neslinin tükenmesinin tehlikede olduğu göz önüne alınarak yapılmıştır. Grup üyelerimiz ile birlikte en uygun, en yenilikçi çözüm yollarına gitmeye çalıştık. - Bu ürün daha öncesinde araştırmalarımız sonucunda kiraz bahçesine giren yabani hayvanları korkutmak amacıyla tasarlanan mekanizmanın tüfek sesi çıkartarak, zarar vermeden uzaklaştırılması hedeflenmiştir. - Tasarladığımız üründe, diğer ürünle kıyaslandığında büyük bir fark vardır. Arduino'ya bağlı olan ultrasonik sensör ve PIR sensör kızılötesi ışınlar yardımıyla yaklaşmakta olan yabani hayvanı algılıyor ve devre elemanlarına

	yani buzzera ses, servo motorlara hareket, ledlere ışık olarak etkisini gösteriyor. Bu sayede farklı sistemler ile yabani hayvan zarar görmeden korkup kaçıyor. 4. Çözümümüzü test etme aşamasında; kullanışlılığı ve düşük maliyetli yapmaya çalıştığımızdan dikkatli ve düzenli bir şekilde inceledik 5. Topluma fayda sağlaması açısından bu projeyi özellikle yabani hayvanların, mahsullere zarar verdiği tarla ve bahçe sahibi üretici vatandaşlarımızın işini kolaylaştıracaktır. Vatandaşlarımız bu ürünü satın alarak hem ülkemizdeki biyoçeşitliliği korumuş olur hem de süregelen dünya sorunu olan kıtlığı en aza indirmeye çalışarak, mahsullerin devamlılığını sağlamış olur.
5. Prototipin Yapılması	-Tasarladığımız üründe devre elemanlarımızı yani “2 adet PIR sensör, 2 adet ultrasonik sensör, 2 adet servo motor, ledler, buzzer, Arduino” için mblok yardımı ile kodlaması yapılır. Devre elemanlarımızın yerleri belirlenir. -Bu devre elemanlarını koyabileceğimiz bir maket oluşturulur.  

	Problem durumu yabani hayvanların, bahçe veya tarlalara girerek mahsullere zarar vermesi. Bundan dolayı bahçe veya tarla sahiplerinin yabani hayvanları öldürerek biyoçeşitliliğe zarar vermesidir. <i>Projenin amacı nedir?</i> Projenin amacı yabani hayvanların bilinçsiz bir şekilde öldürülmesi bundan kaynaklı oluşan popülasyon yoğunluğunun dengesizleşmesini önlemek amaçlanmıştır. Aynı zamanda dünyamızda süregelen gıda krizinden kaynaklı mahvolan mahsulleri korumak amaçlanmaktadır. <i>Projenin yöntemi</i> Hedef Kitle: Bu projeyi özellikle yabani hayvanların, mahsullere zarar verdiği tarla, bahçe sahibi üretici vatandaşlar için tasarlanmıştır. Kullanılan Malzemeler: Arduino nano, breadboard, buzzer, 3 adet led ampul, 3 adet direnç, 2 adet PIR sensör, 2 adet servo motor, jumper kablolar, ahşap plakadan oluşturulacak bir kutu, yapıştırıcı(silikon). Maliyet: Ürünümüzün devre malzemelerinin yani; Arduino nano (130), breadboard(35), buzzer(15), 3 adet led ampul(5), 3 adet direnç(3), 2 adet PIR sensör(80), 2 adet servo motor(220), jumper kablolar(35) tamamı yaklaşık 523 Türk lirası tutmaktadır. Devreyi koyacağımız ahşap plakanın kesim işlemleri ve yapıştırma işlemleriyle yaklaşık olarak 300 Türk lirası olduğu gözlenmektedir. Ürünümüzün toplam maliyeti 823 Türk lirası tutmaktadır. <i>Riskler ve Risklere Yönelik Çözümler:</i> Ürünümüzün geliştirme aşamasında karşılaşılabilecek muhtemel riskler arasında; piyasaya satılmak üzere tasarlanan mekanizmanın satın alacak tarla veya bahçe sahiplerinin, korkutup kaırması gereken hayvanlarının birbirinden farklı olmasıdır. Farklı tür vahşi hayvanların her birinin korktuğu, kaçtığı şeylerin farklı olabilmesidir. Bu riske karşılık; her hayvanın ortak olarak ürküp kaçtığı ses ve ışık mekanizması oluşturmak. Bir diğer risk olabilecek konu ise vahşi hayvanların tasarlanan mekanizmaya alışması ve kaçmamasıdır. Bu soruna karşılık hazırlanan paketin üstüne “Uyarı” şeklinde şu not düşülmelidir: “Vahşi hayvanlar için tasarlanan mekanizmada çeşitli korkutup kaçırma programları vardır. Lütfen her birini sırasıyla bir hafta çalıştırınız. Aynı anda çalıştırmanız sonucunda korkutulmaya çalışılan hayvan kaçmayacaktır, alışacaktır.” Bu sayede ürün sahibi bilgilendirilmelidir. <i>Projenin sonucu nedir?</i> Projemiz amacına uygun olarak çalışmaktadır. Amacımız olan yabani hayvanların doğasını onlara zarar vermeden korumaktır. Mevcut probleme çözüm bulmuştur. Bahçelere veya tarlalara giren yabani hayvanların mahsulleri dağıtmasından ve kullanım dışı haline getirmesi problemine de çözüm bulmuştur.
--	---

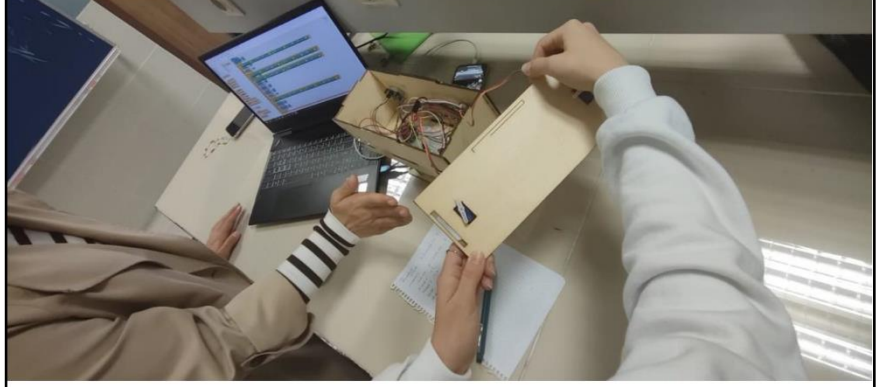
-Çizimleri inkscape uygulamasından çizilir ve laser work uygulamasına aktarılarak lazer kesim cihazında ahşap plakalar yardımıyla kesim işlemi gerçekleştirilir.



-Oluşturduğumuz örnek tahta plakalı modelin içerisine devre elemanları yerleştirilir ve yapıştırılır.



-Daha sonrasında ürünümüzün güvenilirliği test edilir.



-Ürünü test edip sunabileceğimiz bir ortam oluşturulur.



	-Yapılması gerekenler veya eksikler doğrultusunda grup arkadaşlarıyla konuşulur. 
6. Çözümü Test Etme ve Değerlendirme	Prototipe uygulanan testler sonucunda; Pır sensör maket hayvanları algılayarak mekanizmayı aktif hale getirmiştir ve ultrasonik sensör hayvanların ne kadar mesafede olduğunu ölçebilmiştir. Böylelikle buzzerdan hayvanların rahatsız olacağı frekansta ses çıkmış olup ledler de ışık saçmıştır. Servo motor da çalışmış olup hayvanların korkmasını sağlamak amacıyla pervanelerini hareket ettirmiştir. Prototipimiz başarılı bir şekilde çalışmaktadır.
7. Çözümün Sunulması	Ürünümüzün hem dış görünüşü hem de işlevselliği beğenilmiştir. Kendi bahçesi veya tarlası olan bir arkadaşımızın bu sorunu çok yaşadıklarını ve çözüm üretemediklerini, bulduğumuz çözüm ile ona çok fayda sağlayabileceğini de öğrenmiş olduk. Bu sayede ürünümüz kullanılabilirliği ve kullanışlılığı da dikkat çekmektedir. Ürünümüze bir geri dönüt olan yere yakın olması görüşü dikkatimizi çekti. Ürünün yere yakın olması düzeltilmesi gereken bir durum olarak ifade edildi. Bu dönüt doğrultusunda mekanizmamıza birtakım değişiklikler yaptık.

8. Yeniden Tasarlama/Revize Etme	Aldığımız dönütler doğrultusunda en başta oluşturduğumuz tasarımı yer ile temas halindeydi. Süreç içerisinde tartışmalarımız sonucunda bir ayak yani bir platform aracılığı ile yükseltilmesi gerektiği kararını aldık. Bu sayede mesafe sensörleri rüzgâr aracılığıyla gezen cansız maddeleri yabani hayvan olarak algılamayacak ve doğru çalışacaktır.
9. Kararın Tamamlanması	Oluşturduğumuz tasarımı bahçenin veya tarlanın ortasına konulan mekanizma testi gerçekleştirilir. Mekanizmanın önünden hareketli bir yabani hayvan geçtikten sonra mekanizmanın sensörleri sonucunda bağlı olduğu devre elemanlarına bilgi gider. Yabani hayvanların korkabileceği ışıklar, sesler ve hareket sistemi ile hayvana zarar vermeden kaçmasını sağlıyor. Bu sayede tarlamıza girmeye çalışan yabani hayvan kaçmış, mahsullerimiz korunmuş oluyor. Tasarım sürecinde ekip üyeleri her daim birlikte hareket etmiştir. Herkes kendi alanları ile ilgili çalışmalar yaparken bile her zaman öncelik tasarımı olmuştur.

EK-6. Öğretmen Adayları Tarafından Doldurulan Örnek Proje İnceleme Formu Örneği

1. İncelediğiniz projede kişi/kurum/kuruluşlar karşılaştıkları sorunu çözmek için ne gibi bir çözüm süreci gerçekleştirmiş olabilir? Açıklayabilir misiniz?

Problemlerine uygun çözümler aramak için çözüm yolları aramışlardır. Elde ettikleri verilerle uygun yollar bulup projeyi geliştirmeye çalışmışlardır. Bunun sonucunda da projedeki sorunları çözmüşlerdir diye düşünüyorum.

2. İncelediğiniz projenin dikkatinizi çeken yönleri var mı? Varsa bunlar neler?

Ödüllerin, yerel yönetimlerin doğanın ve biyolojik çeşitliliğin korunması konusunda ve iyi uygulamalara dair farkındalığın artırılması alanında somut önlemler almasını teşvik etmeyi amaçlaması benim dikkatimi çeken yönleri arasında.

3. İncelendiğiniz projeyi gerçekleştiren kişi/kurum/kuruluşların girişimci özelliklerini gösterdiğini düşünüyor musunuz? Düşünüyorsanız hangi yönleriyle girişimci bir birey özelliği gösteriyor?

Elbette düşünüyorum. Bu projeyi gerçekleştiren kişilerin disiplinli, yaratıcı olabilme, esnek olabilme, planlama yeteneğine sahip kişiler olduğunu düşünüyorum.

EK-7. Ölçek Kullanım İzinleri

Bilgi İşlemsel Düşünme (Hesaplamalı, Bilgisayarca) Ölçeği Kullanım İzni

Gelen Kutusu x



Gizem ŞAHİN

24 Mart Cum 10:31 (10 gün önce)

Sayın Hocam, Ben Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi Doktora öğrencisi Gizem ŞAHİN. Geliştirmiş olduğunuz "Bilgi İşlemsel Düşünme"

Özgen Korkmaz

24 Mart Cum 12:02 (10 gün önce)



Alıcı: ben

Sevgili Şahin

Elbette kullanabilirsiniz. Geliştirdiğim tüm ölçeklere www.perjournal.com adresindeki Özgen Korkmaz isimli linkten erişebilirsiniz.

Kavramın doğru ismi bilgisayarca düşünme dir. Ölçeğimizin adı da bilgisayarca düşünme ölçeğidir. Kavramı bu şekilde kullanmalısınız. Kolay gelsin

----- Orijinal Mesaj -----

Kimden: Gizem ŞAHİN

Kime: Özgen Korkmaz ozgen korkmaz

Gönderilenler: Fri, 24 Mar 2023 10:31:05 +0300 (TRT)

Konu: Bilgi İşlemsel Düşünme (Hesaplamalı, Bilgisayarca) Ölçeği Kullanım İzni

Öğretmen Adaylarına Yönelik Girişimcilik Ölçeği Kullanım İzni

Gelen Kutusu x



Gizem ŞAHİN

25 Mart Cmt 11:37 (9 gün önce)



Sayın Hocam, Ben Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi Doktora öğrencisi Gizem ŞAHİN. Geliştirmiş olduğunuz "Öğretmen Adaylarına Yönelik Girişimcilik Ölçeği"

CEPNÝ Salih

25 Mart Cmt 11:41 (9 gün önce)



Kullanabilirsiniz Gizem hocam. hayırlı olsun. başarılar getirmesi diliyle. S.ÇEPNİ

EK-8. Etik Kurul Kararı

Evrak Tarih ve Sayısı: 25.05.2023-650202



T.C
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu
KURUL KARARI



TOPLANTI TARİHİ : 24.05.2023
TOPLANTI SAYISI : 12
KARAR SAYISI : 289

Üniversitemiz Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü öğretim üyesi **Prof. Dr. Sait BULUT**'un danışmanlığını, **Gizem ŞAHİN**'in araştırmacılığını üstlendiği, *"Robotik Destekli Mühendislik Tasarım Tabanlı 2E-STEM Eğitiminin Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimcilik Özelliklerine Etkisi"* konulu çalışmanın, fikri hukuki ve telif hakları bakımından metot ve ölçeğine ilişkin sorumluluğun başvuruca ait olmak üzere, proje süresince uygulanmasının etik olarak **uygun olduğuna** oy birliği ile karar verilmiştir.

Prof. Dr. Hilmi DEMİRKAYA
Kurul Başkanı

Başkan
Prof. Dr.
Hilmi DEMİRKAYA

Başkan Yrd.
Prof. Dr.
Sibel MEHTER AYKIN

Üye
Prof. Dr.
Ebru İÇİGEN

Üye
Prof. Dr.
Nurşen ADAK

Üye
Prof. Dr.
Sibel PAŞAOĞLU YÖNDEM

Üye
Prof. Dr.
Taner KORKUT

Üye
Prof. Dr.
Gökhan AKYÜZ

EK-9. Araştırma İzni



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM FAKÜLTESİ
BİLİM KURULU KARARLARI

TOPLANTI SAYISI	KARAR SAYISI	KARAR TARİHİ
21	1	01.06.2023
KARAR 01: Üniversitemiz Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Sait BULUT'un danışmanlığını Gizem ŞAHİN'in araştırmacılığını üstlendiği, "Robotik Destekli Mühendislik Tasarım Tabanlı 2ESTEM Eğitiminin Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimcilik Özelliklerine Etkisi" başlıklı doktora tez çalışması kapsamında Fakültemiz öğrencilerine uygulayabilme isteğine ilişkin, eğitim ve öğretimi aksatmayacak ve gönüllülük esasına dayalı olarak yapmasının uygunluğuna oy birliğiyle karar verilmiştir; Doç. Dr. Mustafa CANER Başkan Doç. Dr. Evrim ÇETİNKAYA YILDIZ ÜYE Doç. Dr. Mustafa DOĞRU ÜYE Prof. Dr. Sinem SEZER EVCAN ÜYE Doç. Dr. Mevlüt GÜLMEZ ÜYE		



T.C.
ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ
Yazı İşleri ve Evrak Şube Müdürlüğü

Sayı : E-21514439-044-127245
Konu : Anket Talebi (Gizem ŞAHİN)

08.06.2023

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Yazı İşleri ve Evrak Şube Müdürlüğü)

İlgi : a) 02.06.2023 tarih ve 655969 sayılı yazınız.
b) 07.06.2023 tarih ve 127040 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi doktora programı öğrencisi Gizem ŞAHİN'in, "Robotik Destekli Mühendislik Tasarım Tabanlı 2E-STEM Eğitiminin Bilgi İşlemsel Düşünme ve Girişimcilik Özelliklerine Etkisi" başlıklı doktora tez çalışması kapsamında hazırlanan anket uygulaması talebinize ilişkin ilgi (a) yazınız Üniversitemiz Eğitim Fakültesi Dekanlığı'na bildirilmiştir.
Bilgilerinize arz ederim.

Prof. Dr. Nilgün TATAR
Rektör a.
Rektör Yardımcısı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSA3UHZPT3 Pin Kodu :69982

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/alaadin-keykubat-uni-ebys>

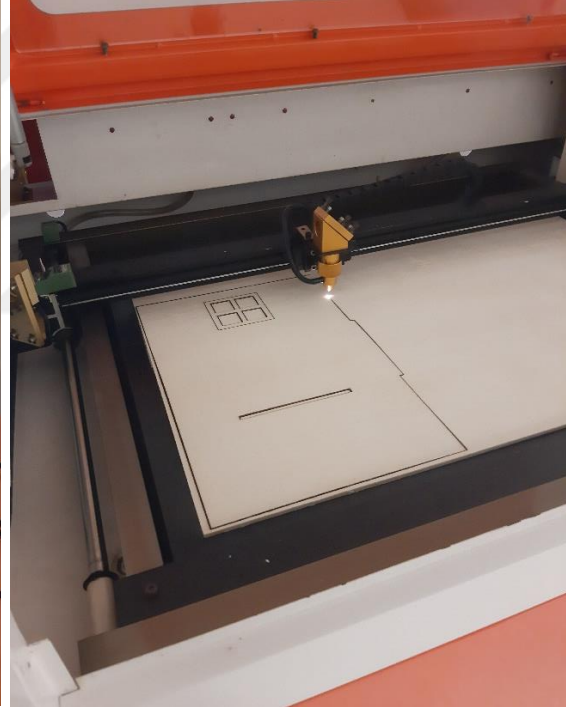
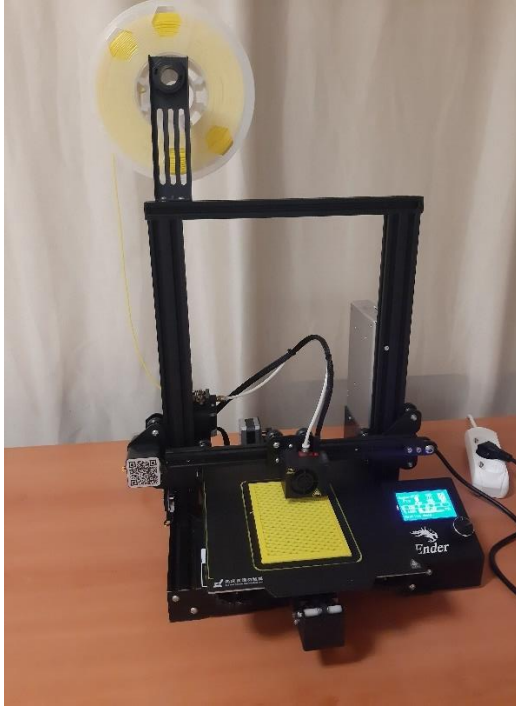
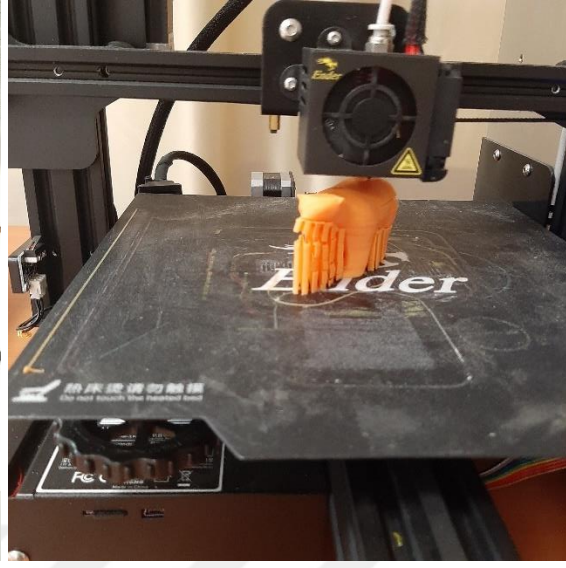
Adres:Kestel Mahallesi Üniversite Caddesi No:80 Alanya/Antalya
Telefon:(0242) 510 60 15 Faks:(0242) 510 60 19
e-Posta:yaziisleri@alanya.edu.tr Web:<https://yaziisleri.alanya.edu.tr>
Kep Adresi:alanyaalaaddinkeykubat@hs01.kep.tr

Bilgi için: Müzeyyen Sarı
Unvanı: İşçi



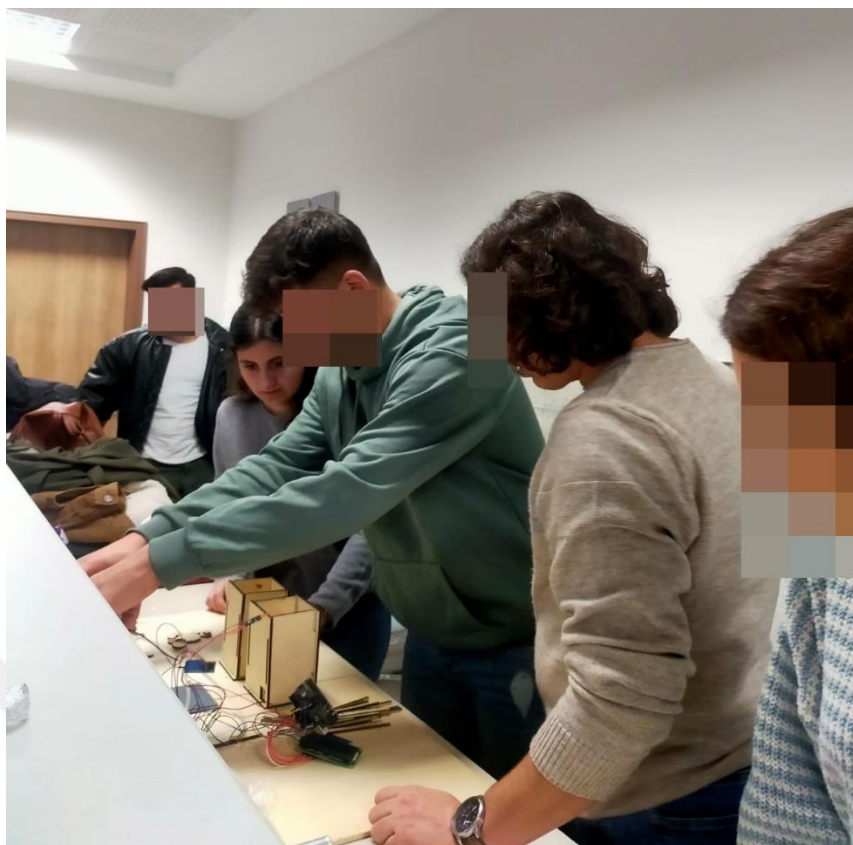
Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır.
Evrak sorgulaması <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5543&eD=BSDHFJE6S3&eS=661738> adresinden yapılabilir. (PIN:63162)

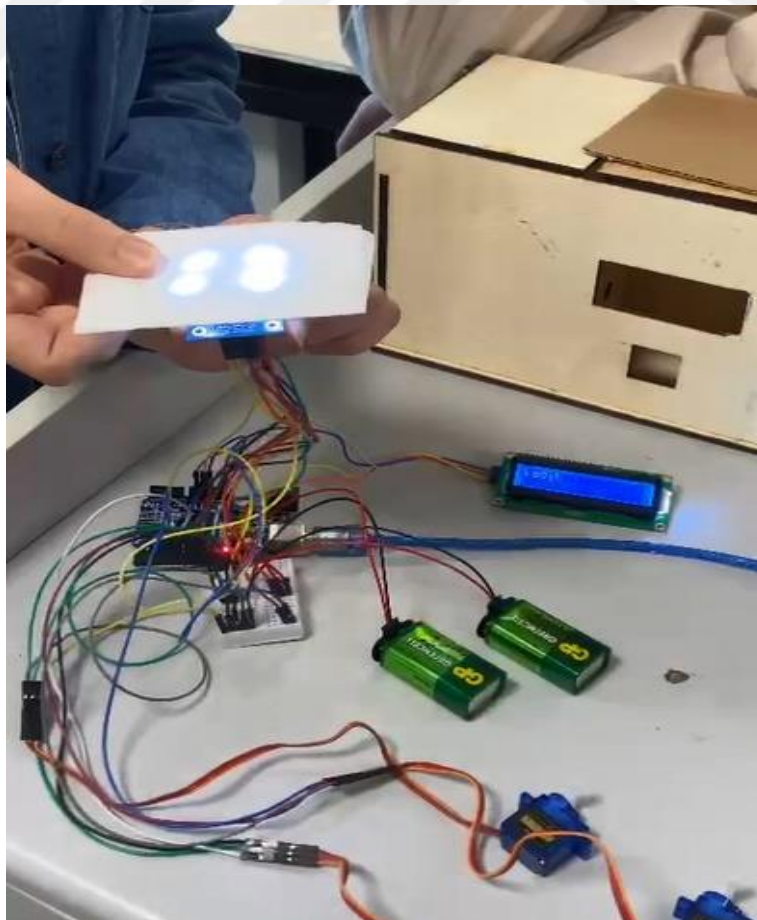
EK-10. Deneysel İşlemin Gerçekleştirildiği Eğitim Sürecinden Örnek Görseller

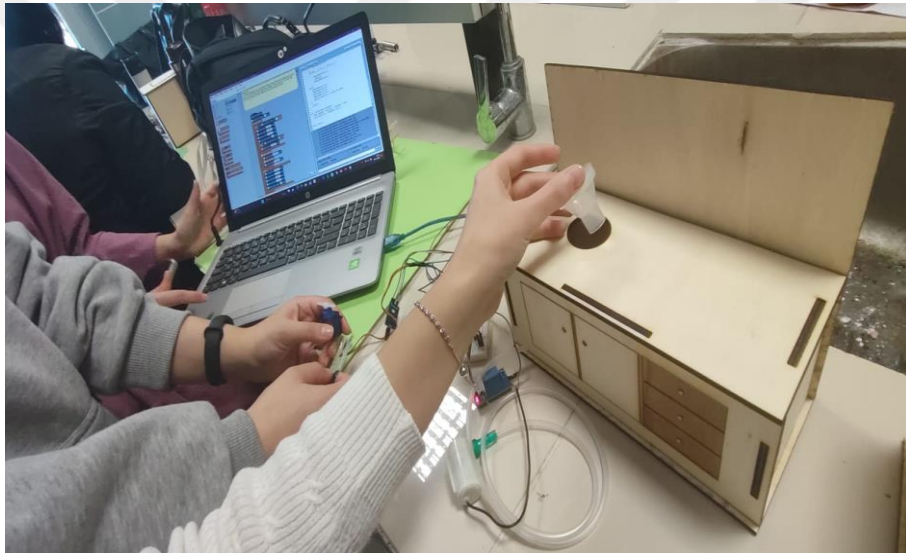
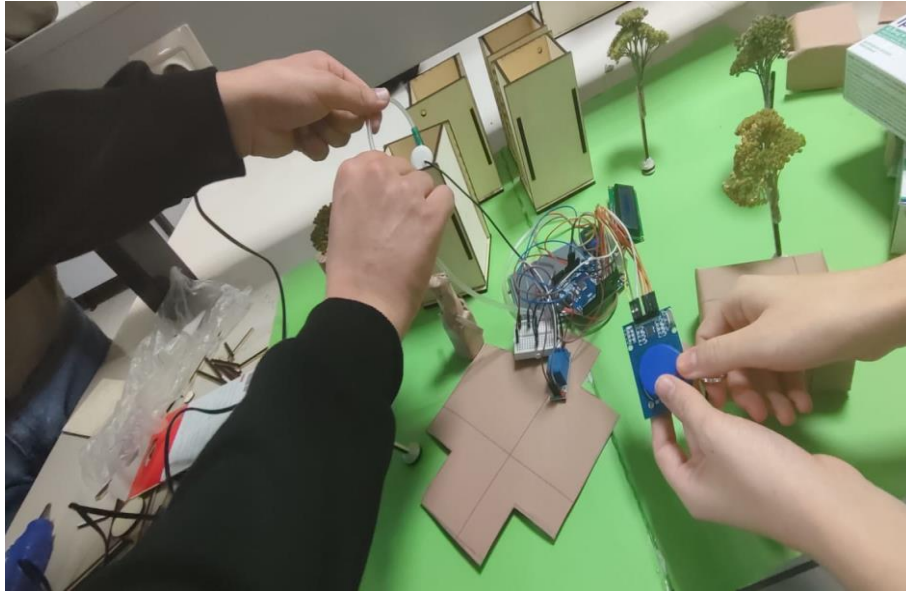






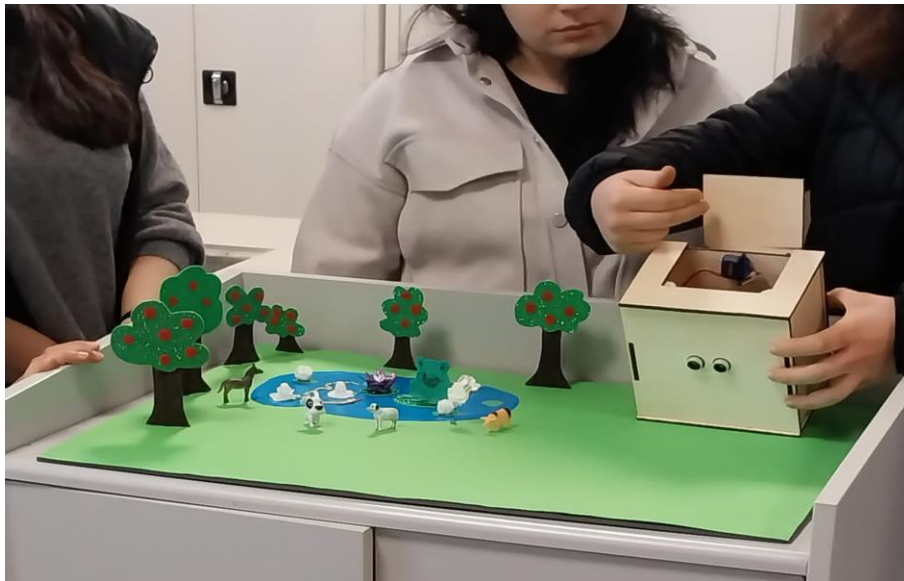












EK-11. Bildirim Sayfası

BİLDİRİM

Hazırladığım tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kâğıt ve elektronik kopyalarının Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

Tezimin/Raporumun 6 ay süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

Gizem ŞAHİN

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Gizem ŞAHİN

Eğitim Durumu

Doktora Öğrenimi : Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi Doktora Programı (2020-2024)

Yüksek Lisans Öğrenimi : Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programı (2018-2020)

Lisans Öğrenimi : Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği (Bölüm Birinciliği, Fakülte İkinciliği, GANO: 3.93) (2014-2018)

Yabancı Dil : İngilizce (B2, Orta Üstü)

Bilimsel Faaliyetler

Makaleler

1. Bulut, S., Özkaya, A., **Şahin, G.**, Orkun, A., Tez, B., Parladi, S. S. & Bölükbaşıoğlu, A. (2024). Matematiksel modelleme ile yapılandırılmış STEM eğitiminin akıl yürütme becerisi, matematiksel yeterlik ve kaygıya etkisi. *EDUCATIONE*, 3(1), 1-32. <https://doi.org/10.58650/educatione.1367824>
2. Özkaya, A., Bulut, S., & **Şahin, G.** (2023). Disiplinler arası matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretmen adaylarının matematiksel düşünme becerileri ve matematik okuryazarlığına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(4), 634-650. <https://doi.org/10.17556/erziefd.1312400>
3. Bulut, S., Tongal, A., **Şahin, G.**, & Koca, C. (2023). COVID-19 salgını sürecinde fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına ilişkin görüşlerinin incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(2), 1508-1535. <https://doi.org/10.17679/inuefd.1065805>
4. Bulut, S., **Şahin, G.**, Kiraz H. K., Tatlısu, S. & Çoşkun, G. (2022). Identification of ecological footprint awareness of prospective teachers. *Bartın Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 135-151.

5. Bulut, S., **Şahin, G.**, Kiraz, H. K. & Coşkun, G. (2022). Fen bilgisi öğretmenliği ve rekreasyon bölümü lisans öğrencilerinin doğayla ilişki düzeylerinin belirlenmesi. *EDUCATIONE*, 1(2), 321-339.
6. Bulut, S., Özkaya, A., **Şahin, G.**, Tatlısu, S. & Coşkun, G. (2022). STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının entegre FeTeMM öğretim yönelimi, farkındalık ve tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Bilimler ve Eğitim Dergisi – USBED*, 4(7), 487-518.
7. Bulut, S., Özkaya, A., **Şahin, G.**, Tatlısu, S., Coşkun, G. & Altun, M. (2022) STEM etkinliklerinin lisansüstü öğrencilerinin entegre FeTeMM öğretim yönelimi, farkındalık ve tutumlarına etkisinin incelenmesi. *International Journal of Education and New Approaches*, 5(1), 1-21. <https://doi.org/10.52974/jena.1091143>
8. Özkaya, A., Bulut, S., & **Şahin, G.** (2022). Investigation of the impact of STEM education on the creative design skills of prospective teachers. *Asian Journal of Contemporary Education*, 6(1), 1–15. <https://doi.org/10.18488/5052.v6i1.4405>
9. Özkaya, A., Bulut, S., & **Şahin, G.** (2022). STEM etkinliklerinin öğretmenlerin yaratıcı tasarım becerilerine etkisinin incelenmesi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 5(1), 1-17.
10. **Şahin, G.** & Bulut, S. (2021). Örnek olaya dayalı öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre bilimi dersine yönelik akademik başarıları ve çevre sorunlarına yönelik farkındalıklarına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(3), 613-632. <https://doi.org/10.17556/erziefd.785234>
11. Bulut, S., **Şahin, G.**, Orkun, A., & Özbakır-Demirel, G. (2021). Pedagojik formasyon öğrencilerinin çevreye yönelik ekosentrik, antroposentrik ve antipatik tutumlarının belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (10), 32-57.
12. Bulut, S., Alpsoy, T. & **Şahin, G.** (2021). Pedagojik formasyon öğrencilerinin öğretmenlik mesleğiyle ilgili etik olmayan davranışlara ilişkin algılamalarının belirlenmesi. *Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 282-296.
13. Bulut, S. & **Şahin, G.** (2020). Pedagojik formasyon öğrencilerinin su tüketim davranışları ile su ayak izlerinin incelenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 53-70.

Kongre/Sempozyum Bildiri Kitaplarında Yer Alan Yayınlar

1. Bulut, S., **Şahin, G.**, Özbakır-Demirel, G. & Kubilay, Z. (2023, Kasım). *Okullardaki çevre eğitimi kazanımlarının yeşil gelecek için analizi*. Antalya Uluslararası Bilim Forumu 'İklim Değişikliği, Çevre Krizi ve Göç'. 29 Kasım-1 Aralık, s. 57-60, Antalya.
2. Bulut, S., Özkaya, A., **Şahin, G.**, Orkun A., Tez, B., Parladi, S. S. & Bölükbaşıoğlu, A. (2022, Kasım). *Matematiksel modelleme ile yapılandırılmış STEM etkinliklerinin matematiksel düşünme becerisi ve matematik okuryazarlığına etkisi*. International Education Congress (EDUCongress). 17-19 Kasım, s. 582-584, Antalya.
3. Bulut, S., Özkaya, A., **Şahin, G.**, Orkun A., Tez, B., Parladi, S. S. & Bölükbaşıoğlu, A. (2022, Kasım). *Matematiksel modelleme ile yapılandırılmış STEM etkinliklerinin akıl yürütme becerisi ve matematik disiplinine yönelik bakış açısına etkisi*. International Education Congress (EDUCongress). 17-19 Kasım, s. 579-581, Antalya.
4. Bulut, S., Sert, H., **Şahin, G.** & Tekin, R. (2021, Aralık). *Teknoloji destekli disiplinler arası öğretim etkinliklerinin tasarlanması ve uygulanabilirliğinin incelenmesi*. 12. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi (UBAK). 17-18 Aralık, s. 46-47, Çevrimiçi.
5. Bulut, S., Tongal, A., **Şahin, G.** & Koca, C. (2021, Kasım). *Covid-19 pandemisi sürecinde fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına ilişkin görüşlerinin incelenmesi*. 7. Uluslararası Bilimsel Çalışmalar Kongresi (UBCAK), 22-24 Kasım, s. 36-37, Çevrimiçi.
6. Bulut, S., **Şahin, G.**, Tez, B., & Orkun, A. (2021, Ekim). *Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının çevre eğitiminde zihin haritaları kullanımının çeşitli değişkenler üzerine etkisi*. Uluslararası Pegem Eğitim Kongresi-International Pegem Conference on Education (IPCEDU), 27-30 Ekim, s. 531-532, Antalya.
7. Bulut, S., **Şahin, G.**, Orkun, A., & Tez, B. (2021, Ekim). *Çevre eğitiminde e-portfolyo kullanımının okul öncesi öğretmen adaylarının çevresel özyeterlik, tutum ve duyuşsal eğilimlerine etkisi*. Uluslararası Pegem Eğitim Kongresi-International Pegem Conference on Education (IPCEDU), 27-30 Ekim, s. 528-530, Antalya.
8. Özkaya, A., Bulut, S., & **Şahin, G.** (2021, Eylül-Ekim). *Stem etkinliklerinin öğretmenlerin yaratıcı tasarım becerilerine etkisinin incelenmesi*. 3. Uluslararası Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi (FMGTEK), 30 Eylül-03 Ekim, s. 186-187, Çevrimiçi.
9. Özkaya, A., Bulut, S., & **Şahin, G.** (2021, Eylül-Ekim). *Stem eğitiminin öğretmen adaylarında yaratıcı tasarım becerilerine etkisinin incelenmesi*. 3. Uluslararası Fen,

Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Kongresi (FMGTEK), 30 Eylöl-03 Ekim, s. 184-185, Çevrimiçi.

10. Bulut, S., Özkaya, A., **Şahin, G.**, Tatlısu, S., Çoşkun, G. & Altun, M. (2021, Mayıs). *STEM etkinliklerinin matematik ve fen bilimleri eğitimi yüksek lisans öğrencileri üzerine etkilerinin nicel ve nitel yönden incelenmesi*. 14. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK), 19-21 Mayıs, s.258, Burdur.
11. Bulut, S., Özkaya, A., **Şahin, G.**, & Tatlısu, S. (2021, Mayıs). *STEM etkinliklerinin fen bilimleri ve matematik öğretmen adayları üzerine etkilerinin nicel ve nitel yönden incelenmesi*. 14. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK), 19-21 Mayıs, s.257, Burdur.
12. Bulut, S., **Şahin, G.**, Orkun, A., & Özbakır-Demirel, G. (2021, Mayıs). *Pedagojik formasyon öğrencilerinin çevreye yönelik ekosentrik, antroposentrik ve antipatik tutumlarının belirlenmesi*. 14. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK), 19-21 Mayıs, s.89, Burdur.
13. Bulut, S., Alpsoy, T., & **Şahin, G.** (2020, Eylül). *Pedagojik formasyon öğrencilerinin öğretmenlik mesleğiyle ilgili etik olmayan davranışlara ilişkin algılamalarının belirlenmesi*. VIIth International Eurasian Educational Research Congress (EJERCongress), 10-13 Eylül, s.950-952, Eskişehir.
14. **Şahin, G.** & Bulut, S. (2020, Ağustos). *Örnek olaya dayalı öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre sorunlarına yönelik farkındalıklarına etkisi*. 1st International Ankara Multidisciplinary Studies Congress-1. Uluslararası Ankara Multidisiplinler Çalışmalar Kongresi, 11-12 Ağustos, s.194-195, Ankara.
15. **Şahin, G.** & Bulut, S. (2020, Temmuz). *Pedagojik formasyon öğrencilerinin su tüketim davranışları ile su ayak izlerinin incelenmesi*. 3. Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi-International Congress of Academic Research (ICAR), 20-22 Temmuz, s.178-179, Bolu.
16. **Şahin, G.** & Bulut, S. (2020, Temmuz). *Örnek olaya dayalı öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre bilimi dersi akademik başarılarına etkisi*. 3. Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi-International Congress of Academic Research (ICAR), 20-22 Temmuz, s. 162-163, Bolu.
17. Bulut, S., **Şahin, G.**, Kiraz, H. K., & Çoşkun, G. (2019, Kasım). *Fen bilgisi öğretmenliği ve rekreasyon bölümü öğrencilerinin doğayla ilişki düzeylerinin belirlenmesi*. 9th International Symposium on Ecology and Environmental Problems (ISEEP), 1-3 Kasım, s.22, Antalya.

18. Bulut, S., **Şahin, G.**, Kiraz, H. K., Tatlısu, S., & Çoşkun, G. (2019, Kasım). *Öğretmen adaylarının ekolojik ayak izi farkındalıklarının belirlenmesi*. 9th International Symposium on Ecology and Environmental Problems (ISEEP), 1-3 Kasım, s.21, Antalya.

Desteklenen Projeler

1. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenen SDK-2023-6402 numaralı Doktora Tez Projesi, (17.10.2023-17.04.2025) Araştırmacı.
2. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenen SBA-2020-5097 numaralı Normal Araştırma Projesi (STEM Eğitiminin Öğretmen Adaylarında Yaratıcı Tasarım Becerilerine Etkisinin İncelenmesi), (16.03.2020-07.03.2022) Araştırmacı.
3. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenen SYL-2019-5008 numaralı Yüksek Lisans Tez Projesi, (26.11.2019-15.09.2020) Araştırmacı.
4. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenen SBA-2019-4871 numaralı Normal Araştırma Projesi (STEM Etkinliklerinin Fen Bilimleri ve Matematik Öğretmen Adayları Üzerine Etkilerinin Nicel ve Nitel Yönden İncelenmesi), (01.07.2019-02.07.2021) Araştırmacı.

Sertifika, Kurs ve Eğitimler

1. “E+STEM”. (2024, 2-10 Mayıs). Erasmus+ 2023-1-CZ01-KA122-SCH-000143507, Eğitim.
2. “Temel Yapay Zeka Uygulamaları Eğitimi”. (2024, 26 Nisan-25 Mayıs). İstanbul Üniversitesi Sürekli Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi Sertifika Programı, Uzaktan Eğitim.
3. “STEM Eğitimci Eğitimi”. (2024, 26 Nisan-25 Mayıs). İstanbul Üniversitesi Sürekli Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi Sertifika Programı, Uzaktan Eğitim.
4. “Çevre ve STEM (E-STEM): STEM Etkinlikleriyle Çevre Eğitimi Kursu”. (2023, 29 Kasım-4 Aralık). TÜBİTAK 2237-A Bilimsel Eğitim Etkinliklerini Destekleme Programı, Antalya.
5. “VEX Robotics Mentör Eğitimi”. (2023, 2-10 Ekim). EduCat Robotics, Çevrimiçi.
6. “Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi II”. (2023, 19-23 Haziran). TÜBİTAK 2237-A Bilimsel Eğitim Etkinlikleri Desteği Programı, Muğla.

7. “Bilimsel Bir Makale Nasıl Yazılır ve Yayımlanır” Eğitimi. (2022, 8-9 Aralık). TÜBİTAK 2237-A Bilimsel Eğitim Etkinlikleri Desteği Programı, Çevrimiçi.
8. 9. Eğitim Teknolojileri Zirvesi (ETZ) (2022, 5 Mart).
9. “Proje Hazırlama ve Yönetme Sürecinin İncelikleri”, Uluslararası Pegem Eğitim Kongresi-International Pegem Conference on Education (IPCEDU) (2021, 27-30 Ekim).
10. “Tasarım Odaklı Düşünme (Design Thinking) Öğretmen Eğitimi”, EducatHUB (2021, 29-30 Mayıs).
11. "Eğitim Fakülteleri Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programları Güncelleme Çalışmaları" Çalıştay, 14. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (2021, 19-21 Mayıs).
12. "Yapısal Eşitlik Modellemesine Giriş: Kuram ve Uygulama" Çalıştay, 14. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (2021, 19-21 Mayıs).
13. Biçimlendirici Değerlendirme Aracı Olarak Oyunlaştırma" Atölyesi, 14. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (2021, 19-21 Mayıs).
14. "Fen Eğitiminde İHA Kullanımı İçin Etkinlik Tasarlama" Çalıştay, 14. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (2021, 19-21 Mayıs).
15. "Fen ve Matematik Eğitiminde Arduino Kullanımı" Çalıştay, 14. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (2021, 19-21 Mayıs).
16. 7. Eğitimde Değişim Konferansı (EDK): STEM Öğretmen Konferansı Katılım Sertifikası (2021, Mayıs). Eğitimde İnovasyon Derneği.
17. Arduino İle Mikrodenetleyiciler 3 Sensörden Veri Okuma Çevrim İçi Eğitimi, Bilgeiş. Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ). Sertifika Kodu: e1678eb0-a35f-11ea-ab71-b7845e8d28fc, 2020.
18. Arduino İle Mikrodenetleyiciler 2 Giriş-Çıkış Arayüzleri Çevrim İçi Eğitimi, Bilgeiş. Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ). Sertifika Kodu: 87b60510-a35f-11ea-a841-b9aa85a96888, 2020.
19. Arduino İle Mikrodenetleyicilere Giriş Çevrim İçi Eğitimi, Bilgeiş. Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ). Sertifika Kodu: 6dd03e00-6c54-11ea-bf11-bb4762fa38bf, 2020.
20. Robotik ve Kodlama Öğitmenliği Eğitimi Sertifikası (2019, Aralık). Yıldız Teknik Üniversitesi Teknopark, İstanbul.

Burslar

1. TÜBİTAK BİDEB – 2211 Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı (2211-A Yurt İçi Genel Doktora Burs Programı-2021/2), Bursiyer (Devam Ediyor)
2. TÜBİTAK BİDEB – 2211 Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı (2210-A Yurt İçi Genel Yüksek Lisans Burs Programı-2019/2), Bursiyer (Mezun)

İş Deneyimi

Öğretmenlik Deneyimi/Uygulaması	: Meryem Mustafa Ege Ortaokulu (2017-2018)
Sosyal Faaliyet	: Akdeniz Üniversitesi Teknokent – Robotik Bilim Atölyesi (2019-Yaz Dönemi)
Çalıştığı Kurumlar	: Konyaaltı Robotik Bilim Kişisel Gelişim Kursu – Robotik Kodlama Eğitmeni (01.01.2020-01.07.2020) (Tam Zamanlı)

İNTİHAL RAPORU

ORJİNALLİK RAPORU

% 14	% 12	% 10	% 5
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	%3
2	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%2
3	moam.info İnternet Kaynağı	%1
4	www.researchgate.net İnternet Kaynağı	<%1
5	doi.org İnternet Kaynağı	<%1
6	Zehra Bora. "Okul liderliği, sosyal motivasyon ve sosyal adalet arasındaki ilişkilerin analizi: karma yöntem araştırması", Marmara Üniversitesi (Turkey), 2024 Yayın	<%1
7	ukek2.atauni.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
8	www.acarindex.com İnternet Kaynağı	<%1