T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN MÜHENDİSLİK BECERİLERİNİN VE GİRİŞİMCİLİK YETKİNLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK MÜHENDİSLİK TASARIM TEMELLİ FEN MÜFREDATININ TASARIMI, GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI

UĞUR SARIÇAM

(Doktora Tezi)

İstanbul, 2023

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN MÜHENDİSLİK BECERİLERİNİN VE GİRİŞİMCİLİK YETKİNLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK MÜHENDİSLİK TASARIM TEMELLİ FEN MÜFREDATININ TASARIMI, GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI

DESIGN, DEVELOPMENT, AND IMPLEMENTATION OF ENGINEERING DESIGN-BASED SCIENCE CURRICULUM FOR ENHANCING MIDDLE SCHOOL STUDENTS' ENGINEERING SKILLS AND ENTREPRENEURIAL COMPETENCIES

UĞUR SARIÇAM

(Doktora Tezi)

Danışman: Prof. Dr. Mehtap YILDIRIM

İstanbul, 2023

Tüm kullanım hakları
Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne aittir.
© 2023

Uluslararası Eğitim Kongresi (EDUCongress) 2022'de sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

17-19 Kasım 2022 / Akdeniz Üniversitesi

ONAY

Uğur SARIÇAM tarafından hazırlanan "**Ortaokul Öğrencilerinin Mühendislik Becerilerinin ve Girişimcilik Yetkinliklerinin Geliştirilmesine Yönelik Mühendislik Tasarım Temelli Fen Müfredatının Tasarımı, Geliştirilmesi ve Uygulanması**" başlıklı bu çalışma, 17/05/2023 tarihinde yapılan savunma sonucunda jüri tarafından başarılı bulunmuş ve doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

	Adı Soyadı	**İmza**
TEZ DANIŞMANI	**Prof. Dr. Mehtap YILDIRIM**	**……..……**
JÜRİ ÜYESİ	**Prof. Dr. Feral BEKİROĞLU**	**……..……**
JÜRİ ÜYESİ	**Prof. Dr. Behiye AKÇAY**	**……..……**
JÜRİ ÜYESİ	**Prof. Dr. İlknur GÜVEN**	**……..……**
JÜRİ ÜYESİ	**Doç. Dr. Deniz SARIBAŞ**	**……..……**

ÖZGEÇMİŞ

EĞİTİM

2019 - 2023	Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı Doktora Programı
2016 – 2019	Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı
2013-2014	Technische Universität Braunschweig – Erasmus Öğrenci Değişim Programı
2010-2015	Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı
2006-2010	Mustafa Kemal Anadolu Öğretmen Lisesi

İŞ DENEYİMİ

2018	Özel İstanbul ENKA Ortaokulu – Müfredat Geliştirici / Fen Bilimleri Öğretmeni
2017-2018	Özel Bahçeşehir Koleji Genel Müdürlüğü – K12 STEM Koordinatörü
2015-2017	Özel Bahçeşehir Koleji Bahçeşehir Kampüsü – Fen Bilimleri Öğretmeni
2014-2015	Özel Doğa Koleji Acıbadem Kampüsü – Fen Bilimleri Öğretmeni (Üniversite Stajı)

ETİK BEYANI

Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırladığım çalışmamda;

- Sunduğum bilgileri, dokümanları ve verileri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmamda yararlandığım eserlerin tamamına atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Elde ettiğim verilerde ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı bildirir, aksi bir durumda aleyhimde doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

24/05/2023

Uğur SARIÇAM

ÖNSÖZ

Hayatım boyunca, ayakları yere basmayan hayaller kurabilmemi sağlayan canım anne ve babama, üniversiteye başladığım ilk günden itibaren tüm desteğini hissettiğim bu hayattaki yol arkadaşım Simge SARIÇAM'a, bir gülüşü ile hayatıma renk katan sevgili kızıma, benin için STEM nosyonunun ardındaki kapıları aralayan sevgili hocam Prof. Dr. M. Sencer ÇORLU'ya, araştırma sürecinde fikir ve desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Şenay PURZER'e, zaman ya da mekân fark etmeden sabırla tüm sorularıma cevap veren ve tecrübelerini benimle paylaşan Doç. Dr. Barış EROĞLU'na, enerjisini ve desteğini her zaman hissettiğim Prof. Dr. Sedef CANBAZOĞLU BİLİCİ'ye, tez izleme sürecinde deneyimleriyle ayrıntılı olarak yol gösteren Prof. Dr. Feral BEKİROĞLU ve Prof. Dr. Behiye AKÇAY'a, bu çalışmada yer alan öğrencilerime ve öğretmen arkadaşlarıma, bu süreçte bilgi ve tecrübeleri ile yolumu aydınlatan değerli danışmanım ve hocam Prof. Dr. Mehtap YILDIRIM'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

ÖZET

Bu çalışmanın amacı yedinci sınıf öğrencilerine yönelik fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarını içeren bir müfredat tasarlamak, geliştirmek ve uygulamakla birlikte uygulanan bu müfredatın öğrencilerin mühendislik becerileri ve girişimcilik yetkinlikleri üzerindeki gelişiminin incelenmesidir.

Araştırma sürecinde çalışmanın amacı ve doğası göz önünde bulundurularak, nitel bir yaklaşımla Tasarım Temelli Araştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın ön araştırma aşamasında ihtiyaçları belirlemek ve sorunları ayrıntılı olarak tanımlayabilmek adına belirlenen uzman öğretmenlerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Uzman öğretmenlerden alınan görüşlere ve literatüre dayanarak fen, mühendislik ve girişimcilik disiplinleri bütünleştirilerek, öğrencilerin mühendislik becerilerini ve girişimcilik yetkinliğini artırmaya yönelik tasarlanan mühendislik ve tasarım müfredatı, fen bilimleri dersi merkezinde şekillendirilmiştir.

Araştırmanın çalışma grubunu 2021-2022 eğitim-öğretim yılında yedinci sınıfta öğrenim görmekte olan 13 öğrenci (4 erkek, 9 kız) ile gönüllülük esasına göre amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemiyle seçilen öğrenciler oluşturmaktadır.

Müfredat tasarımı, geliştirmesi ve uygulama sürecinin her aşamasında konu uzmanları ile görüşülüp, veriler ve süreç hakkında fikir alışverişinde bulunularak tasarlanan müfredat sürekli iterasyonlarla geliştirilmeye çalışılmıştır. Alınan uzman görüşleri ve alanyazındaki çalışmalar ışığında tasarlanan fen, mühendislik ve girişimcilik eğitimine yönelik müfredatın bileşenleri şunlardır: Dört farklı öğrenci etkinlik kitapçığı (öğrenme aktiviteleri, içerik, malzemeler ve kaynaklar), öğretmen kılavuzu (öğretmenin rolü, kazanımlar ve hedefler), öğretmen sunumu (içerik) ve asenkron videoları içermektedir (öğrenme aktiviteleri, içerik ve kaynaklar).

Geliştirilen müfredat 35 hafta süresince haftada iki saat şeklinde uygulanmış ve toplam 70 ders saati süren araştırmada gözlem, görüşme ve doküman analizi yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Araştırmanın uygulama bölümünde, araştırmacı tarafından geliştirilen, "Mühendislik ve Tasarım Rubriği" ve "Girişimcilik Rubriği" kullanılarak öğrencilerin süreç içerisindeki gelişimleri gözlenerek rubrik yardımıyla değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonunda ise öğrencilerle odak grup görüşmesi yapılarak, gerçekleştirilen uygulamaların

sonunda öğrencilerin mühendislik becerileri ve girişimcilik yetkinliği üzerindeki gelişimi incelenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda, ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin mühendislik becerilerinin ve girişimcilik yetkinliklerinin geliştirilmesine yönelik mühendislik tasarım temelli fen müfredatının, öğrencilerin mühendislik becerilerinin gelişmesine olumlu yönde etkisi olduğu ve girişimcilik yetkinlik (bilgi, beceri ve tutum) boyutlarından fırsatları belirlemek, yaratıcılık, vizyon, fikirlere değer verme, etik ve sürdürülebilir düşünce, öz farkındalık ve öz yeterlilik, motivasyon ve azim, kaynakları harekete geçirme, finansal ve ekonomik okuryazarlık, başkalarını harekete geçirme, inisiyatif alma, planlama ve yönetim, belirsizlik ve risk ile başa çıkma, takım çalışması, tecrübe ile öğrenme boyutlarının gelişmesine olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda bu alanda araştırma yapacak olan araştırmacılara ve uygulayıcılara önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mühendislik tasarım, girişimcilik eğitimi, STEM eğitimi, müfredat tasarımı, mühendislik becerisi, girişimcilik yetkinliği

ABSTRACT

The aim of this study is to design, develop, and implement a curriculum that includes science, engineering, and entrepreneurship applications for seventh-grade students, as well as to examine the impact of this implemented curriculum on students' engineering skills and entrepreneurial competencies.

Considering the purpose and nature of the study, a qualitative approach was employed using Design-Based Research methodology. Semi-structured interviews were conducted with expert teachers identified in the preliminary research phase to determine the needs and define the problems in detail. By integrating the disciplines of science, engineering, and entrepreneurship based on the expert teachers' opinions and the literature, an engineering and design curriculum designed to enhance students' engineering skills and entrepreneurial competencies was shaped around the science course.

The study group of the research consists of 13 students (4 males, 9 females) studying in the seventh grade during the 2021-2022 academic year, who were selected through purposive sampling methods using criterion sampling.

Throughout the curriculum design, development, and implementation process, consultations were held with subject matter experts, and the curriculum was continuously refined through iterations based on data and feedback. The components of the curriculum designed for science, engineering, and entrepreneurship education, informed by expert opinions and existing literature, include four different student activity booklets (learning activities, content, materials, and resources), a teacher's guide (teacher's role, learning outcomes, and objectives), teacher presentations (content), and asynchronous videos (learning activities, content, and resources).

The developed curriculum was implemented for a total of 70 class hours, two hours per week, over a period of 35 weeks. During the research, observation, interviews, and document analysis methods were employed. In the implementation phase of the study, the researcher used the "Engineering and Design Rubric" and "Entrepreneurship Rubric" to observe and assess students' progress throughout the process. At the end of the study, a focus group discussion was conducted with the students to examine their development in terms of engineering skills and entrepreneurial competencies following the implemented activities.

As a result of the analyses, it was found that the engineering design-based science curriculum aimed at improving the engineering skills and entrepreneurial competencies of seventh-grade middle school students had a positive effect. The curriculum helped students in developing engineering skills, as well as in areas such as spotting opportunities, creativity, vision, valuing ideas, ethical and sustainable thinking, self-awareness and self-efficacy, motivation and perseverance, mobilizing resources, financial and economic literacy, influencing others, taking initiative, planning and management, coping with uncertainty, ambiguity and risk, teamwork, and learning through experience.

Based on the results obtained from the research, recommendations have been provided for researchers and practitioners who will conduct research in this field.

Keywords: Engineering design, entrepreneurship education, STEM education, curriculum design, engineering skills, entrepreneurial competence

İÇİNDEKİLER

ONAY ..... **i**

ÖZGEÇMİŞ ..... **ii**

ETİK BEYANI ..... **iii**

ÖNSÖZ ..... **iv**

ÖZET ..... **v**

ABSTRACT ..... **vii**

İÇİNDEKİLER ..... **ix**

TABLOLAR LİSTESİ ..... **xiii**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xvi**

KISALTMA VE SEMBOLLER ..... **xviii**

BÖLÜM I: GİRİŞ **1**

1.1. Problem Durumu 1

1.2. Araştırmanın Amacı 5

1.3. Araştırmanın Önemi 6

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları 8

1.5. Araştırmanın Varsayımları 8

1.6. Araştırmanın Tanımları 8

BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR **10**

2.1. Kavramsal Çerçeve 10

2.1.1. STEM Eğitimi 10

2.1.2. Mühendislik Tasarım 12

2.1.3. Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi 27

2.1.4. Girişimcilik Eğitimi 37

2.1.5. Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Eğitimi 44

2.1.6. Müfredat Tasarımı ve Geliştirme 46

2.2. İlgili Araştırmalar 54

2.2.1. STEM ile İlgili Araştırmalar 54
2.2.2. Girişimcilik ile İlgili Araştırmalar 57
BÖLÜM III: YÖNTEM 60
3.1. Araştırma Modeli 60
3.2. Araştırma Süreci ve Uygulama 66
3.2.1. Ön Araştırma Aşaması 66
3.2.2. Prototip Oluşturma ve Geliştirme Aşaması 66
3.2.3. Değerlendirme ve Yansıtma Aşaması 67
3.3. Evren ve Örneklem/Çalışma Grubu 69
3.3.2. Uygulamanın Yapıldığı Ortam ve Malzemeler 70
3.4. Veri Toplama Araçları 73
3.4.1. Görüşme 73
3.4.2. Gözlem 75
3.4.3. Doküman Analizi 76
3.5. Verilerin Analizi 79
3.6. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği 87
3.6.1. Geçerlik 87
3.6.2. Güvenilebilirlik 88
3.6.3. Onaylanabilirlik 89
3.6.4. Araştırmacının Rolü 89
BÖLÜM IV: BULGULAR 90
4.1. Ön Araştırma Aşaması 90
4.1.1. Mühendislik ve Tasarım Becerileri Üzerine Uzman Öğretmen Görüşleri 91
4.1.2. Girişimcilik Üzerine Uzman Öğretmen Görüşleri 94
4.1.3. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve Fen Bilimleri Ders Kitabı Üzerine Uzman Öğretmen Görüşleri 98
4.2. Prototip Oluşturma ve Geliştirme Aşaması 102

4.2.1. İterasyonlar ve Müdahaleler 106
4.2.2. Trafik Sinyalizasyonu Ders Planından Elde Edilen Bulgular 112
4.2.3. Otopark Takip Sistemi Ders Planından Elde Edilen Bulgular 114
4.2.4. Tıbbi Akıllı Çöp Kovası Ders Planından Elde Edilen Bulgular 116
4.2.5. Oyun Tasarımı Ders Planından Elde Edilen Bulgular 118
4.3. Değerlendirme ve Yansıtma 120
4.3.1. Mühendislik Becerilerine Etkisi 120
4.3.2. Girişimcilik Yetkinliğine Etkisi 122
4.3.3. Odak Grup Görüşmelerine Ait Bulgular 126
BÖLÜM V: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER 143
5.1. Sonuç ve Tartışma 143
5.1.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma 143
5.1.2. İkinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma 149
5.1.3. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma 152
5.2. Öneriler 163
5.2.1. Uygulayıcılara Yönelik Öneriler 163
5.2.2. Araştırmacılara Yönelik Öneriler 164
KAYNAKÇA 166
EKLER 188
EK 1. Gönüllü Katılım Formu 188
EK 2. Mühendislik ve Tasarım Rubriği 189
EK 3. Girişimcilik Rubriği 190
EK 4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu 193
EK 5. Yarı Yapılandırılmış Odak Grup Görüşme Formu 194
EK 6. Trafik Sinyalizasyonu Ders Planı – Öğretmen 195
EK 7. Trafik Sinyalizasyonu Ders Planı – Öğrenci 201
EK 8. Trafik Sinyalizasyonu Ders Planı - Öğretmen Sunumu 224

EK 9. Otopark Takip Sistemi Ders Planı – Öğretmen 253
EK 10. Otopark Takip Sistemi Ders Planı – Öğrenci 259
EK 11. Otopark Takip Sistemi Ders Planı - Öğretmen Sunumu 275
EK 12. Tıbbi Akıllı Çöp Kovası Ders Planı – Öğretmen 285
EK 13. Tıbbi Akıllı Çöp Kovası Ders Planı – Öğrenci 290
EK 14. Tıbbi Akıllı Çöp Kovası Ders Planı - Öğretmen Sunumu. 303
EK 15. Oyun Tasarımı Ders Planı – Öğretmen 313
EK 16. Oyun Tasarımı Ders Planı – Öğrenci 318
EK 17. Oyun Tasarımı Ders Planı - Öğretmen Sunumu 331
EK 18. Öğrenci Çalışmaları 336

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. 21. Yüzyıl Becerileri 11

Tablo 2.2. K-12 Fen Eğitimi Çerçevesinin Boyutları 31

Tablo 2.3. NGSS Fen ve Mühendislik Uygulamaları 32

Tablo 2.4. K-2 Seviyesi Mühendislik Tasarım Performans Beklentileri 33

Tablo 2.5. 3-5 Seviyesi Mühendislik Tasarım Performans Beklentileri 35

Tablo 2.6. 6-8 Seviyesi Mühendislik Tasarım Performans Beklentileri 36

Tablo 2.7. 9-12 Seviyesi Mühendislik Tasarım Performans Beklentileri 37

Tablo 2.8. Girişimcilik Bilgisi Kazanımları 42

Tablo 2.9. Girişimcilik Becerileri Kazanımları 43

Tablo 2.10. Girişimcilik Tutumları Kazanımları 44

Tablo 2.11. Müfredat Betimlemeleri 47

Tablo 2.12. Müfredat Bileşenleri 49

Tablo 3.1. Etkinliklerde Kullanılan Fen Bilimleri Kazanımları 67

Tablo 3.2. Etkinlik Süreleri ve Özeti 68

Tablo 3.3. Araştırmaya Katılan Öğretmenlere Ait Bilgiler 69

Tablo 3.4. Görüşme ve Odak Grup Görüşme Formu Sorularının Alt Problemlere göre Dağılımı 75

Tablo 3.5. Araştırmanın Aşamaları 78

Tablo 3.6. Uzman Öğretmenler ile Yapılan Görüşmeye Ait Kategori ve Kod Listesi 81

Tablo 3.7. Mühendislik ve Tasarım Rubriğinin Kullanımı 82

Tablo 3.8. Öğrenciler ile Yapılan Görüşmeye Ait Kategori ve Kod Listesi 84

Tablo 3.9. Girişimcilik Yetkinliği Boyutları, Girişimcilik Kazanımları ve Odak Grup Görüşme Soruları İlişkisi 85

Tablo 4.1. Uzman Öğretmenlerin Görüşlerine Göre Mühendislik ve Tasarım Becerileri . 94

Tablo 4.2. Uzman Öğretmenlerin Görüşlerine Göre Girişimcilik Becerileri 97

Tablo 4.3. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve Fen Bilimleri Ders Kitabının Mühendislik Tasarım Becerisi ve Girişimcilik Yetkinliği Kazandırmadaki Eksiklikleri .. 102

Tablo 4.4. Trafik Sinyalizasyonu Ders Planı Mühendislik ve Tasarım Rubriği Verileri . 112

Tablo 4.5. Trafik Sinyalizasyonu Ders Planı Girişimcilik Rubriği Verileri 113

Tablo 4.6. Otopark Takip Sistemi Ders Planı Mühendislik ve Tasarım Rubriği Verileri .. 114

Tablo 4.7. Otopark Takip Sistemi Ders Planı Girişimcilik Rubriği Verileri 115

Tablo 4.8. Tıbbi Akıllı Çöp Kovası Ders Planı Mühendislik ve Tasarım Rubriği Verileri 116

Tablo 4.9. Tıbbi Akıllı Çöp Kovası Ders Planı Girişimcilik Rubriği Verileri 117

Tablo 4.10. Oyun Tasarımı Ders Planı Mühendislik ve Tasarım Rubriği Verileri 118

Tablo 4.11. Oyun Tasarımı Ders Planı Girişimcilik Rubriği Verileri 119

Tablo 4.12. Öğrencilerin Mühendislik ve Tasarım Rubriği Puanlarının Değişimi 120

Tablo 4.13. Tüm Sınıfın Mühendislik ve Tasarım Rubriği Boyutlarından Aldığı Puanların Uygulamalara Göre Karşılaştırılması 121

Tablo 4.14. Tüm Sınıfın Mühendislik ve Tasarım Rubriği Boyutlarına Ait Puan Toplamı 122

Tablo 4.15. Öğrencilerin Girişimcilik Rubriği Puanlarının Değişimi 123

Tablo 4.16. Tüm Sınıfın Girişimcilik Rubriği Boyutlarından Aldığı Puanların Uygulamalara Göre Karşılaştırılması 124

Tablo 4.17. Tüm Sınıfın Mühendislik ve Tasarım Rubriği Boyutlarına Ait Puan Toplamı 125

Tablo 4.18. Odak Grup Görüşmesi 1. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları 127

Tablo 4.19. Odak Grup Görüşmesi 2. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları 128

Tablo 4.20. Odak Grup Görüşmesi 3. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları 129

Tablo 4.21. Odak Grup Görüşmesi 4. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları 130

Tablo 4.22. Odak Grup Görüşmesi 5. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları 131

Tablo 4.23. Odak Grup Görüşmesi 6. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları 132

Tablo 4.24. Odak Grup Görüşmesi 7. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları 133

Tablo 4.25. Odak Grup Görüşmesi 8. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları 134

Tablo 4.26. Odak Grup Görüşmesi 9. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları 135

Tablo 4.27. Odak Grup Görüşmesi 10. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları 136

Tablo 4.28. Odak Grup Görüşmesi 11. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları 137

Tablo 4.29. Odak Grup Görüşmesi 12. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları 138

Tablo 4.30. Odak Grup Görüşmesi 13. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları 139

Tablo 4.31. Odak Grup Görüşmesi 14. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları 140

Tablo 4.32. Odak Grup Görüşmesi 15. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları 141

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. 21. Yüzyıl Öğrenme Çerçevesi 10

Şekil 2.2. NASA'nın BEST Mühendislik Tasarım Süreci 14

Şekil 2.3. Hynes vd. (2011) Tarafından Geliştirilen Mühendislik Tasarım Süreci 15

Şekil 2.4. Massachusetts Fen Bilimleri ve Teknoloji/Mühendislik Müfredatı Çerçevesi 19

Şekil 2.5. Massachusetts Fen Bilimleri ve Teknoloji/Mühendislik Müfredatı Çerçevesi 20

Şekil 2.6. Mühendislik Tasarım Süreci 22

Şekil 2.7. Araştırmada Kullanılan Mühendislik Tasarım Süreci 25

Şekil 2.8. STEM Öğrenimi İçin Kavramsal Çerçeve Grafiği 28

Şekil 2.9. Yeni Nesil Fen Standartları 30

Şekil 2.10. Girişimcilik Eğitiminin Unsurları için Avrupa Birliği Çerçevesi 41

Şekil 2.11. Müfredat Bileşenlerinin Örümcek Ağı Gösterimi 50

Şekil 2.12. STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi 51

Şekil 2.13. STEM Çemgisi 52

Şekil 3.1. Tasarım Araştırması Yaklaşımı 61

Şekil 3.2. Tasarım Temelli Araştırma Döngüsü 62

Şekil 3.3. Eğitimde Tasarım Temelli Araştırma Yürütmek İçin Genel Model 63

Şekil 3.4. Araştırma Sürecinin Şematik Gösterim 65

Şekil 3.5. 21. yy. Sınıf Ortamı 70

Şekil 3.6. Uygulamaların Yapıldığı Sınıf Ortamının 3 Boyutlu Modeli 71

Şekil 3.7. Uygulamaların Yapıldığı Sınıf Ortamı 72

Şekil 4.1. İterasyon 1 106

Şekil 4.2. İterasyon 2 107

Şekil 4.3. İterasyon 3 108

Şekil 4.4. İterasyon 4 109

Şekil 4.5. İterasyon 5 110

Şekil 4.6. Müdahale 1 110

Şekil 4.7. Müdahale 2 111

Şekil 4.8. Müdahale 3 111

KISALTMA VE SEMBOLLER

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
STEM	Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik)
NRC	National Research Council (ABD Ulusal Araştırma Konseyi)
NSTA	National Science Teachers Association (ABD Ulusal Fen Öğretmenleri Derneği)
AAAS	American Association for the Advancement of Science (Amerikan Bilimin Gelişimi Derneği)
NGSS	Next Generation Science Standarts (Yeni Nesil Fen Standartları)
NASA	National Aeronautics and Space Administration (ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TUSİAD	Türkiye Sanayiciler ve İşadamları Derneği

BÖLÜM I: GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

"Bugünün öğrencilerine dün öğrettiğimiz gibi öğretirsek, onların yarınlarını çalmış oluruz."

(Dewey, 1916).

Dewey'in (1916) "Demokrasi ve Eğitim" kitabında bir asır önce yazmış olduğu bu söz, eğitim anlayışımızın sürekli bir değişim içerisinde olması gerektiğinin güzel bir ifadesidir. Günümüzde toplumsal yaşam, tarihin hiçbir döneminde olmadığı kadar hızlı ve sürekli bir değişim içerisindedir. Neredeyse tüm dünyada yaşanan bu değişimler karşısında eğitim sistemlerinin bireylerin kişisel becerilerini, mesleki becerilerini ve sosyal değerlerini geliştirmesine imkân verecek şekilde yenilenmesi bir zorunluluk halini almıştır (Moore, Stohlmann, Wang, Tank, Glancy, Roehrig, 2014).

Gün geçtikçe küreselleşen işgücü ile üretimin tek coğrafyalı yapıdan çıkıp, çoklu coğrafyalı bir yapıya dönüştüğü 21. yüzyılda, bir ülkenin eğitim sistemini yalnızca ülke içi veriler ile değil, küresel verilere göre değerlendirmek gerekmektedir. Rekabetin küresel olduğu bu yüzyılda, performans standartlarının da küresel ölçüde olması zorunlu hale gelmiştir. Nitelikli insan ihtiyacı toplumları, aldıkları eğitimlerle içinde yaşadığımız dünya arasındaki bağın zayıflığını görmeye yönlendirmiştir. Bu durum ise ülkelerin eğitim stratejilerinde değişim ve yeniliğe yol açmıştır. Bu yenilikleri gerekli hale getiren diğer bir önemli neden ise, insanlığın başlangıcından günümüze kadar bilimsel ve teknolojik gelişmelere her gün bir yenisinin eklenmesidir. Zamanın ilerlemesiyle her bir alanda meydana gelen değişimler hızlanmış, 21. yüzyılda özellikle fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanındaki gelişmeler neredeyse modern hayatın her alanını etkiler hale gelmiştir (National Research Council [NRC; ABD Ulusal Araştırma Topluluğu], 2012; Next Generations Science Standards [NGSS; Yeni Nesil Fen Standartları] Lead States, 2013).

Son günlerde, 21. yüzyıl becerilerine uygun ve çağımızın gerektirdiği şekilde bir eğitim modeli arayışımız sürerken, hedeflerimizi gerçekleştirebilmek adına disiplinlerin entegrasyonunu sağlamaya çalışmaktayız (Bybee, 2010). 21. yüzyıl becerileri, çocukların şimdi ve gelecekte, çağımızın özellikleri göz önünde bulundurularak, sahip olması gereken beceriler olarak ele alınmaktadır (Turiman, Omar, Daud ve Osman, 2012). Çünkü 21.

yüzyılda öğrencilerin karşılarına çıkan bu karmaşık problemlerin çözüme kavuşturabilmek adına birden fazla disiplini bir arada kullanmaları gerekmektedir (Moore vd., 2014). Bireylerin yaşadıkları yüzyılın ihtiyaçlarına cevap verebilmeleri, yaşamlarında karşılaştıkları karmaşık problemlere çözüm bulabilmeleri ve üretken olabilmeleri için eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, iletişim, araştırma, karar verme, bilgi teknolojilerini kullanma, girişimcilik gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip olmaları beklenmektedir. Bu becerilerin öğretimi için ise disiplinlerin birbirinden ayrı olarak değil, iç içe geçmiş yani bütünleşmiş bir şekilde öğretilmesi gerekmektedir (Çepni, 2017). İnovasyon ile ekonomik gelişmelerin birbiri bağlı olduğu günümüzde ülkemiz; fen, mühendislik, teknoloji ve matematik alanlarında çalışabilecek donanıma sahip kişilere ihtiyaç duymaktadır (PricewaterhouseCoopers, 2017). Bu ihtiyacın karşılanması için disiplinler arası ve uygulamaya yönelik yaklaşımı içeren fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birbirleriyle bütünleştirilerek öğretilmesi ile mümkün olabilir.

Ülkemizde de bu gelişmelere ve değişimlere ayak uydurabilmek adına çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu [TÜBİTAK] (2004) tarafından *Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi*; Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir (2015) tarafından *STEM Eğitimi Türkiye Raporu*; Türkiye Sanayiciler ve İşadamları Derneği [TUSİAD] (2011) tarafından *Vizyon 2050 Türkiye Raporu*; Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018b) tarafından *2023 Vizyon Belgesi* yayınlanmış ve fen, mühendislik, teknoloji ve matematik disiplinleri bütünleştirilerek öğretilmesine vurgu yapılarak öğrencilerin bu alandaki bilgi ve becerilere sahip bireylerin olarak yetiştirilmesi gerektiğine dikkat çekmiştir.

STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleştirilerek öğretilmesine mantığına dayanan disiplinlerarası bir eğitim modelidir (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). STEM eğitimi ile mühendislik tasarım becerisi ve bilimsel araştırma-sorgulama becerisi kazanmış öğrenciler, günlük yaşamlarında problem çözen, yenilikçi, özgüveni yüksek, girişimcilik yetkinlikleri gelişmiş, teknolojiyi anlayabilen bireyler olmalarıyla birlikte, bütüncül bir şekilde bilimsel çalışma alanlarında kariyer yapabilecek kapasiteye sahip olarak yetişirler (Bybee, 2010).

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), tarafından 2018 yılında yayınlanan fen bilimleri dersi öğretim programında "alana özgü beceriler" bölümünde, mühendislik ve tasarım becerilerinin kazandırılmasına vurgu yapılmıştır. MEB (2018a), bu becerileri tanımlarken,

fen bilimlerini teknoloji, mühendislik ve matematik ile bütünleştirmeyi sağlayarak, öğrencileri günlük yaşam problemlerine disiplinlerarası bir bakış açısıyla inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırmayı hedeflemiştir. Ayrıca bu becerilerin öğrencilerin edinmiş oldukları bilgi ve becerileri kullanarak problemlerin çözümüne yönelik ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırabilecekleri konusunda yeni stratejiler ve yöntemler geliştirmelerini kapsadığını vurgulamıştır. Fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan alana özgü diğer becerilere baktığımızda "bilimsel süreç becerileri" ve "yaşam becerileri" de yer almaktadır. Bilimsel süreç becerileri gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, deney yapma gibi bilim insanlarının çalışmaları sırasında kullandıkları becerileri kapsamaktadır. Alana özgü becerilerden yaşam becerilerini incelediğimizde; bilimsel bilgiye ulaşılması ve bilimsel bilginin kullanılmasına ilişkin analitik düşünme, girişimcilik, yaratıcılık, karar verme, takım çalışması ve iletişim gibi temel yaşam becerilerini kapsadığı görülmektedir. Öğretim programının özel amaçları incelendiğinde ise "fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirme" amacı göze çarpmaktadır.

21. yüzyıl becerileri olarak sunulan beceriler yaşam ve kariyer becerileri; öğrenme ve inovasyon becerileri; bilgi, medya ve teknoloji becerileri ve bu becerilerin bireylere kazandırılmasında bir araç olarak görevli yapan anahtar konular, 21. Yüzyıl Öğrenimi için Ortaklık (Partnership for 21st Century Learning) belgesinde, 21. Yüzyıl Öğrenimi Çerçevesi (Framework for 21st Century Learning) olarak sunulmuştur. Bu çerçeve içerisinde geçen anahtar konular coğrafya, okuma, sanat, matematik, fen, ekonomi, tarih ve vatandaşlık gibi derslerdir. Anahtar konularla birlikte verilen 21. yüzyıl temalarında ise finansal, ekonomik, ticari ve girişimcilik okuryazarlığı; küresel farkındalık, çevre ve sağlık okuryazarlığı şeklindedir. Bu temaların ortak noktası ise disiplinlerarası özelliğe sahip olmasıdır (Battelle For Kids, 2019; Partnership for 21st Century Learning, 2015). Çünkü bu temalar tek bir disipline ait kazanımlar olmaktan çok disiplinlerarası hatta transdisipliner kazanımlar şeklindedir. Bu temaları öğretiminde temel sanat, fen, coğrafya, matematik gibi tek bir disiplin kullanılarak ilerlemek yerine bütünleşik bir şekilde hazırlanmış disiplinlerarası yöntemler kullanılarak öğretilmelidir (Çepni, 2017).

Dünya Ekonomik Forum 2009 yılında yayınladığı raporunda, 21. yüzyıl becerileri içerisinde yer alan girişimciliğin, çocuklara yetişkinliğe geçmeden önce kazandırılması gereken en

temel becerilerden biri olduğunu vurgulamıştır (World Economic Forum, 2009). Avrupa Birliği 2020 hedefleri olarak belirtilen sekiz anahtar hedef arasında girişimcilik bulunmaktadır. Bu hedefler içerisinde girişimcilik "İnisiyatif alma ve Girişimcilik Duygusu" şeklinde belirtilmiştir (European Commision, 2006). Avrupa Komisyonu tarafından 2014 yılında yayınlanan "Eğitim ve Öğretimde İşbirliği için Stratejik Çerçeve" isimli dokümanda ise eğitim ve öğretimin her aşamasında girişimciliğin teşvik edilmesi, öğrencilerin girişimcilik yetkinliği kazanmalarının gerekliliği ve önemi vurgulanmaktadır (European Commision, 2014). Buradan hareketle 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında girişimciliğin itici bir güç olduğu söylenebilir (Uçar, 2020b).

Girişimci bir birey planlama yapabilen, liderlik edebilen, inisiyatif alabilen, hızlı organize olabilen ve risk alabilen kişi olarak tanımlanabilir (Başar, 2017). Uçar'a (2020b) göre girişimcilik, yalnızca işletme ya da ekonomi alanları yerine bu alanların ötesinde düşünülmeye başlandığında, pedagojik olarak bireylere kazandıracağı beceriler arka plana atılmamalı ve girişimciliğe eğitim programlarında etkili bir şekilde yer verilmeye başlanmalıdır.

Ülkemizde fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan fen, mühendislik ve girişimcilik başlığı altında bilimin amacının, doğal olgulara mantıksal ve sistematik açıklamalar geliştirmek için teoriler oluşturmak, ilke ve kavramları keşfetmek olduğu; bilimsel süreçlerin öğrenme ortamlara aktarılmasıyla öğrencilerin, yaşadığı dünyayı anlayabilmesi adına araştırmalar yapması ve bilimsel bilginin nasıl dinamik olarak değişerek geliştiğini kavraması hedeflendiği vurgulanmaktadır. Mühendisliğin, bireylerin istek ve ihtiyaçlarına çözümler bulabilmek için nesneleri, süreci ve sistemi tasarlamak olduğu; teknolojinin ise bireylerin ihtiyaçlarını ve isteklerini yerine getirmelerine yardımcı olduğu belirtilerek tüm bunlara yönelik uygulamalarda ortak amacın, öğrencilerin fen ve mühendislik arasındaki bağlantıyı kurabilmelerine, disiplinlerarası etkileşimi anlamalarına ve edindikleri bilgileri kendi yaşamlarında kullanabilir hale getirebilmelerine destek olmak olduğu belirtilmektedir. Ayrıca ülkemizin küresel ölçekte rekabet gücünü artırabilmek ve sosyoekonomik kalkınmasını sağlayabilmek adına öğrencilerin fen ve mühendislik uygulamalarını deneyimlemelerinin önem arz ettiği vurgulanmaktadır (MEB, 2018a). Tüm bunlara ek olarak, MEB tarafından yayımlanan "2023 Vizyon Belgesi" içerisinde, öğrencilerin eğitim-öğretim süreçleri boyunca sosyal girişimcilikle tanışmaları ve toplumsal problemlere

çözümler aramaları için olumlu tutum geliştirmelerinin desteklenmesine özellikle vurgu yapıldığı görülmektedir (MEB, 2018b).

MEB(2018a)'ya göre fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları her üniteye paralel olarak ve kazanımlar ile ilişkili bir şekilde bir bütünün ayrılmaz bir parçası halinde dahil edilmiştir. Öğretmenlerin rehberliğinde ilerleyen bu süreçte öğrenciler, bilimsel bilgiyi mühendislik ve girişimcilik uygulamalarıyla bütünleştirerek ürünlere dönüştürmeleri beklenmektedir.

Fen bilimleri dersi öğretim programı incelendiğinde, fen ve mühendislik uygulamalarının önemli bir yer kapladığı, ancak alınan öğretmen görüşleri ve uzmanların geri bildirimlerine bakıldığında, fen bilimleri kitabında yer alan uygulamaların halen yeterli olmadığı ve uygulamaya aktif olarak geçilebilmesi adına oluşturulacak olan planların daha açık ve detaylı yazılması gerektiği görülmüştür.

Yukarıda belirlenen sebeplerden yola çıkarak bu araştırmada "Yedinci sınıf öğrencilerine yönelik fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarını içeren bir müfredat nasıl olmalıdır?" sorusu araştırma sorusu olarak belirlenmiştir.

Çalışmada araştırma probleminden yola çıkılarak aşağıdaki alt problemler belirlenmiştir:

1. Yedinci sınıf öğrencilerine mühendislik becerisi ve girişimcilik yetkinliği kazandırmayı amaçlayan dersler nasıl tasarlanır, geliştirilir ve uygulanır?
    a. Mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen eğitimi ile öğrencilere kazandırılması gereken mühendislik becerileri nelerdir?
    b. Mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen eğitimi ile öğrencilere kazandırılması gereken girişimcilik yetkinlikleri nelerdir?
2. Geliştirilen müfredatın uygulanması sonucu yedinci sınıf öğrencilerinin mühendislik becerilerinin gelişimi nasıldır?
3. Geliştirilen müfredatın uygulanması sonucu yedinci sınıf öğrencilerinin girişimcilik yetkinliklerinin gelişimi nasıldır?

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı yedinci sınıf öğrencilerine yönelik fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarını içeren bir müfredat tasarlamak, geliştirmek ve uygulamaktır. Buna ek olarak

mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen eğitiminin, yedinci sınıf öğrencilerinin mühendislik becerileri ve girişimcilik yetkinlikleri üzerindeki gelişiminin incelenmesidir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi; öğrencilerin problem çözme, iş birliği, eleştirel düşünme, iletişim, mantıksal akıl yürütme, öz yeterlilik, yaratıcılık ve inovasyon becerilerini geliştirmeye odaklanan, bilimsel araştırma ve mühendislik tasarım süreçlerini proje tabanlı öğrenme ile harmanlamayı hedefleyen bir eğitim anlayışıdır (Sarıçam, 2019). Öğrencilerin profesyonel çalışma hayatlarına başladıklarında bu becerilere sahip olmaları önemlidir. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile öğrenciler bu becerilerini geliştirebilir ve problemleri bütünsel bir çerçevede değerlendirebilir (Bybee, 2011; NRC, 2009, 2012).

İnovasyonun gün geçtikçe daha önemli olduğu 21. yüzyıl dünyasında başta ABD (Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere Almanya, Çin, Kore, Japonya ve birçok Avrupa ülkesi mühendislik tasarım temelli fen eğitimine, okul öncesinden başlayarak yüksek öğretime kadar devam edecek şekilde müfredatlarına dahil etmektedir (MEB, 2016). Ekonomik kalkınmaların, inovasyonlar ile mümkün olduğu bu günlerde, ülkemizin rekabet gücünü artırabilmek için STEM alanlarında nitelikli işgücüne ihtiyaç bulunduğu belirtilmektedir (PricewaterhouseCoopers, 2017).

Eğitimde kazandırılması hedeflenen davranış ve beceriler tüm dünyada sektörlerin ihtiyaç duyduğu işgücünün farklılaşmasıyla birlikte değişim göstermektedir (Accenture, 2017). Eğitimin bu değişime ayak uydurabilmesi için 21. yüzyıl yetkinliklerinin göz ardı edilmediği, fen bilimleri, mühendislik, matematik ve bilişim derslerinin bütünleştirildiği, disiplinlerarası bir müfredatın geliştirilmesi önem arz etmektedir (Aşık, Küçük, Helvacı ve Çorlu, 2017).

MEB (2018), mühendislik ve tasarımı; fen bilimlerini matematik, mühendislik ve teknoloji ile bütünleştirerek, öğrencilerin problemlere disiplinler arası bir şekilde bakabilmelerini, geliştirdikleri bilgi ve becerilerini kullanarak inovatif ürünler oluşturmalarını ve bu ürünlere katma değer kazandırma konusunda yeni stratejiler geliştirmeleri şeklinde ifade etmektedir.

Merrill ve Daugherty (2010)'e göre, STEM eğitimi, tüm öğretmenlerin, özellikle STEM öğretmenlerinin, okul düzeyinde bulunan standartlara dayalı bütünleşik bir meta-disiplin

şeklinde kabul etmesi gerektiğini, disiplinlerin birbirinden ayrı tutulmaması gerektiğini savunmaktadır.

Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi, mühendislik tasarım temelli yaklaşımları gerçek dünya problemlerine bir çözüm geliştirme amacıyla bütünleştirilerek, bilimsel araştırmanın amacını ve uygunluğunu artırmak için bir araç olarak kullanır. Fen eğitiminde kullanılan tasarım yaklaşımları, öğrencilere öğrendiklerinin uygulama fırsatları sunar. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi, öğrencilerin bir sorunu ele alan bir çözümün prototip modellerini geliştirmelerini gerektirir. Bu süreçte, öğrencilerin çözümü geliştirmek için fen kavramlarına ilişkin bilgilerini ve bilimsel araştırma-sorgulamadan elde ettikleri sonuçları uygulamaları gerekmektedir (Felix, 2016; NRC, 2011, 2014).

Geleneksel anlayış türlerinin harmanlanmasının ötesine geçen anlamlı yollarla disiplinlerarası içeriği öğretmek için fen, matematik, mühendislik ve teknoloji bağlamlarını bütünleştiren bir müfredata ihtiyaç vardır. STEM'i entegre eden müfredatlar K-12 için nadirdir ve yapanların daha da azı araştırmaya dayalıdır ve anlamlı matematik ve fen bilimlerine sahiptir. Yeni araştırmaya dayalı müfredat uygulamaları desteklenmelidir (Moore ve Smith, 2014).

Wong ve Huen (2017)'e göre, STEM eğitimini okul müfredatında etkili bir şekilde uygulamak için öğretmenlerin mesleki gelişimlerinin çok önemli olduğunu savunmaktadır. Ayrıca eğitim programının şunları içermesi gerektiğini belirtmektedir:

1. STEM kavramına ve kavramsal modeline odaklanan akademik konuşmalar,
2. Öğretmenlerin vaka çalışması çerçevesine dayalı olarak tasarlanmış birkaç pratik örnek,
3. Öğretmenlerin STEM ders tasarımındaki uygulamalı etkinlikleri,
4. Öğretmenlerin tasarımlarına dayalı iletişimleri,
5. Uzmanların profesyonel önerisi.

Araştırma süresince, öğretmen eğitimlerinde ya da sınıf içerisinde kullanılabilecek örnek ders planları, öğretmen sunumları, öğretmen kılavuzu gibi müfredat bileşenleri geliştirilmiştir. Bu bileşenlerin uzman öğretmenler ve akademisyenlerden alınan görüşler ışığında literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bir öğrencinin deneyim yoluyla mühendis tasarımı anlaması ve uygulaması, fen bilimleri ve mühendisliği daha iyi anlama, karmaşık konulara daha fazla hâkim olma, dünyayı daha iyi açıklama yeteneği ve STEM alanlarına artan ilgi ile sonuçlanır (Sarıçam ve Yıldırım, 2021).

Ülkemizin araştırma-geliştirme ve inovasyon kapasitesini, rekabet gücünü, sosyoekonomik ilerlemesini artırarak sorgulayan, eleştirel düşünen, etkili problem çözen, bilgiye erişip analiz eden, çağın ihtiyaçlarına uygun olarak teknoloji üreten, yaratıcı düşünen, girişimci bireyler yetiştirmek adına öğrencilerin fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarını tüm sınıf düzeylerinde deneyimlemeleri önem arz etmektedir.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma;

1. 2021-2022 eğitim-öğretim yılı ile sınırlıdır.
2. İstanbul ili Sarıyer ilçesindeki bir özel ortaokulun yedinci sınıfında okuyan 13 öğrenci ile sınırlıdır.
3. 35 hafta uygulama süresi ile sınırlıdır.
4. Öğrencilerin girişimcilik yetkinlikleri rubrik puanlamaları ile sınırlıdır.
5. Bu müfredat çalışması STEM disiplinleri kapsamakta ve fen bilimleri alanında ışık, ses, geri dönüşüm ve enerji konularıyla sınırlıdır.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

1. Öğrencilerin uygulamalar öncesinde ve sonrasında verilen ölçekleri dikkatli ve samimi bir şekilde cevapladığı varsayılmaktadır.
2. Kontrol edilemeyen tüm değişkenlerin, öğrencileri eşit bir biçimde etkilediği varsayılmaktadır.

1.6. Araştırmanın Tanımları

STEM: Science (fen), technology (teknoloji), engineering (mühendislik) ve mathematics (matematik) kavramlarının baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır.

STEM Eğitimi: Fen veya matematik disiplinlerine ait öğrencilere kazandırılması hedeflenen kazanımların, en az bir diğer fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinine ait kazanımlar ile bütünleştiren bir eğitim yaklaşımıdır (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014).

Mühendislik Tasarım: Mühendislik tasarım, mühendislerin sorunları belirlemek ve çözmek için kullandıkları bir çeşit yöntemdir. Birçok şekilde tanımlanan ve genel hatları çizilmiş olan bu süreç problemleri çözmeye yönelik, hemen hemen her durumda çalışacak kadar esnek bir yapıya sahiptir.

Girişimcilik: Bir bireyin, sahip olduğu fikirlerini gerçekleştirmesi yani eyleme dönüştürebilmesini ifade eden bir yeterliliktir. Yaratıcılık, yenilik, risk alma, proje planlama ve yönetme becerilerini kapsar (European Commision/EACEA/Eurydice, 2016).

Girişimcilik Eğitimi: Ticari bir hedefi olsun ya da olmasın, öğrencilerin yaratıcı fikirlerini girişimcilik eylemine dönüştürebilmesi için onların girişimcilik yetkinliklerine katkıda bulunan bir yaşam boyu öğrenme sürecidir (European Commision/EACEA/Eurydice, 2016).

BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kavramsal Çerçeve

2.1.1. STEM Eğitimi

STEM kelimesi bir kısaltma olarak Fen Bilimleri (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) disiplinlerinin baş harflerinden oluşur. STEM Eğitimi ise burada yer alan disiplinlerin en az ikisine ait hedef kazanımlarının bütünleştirilerek öğretilmesi olarak tanımlanır (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014).

STEM eğitimi yaklaşımının hedefleri içerisinde, 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması hedefi de bulunmaktadır (NRC, 2009; Rifandi ve Rahmi, 2019). Bu doğrultuda öğrencileri, günlük yaşamlarında karşılaştıkları ya da bir başkasına ait problemleri tanımlayan, çözümü için günümüze ait bilgi, medya ve teknolojileri kullanarak araştırma yapan, çevresiyle işbirliği ve iletişim halinde olarak yaratıcı çözüm önerileri geliştiren, sorumluluk sahibi, girişimcilik ve öz yönetim becerileri yüksek bireyler olarak yetiştirmek yani öğrencilerin 21. yüzyıldaki hayata daha iyi adapte olabilmesi toplumlar için oldukça önemlidir (Bybee, 2011; Karakaya ve Avgın, 2016; Turiman vd., 2012).

Şekil 2.1. 21. Yüzyıl Öğrenme Çerçevesi (Battelle For Kids, 2019)

Battelle For Kids (2019)'e göre ana konular matematik, fen bilimleri, sanat, ekonomi, coğrafya, tarih, İngilizce, okuma ya da dil sanatları, dünya dilleri ve vatandaşlık gibi konuları; 21. yüzyıl disiplinlerarası temaları ise küresel farkındalık, finansal, ekonomik, işletme ve girişimcilik okuryazarlığı, sivil okuryazarlığı, sağlık okuryazarlığı ve çevre okuryazarlığı konularını kapsamaktadır.

Tablo 2.1. 21. Yüzyıl Becerileri (Battelle For Kids, 2019)

Yaşam ve Kariyer Becerileri	Öğrenme ve Yenilik	Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri
▪ Esneklik ve uyarlanabilirlik ▪ Girişim ve öz yönetim ▪ Sosyal ve kültürlerarası beceriler ▪ Üretkenlik ve sorumluluk ▪ Liderlik ve sorumluluk	▪ Yaratıcılık ve yenilik ▪ Eleştirel düşünme ve problem çözme ▪ İletişim ▪ İşbirliği	▪ Bilgi okuryazarlığı ▪ Medya okuryazarlığı ▪ Bilgi, iletişim ve teknoloji okuryazarlığı

21. yüzyıl becerileri, öğrencileri günümüz yaşamına hazırlamak ve toplumların kalkınmasına yardımcı olması için tasarlanmıştır. Bu becerilerin öğrencilere kazandırılması tek bir disiplinine ait kazanımlar ile sağlanamayacağı için transdisipliner yani birçok disiplininin bütünleştirilmesi ile öğretilmektedir. Değişimin sürekli olarak devam ettiği, öğrenmenin asla durmadığı ve bilgiye erişimin her geçen gün daha da kolaylaştığı dünyada öğrenci başarısını sağlamak için bir vizyona ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde okullar yalnızca temel alanlarda uzmanlaşmaya odaklanmak yerine aynı zamanda 21. yüzyılın disiplinlerarası temalarını, temel konular ile bütünleştirerek öğrencileri çok daha kaliteli bir eğitime teşvik etmesi gerekmektedir (Battelle For Kids, 2019; Partnership for 21st Century Learning, 2015).

2.1.1.1. STEM Eğitiminin Tarihçesi

STEM Eğitimi, mühendisliği fen sınıflarına entegre ederek, öğrencilerin mühendislik mesleğine karşı olan ilgileri artırmak ve küresel ekonomide diğer ülkeler ile rekabet edilemediği senaryoların ülke adına kötü sonuçlar doğuracağı endişesiyle Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) ortaya çıkmıştır (EL-Deghaidy, Mansour, Alzaghibi ve Alhammad, 2017; NRC, 2011)

1990'lı yılların başında, STEM kısaltmasını ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Bilim Vakfı (U. S. National Science Foundation [NSF]) SMET olarak dile getirmiştir. Arından NSF'de Eğitim ve İnsan Kaynakları Direktörü olarak göre yapan Judith A. Ramaley harflerin yerlerini değiştirerek 2001 yılında ilk kez STEM olarak kullanmıştır (Sneider ve Purzer, 2014).

Ülkemizde ilk kullanımı BTMM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) olarak görülmüştür. Ancak 2012 yılında 10. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulan bildiride, "Bilim" kelimesi birden fazla disiplini içerdiği ve sanki diğer disiplinlerin birer bilim dalı olamayacağı gibi bir algı yaratabileceğinden ötürü, "Fen" kelimesi tercih edilmiştir. Bu durumda FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) olarak literatürde yer bulmuştur (Çorlu, Adıgüzel, Ayar, Çorlu ve Özel, 2012).

STEM eğitiminin ülkemizde ilk olarak öğretim programına entegrasyonu ise 2017 yılında "Fen ve Mühendislik Uygulamaları" ismiyle fen bilimleri dersinde gerçekleşmiştir. Bu entegrasyon ile öğretim programında yer alan temel becerilere "Mühendislik ve Tasarım Becerileri" eklenmiştir. MEB bu bağlamda fen bilimleri dersini merkeze alarak diğer STEM disiplinlerini bütünleştirmeyi amaçlamıştır. 2017 Fen Bilimleri Öğretim Programında öğretmenin rolünü ise öğrencilere ürün tasarlama, üst bilişsel düşünme, buluş ve inovasyon fikri geliştirmelerinde destek olmak olarak tanımlamıştır (MEB, 2017).

2.1.2. Mühendislik Tasarım

Mühendislik tasarım, mühendislik problemlerini çözmek için bilimsel bilgi ve modellerine dayanan sistematik bir süreçtir. Bu süreç STEM'in derslere entegrasyonu konusunda kullanılmaktadır (Moore ve Smith, 2014). Önerilen her çözüm, istenen her işlev, teknolojik fizibilite, maliyet, güvenlik, estetik ve yasal gerekliliklere uygunluğun rekabet kriterlerini dengeleme sürecinden kaynaklanır. Genellikle tek bir en iyi çözüm yoktur, bunun yerine alternatif çözümler mevcuttur. Hangisinin en uygun seçim olduğu, değerlendirme yapmak için kullanılan kriterlere bağlıdır (NRC, 2012). Mühendislerin problem çözmeye yönelik temel yaklaşımı olan tasarım süreci, birçok farklı uygulamayı içerir. Problem tanımı, model geliştirme ve kullanımı, verilerin araştırılması, analizi ve yorumlanması, matematiğin ve hesaplamalı düşüncenin uygulanması ve çözümlerin belirlenmesini içerir (Bybee, 2011; NRC, 2012).

2.1.2.1. Mühendislik Tasarım Süreci

Mühendislik tasarım süreci öğrencilere problemi tanımlama ve analiz etme, araştırmalar yaparak bilgi toplama, fikir geliştirme, planlama yapma, problemlere yaratıcı çözümler geliştirme, prototip oluşturma, test etme, eğer gerekliyse prototip üzerinde optimizasyonlar yaparak ürünü daha iyi hale getirme aşamalarının tümünü sunar (Moore vd., 2014; NGSS Lead States, 2013; NRC, 2009, 2012, 2014). Mühendislik tasarım sürecinin farklı tanımlamaları da mevcuttur.

Dym, Little, Spjut (2014) tarafından mühendislik tasarım, mühendislerin çeşitli sınırlılıklar içerisinde, müşterilerin ve kullanıcıların gereksinimlerini karşılamak amacıyla sistemler, cihazlar ve süreçler için ürün ya da şemalar tasarlamak ve değerlendirmek için kullandıkları sistematik bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca bu süreç derinlemesine düşünme gerektirdiği vurgulanmaktadır.

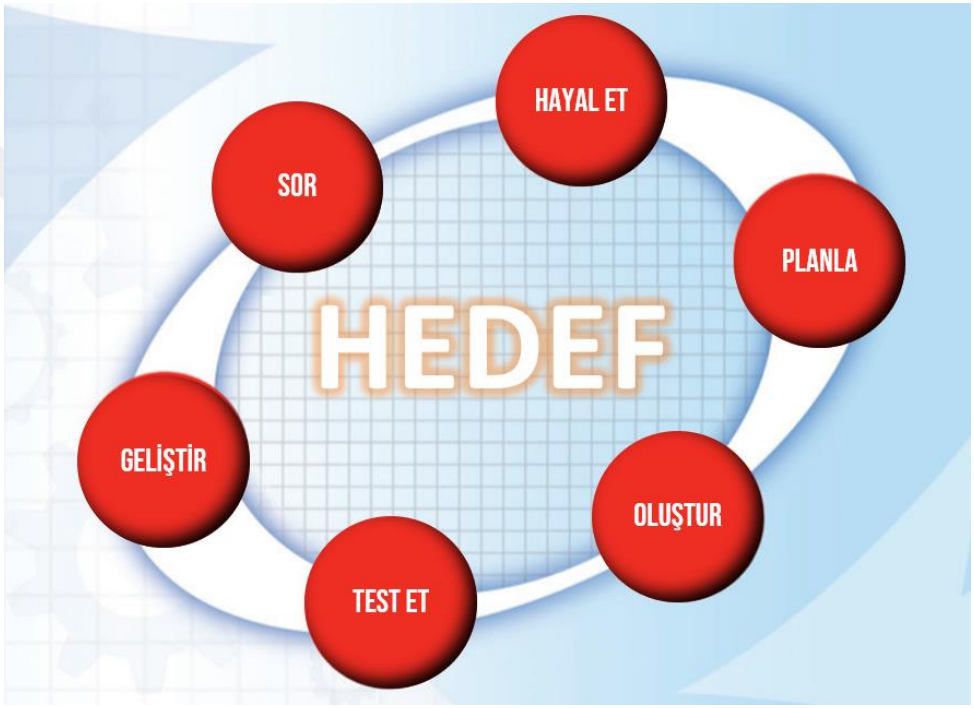
National Aeronautics and Space Administration [NASA] (2011)'e göre mühendislik tasarım süreci, bir mühendis ekibinin, yeni bir ürün veya sistemin geliştirilmesine yol açan bir sorunu çözmede, çalışmalarına rehberlik etmek için kullandığı bir adımlar döngüsüdür. Döngü, ürünü veya sistemi sürekli olarak iyileştirmek ve geliştirmek için tekrarlanır. Bu zorluklar sırasında, öğrenciler mühendislik tasarım sürecinin her adımı tamamlamalı ve tasarımlarını geliştirirken, test ederken ve iyileştirirken çalışmalarını belgelemelidir. Zaman ve kaynaklar en iyi ürünü geliştirmeye izin verdiği sıklıkta, birden fazla yineleme veya döngünün tekrarını gerçekleştirmelidirler.

Mühendislik tasarımın derslere ya da disiplinlere entegrasyonu sistematik bir süreç gerektirir. Mühendislik tasarım, mühendislik tasarım süreci olarak adlandırılan bir dizi adımı içerisinde bulunduran bir süreç ile derslere entegre edilebilir. Mühendislik tasarımın derslere entegrasyonu bağlam entegrasyonu ya da içerik entegrasyonu olmak üzere iki çeşittir. Bağlam entegrasyonu, genellikle fen bilimleri ve matematik disiplinlerine dair kavramları öğretebilmek için mühendislik tasarım sürecini motive edici bir araç olarak kullanır. Öğrenme hedefleri tümüyle mühendislik ile ilgili değil, öğrencilerin içeriği öğrenmelerine yardımcı olacak bir pedagoji olarak mühendislik tasarım sürecini kullanır. İçerik entegrasyonda, mühendislik de dahil olmak üzere fen bilimleri ve matematik disiplinlerine ait kazanım hedefleri doğrudan öğrenmenin bir parçasıdır. Bu yaklaşımda, öğrenme hedefleri hem matematik ve/veya fen bilimleri kazanımlarını içermeli hem de mühendislik

öğrenimini de içermelidir (Moore ve Smith, 2014). Mühendislik tasarım her iki entegrasyon yolu ile öğrenme hedeflerine dahil edilebilir.

Literatürde çeşitli kurumların ve üniversitelerin geliştirdiği birden fazla mühendislik tasarım süreci mevcuttur. Şekil 2.2, Şekil 2.3, Şekil 2.4, Şekil 2.5 ve Şekil 2.6'te yaygın olarak kullanılan mühendislik tasarım süreçlerinden bazıları sunulmuştur.

Şekil 2.2'de NASA'nın BEST mühendislik tasarım süreci, NASA mühendislerinin problemlere çözüm geliştirirken kullandıkları sürece vurgu yapmaktadır.



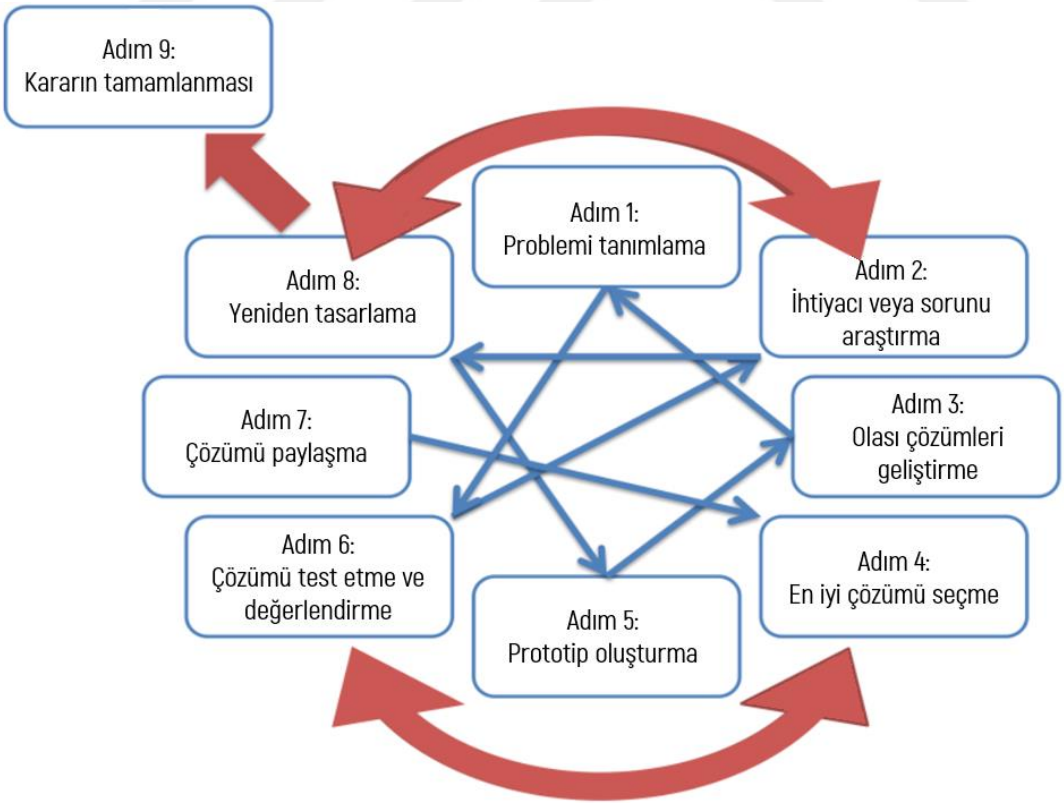
Şekil 2.2. NASA'nın BEST Mühendislik Tasarım Süreci (NASA, 2011b)

Bu tekrar eden süreç, mühendislerin problem çözmede kullandıkları ve öğrencilere rehberlik etmesi için tasarlanmıştır. Tasarım süreci ilk olarak SOR bölümü ile başlar. Bu adımda problem tanımlanır ve karşılanması gereken gereksinimler sınırlamalar da dahil olmak üzere belirlenir. "Hayal et" aşamasında öğrenciler beyin fırtınası yapar ve fikirler araştırılır. Bu adımda benzer problemlerin çözümlerine yönelik daha önce yapılan çalışmalar varsa bunlar tanımlanır. Bir sonraki adım olan "planla" adımında öğrenciler, araştırmaları ve beyin fırtınası sonucunda buldukları fikirlerden bazılarını seçer ve taslak çizimlerini oluştururlar. Ardından prototipi üretmek için en iyi çözüm önerisi seçilir. Öğrencilerin, tasarım gereksinimleri ile uyumlu ve sınırlamalar dahilinde olan prototip "oluştur" adımında üretilir. "test et" adımında öğrenciler geliştirmiş oldukları çözümleri/prototipleri test ederek

değerlendirir, toplanan verilerin analizini gerçekleştirir. Tasarımın test edilmesiyle tasarımına ait güçlü ve zayıf yönleri yine bu adımda oluşturulur. "Geliştir" adımında öğrenciler, testlerin sonuçlarına göre elde edilen veriler ışığında tasarımda iyileştirmeler yapar. Ek olarak yapılan iyileştirmeler gerekçeleri ile paylaşılır (NASA, 2011b).

NASA'nın Şekil 2.2'deki mühendislik tasarım sürecinde, adımların tek yönlü olması sürecin tek yönde ilerlediği ve süreçte adımlar arasındaki geçişlerin yer almaması bir dezavantaj olarak sayılabilir. Çünkü mühendislik tasarım süreci tek bir yönde ilerlemez, aksine aşamalar arasında zıplamalar veya geçişler yaparak ilerler. Örneğin, bir öğrenci "test et" aşamasından sonra elde ettiği veriler ile tekrar "planla" aşamasına dönebilir. Ya da bir öğrenci yaptığı tasarımı, "oluştur" adımında terk ederek farklı fikirler oluşturmak ve beyin fırtınası yapabilmek için tekrar "sor" aşamasına dönüş yapabilir. Ancak bu döngüde bunlar yer almamaktadır.

Hynes, Portsmore, Dare ve Milto (2011) tarafından geliştirilen ve dokuz aşamadan oluşan mühendislik tasarım süreci Şekil 2.3'te gösterilmektedir. Bu aşamalar birer katı kurallar dizisi olarak değil, öğrencilere mühendisliğin öğretiminde dikkate alınması önerilen bir dizi rehber ilke olarak anlaşılmalıdır.



Şekil 2.3. Hynes vd. (2011) Tarafından Geliştirilen Mühendislik Tasarım Süreci

Adım 1: Problemin tanımlanması

Öğrenciler, mühendislik tasarım sürecinin ilk adımında problemin ve sınırlamaların tanımlanmasına odaklanır (Sarıçam ve Yıldırım, 2021). Bu bölümde asıl hedef, öğrencilerin problemlerle başa çıkmaları, probleme ait sınırlılıkları belirlemeleri ve problem senaryosunda geçen sorunun anlaşılmış olduğundan emin olmaktır. Öğrenciler, problem durumunu sınırlılıkları da dikkate alarak kendi cümleleriyle aktarabilmelidir (Hynes vd., 2011; Lemons vd., 2010; NRC, 2012). Problem senaryosunun birden fazla çözümünün olabilmesi ve açık uçlu olması önemlidir. Bu yaklaşım, öğrencilere yalnızca eleştirel düşünme becerilerini uygulama fırsatı sunmakla kalmayıp, aynı zamanda öğrencilerin projeyi sahiplenme olasılığını da artırmaktadır (Hynes vd., 2011).

Adım 2: İhtiyacı veya sorunu araştırma

Problemin tanımlanması aşamasından sonra, öğrenciler, problemi ala gelen ilk çözümle çözmek için acele etmek yerine, araştırmalar yapmaları önemlidir. Öğrenciler, probleme çözüm önerisi sunarken göz önünde bulundurulması gereken birçok şey olduğunu anlamalı ve sorunun nasıl çözüleceği konusunda bilgi sahibi olmalıdır. Bu nedenle problemin ve sınırlılıkların tanımlanmasından sonra araştırma yapmak son derece önemlidir (Hynes vd., 2011; NRC, 2009). Ekipler, bu sorunun nasıl çözüleceğini veya benzer sorunların nasıl çözüldüğünü incelemek için İnternet, kütüphane veya konu uzmanlarıyla yapılan tartışmalardaki kaynakları kullanır (NASA, 2015).

Adım 3: Olası çözümleri geliştirme

Genellikle mühendislik tasarım problemlerinin birden fazla çözümü vardır. Problemin çözümüne yönelik araştırmalar yaptıktan sonra bu aşamada öğrenciler, gruplar halinde problemin çözümüne yönelik olası çözümleri beyin fırtınası yaparak geliştirirler (Hynes vd., 2011; NASA, 2015; National Research Council, 2009).

Olası çözümler geliştirilirken problem durumu ve sınırlılıklar öğrencilere hatırlatılabilir.

Adım 4: En iyi çözümü seçme

Tasarımın temel amacı, ortaya konulan sorunu çözebilecek bir son ürün yaratmak olduğundan bu aşamada mümkün olan en iyi çözümün seçimi yapılır. Bu aşamada öğrencilerin problemi tanımlama ve araştırma yoluyla elde ettikleri bilgileri uygun bir

şekilde analiz ederek fikirlerini destekleyebilmeleri önemlidir. Bu aynı zamanda öğrencilerin matematik ve fen bilimlerine ait bilgilerini bilinçli kararlar vermek için kullanmalarını ve süreç boyunca değerlendirebilmelerini sağlar (Hynes vd., 2011).

Ekip üyeleri fikirlerini diğer ekip üyeleri ile paylaşır ve gelen sorular yanıtlanır. Ekipler, olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini tartışarak, hangi çözümün problem durumunu en iyi şekilde çözebileceği konusunda fikir birliğine varmaya çalışırlar (NASA, 2015; NRC, 2012).

Adım 5: Prototip oluşturma

Mühendisler, bir tasarımı görselleştirmek ve tasarımın özelliklerini başkalarını iletmek için model olarak prototipleri kullanırlar (NRC, 2012). Bu aşamada öğrenciler birer mühendis gibi seçtikleri en iyi çözümü hayata geçirmek için bir prototip oluştururlar.

Prototipin, amaçlanan nihai çözüm gibi çalışması her zaman önemli değildir. Bunun yerine, önerilen nihai çözümün bazı işlevlerini veya görünümünü göstermesi yeterlidir. Prototiplerin, aşama boyunca birbiri üzerine inşa edilen veya nihai çözümün farklı özelliklerini (örneğin: boyut, işlev, görünüm) temsil eden bir tasarım olduğu unutulmamalıdır. Öğrencilerin çözümlerini yinelerken başarısız olmalarına ve bu başarısızlıklardan öğrenmelerine izin vermek önemlidir (Hynes vd., 2011).

Adım 6: Çözümü test etme ve değerlendirme

Çözümlerin, tasarlanan prototipler yardımıyla problem durumuna ve sınırlılıklara uygunluğu bu aşamada test edilir ve değerlendirilir (NRC, 2009, 2012). Öğrenciler tıpkı birer mühendis gibi prototiplerinin nihai çözüm olup olmadığına karar verebilmek adına, problem durumuna ve sınırlılıklarına uygunluğunu düşünerek, adil testler oluşturmalıdır. İlköğretim kademesinde bu testler oluşturulurken öğretmen rehberliği gerekebilir, ancak lise ve üstü kademelerdeki öğrenciler kendi deneysel testlerini geliştirebilecekleri için öğretmen rehberliğine ihtiyaç duyulmayabilir (Hynes vd., 2011). Bu aşamada test sonuçlarından elde edilen veriler, prototipin üzerinde iyileştirme ihtiyaçlarının kanıtı olarak toplanır.

Tasarım doğrusal, adım adım bir süreç değildir. Genellikle yinelemelidir; aslında tasarı her yeni aşamada test edilir ve o ana kadar öğrenilenlere göre değiştirilir (NRC, 2009).

Adım 7: Çözümün sunulması

Mühendisliğin bir parçası da tasarlanan prototiplerin, fikirlerin ya da bulguların pazarlama ya da geri bildirim amacıyla başka kişiler ile paylaşmaktır. Öğrenciler bu aşamada tasarımlarını, problem durumu ve sınırlıklara da vurgu yaparak, bir sınıf içerisinde ise sınıf arkadaşlarına ya da bir fuar düzeninde ise tüm okula sunabilir. Bu sunum, problemin türüne göre çeşitli mühendislere dahi sunulabilir. Bu adımda öğrenciler, çözümlerine ilişkin bulguları uygun bir şekilde belgelemeleri ve sunmaları beklenir (Hynes vd., 2011).

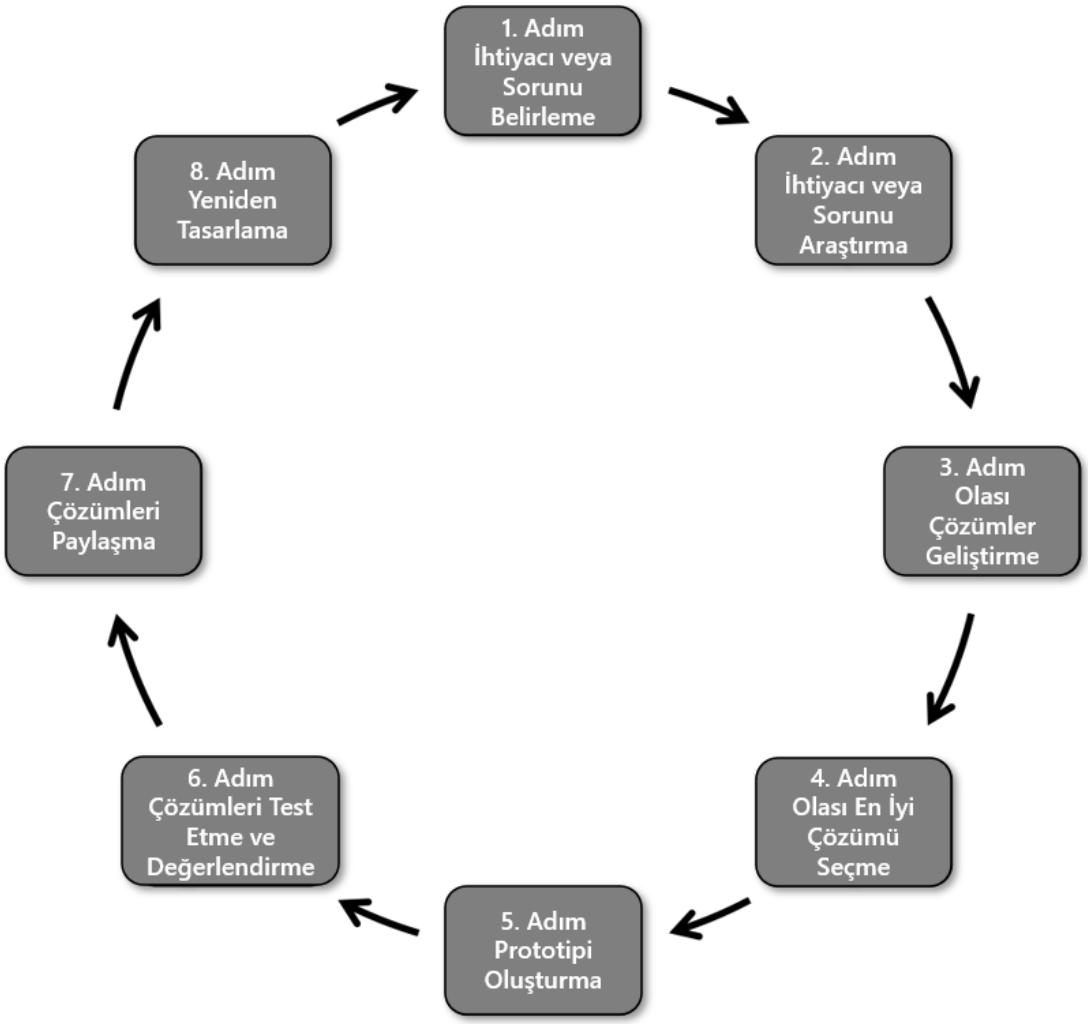
Adım 8: Yeniden tasarlama

Bu aşamada öğrencilerden, test sonuçları, değerlendirmeler ve tasarımın sunumu sonucunda elde edilen verileri kullanmaları ve tasarımın zayıf yönlerini gidermesi beklenir. Aslında amaç, problem durumunu ve sınırlılıkları karşılayan, tüm test ve değerlendirmeleri geçebilen bir son ürün oluşturmaktır. Mühendisler, tüm bu kriterlere uyan bir ürün üretilene kadar prototip üzerinde iyileştirmeler yaparlar. Eğer gerekli olursa, mühendislik tasarım süreci baştan başlanabilir (Hynes vd., 2011; NASA, 2015; National Research Council, 2012).

Adım 9: Kararın tamamlanması

Hynes ve diğerlerine (2011) göre, mühendislik tasarım sürecinin son adımı, nihai bir ürün elde edilmesiyle sonuçlanır. Bu ürün, yalnızca önceden tanımlanmış bir dizi testi geçmenin sonucu değil, öğrencilerin ürünlerini sınırlılıklara göre yeterince optimize ettiklerine inanıp inanmadıklarına dayanır. Bu adımda öğrenciler, tasarım gereksinimlerini yeterince karşıladıklarına ve prototiplerini nihai ürün olarak uygulamaya hazır olduklarına karar verirler.

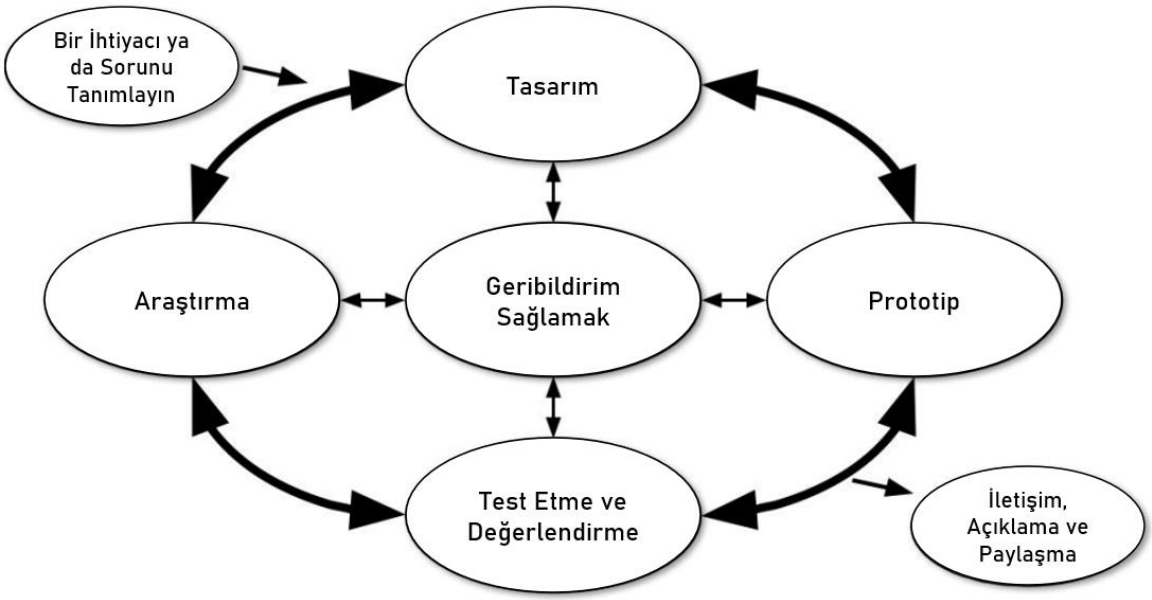
Hynes ve diğerleri (2011) tarafından geliştirilen mühendislik tasarım sürecinden çok da farklı olmayan bir diğer mühendislik tasarım süreci ise Şekil 2.4'te gösterilen Massachusetts Fen Bilimleri ve Teknoloji/Mühendislik Müfredatı Çerçevesidir.



Şekil 2.4. Massachusetts Fen Bilimleri ve Teknoloji/Mühendislik Müfredatı Çerçevesi (Massachusetts Eğitim Departmanı, 2006)

Hynes ve diğerleri (2011) tarafından geliştirilen mühendislik tasarım süreci, temel anlamda Massachusetts Eğitim Departmanı'nın 2006 yılında tasarladığı çerçeve ile oldukça benzerlik göstermektedir. Farklardan bir tanesi Şekil 2.3'te görüldüğü gibi 9. Adım olan "kararın tamamlanması" adımı Şekil 2.4'te bulunmamaktadır. Ayrıca aşamalar arasındaki geçişler, Massachusetts Eğitim Departmanı tarafından tasarlanan mühendislik tasarım sürecinde gösterilmemektedir. Bunun dışında aşamaların isimleri ve hedefleri birbiri ile aynıdır. NASA, 2015 yılında yayınladığı "Let it Glide" kılavuzunda Massachusetts Eğitim Departmanının 2006 yılında hazırladığı mühendislik tasarım sürecini kullanmıştır.

Massachusetts Eğitim Departmanı, diğer adıyla Massachusetts İlk ve Ortaöğretim Departmanı olarak 2016 yılında yayınladığı Massachusetts Fen Bilimleri ve Teknoloji/Mühendislik Müfredatı Çerçevesinde bazı değişikliklere gitmiştir. Şekil 2.5'te yeniden düzenlenmiş mühendislik tasarım süreci paylaşılmıştır.



Şekil 2.5. Massachusetts Fen Bilimleri ve Teknoloji/Mühendislik Müfredatı Çerçevesi (Massachusetts İlk ve Ortaöğretim Departmanı, 2016)

Massachusetts Fen Bilimleri ve Teknoloji/Mühendislik Müfredatı Çerçevesinin birinci adımı, "bir ihtiyacı ya da sorunu tanımlayın" ile başlamaktadır.

Bir ihtiyacı veya sorunu tanımlayın. Mühendislik tasarımına başlamak için, çözme, iyileştirme ve/veya düzeltme girişiminde bulunulabilecek bir ihtiyaç veya problem tanımlanmalıdır. Bu adım, başarılı bir çözümü tanımlayacak kriterlerin ve sınırlılıkların dile getirilmesini içerir.

Araştırma. Belirlenen ihtiyaç veya problemin olası çözüm yolları hakkında daha fazla bilgi edinmek için araştırma yapılır. Araştırma, web siteleri, hakemli dergiler ve diğer akademik hizmetler gibi birincil kaynakları içerebilir ve tasarımın devam eden bir parçası olabilir.

Tasarım. Toplanan tüm bilgiler, tasarımların oluşturulması için kullanılır. Tasarım, olası çözümleri modellemeyi, modelleri iyileştirmeyi ve orijinal ihtiyaç veya problemi en iyi karşılayan modeli/modelleri seçmeyi içerir.

Prototip. Tasarım modeline dayalı olarak bir prototip oluşturulur ve önerilen çözümü test etmek için kullanılır. Bir prototip, manipüle edilebilen ve test edilebilen modelin fiziksel, bilgisayar, matematiksel veya kavramsal bir örneği olabilir.

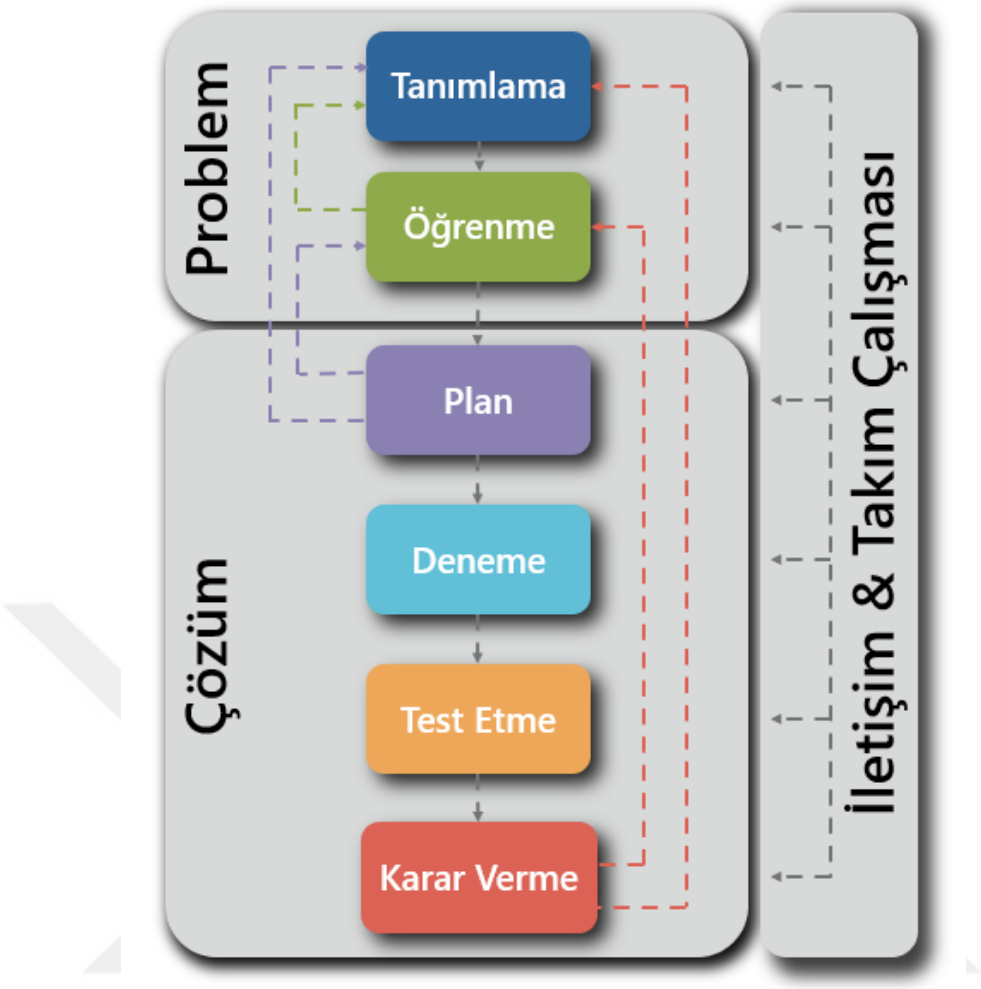
Test etme ve değerlendirme. Prototipin fizibilitesi ve verimliliği, problem kriterlerine ve kısıtlamalarına göre test edilmeli ve değerlendirilmelidir. Bu, bir test yönteminin geliştirilmesini ve prototipin performansını değerlendiren bir sistemi içerir. Değerlendirme, matematiksel ve bilimsel kavramlar üzerinde çizim yapmayı, olası çözümler için beyin fırtınası yapmayı, modelleri test etmeyi ve eleştirmeyi ve ihtiyaç veya problemi iyileştirmeyi içerir.

Geribildirim sağlamak. Sözlü veya yazılı yorumlar yoluyla geri bildirim, bir çözümü ve tasarımı geliştirmek için yapıcı eleştiri sağlar. Mühendislik tasarımı sırasında herhangi bir noktada geri bildirim istenebilir ve/veya verilebilir. Nasıl iletişim kurulacağını ve geri bildirime göre nasıl hareket edileceğini belirlemek çok önemlidir.

Massachusetts Fen Bilimleri ve Teknoloji/Mühendislik Müfredatı Çerçevesinin son adımı ise "iletişim, açıklama ve paylaşma" aşamasıdır.

İletişim, açıklama ve paylaşma. Çözümün ve tasarımın iletilmesi, açıklanması ve paylaşılması, nasıl çalıştığını veya çalışmadığını, belirlenen ihtiyacı veya sorunu çözmek adına kriterleri ve sınırlılıkları karşılamak için esastır. Açıklamaların iletişimi açık ve analitik olmalıdır (Massachusetts İlk ve Ortaöğretim Departmanı, 2016).

Bir diğer mühendislik tasarım süreci ise PictureSTEM ekibi tarafından geliştirilen mühendislik tasarım sürecidir. Şekil 2.6'da bu tasarım süreci gösterilmektedir.



Şekil 2.6. Mühendislik Tasarım Süreci (PictureSTEM, 2015)

Mühendisler, bir sorunu anlamak ve bir çözüm oluşturmak için bu süreci fen, matematik ve yaratıcılıkla birlikte kullanırlar. PictureSTEM ekibinden Tank, Moore ve Gajdzik (2016) bu aşamaları şu şekilde tanımlamıştır:

Tanımlama. Mühendisler problemi ve sınırlamaları tanımlamalıdır.

- Müşteri kim?
- Müşterinin neye ihtiyacı var?
- Müşterinin buna neden ihtiyacı var?
- Son kullanıcı kimdir?
- Son kullanıcı bunu neden isteyebilir?
- Çözümün kriterleri (gereksinimleri ve sınırları) nelerdir?

Öğrenme. Problemi daha iyi anlamak için mühendisler, problemin nasıl çözülebileceğini etkileyen bilimi ve diğer faktörleri öğrenmelidir. Öğrenirken, sorunu, amaçlarını ve sınırlarını akıllarında tutmalıdırlar.

- Problemi çözmek için hangi bilgiye ihtiyacın var?
- Hangi fen/matematik bilgisine ihtiyacın olacak?
- Hangi malzemelere ihtiyacın olacak?
- Şu ana kadar sorunu çözmek için neler yapıldı?
- Hangi ürünler benzer bir ihtiyacı karşılıyor?
- Başarıyı ve gelişimi nasıl ölçmeliyiz?

Planlama. Mühendisler, hangi çözüm önerisini deneyeceklerine karar vermeden önce birçok fikir üzerinde beyin fırtınası yapar. Fikirlerini açıkça ifade eden planlar yapmalıdırlar. Planlar, sözcük ve/veya resim biçiminde şu bilgilerden bazılarını içerebilir: Ölçüler, malzemeler, renkler, işlerin nasıl birbirine uyduğu ve işlerin hangi sırayla yapılması gerektiği gibi. Mühendisler, planlarının problemde sunulan hedefleri ve sınırları mümkün olduğunca iyi karşıladığından emin olmalıdır. Mühendisler planlarını oluştururken, planlarının kesinleşmesi için geriye dönüp bir şeyler öğrenmeleri gerektiğini görebilirler.

- Kriterleri belirlemeye devam edin.
- Olası çözümler hakkında fikirler üretin.
- Birden çok çözüm yolu geliştirin.
- Dengeleri göz önünde bulundurun.
- Denemek için bir çözüm seçin.
- Planlar geliştirin (planlar, şemalar, maliyet tabloları, defter sayfaları vb.).

Deneme. Mühendisler, planladıkları çözümün bir prototipini oluşturmaya çalışmak için planlarını kullanırlar. Prototip, bir tasarım planını test etmek için kullanılan test edilebilir bir modeldir. Bir prototip, mühendisin tasarımlarının parçalarını test etmesine izin verse de nihai çözüm veya ürün değildir. Aslında, nihai tasarımla aynı boyutta bile olmayabilir.

- Planı uygulamaya koyun.
- Riskleri ve işin nasıl optimize edileceğini göz önünde bulundurun.
- Bir prototip (çözümün test edilebilir bir temsili), model veya ürün oluşturmak için ölçütleri kullanın ve problemden/plandan ödünleşimleri göz önünde bulundurun.

Test etme. Mühendisler, problem için iyi bir çözüm olup olmadığını görmek için planlarını test ederler. Mühendisler adil testler yapmalı ve topladıkları verileri anlamlandırmak için fen ve matematiği kullanmalıdır.

- Test edilebilir soruları veya hipotezleri düşünün.
- Çözümün belirtilen kriterleri ve ihtiyaçları karşılayıp karşılamadığını belirlemek için deneyler veya değerlendirme listeleri geliştirin.
- Verileri toplayın ve analiz edin.

Karar verme. Mühendisler, çözüm hakkında kararlar almak için test sonuçlarını kullanır. Problemi çözüyor mu ve kriterleri (hedefler ve sınırlamaları) karşılıyor mu? Sorunu daha iyi çözmek için öğrenilmesi gereken yeni şeyler var mı? Daha önce beyin fırtınası yapılmış diğer fikirleri denemeli mi yoksa daha iyi bir çözüm elde etmek için yeni fikirler için beyin fırtınası mı yapmalılar?

- Kullanıcılar sorunu çözmek için tasarımı kullanabiliyor mu?
- Tasarım kriterleri karşılıyor mu?
- Test sonuçlarına ve müşteriden/kullanıcıdan gelen geri bildirimlere dayalı olarak tasarım nasıl geliştirilebilir?

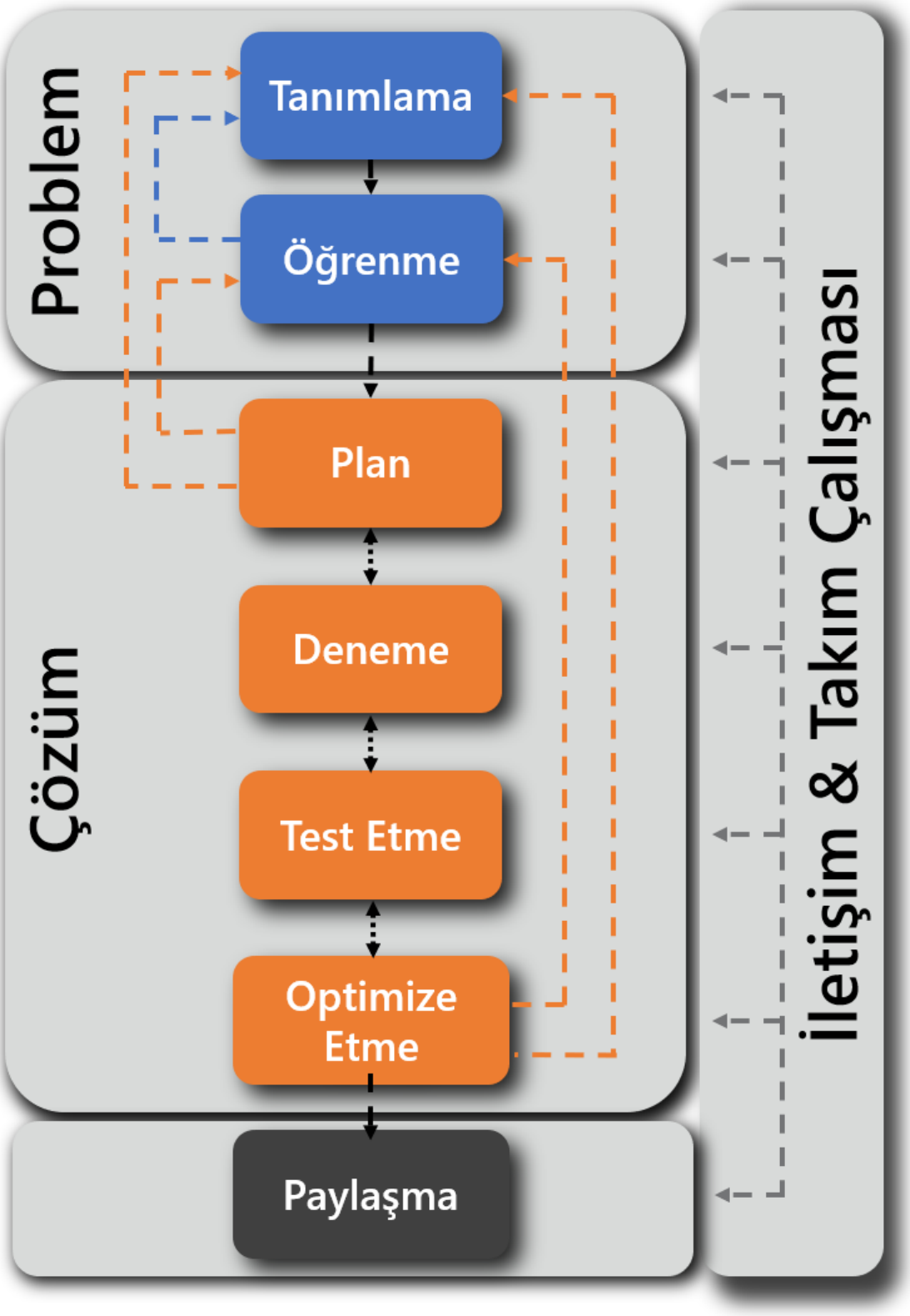
Tasarımın yinelemeli doğası: Daima bir sonraki adımın ne olması gerektiğini düşünün!

İletişim ve t*akım çalışması*.

- Çözümü net bir şekilde iletin ve kolay anlaşılır olduğundan emin olun.
- Müşterinin çözümünüzü neden kullanması gerektiğini desteklemek için kanıt kullanın.
- Çözümün müşterinin kriterlerini ve ihtiyaçlarını nasıl karşıladığını ekipler halinde tartışın.
- Diğer takım arkadaşından farklı bakış açılarında düşünmeye çalışın.

Araştırmada kullanılan mühendislik tasarım süreci PictureSTEM sürecinden uyarlanmıştır. Alınan uzman görüşleriyle birlikte PictureSTEM ekibi tarafından “karar verme” olarak adlandırılan bölüm incelendiğinde tasarımın nasıl geliştirileceği ve optimize edileceği ile ilgili olduğu görülmüştür. Bu durumda “karar verme” basamağının ismi “optimize etme” olarak değiştirilmiştir.

Ayrıca son basamağa eklenen "paylaşma" bölümünde öğrenciler yapmış oldukları tasarımları sınıf içerisinde arkadaşlarına ya da bilim fuarlarında gelen ziyaretçilerle paylaşması amaçlanmıştır. Ortaya çıkan son süreç Şekil 2.7'de gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Araştırmada Kullanılan Mühendislik Tasarım Süreci

2.1.2.2. Mühendislik Tasarım ve Bilimsel Araştırma-Sorgulama

Bilimsel araştırma-sorgulama ve mühendislik tasarımı dinamik ve karmaşık süreçlerdir. Her biri, doğal ve tasarlanmış dünyayı analiz etmek ve anlamak için bir dizi bilim ve mühendislik uygulamasına katılmayı gerektirir. Bilimsel araştırma-sorgulama ve mühendislik tasarım süreç bakımından birbiri ile paralellik gösterir. Tek yönlü bir süreç olarak tanımlanmazlar. Ayrıca mühendislik tasarım içerisinde araştırma-sorgulama sıklıkla başvurulan bir yaklaşımdır (Lewis, 2006; Massachusetts İlk ve Ortaöğretim Departmanı, 2016).

Hem mühendislik tasarım sürecinde hem de bilimsel araştırma-sorgulama sürecinde problemin çözümü için tek bir metot kullanılmaz. Her iki süreçte de ortaya çıkan ürünler test edilir ve daha sonra geliştirilir, bu bakımdan sistematik ve yenilikçidir (NRC, 2012). Mühendislik tasarım süreci genellikle problemi ve sınırlılıkları anlama, olası çözüm yollarını araştırma, sorunu çözen bir prototip tasarlama, prototipi test etme ve prototip üzerinde iyileştirmeler yaparak prototipi daha uygun hale getirmek üzerine odaklanır (Moore vd., 2013; Moore vd., 2014a; NRC, 2009, 2012; Sarıçam ve Yıldırım, 2021). Bilimsel araştırma-sorgulama ise problemin kavranması, verilerin toplanıp analiz edilmesi, probleme yönelik açıklamaların geliştirilmesi ve test edilmesi üzerine odaklanır (Massachusetts İlk ve Ortaöğretim Departmanı, 2016; NRC, 2009).

Mühendislik tasarım sürecinde problemler birçok yolla çözülebilir ve farklı prototipler tasarlanabilirken, bilimsel araştırma-sorgulamada problemin çözümü için hemfikir olunan ortak bir açıklama geliştirilir. Ayrıca mühendislik tasarım sürecinde geliştirilen tasarımlar bireysel ve toplumsal değerlere bağlıdır, bu nedenle bir kişinin düşündüğü en uygun çözüm yolu, farklı bir kişi için en uygun çözüm yerine geçmeyebilir. Ancak bilimsel araştırma-sorgulamada ise bilimsel durumlar için en uygun çözüm kişilerden bağımsızdır (Wendell, 2008). Mühendislik tasarım sürecinin odak noktası daha çok amaca yönelik olmasına rağmen, bilimsel araştırma-sorgulamanın odak noktası ise sorulara yanıt aramaktır. Örneğin, BCRA genini inceleyen bir genetik mühendisi bunu meme kanserini anlamak amacıyla yaparken, bilim insanının günlük çalışması amaç tarafından değil, soru tarafından yönlendirilir (NRC, 2009). Bu durumda mühendislik tasarım sürecinde bir ürün tasarlanırken, bilimsel araştırma-sorgulama yaklaşımıyla yürütülen süreçte ürün tasarlamak en önemli şey değildir (Wendell, 2008).

Her bilimsel sorunun tek bir "doğru" çözümü yoktur, ancak bilimsel yöntemde sürecin kaçınılmaz olarak birden fazla yanıt üreteceği beklentisi de yoktur. Tüm bunlar, mühendislik tasarımı bilimsel araştırma-sorgulamadan ayıran temel özelliklerdir (NRC, 2009).

2.1.3. Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi

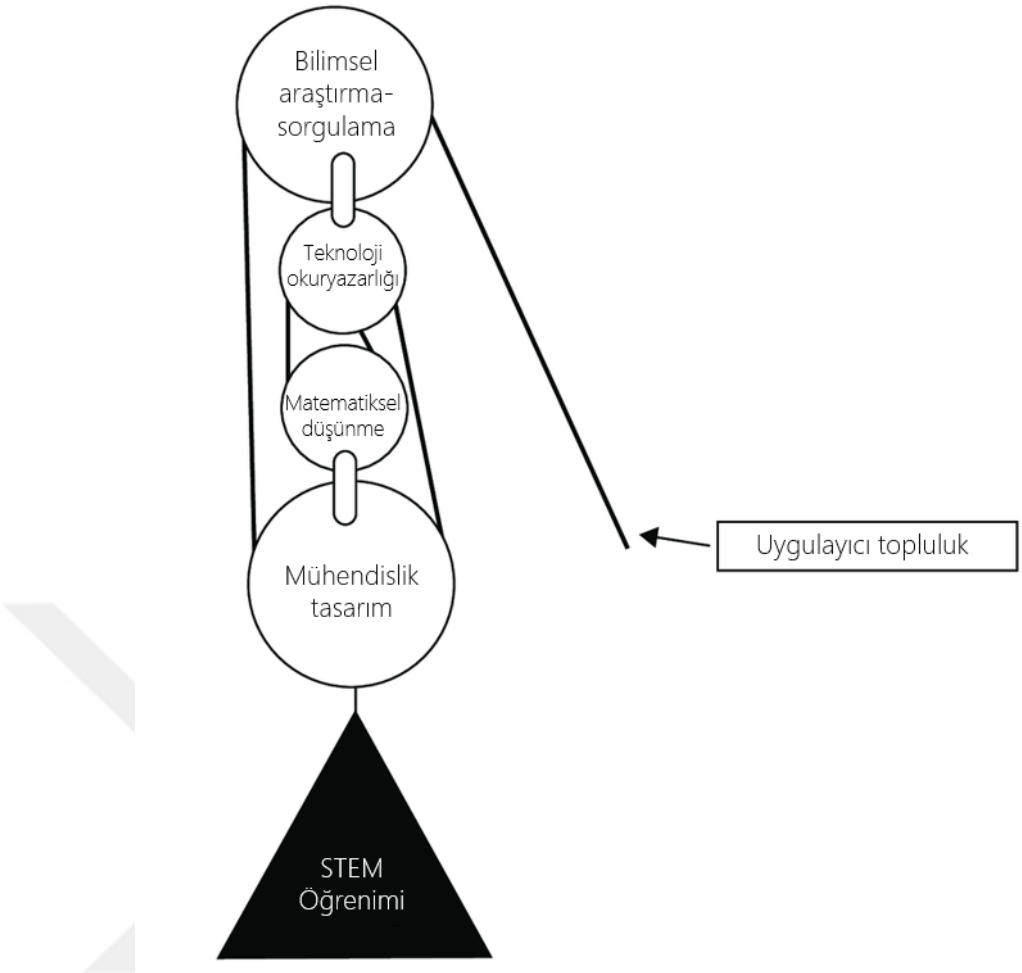
"Bilim insanı var olanı keşfeder, mühendis daha önce olmayan bir şeyi yaratır."

- Theodore von Karman

Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi, bilimsel araştırma-sorgulama ve tasarım odaklı düşünme (design thinking) boyutlarının bütünleştirilmesini sağlar. Süreç içerisinde öğrenciler, bir bilginin araştırma-sorgulama yoluyla nasıl elde edilebileceğini ve günlük yaşam problemlerine mühendislik tasarım sürecini kullanarak nasıl yaratıcı çözümler sunabileceklerini uygulamalar yaparak deneyimler. Süreç içerisinde öğrenciler, teknoloji okuryazarlığı, fen okuryazarlığı ve girişimcilik gibi becerilerini geliştirme fırsatı yakalar (Başar, 2017; Massachusetts İlk ve Ortaöğretim Departmanı, 2016; NRC, 2011, 2014; Uçar, 2020b).

Wong ve Huen (2017), mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin bilimsel sorgulama ve mühendislik tasarımına dayalı olarak oluşturulduğunu belirtmiştir. Genellikle problemin ve sınırlılıkların tanımlanması, araştırma-sorgulama yapılması, çözüm fikirlerinin geliştirilmesi ve en iyi çözümün seçilmesi ve prototipleştirilmesi, tasarımın test edilmesi ve gerekliyse iyileştirilmelerin yapılması şeklinde ilerleyen mühendislik tasarım süreci doğası gereği fen bilimleri, mühendislik, teknoloji ve matematik disiplinlerini kullanmaya zorlayan bir özelliğe sahiptir (Felix, 2016; Hynes vd., 2011; Moore vd., 2014; NASA, 2011a; NRC, 2012).

Kelley ve Knowles (2016) mühendislik tasarım, bilimsel araştırma-sorgulama, teknoloji okuryazarlığı ve matematiksel düşünme kavramlarını, birçok makaradan oluşan bir palanga sisteminine benzeterek, bütünleşik bir sistem olarak görselleştirdiği bir kavramsal çerçeve önermiştir. Kelley ve Knowles tarafından önerilen çerçevenin grafiksel modeli Şekil 2.8'de gösterilmiştir.



Şekil 2.8. STEM Öğrenimi İçin Kavramsal Çerçeve Grafiği (Kelley ve Knowles, 2016)

Şekil 2.8'de gösterilen sistemdeki her makara, dört STEM disiplinindeki ortak uygulamaları ve uygulayıcı topluluğun ipiyle birbirine bağlıdır. Kelley ve Knowles (2016), öğrencilerin STEM içeriği ve becerilerinin gerçek yaşam uygulamalarıyla bağlantılarını görmelerini ummak yerine, bütünleşik bir yaklaşım yoluyla, STEM konuları arasındaki bağlantıları bulmaya ve içeriği öğrenmek için uygun bir bağlam sağlamaya çalışır.

Fen bilimleri uygulamalarıyla meşgul olmak, öğrencilerin bilimsel bilginin nasıl geliştiğini anlamalarına yardımcı olur; bu tür doğrudan katılım, onlara dünyayı araştırmak, modellemek ve açıklamak için kullanılan çok çeşitli yaklaşımlara ayak uydurabilmelerini sağlar. Aynı şekilde mühendislik uygulamalarıyla meşgul olmak, öğrencilerin mühendislerin çalışmalarını ve mühendislik ile bilim arasındaki bağlantıları anlamalarına yardımcı olur. Bu etkinliklere katılım, öğrencilerin fen bilimleri ve mühendisliğin kesişen kavramlarını ve disipliner fikirlerini anlamalarına da yardımcı olur; dahası, öğrencilerin bilgilerini daha anlamlı hale getirir ve onu dünya görüşlerine daha derinden yerleştirir. Öğrenciler, bilim ve

mühendisliğin, yeterli miktarda enerji üretmek, hastalıkları önlemek ve tedavi etmek, tatlı su ve gıda kaynaklarını korumak, iklim değişikliğini ele almak gibi günümüz toplumunun karşı karşıya olduğu birçok büyük zorluğun üstesinden gelmeye katkıda bulunabileceğini fark edebilirler (NRC, 2012).

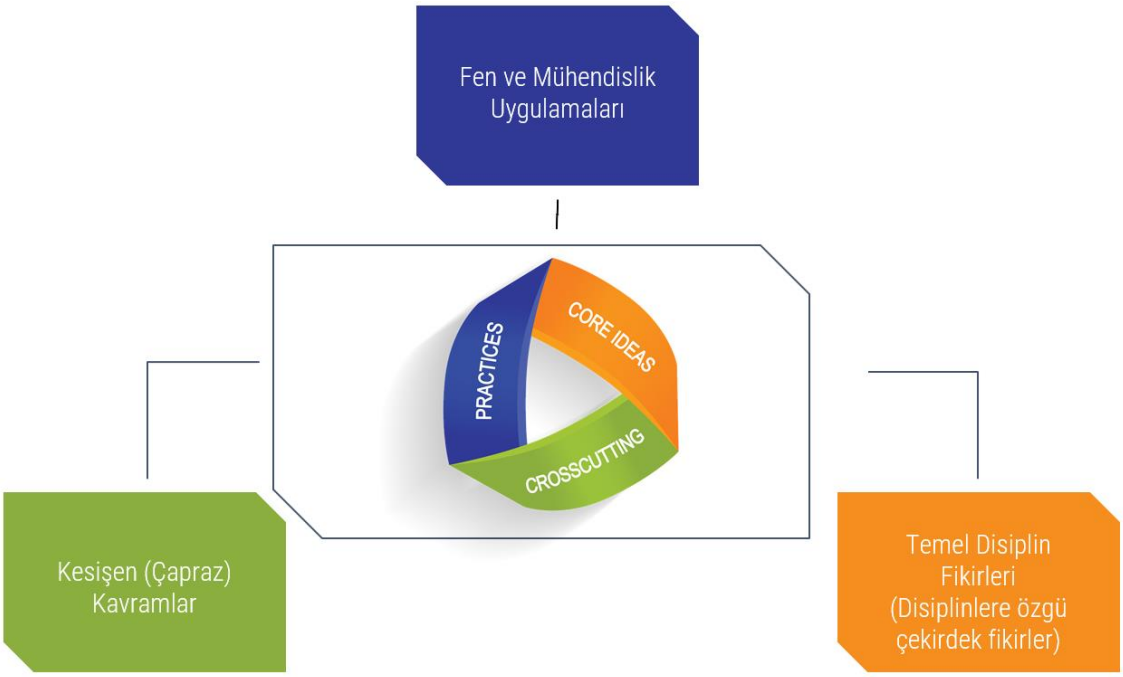
2.1.3.1. Yeni Nesil Fen Standartları

STEM eğitiminin derslere entegre edilmesi, mühendislik tasarım süreci kullanılarak (Moore ve Smith, 2014) ve genellikle bir STEM disiplininin, en az bir diğer STEM disiplini ile bütünleştirilmesi şeklinde gerçekleşir (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Örnek vermek gerekirse, STEM eğitimi, fen bilimleri dersi ile matematik, mühendislik ya da teknoloji disiplinlerinden en az biri bütünleştirilmesi ile sağlanabilir.

Diğer STEM disiplinlerinin aksine mühendislik disiplininin entegrasyonu konusunda öğretmenlerin endişe duyması normal karşılanabilir. Ancak Bybee (2014)'e göre, fen bilimleri öğretmenlerinin mühendisliği anlama ihtiyacı, ders kitaplarındaki bölümlerle ve fen öğretimi derslerindeki deneyimlerle karşılanabilir.

Bu yaklaşıma paralel olarak okul öncesinden 12. sınıfa kadar olan öğrenciler için ABD Ulusal Araştırma Konseyi NRC, ABD Ulusal Fen Öğretmenleri Derneği (National Science Teachers Association [NSTA]), Amerikan Bilimin Gelişimi Derneği (American Association for the Advancement of Science [AAAS]) tarafından geliştirilen Yeni Nesil Fen Standartları (Next Generation Science Standarts [NGSS]) "K-12 Fen Eğitimi için Bir Çerçeve: Uygulamalar (Fen ve Mühendislik Uygulamaları), Kesişen (Çapraz) Kavramlar ve Temel Disiplin Fikirleri (Disiplinlere özgü çekirdek fikirler)" isimli rapora dayanmaktadır.

Yeni Nesil Fen Standartları incelendiğinde, fen eğitiminin üç farklı ve eşit derecede önemli boyutu vardır (Bybee, 2013). Bu boyutlar Şekil 2.9'da gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Yeni Nesil Fen Standartları (NGSS Lead States, 2013; NRC, 2012)

Birinci boyut, fen ve mühendislik uygulamalarıdır. Bu boyut, öğrencilerin, bilim insanlarının ve mühendislerin davranış ve pratiklerini anlamalarını ve içselleştirmelerini sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca, öğrencilerin mühendislik yönlerini güçlendirmek ve onların fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin (dört STEM alanı) günlük yaşamla olan ilişkisini anlamalarına destek olmayı hedeflemektedir. İkinci boyut, kesişen kavramlardır. Bu boyut, bilimin tüm alanlarında etkileri olan ve mühendislik ve bilimin anlaşılması için gerekli olan kavramlardan oluşur (Bybee, 2013). Öğrencilerin fizik bilimleri, yaşam bilimleri, yer ve uzay bilimleri ve mühendislik tasarımı dahil olmak üzere dört alandaki bağlantıları keşfetmelerine yardımcı olur. Bu boyut ayrıca öğrencilerin çevrelerindeki dünyaya ilişkin tutarlı ve bilimsel bir bakış açısı geliştirmelerini destekler. Son boyut ise temel disipline özgü fikirlerdir. Bu boyut, fen veya mühendislik disiplini içinde geniş öneme sahip olan bilimdeki anahtar konuları kapsar. Öğrenciler sınıf seviyelerinde ilerledikçe bu temel fikirler birbiri üzerine inşa edilir ve fizik bilimleri, yaşam bilimleri, yer ve uzay bilimleri ve mühendislik tasarımı şeklinde dört alana ayrılır (NGSS Lead States, 2013; NRC, 2012).

Çerçevenin genel amacı, anaokulundan lise son sınıfa kadar tüm öğrencilerin bilimin ışığını ve harikalarını gözlemlemelerini kolaylaştırmak; toplum içerisinde ilgili konulardaki tartışmalara katılmak için fen ve mühendislikle ilgili yeterli bilgiye sahip olmalarını sağlamak; günlük yaşamlarında karşılaştıkları teknolojik ve bilimsel bilgilerin bir süzgeçten

geçirerek, dikkatli tüketicileri olmalarını desteklemek; okul dışındaki ortamlarda bilimi öğrenmeye devam etmelerini teşvik etmek ve fen, teknoloji ve mühendislikle ilgili olanlar da dahil olmak üzere öğrencilerin bu alanlardaki kariyer yolculuklarında onları motive etmektir (Bybee, 2013; NRC, 2012; Pratt, 2012).

Tablo 2.2. K-12 Fen Eğitimi Çerçevesinin Boyutları (NRC, 2012)

1. Boyut: Fen ve Mühendislik Uygulamaları
▪ Sorular sormak (fen bilimleri adına) ve problemleri tanımlamak (mühendislik adına)
▪ Model geliştirme ve kullanma
▪ Araştırmaları planlama ve yürütme
▪ Verilerin analizi ve yorumlanması
▪ Matematik ve bilgi işlemsel düşünmeyi kullanma
▪ Açıklamalar oluşturmak (fen bilimleri adına) ve çözümler tasarlamak (mühendislik adına)
▪ Kanıtlar yoluyla tartışmaya girmek
▪ Bilgi edinme, değerlendirme ve paylaşma
2. Boyut: Kesişen (Çapraz) Kavramlar
▪ Örüntü
▪ Sebep ve sonuç: Mekanizma ve açıklama
▪ Ölçek, oran ve miktar
▪ Sistemler ve sistem modelleri
▪ Enerji ve madde: Akışlar, döngüler ve korunum
▪ Yapı ve işlev
▪ Kararlılık ve değişim
3. Boyut: Temel Disiplin Fikirleri
▪ Fizik bilimleri
▪ Yaşam bilimleri
▪ Yer ve uzay bilimleri
▪ Mühendislik tasrım

NGSS içerisinde yer alan fen ve mühendislik uygulamaları, bilim insanlarının doğal dünya hakkında modeller ve teoriler ile mühendislerin modeller ve sistemler tasarlarken kullandıkları mühendislik tasarım sürecini ve davranışlarını tanımlar (Bybee, 2014). Ayrıca öğrencilere fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin (dört STEM disiplini) günlük yaşamla olan ilişkisini açıklamayı amaçlar (NGSS Lead States, 2013; NRC, 2012; Pratt, 2012).

Tablo 2.3. NGSS Fen ve Mühendislik Uygulamaları (NGSS Lead States, 2013)

Sorular Sormak ve Problemleri Tanımlamak
Fen adına dünyanın nasıl çalıştığına dair açıklamalara ve açıklamalara yol açan ve ampirik olarak test edilebilecek sorular sormak, mühendislik adına problemleri tanımlamayı içerir.
Model Geliştirmek ve Kullanmak
Hem fenin hem de mühendisliğin bir uygulaması, fikirleri ve açıklamaları temsil etmek için modelleri (diyagramları, çizimleri vb.) yardımcı araçlar olarak kullanırlar.
Araştırmaların Planlanması ve Yürütülmesi
Bilim insanları ve mühendisler hem bireysel hem de işbirliği içinde çalışarak sahada ya da laboratuvarda sistematik araştırmaları planlar ve yürütürler.
Verilerin Analizi ve Yorumlanması
Bilimsel araştırmalar, anlam çıkarmak için analiz edilmesi gereken veriler üretir. Veri kalıpları ve eğilimleri her zaman açık olmadığı için, bilim adamları verilerdeki önemli özellikleri ve kalıpları belirlemek için tablolama, grafik yorumlama, görselleştirme ve istatistiksel analiz dahil olmak üzere bir dizi araç kullanır.
Matematik ve Bilgi İşlemsel Düşünmeyi Kullanmak
Hem fende hem de mühendislikte matematik ve hesaplama, fiziksel değişkenleri ve bunların ilişkilerini temsil etmek için temel araçlardır.
Açıklamalar Oluşturmak ve Çözümler Tasarlamak
Fen bilimlerinin ürünleri açıklamalar, mühendisliğin ürünleri ise çözümlerdir.
Kanıtlar Yoluyla Tartışmaya Girmek
Argümantasyon, açıklamalara ve çözümlere ulaşılması sürecidir.
Bilgi Edinme, Değerlendirme ve Paylaşma
Bilim insanları ve mühendisler, ürettikleri fikirleri ve yöntemleri açık ve ikna edici bir şekilde aktarabilmelidir.

NGSS, NRC (2012) tarafından ortaya konan çerçeveye dayalı olarak geliştirilmiş ve anaokulundan 12. sınıfa kadar olan öğrenciler için bazı performans beklentilerini içermektedir. Performans beklentileri, öğrencilerin fen ve mühendislikte neleri bilmeleri ve neleri yapmaları gerektiğini açıklamaktadır.

2.1.3.1.1. K-2 Seviyesi Mühendislik Tasarım Performans Beklentileri

K-2 seviyesi, anaokulundan ilkokul ikinci sınıfa kadar olan bölümü kapsamaktadır. Anaokulu ve ilkokul öğretmenlerinin görevi, öğrencilerin yaratıcılıklarını ve enerjilerini problemleri çözmek ve hedeflerine ulaşmak için mühendislik tasarım olarak adlandırılan sistematik süreci kullanmalarını sağlamak ve onlara rehberlik etmektir (Bybee, 2014; Pratt, 2012).

NGSS Lead States (2013)'e göre mühendislik tasarımı adım adım bir süreç olmasa da bu seviyelerde üç aşamada düşünmek faydalı olur. Bunlar;

1. Problemi tanımlamak,
2. Olası çözümler geliştirmek,
3. Problemi hangi çözümün en iyi çözdüğünü belirlemek.

Anaokulunda öğrencilerden basit cihazlar tasarlamaları ve inşa etmeleri beklenir. Birinci sınıfta öğrencilerden basit bir problemi çözmek için araç ve gereçler kullanmaları ve farklı çözümleri test etmeleri ve karşılaştırmaları beklenir. İkinci sınıfta daha karmaşık problemleri tanımlamaları, ardından farklı çözümleri karşılaştırmak için verileri geliştirmeleri, test etmeleri ve analiz etmeleri beklenir (Moore ve Smith, 2014; NGSS Lead States, 2013; Purzer ve Quintana-Cifuentes, 2019).

Tablo 2.4. K-2 Seviyesi Mühendislik Tasarım Performans Beklentileri

K-2-ETS1-1.	Sorular sorun, gözlemler yapın ve insanların değiştirmek istedikleri bir durum hakkında yeni veya daha önce tasarlanmış bir nesne veya aracın geliştirilesiyle çözülebilecek basit bir sorunu tanımlamak için bilgi toplayın.
K-2-ETS1-2.	Bir nesnenin şeklinin, verilen bir sorunu çözmek için gerektiği gibi çalışmasına nasıl yardımcı olduğunu göstermek için basit bir eskiz, çizim veya fiziksel model geliştirin.
K-2-ETS1-3.	Her birinin nasıl performans gösterdiğinin güçlü ve zayıf yönlerini karşılaştırmak için aynı sorunu çözmek için tasarlanmış iki nesnenin testlerinden elde edilen verileri analiz edin.

Anaokulundan, ikinci sınıfın sonuna kadar öğrenciler mühendislik tasarımı sürecini anlamaları için tek bir problemle ilgili üç performans beklentisini (K-2-ETS1-1, K-2-ETS1-2 ve K-2-ETS1-3) de gerçekleştirebilmelidir (NGSS Lead States, 2013). Özetle bunlar, bir problem tanımlamak, problemin çözümü için fikir geliştirmek ve problemi hangisinin en iyi

çözdüğünü görmek için çözümleri test ederek karşılaştırabilmeyi kapsamaktadır (NRC, 2012; Pratt, 2012).

2.1.3.1.2. 3-5 Seviyesi Mühendislik Tasarım Performans Beklentileri

Öğrencilerin sınıf seviyelerinin yükselmesiyle birlikte, üçüncü sınıftan beşinci sınıfa kadar olan öğrenciler, mühendislik tasarımda hem daha sistematik hem de daha yaratıcı yollara başvurabilirler (Bybee, 2014; Moore ve Smith, 2014; NGSS Lead States, 2013; Pratt, 2012).

NGSS Lead States (2013)'e göre daha önceki sınıflarda olduğu gibi, mühendislik tasarımı üç aşama olarak düşünülebilir. Bunlar;

1. Problemi tanımlamak,
2. Olası çözümler geliştirmek,
3. Tasarımları optimize etmek.

Üçüncü sınıf öğrencileri, manyetik kuvvetler, organizmaların ihtiyaçları ve şiddetli hava koşullarının etkileri hakkındaki fen anlayışlarını mühendislik tasarımına entegre ederler. Dördüncü sınıfta öğrenciler, enerji dönüşümleri, iletişim, aşınma ve erozyonun etkilerinin azaltılması ve jeolojik tehlikelerle ilgili problemlere çözümler üretir ve karşılaştırır. Beşinci sınıf öğrencileri çevre sorunları için çözümler geliştirirler (Moore vd., 2014; NGSS Lead States, 2013).

Tablo 2.5. 3-5 Seviyesi Mühendislik Tasarım Performans Beklentileri

3-5-ETS1-1.	Malzeme, zaman veya maliyetle ilgili sınırlılıklar için belirli kriterleri içeren bir ihtiyacı veya isteği yansıtan basit bir tasarım problemi tanımlayın.
3-5-ETS1-2.	Problemin kriterlerini ve sınırlılıklarını ne kadar iyi karşılayacağına bağlı olarak birden fazla olası çözüm üretin ve bu çözümleri karşılaştırın.
3-5-ETS1-3.	Bir modelin veya prototipin geliştirilebilecek yönlerini belirlemek için değişkenlerin kontrol edildiği ve hata noktalarının dikkate alındığı uygun test yöntemleri planlayın ve bunları gerçekleştirin.

Beşinci sınıfın sonunda öğrenciler mühendislik tasarımı sürecini anlamaları için tek bir problemle ilgili üç performans beklentisini (3-5-ETS1-1, 3-5-ETS1-2 ve 3-5-ETS1-3) de gerçekleştirebilmelidir (Moore ve Smith, 2014; NGSS Lead States, 2013). Özetle bunlar, kriterleri ve sınırlılıkları belirleyerek bir problem tanımlamayı, birden fazla çözüm geliştirip

karşılaştırmayı ve alternatif çözümleri test etmek için kontrollü deneyler yapmayı içermektedir (Moore ve Smith, 2014; NRC, 2012; Pratt, 2012).

2.1.3.1.3. 6-8 Seviyesi Mühendislik Tasarım Performans Beklentileri

Öğrenciler altıncı sınıfa başladıklarında, daha önce almış oldukları eğitimleri de göz önünde bulundurarak, mühendislik tasarım ile ilgili sayısız bilgi ve deneyime sahip olmaları beklenir. Ortaokul öğrencilerinin amacı problemleri daha kesin bir şekilde tanımlamak, en iyi çözümü seçmek için daha kapsamlı bir süreç yürütmek ve nihai tasarımı optimize etmektir.

NGSS Lead States (2013)'e göre daha önceki sınıflarda olduğu gibi, mühendislik tasarımı üç aşama olarak düşünülebilir. Bunlar;

1. Problemi "kesinlik" ile tanımlamak,
2. Olası çözümler geliştirmek,
3. Tasarımları optimize etmek.

Problemi "kesinlik" ile tanımlamak, bu sınıf seviyelerinde ilkokulda beklenenden daha derin düşünerek, problemi ve sınırlılıkları tüm yönleriyle ele almayı içerir. Örneğin: "Tasarımın başarılı olup olmadığına son kullanıcı nasıl karar verecek?" Ayrıca bu seviyede öğrencilerin sadece son kullanıcıyı değil, aynı zamanda daha geniş toplumu ve çevreyi de dikkate almaları beklenir.

Olası çözümler geliştirmek, öğrencilerin araştırma-sorgulama süreci sonrasında elde etmiş oldukları bilgiler ışığında problemlere farklı çözümler geliştirmeleri beklenir. Bu aşama, sistematik bir yöntem kullanarak önerilen farklı fikirleri değerlendirmek, farklı çözümleri test edip en iyi fikirleri yeni bir çözümde birleştirerek, hangi çözümün en umut verici olduğunu belirlemek şeklinde gerçekleşen iki aşamalı bir süreç şeklinde yürütülür.

Tasarımları optimize etmek, öğrencilerin en iyi tasarımı test ettiği, sonuçları analiz ettiği, tasarımı buna göre değiştirdiği ve ardından yeniden test edip tasarımı yeniden değiştirdiği yinelemeli bir süreçtir. Öğrenciler, optimal (mümkün olan en iyi) sonuca ulaşmak için bu döngüyü birkaç kez tekrarlayabilirler.

Tablo 2.6. 6-8 Seviyesi Mühendislik Tasarım Performans Beklentileri

MS-ETS1-1.	İlgili bilimsel ilkeleri ve olası çözümleri sınırlayabilecek doğal çevre ve insanlar üzerindeki potansiyel etkileri dikkate alarak, başarılı bir çözüm sağlamak için bir tasarım sorununun kriterlerini ve kısıtlamalarını yeterli hassasiyetle tanımlayın.
MS-ETS1-2.	Problemin kriterlerini ve sınırlılıklarını ne kadar iyi karşıladıklarını belirlemek için sistematik bir süreç kullanarak farklı çözümleri değerlendirin.
MS-ETS1-3.	Başarı kriterini daha iyi karşılamak için her bir çözümün en iyi özelliklerini belirlemek adına çeşitli tasarım çözümleri arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları ortaya koymak için testlerden elde edilen verileri analiz edin.
MS-ETS1-4.	Mümkün olan en iyi sonuca ulaşmak adına bir nesnenin, aracın veya işlemin yinelemeli test edilmesi ve değiştirilmesi için veri oluşturmak üzere bir model geliştirin.

Sekizinci sınıfın sonunda öğrencilerden mühendislik tasarımının birbiriyle ilişkili süreçlerini anlayabilmeleri için tek bir problemle ilgili dört performans beklentisinin (MS-ETS1-1, MS-ETS1-2, MS-ETS1-3 ve MS-ETS1-4) tamamına ulaşmaları beklenmektedir (Moore vd., 2014; NGSS Lead States, 2013). Toplum ve doğal çevre üzerindeki potansiyel etkilerin yanı sıra çözümler için kriterleri ve sınırlılıkları tam olarak kavrayarak bir sorunu tanımlamayı, alternatif çözümleri sistematik olarak değerlendirmeyi, farklı çözümlerin testlerinden elde edilen verileri analiz etmeyi ve en iyi fikirleri geliştirilmiş bir çözümde birleştirmeyi ve bir model geliştirmek ve optimal bir çözüme ulaşmak için onu yinelemeli olarak test etmek ve iyileştirmeyi içermektedir (Moore vd., 2014; NGSS Lead States, 2013; NRC, 2012; Pratt, 2012; Rebecca, 2015).

2.1.3.1.4. 9-12 Seviyesi Mühendislik Tasarım Performans Beklentileri

Lise düzeyinde öğrencilerden fen, teknoloji, toplum ve çevre arasındaki ana küresel sorunlarla ilgilenmeleri, daha önce almış oldukları eğitimlerin ve artan olgunluğun mümkün kıldığı analitik ve stratejik düşünce türlerini taşımaları beklenir. Önceki sınıf seviyelerinde olduğu gibi, mühendislik tasarımı üç aşama olarak düşünülebilir. Bunlar, problemi tanımlamak, olası çözümler geliştirmek, tasarımları optimize etmek şeklinde karşımıza çıkmaktadır (Bybee, 2014; NGSS Lead States, 2013).

Tablo 2.7. 9-12 Seviyesi Mühendislik Tasarım Performans Beklentileri

HS-ETS1-1.	Toplumsal ihtiyaçları ve istekleri hesaba katan çözümler sunmak için nitel ve nicel kriterler ve sınırlılıkların belirtildiği büyük bir küresel zorluğu analiz edin.
HS-ETS1-2.	Kompleks bir gerçek dünya problemini mühendislik tasarım süreci yoluyla çözülebilecek daha küçük, daha yönetilebilir problemlere bölerek bir çözüm tasarlayın.
HS-ETS1-3.	Maliyet, güvenlik, güvenilirlik ve estetiğin yanı sıra olası sosyal, kültürel ve çevresel etkiler de dahil olmak üzere bir dizi sınırlamayı hesaba katan kriterlere dayalı olarak kompleks bir gerçek dünya problemine yönelik bir çözümü değerlendirin.
HS-ETS1-4.	Çok sayıda kriter ve sınırlama içeren kompleks bir gerçek dünya problemine önerilen çözümlerin etkisini modellemek için bir bilgisayar simülasyonu kullanın.

On ikinci sınıfın sonunda öğrencilerden mühendislik tasarımının birbiriyle ilişkili süreçlerini anlayabilmeleri için tek bir problemle ilgili dört performans beklentisinin (HS-ETS1-1, HS-ETS1-2, HS-ETS1-3 ve HS-ETS1-4) tamamına ulaşmaları beklenmektedir (NGSS Lead States, 2013; Purzer ve Quintana-Cifuentes, 2019). Bunlar, başlıca küresel zorlukların analizini; çözümler için kriterleri ve sınırlılıkları belirleme; karmaşık bir sorunu daha küçük, daha yönetilebilir sorunlara bölmek; öncelikli kriterlere göre alternatif çözümlerin değerlendirilmesi ve önerilen çözümlerin etkisini modellemek için bilgisayar simülasyonu kullanmak (NGSS Lead States, 2013; NRC, 2012; Pratt, 2012; Purzer ve Quintana-Cifuentes, 2019).

2.1.4. Girişimcilik Eğitimi

Girişimci bir birey planlama yapabilen, liderlik edebilen, inisiyatif alabilen, hızlı organize olabilen ve risk alabilen kişi olarak tanımlanabilir (Başar, 2017). Girişimcilik eğitimi ise öğrencilerin sahip olduğu fikirleri yaratıcı bir şekilde eyleme dönüştürme becerisi ve bu konudaki zihniyeti oluşturma sürecidir. Öğrencilerin sosyal katılımını, iş yapabilme durumlarını ve kişisel gelişimlerini destekleyen temel bir yeterliliktir. Ticari bir amacı olsun ya da olmasın yaşam boyu tüm öğrenme disiplinlerindeki süreçleri, girişimcilik ruhuna veya davranışına katkısı olan tüm eğitim-öğretim süreçlerini kapsamaktadır (European Commision/EACEA/Eurydice, 2016).

Herold'un (2010) yılında yaptığı *"Çocukları girişimci olmak üzere eğitelim!"* başlıklı TED konuşmasında günümüzdeki problemleri çocukları birer girişimci olmak üzere yetiştirmemiz ile çözülebileceği vurgusu yapmaktadır:

> *"(...) Bence çocukların genç yaşta girişimci olma fikrini benimsemesini sağlayabilirsek, dünyada bugün sorun olan her şeyi değiştirebiliriz. Etrafımızdaki her sorun için birilerinin bir fikri var. Hiç kimse, küçük bir çocuk olarak, böyle bir şeyin olmayacağını söyleyemez, çünkü bu fikri anlayamadığını fark edecek kadar akıllı değilsinizdir. Ebeveynler ve toplum olarak çocuklarımıza balık vermek yerine balık tutmayı öğretmeye başlamalıyız diye düşünüyorum. (...)"*
>
> *(Herold, 2010).*

Benzer şekilde, Robinson'un (2006) yılında yaptığı *"Okullar yaratıcılığı öldürüyor mu?"* başlıklı TED konuşmasında çocukların aldıkları eğitimden dolayı hata yapmaktan korktuklarını ve zamanla bireylerin girişimcilik ve yaratıcılık özelliklerinin aldıkları eğitimden dolayı köreldiğine vurgu yapmaktadır:

> *"(...) çocuklar şanslarını denemekten korkmayacaklar. Bilmeseler de devam edecekler. Haklı değil miyim? Yanlış yapmaktan korkmuyorlar. Şimdi, yanlış yapmak yaratıcı olmakla aynı şeydir demek istemiyorum. Bildiğimiz şu ki, eğer yanlış yapmaya hazırlıklı değilseniz, hiçbir zaman orijinal bir şey bulamazsınız. Eğer yanlış yapmaya hazırlıklı değilseniz. Ve zamanla yetişkin olduklarında, çoğu çocuk bu kapasitesini yitiriyor. Yanlış yapmaktan korkar hale geliyorlar ve firmalarımızı da bu şekilde yönetiyoruz. Hataları damgalıyoruz. Ve mevcut ulusal eğitim sistemlerimizde de bir çocuğun yapabileceği en kötü şey hatalardır. Sonuç şu ki insanları yaratıcı kapasitelerinin dışına yönelik eğitiyoruz. Picasso bir keresinde, bütün çocukların sanatçı olarak doğduklarını söylemiş. Problem büyüdüğümüzde de sanatçı olarak kalabilmekte. Şuna yürekten inanıyorum: Bizler yaratıcılık özelliğimize yönelik değil, aksi yönde büyüyoruz. Ya da daha doğrusu, ondan uzaklaştırılacak şekilde eğitiliyoruz. Peki, niye bu şekilde oluyor? (...)"*
>
> *(Robinson, 2006).*

Girişimcilik eğitimi, sosyal fayda için veya değer yaratacak bir konuda fırsatları fark etme veya fikirleri eyleme dönüştürme amacıyla bireylerde girişimci bakış açısı geliştirme ve bu süreçte bireylere yaratıcılık, liderlik, sorumluluk ve risk alma gibi beceriler kazandırmak amacıyla yapılan sadece ticari faaliyetlerle sınırlı olmayan her türlü eğitsel ve sosyal faaliyeti kapsar. Dolasıyla güncel öğretim programların hedeflediği ve bireylerin sahip olması gereken temel yetkinliklerden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Uçar, 2020b). Girişimcilik eğitimi, risk almaya ve yeni girişimlerin oluşumuna açıkça katkıda bulunur (Charney, Libecap ve Center, 2000).

Dünyadaki en çok tanınan iş insanları ile politikacıları buluşturan ve dünyanın ortak problemlerinin tartışıldığı konferansları düzenleyen Dünya Ekonomik Forum, 2009 yılında bir rapor yayımladı. Bu raporda girişimcilik, çocukların yetişkinliğe geçmeden önce kazandırılması gereken en önemli becerilerden biri olduğu vurgusu yapmıştır (World Economic Forum, 2009).

Avrupa Komisyonu tarafından 2006 yılında yayınlanan Avrupa Birliği 2020 hedeflerinden biri "İnisiyatif alma ve Girişimcilik Duygusu" şeklindedir (European Commision, 2006). Benzer şekilde Avrupa Komisyonu 2014 yılında "Eğitim ve Öğretimde İşbirliği için Stratejik Çerçeve" isimli raporda eğitim ve öğretimin her aşamasında girişimciliğin teşvik edilmesi, öğrencilerin girişimcilik yetkinliği kazanmalarının gerekliliği ve önemi vurgulanmaktadır (European Commision, 2014). Tüm bunlardan hareketle girişimcilik, yalnızca işletme ya da ekonomi alanları yerine bu alanların ötesinde düşünülmeye başlandığında, pedagojik olarak bireylere kazandıracağı beceriler arka plana atılmamalı ve girişimciliğe eğitim programlarında etkili bir şekilde yer verilmeye başlanmalıdır (Uçar, 2020b)

Ülkemiz fen bilimleri dersi öğretim programında, Öğretim Programının Perspektifi başlığı altında yer alan ve öğrencilere kazandırılması gereken yetkinlikler, Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinde listelenmiştir. Bu yetkinlikler, öğrencilerin ulusal ve uluslararası alanda; bireysel, sosyal, akademik ve iş yaşamlarında ihtiyaç duyacakları beceri yelpazesi olarak tanımlanmış bilgi, beceri ve davranışlara sahip bireyler olarak öğrencileri yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Bu yetkinlikler içerisinde "inisiyatif alma ve girişimcilik" yetkinliği yer almaktadır. MEB bu yetkinliği şu şeklinde tanımlamaktadır:

> *"Bireyin düşüncelerini eyleme dönüştürme becerisini ifade eder. Yaratıcılık, yenilik ve risk almanın yanında hedeflere ulaşmak için planlama yapma ve*

proje yönetme yeteneğini de içerir. Bu yetkinlik, herkesi sadece evde ve toplumda değil işlerine ait bağlam ve şartların farkında olabilmeleri ve iş fırsatlarını yakalayabilmeleri için aynı zamanda iş hayatında desteklemekte; toplumsal ve ticari etkinliklere girişen veya katkıda bulunan kişilerin ihtiyaç duydukları daha özgün bilgi ve beceriler için de bir temel teşkil etmektedir. Etik değerlerin farkında olma ve iyi yönetişimi desteklemeyi de kapsar."

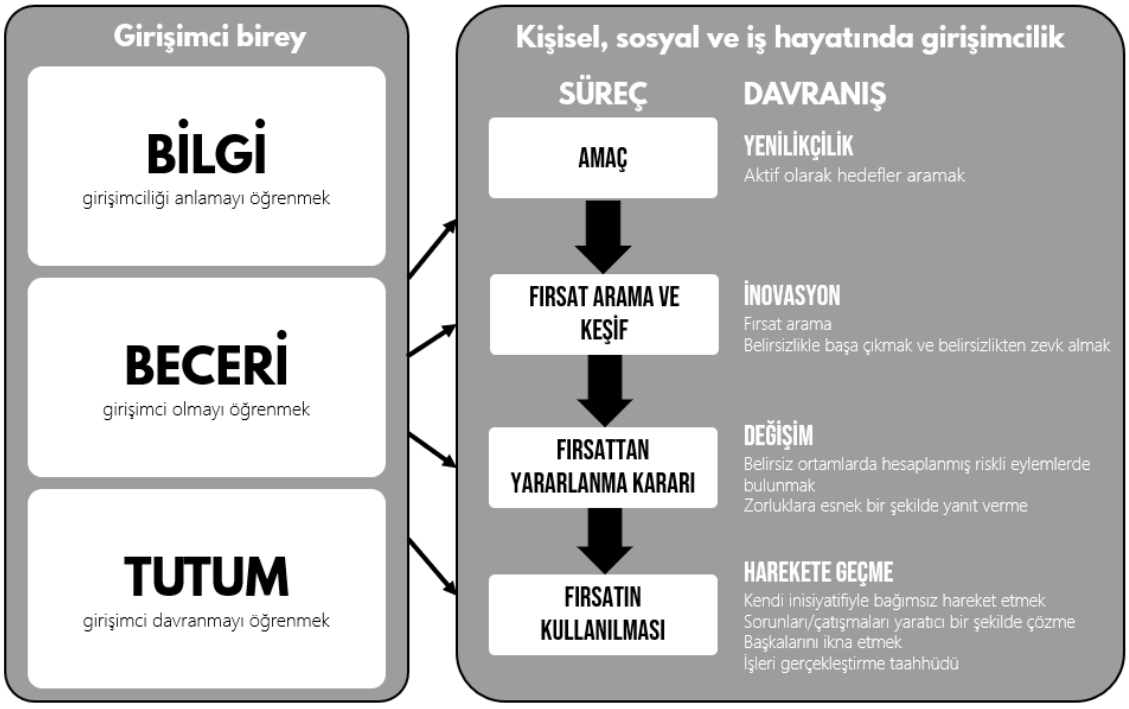
(MEB, 2018a)

Fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan, alana özgü beceriler bölümü incelendiğinde; analitik düşünme, yaratıcılık, karar verme, takım çalışması, iletişim ve girişimciliğin temel yaşam becerilerini kapsadığı görülmektedir. Ayrıca öğretim programının özel amaçları incelendiğinde ise "fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirme" amacı göze çarpmaktadır (MEB, 2018a). Buradan hareketle girişimciliğin hem yaşam becerisi olarak hem de programın özel amaçlarından biri olduğu görülmektedir. Tüm bunlara ek olarak, MEB tarafından yayımlanan "2023 Vizyon Belgesi" içerisinde, öğrencilerin eğitim-öğretim süreçleri boyunca sosyal girişimcilikle tanışmaları ve toplumsal problemlere çözümler aramaları için olumlu tutum geliştirmelerinin desteklenmesine özellikle vurgu yapıldığı görülmektedir (MEB, 2018b).

Girişimcilik eğitimi için ülkemizde resmi bir müfredat takip edilmediğinden, öğretmenlerin başvurdukları pedagoji ile doğrudan bağlantılıdır. Girişimcilik eğitimi bir bilgi, beceri ve tutum geliştirme süreci olduğundan öğrencilerin aktif bir şekilde öğrendiği, yaparak yaşayarak öğrendikleri ortamlar girişimcilik eğitiminin anahtarı rolündedir (Cheng, Chan ve Mahmood, 2009; Moberg vd., 2014; Uçar, 2020b). Girişimcilik eğitimi yalnızca becerilerin öğretimi şeklinde değil; girişimcilik ile ilgili bilgi, beceri ve tutumu kapsamaktadır.

Girişimcilik eğitiminin boyutlarını geliştirmek için bir ASTEE (Assessment Tools and Indicators for Entrepreneurship Education [Girişimcilik Eğitimi için Değerlendirme Araçları ve Göstergeleri]) projesi kapsamında Şekil 2.10 kullanılmıştır. Proje ortakları girişimci bireyler yetiştirmek için girişimcilik eğitiminin odaklanması gereken beş boyut belirlemişlerdir. Bunlar bilgi, beceri, zihniyet, eğitime ve gelecekteki kariyere bağlılık olarak sıralanmaktadır (Moberg vd., 2014). Proje sonunda girişimcilik becerileri için bir değerlendirme aracı geliştirilerek girişimcilik eğitimi için temel ve ileri seviye öğrenme kazanımları hazırlanmıştır (European Commision/EACEA/Eurydice, 2016). Avrupa

Komisyonu, geliştirilen bu değerlendirme aracına dayanarak üç kategoride (bilgi, beceri ve tutum) bu kazanımları geliştirmiştir. Bu kazanımlar alt başlıklar halinde bir sonraki bölümde açıklanmıştır.



Şekil 2.10. Girişimcilik Eğitiminin Unsurları için Avrupa Birliği Çerçevesi (Heinonen ve Poikkijoki, 2006; Moberg vd., 2014)

Avrupa Komisyonuna göre, girişimcilik eğitiminin müfredata eklenmesi için temelde üç yaklaşım bulunmaktadır.

- Çapraz müfredat yaklaşımı kullanılarak girişimcilik eğitimi ile ilgili kazanımların birçok farklı derste yatay ve çapraz olarak;
- Zorunlu bir ders olarak ya da farklı bir dersin zorunlu bir bölümü olarak öğretilen girişimcilik eğitimi;
- Seçmeli bir ders olarak ya da seçmeli farklı bir dersin parçası olarak öğretilen girişimcilik eğitimi şeklinde öğretilebilir (European Commision/EACEA/Eurydice, 2016).

Girişimcilik eğitim programlarının temel rolü, öğrenci farkındalığını artırmak, girişimcilik yolunu uygulanabilir bir kariyer seçeneği olarak vurgulamak ve girişimcilik üzerine olumlu tutum, bilgi ve beceriler geliştirmektir. Eğitim sistemleri, bilgi ve becerileri öğretmeye

odaklanma konusunda uzun bir geleneğe sahiptir. Ancak iş, girişimciliği öğretmeye geldiğinde ise öğrencilerin zihniyeti, tutumları ve kariyer istekleri gibi unsurları ele almak oldukça önemlidir (Moberg vd., 2014).

2.1.4.1. Girişimcilik Eğitimi ile İlgili Öğrenme Kazanımları

Avrupa Komisyonu tarafından ASTEE, Girişimcilik Eğitimi için Değerlendirme Araçları ve Göstergeleri baz alınarak girişimcilik eğitimi için öğrenme kazanımları hazırlanmıştır. Bu kazanımlar girişimcilik bilgisi, girişimcilik becerileri ve girişimcilik tutumları olmak üzere üç başlık altında yer almakta ve her kategori için başlangıç ve ileri seviyede kazanımları içermektedir.

2.1.4.1.1. Girişimcilik Bilgisi

Girişimcilik bilgisi genel anlamda, girişimcilik ile ilgili bilgileri öğrencilere öğretme ve değerlendirme şeklinde yürütülmekte; aynı zamanda girişimcilik becerileri ve tutumlarına kıyasla müfredatlara dahil edilmesinin daha kolay olduğu düşünülmektedir (European Commision/EACEA/Eurydice, 2016).

Tablo 2.8. Girişimcilik Bilgisi Kazanımları (European Commision/EACEA/Eurydice, 2016)

K1 - Fırsatları Değerlendirme	
İleri seviye	Kar ve gideri karşılaştırma.
Başlangıç seviyesi	Yerel düzeyde sağlanan ürünleri ve hizmetleri tanıma veya bazı (iş) fikirlerin işe yaradığını, bazılarının yaramadığını anlama.
K2 - Toplumda Girişimcilerin Rolü	
İleri seviye	Bir girişimcinin rolünü açıklayabilme.
Başlangıç seviyesi	Bir girişimcinin rolünü anlama.
K3 - Girişimcilikle İlgili Kariyer Seçenekleri	
İleri seviye	İş ve sosyal girişimcilik arasındaki girişimcilikle ilgili kariyer seçeneklerini tanımlama.
Başlangıç seviyesi	Bir bireyin bir iş kurmasının farklı nedenlerinin olduğunu (para kazanma, diğerlerine yardım etme veya farklı bir şey yapma) anlama.

Girişimcilik bilgisi üç temel başlıktan oluşmaktadır. Bunlar; fırsatları değerlendirme, toplumda girişimcilerin rolü ve girişimcilikle ilgili kariyer seçenekleridir. Bu başlıklara ait başlangıç ve ileri seviye kazanımları Tablo 2.8'de gösterilmektedir.

2.1.4.1.2. Girişimcilik Becerileri

Tablo 2.9. Girişimcilik Becerileri Kazanımları (European Commision/EACEA /Eurydice, 2016)

S1 - Yaratıcılık	
İleri seviye	Problemleri çözen yaratıcı fikirler geliştirme ve işletmelerdeki ve/veya toplumdaki fırsatları fark etme.
Başlangıç seviyesi	Yaratıcı fikirler geliştirme ve değerlerini tanıma.
S2 - Planlama	
İleri seviye	Hedefleri planlama ve denetimli bir proje uygulama.
Başlangıç seviyesi	Basit planlama becerilerini uygulama ve sınırlı kaynaklar konusunda anlayış gösterme.
S3 - Finansal Okuryazarlık	
İleri seviye	Proje ile ilgili zor veya olağandışı problemleri ele almak için uygun mali ve dijital araçları kullanma.
Başlangıç seviyesi	Ürünlerin fiyatını ve ederini anlama ve karşılaştırma.
S4 - Kaynakları Organize Etme	
İleri seviye	Var olan kaynaklardan katma değer oluşturma.
Başlangıç seviyesi	Kaynakları basit bir şekilde anlamaya başlama.
S5 - Belirsizlik/Risk Yönetimi	
İleri seviye	Riski tanımlama ve eylemler ve kararlar için sorumluluk alma.
Başlangıç seviyesi	Riskin farkına varmaya ve kendi eylemlerinin sorumluluğunu almaya başlama.
S6 - Takım Çalışması	
İleri seviye	Onaylanan birimlerle birlikte çalışma, problemlerle baş etme ve çözümleri görüşme.
Başlangıç seviyesi	Diğerleriyle çalışmaya başlama.

Girişimcilik becerilerine ait kazanımlar altı başlık altında ele alınmaktadır. Bunlar; yaratıcılık, planlama, finansal okuryazarlık, kaynakları organize etme, belirsizlik/risk yönetimi ve takım çalışması şeklindedir. Bu başlıklar altında başlangıç ve ileri seviye kazanımlar Tablo 2.9'da gösterilmiştir.

2.1.4.1.3. Girişimcilik Tutumları

Girişimcilik tutumları iki başlık altında listelenmiştir. Bunlar; kendine güven ve girişim duygusu şeklindedir. Kendine güven; öz farkındalık, kendine saygı, öz doğrulama veya girişkenlik şeklinde de ifade edilebilir. Girişim duygusu ise problem çözme ile yakından ilişkilidir. Girişimcilik tutumlarına ilişkin başlangıç ve ileri seviye kazanımlar Tablo 2.10'da gösterilmektedir.

Tablo 2.10. Girişimcilik Tutumları Kazanımları (European Commision/EACEA/Eurydice, 2016)

A1 - Kendine Güven	
İleri seviye	Kendi değerlerine güven duyma.
Başlangıç seviyesi	Kendisi hakkında daha güvenli hissetmeye ve gelecek için daha yüksek isteklere sahip olmaya başlama.
A2 - Girişim Duygusu	
İleri seviye	Bir probleme çözüm önerme ve ona göre davranma.
Başlangıç seviyesi	Basit bir problem için çözümler aramaya başlama.

2.1.5. Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Eğitimi

MEB tarafından 2018 yılında yayınlanan fen bilimleri öğretim programında "Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları" olarak, MEB 2017 öğretim programında yer alan haline ek olarak "girişimcilik" kavramı eklenmiştir.

Uçar (2020b)'a göre girişimci, yalnızca milyonları kazanan zengin bir birey değil, 21. yüzyıl insanının sahip olması gereken bilgi, beceri ve tutuma sahip bireylerdir.

Girişimcilik kazanımları incelendiğinde 21. yüzyıl becerileri, girişimcilik ve mühendislik tasarımın hedeflerinin ortak yönleri olduğu sonucuna varılabilir. Mühendislik tasarım becerileri incelendiğinde problemlere çözümler geliştirmek için planlama yapma, araştırma yapma, prototip oluşturma, test etme, verileri analiz etme, optimize etme ve paylaşma gibi

aşamaları bulunduğu görülmüştür; girişimcilik kazanımları incelendiğinde ise fırsatları değerlendirme, yaratıcılık, planlama, finansal okuryazarlık, kaynakları organize etme, risk yönetimi, takım çalışması, öz güven ve girişim duygusu kazanımlarını desteklemektedir. Bu durumda disiplinlerarası bir yaklaşımla hazırlanan mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile öğrencilere girişimcilik yetkinliği kazandırmak uygun bir yol olarak görülebilir.

Mühendislik tasarımını öğrenmenin amacı, öğrencileri matematik ve fen bilgisinin pratik bir uygulaması olarak uygulamalı etkinliklerde mühendislikle etkileşime girmeye teşvik etmektir. Mühendislik uygulamaları ile öğrenciler bunun sadece bir şeyler inşa etmek olmadığını öğrenirler. Bunun yerine ihtiyaç veya sorunun net bir şekilde tanımlanması, araştırılması, planlanması, test etme, değerlendirme ve iletişimin gerekli olduğu bir süreçtir (Hynes vd., 2011).

Öğrenciler süreç içerisinde yaratıcı bir şekilde planlamalar yaparak, kaynakları organize eder, riskleri yönetir, takım çalışması yapar ve en temelinde bir girişimde bulunmuş olur. Bu bağlamda mühendislik tasarımı ve girişimcilik kazanımları birbiri ile iç içe geçmiş şekildedir. Örneğin, bir öğrenci mühendislik tasarım sürecinde neredeyse her adımda planlama yapar; planlama ise girişimcilik eğitiminde bir kazanım olarak karşımıza çıkmaktadır. Başka bir örnek vermek gerekirse, bir öğrenci mühendislik tasarım sürecine başlarken öncelikle problemi doğru tanımlayabilmesi gerekmektedir; girişimcilik eğitiminde ise bir girişime başlarken sorun ya da problem detaylıca analiz edilip, fırsatlar değerlendirilir ve kaynaklar organize edilir. Bu bağlamda mühendislik tasarım ile girişimcilik kazanımlarının bütünleşik bir yapıda olduğu söylenebilir.

MEB (2018a)'ya göre fen bilimleri dersi öğretim programı katma değerli üretim modelini benimsemiştir. Hazırlanan üniteler, konular ve kazanımlar gündelik hayat ile ilgili ihtiyaçların çözümüne ilişkin teknolojilerin üretilmesini kapsayan bir yaklaşımla hazırlanmıştır. Öğrenciler günlük hayat problemlerine çözümler geliştirirken fen bilimlerinin günlük yaşamdaki karşılıklarını uygulamalar yaparak deneyimlemesine ve öğrencinin girişimde bulunarak potansiyellerini harekete geçirmesini amaçlamaktadır. Bu bağlamda fen bilimleri ve bilimsel bilgi edinme süreci, uygulamalar yaparak teknolojik ürün geliştirmeye bunula birlikte öğrencilerin girişimcilik yeterliliği ile hayata değer katarak ekonomik kalkınmaya hizmet etmesi düşünülmektedir. Bu yaklaşımı desteklemek adına fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları her üniteye paralel olarak ve kazanımlar ile ilişkili bir şekilde bir bütünün ayrılmaz bir parçası halinde dahil edilmiştir. Öğretmenlerin

rehberliğinde ilerleyen bu süreçte öğrenciler, bilimsel bilgiyi mühendislik ve girişimcilik uygulamalarıyla bütünleştirerek ürünlere dönüştürmeleri beklenmektedir.

2.1.6. Müfredat Tasarımı ve Geliştirme

Araştırmanın amacı ve önemi bölümünde de belirtildiği gibi bu çalışmanın amaçlarından biri, ortaokul öğrencilerinin mühendislik becerilerini ve girişimcilik yetkinliklerini geliştirmek üzere uygulanacak etkili ve pratik bir mühendislik tasarımı müfredatı geliştirmektir. Bu doğrultuda müfredat tasarımı ve geliştirme literatürüne de odaklanılmıştır.

2.1.6.1. Müfredat Nedir?

Eğitimde müfredat terimi, okulları veya öğretmenleri ele alan herkes tarafından kullanılır. Ancak müfredatın ortak ve net bir tanımını yapmak oldukça zor olabilir (Null, 2011). Aslında, "okulların ortak çabaları" (Walker, 1990) gibi çok geniş bir alandan "içerik" (Wang, Nieveen ve Akker, 2007) gibi çok daha dar bir tanıma rastlamak mümkündür. Taba (1962) müfredatı bir "öğrenme planı" olarak tanımlamaktadır.

Literatürde bir kavramla ilgili çok sayıda tanım bulunması, bu kavramın özüne tam olarak odaklanılmasının önüne geçebilir. Bu tür durumlarda kavramın kökenine incelemek onu anlamamıza yardımcı olabilir (van den Akker, 2013).

Latince "koşmak" anlamına gelen "currere" fiilinden türetilen müfredat (curriculum) kelime anlamı "yarış sahası" olarak tercüme edilir (Leyendecker, 2012). İngilizce kelime anlamında ise izlenecek bir "kurs" veya "yol" anlamına gelir. Eğitim alanındaki anlamına gelince, en genel anlamda müfredat, sınıfta neler olacağına rehberlik eden resmi ürün ve belgeler olarak tanımlanabilir(van den Akker, Fasoglio ve Mulder, 2008). Tarihsel olarak müfredat sözcüğü, Yunan uygarlığının klasik döneminde öğretilen konuları tanımlamak için kullanılmıştır (Leyendecker, 2012).

Aslında müfredat, bir konuyu ele almak, onu sınıfta kullanmak için hazırlamak ve öğrenciler öğrenme planı oluşturmak ile ilgilidir. Bu bağlamda müfredat, öğretilecek olanla ilgili olduğu ve düşünce, amaç ve eylemi birleştirdiği için eğitimin temelidir (Null, 2011).

Bu çalışma için bir müfredat tanımı yapmak gerekirse, mühendislik, girişimcilik, bilgi, beceri ve tutumları içeren öğrenme hedef ve göstergeleri ile çocuklara kazandırılması beklenen bilgi ve becerilere ilişkin öğrenme hedeflerini ve bu hedeflere ulaşmalarına

yardımcı olmak için kullanılan öğrenme deneyimlerini içeren yazılı bir plan olarak tanımlanabilir. Öğrenme hedefleri çocukların kazanmaları beklenen bilgi, beceri ve eğilimlerden oluşur, kısaca kazanımlar olarak adlandırılabilir.

Müfredata ilişkin bu çeşitli tanımlamalara ek olarak literatürde "*hedeflenen*", "*uygulanan*" ve "*ulaşılan*" müfredat olmak üzere üç farklı müfredat betimlemesine rastlamak mümkündür. *Hedeflenen müfredat*, müfredat materyalleri ve belgelerinde ima edilen niyetler anlamına gelen resmi/yazılı müfredatın yanı sıra müfredatın temeli olan gerekçeyi veya ana felsefeyi ifade eden ideal müfredat anlamına gelir. *Uygulanan müfredat*, algılanan müfredatı (kullanıcıların yorumları, özellikle öğretmenlerin yorumları) ve operasyonel müfredatı (gerçek öğretme-öğrenme sürecinde uygulandığı şekliyle) içerir. Son olarak, *ulaşılan müfredat*, öğrenenlerin algısından öğrenme deneyimlerini ifade eden deneyimsel müfredatın yanı sıra elde edilen öğrenme çıktıları anlamına gelen öğrenilen müfredattan oluşur (van den Akker, 2004, 2013). Bu betimlemeler tablo halinde Tablo 2.11'de gösterilmektedir.

Tablo 2.11. Müfredat Betimlemeleri (van den Akker, 2013)

Hedeflenen	İdeal	Vizyon (bir müfredatın altında yatan gerekçe veya temel felsefe)
	Resmi/Yazılı	Müfredat belgelerinde ve/veya materyallerde belirtilen amaçlar
Uygulanan	Algılanan	Kullanıcıları (özellikle öğretmenler) tarafından yorumlandığı şekliyle müfredat
	Kullanıma hazır	Gerçek öğretme ve öğrenme süreci (ayrıca: uygulamadaki müfredat)
Ulaşılan	Deneyimsel	Öğrenenler tarafından algılanan öğrenme deneyimleri
	Öğrenilmiş	Öğrenenlerden ortaya çıkan öğrenme çıktıları

Özetle, amaçlanan müfredat, alan ağırlıklı olarak müfredat politika yapıcılarının ve müfredat geliştiricilerin (çeşitli rollerdeki) etkisine atıfta bulunur; uygulanan müfredat, özellikle okulların ve öğretmenlerin dünyasıyla ilgilidir ve ulaşılan müfredat ise öğrencilerle ilgilidir (van den Akker, 2013).

2.1.6.2. Müfredat Bileşenleri

Müfredat bileşenlerinin belirlenmesi, program geliştirme sürecinin en önemli adımlarından biridir. Müfredatlar, öğrenciler tarafından kazanılması beklenen bilgi ve becerilerle ilgili öğrenme hedeflerini, bu öğrenme hedefleriyle bağlantılı olarak tasarlanan öğrenme deneyimlerini, etkinliklerin ve öğrenme fırsatlarının entegre edildiği planları ve öğrenme materyallerinin düzenlenmesini içerir (McKenney, Nieveen ve van den Akker, 2006).

Müfredat (yani öğrenme planı) geliştirmenin en büyük zorluklarından biri, bir müfredatın çeşitli bileşenleri arasında denge ve tutarlılık yaratmaktır (van den Akker, 2013).

McLachlan, Fleer ve Edwards (2018), erken çocukluktan yüksek öğretime kadar herhangi bir eğitim ortamında uygulanan bir müfredatta yer alması gereken şu bileşenleri listeler:

- *Öğrenme hedefleri*, amaçları veya çıktıları ile ilgili ifadeler (Bu müfredatla ne elde edilmesi amaçlanmaktadır; bu müfredatın uygulanmasına katılmanın bir sonucu olarak ne tür öğrenme çıktılarının elde edilmesi beklenir?)
- *Bağlam, alanlar* veya *konu* (Müfredata ne dahil edilecek veya müfredattan hariç tutulacak?)
- *Öğretim yöntemleri* veya *yaklaşımları* (Müfredatın öğrenme hedeflerine veya çıktılarına ulaşmak için hangi yöntem veya prosedürler kullanılacak?)
- *Ölçme ve değerlendirme* (Müfredatın öğrenme hedeflerine ve sonuçlarına ulaşıldığı nasıl bilinecek?)

Walker (1990) tarafından görece basit müfredat tanımı, üç ana planlama öğesini içerir: içerik, amaç ve öğrenme organizasyonu. Van den Akker (2013) müfredat tasarlamanın ve uygulamanın zorluklarını aşmak adına ayrıntılı bir bileşen listesi hazırlanmıştır. Çeşitli tipolojileri detaylandırarak, öğrenci öğreniminin planlanmasıyla ilgili on özel soruyu ele alan on bileşenden (Tablo 2.12) oluşan bir çerçeveye bağlı kalmanın önemini vurgulamaktadır.

Tablo 2.12. Müfredat Bileşenleri (van den Akker, 2013)

Gerekçe veya Vizyon	Neden öğreniyorlar?
Amaçlar ve Hedefler	Hangi hedeflere yönelik öğreniyorlar?
İçerik	Ne öğreniyorlar?
Öğrenme Aktiviteleri	Nasıl öğreniyorlar?
Öğretmenin Rolü	Öğretmen, öğrenmeyi nasıl kolaylaştırıyor?
Malzemeler ve Kaynaklar	Ne ile öğreniyorlar?
Gruplandırma	Kiminle öğreniyorlar?
Konum	Nerede öğreniyorlar?
Zaman	Ne zaman öğreniyorlar?
Değerlendirme	Öğrenmenin ne kadar ilerlediği nasıl ölçülür?

Van den Akker (2013) aynı zamanda, bileşenlerin her biri için aşağıdaki gibi birçok alt sorunun eklenmesinin mümkün olduğunu söylemektedir:

Gruplandırma:

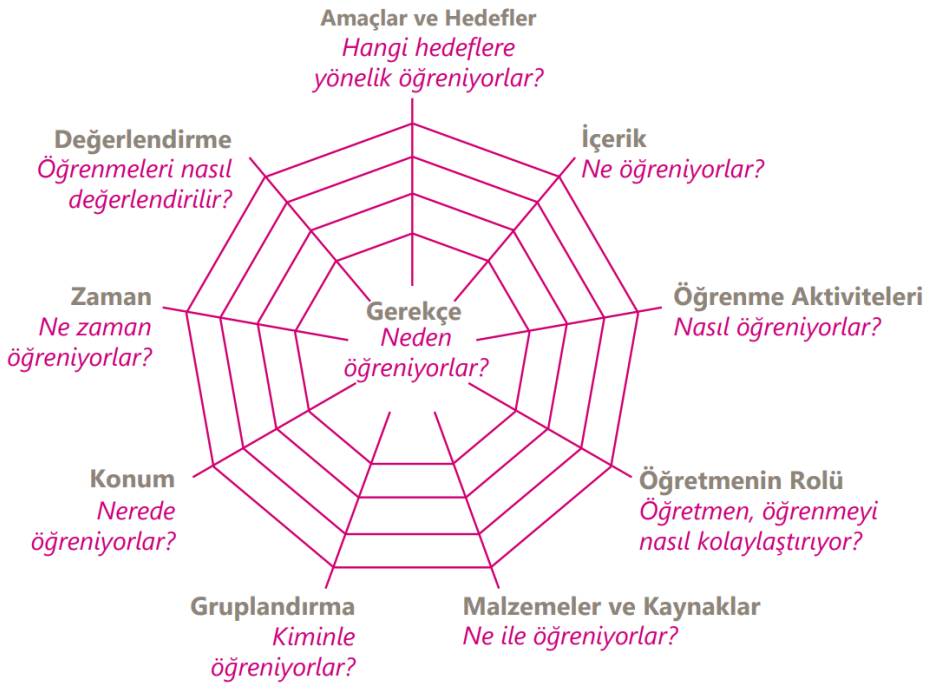
- Öğrenciler çeşitli öğrenme yörüngelerine nasıl yönlendirilir?
- Öğrenciler bireysel mi, küçük gruplar halinde mi yoksa tüm sınıf olarak mı öğrenmeyi gerçekleştirecekler?

Konum:

- Öğrenciler sınıfta mı, kütüphanede mi, evde mi yoksa başka bir yerde mi öğreniyor?
- Öğrenme ortamının sosyal/fiziksel özellikleri nelerdir?

Zaman:

- Çeşitli konu alanları için ne kadar vakit var?
- Belirli öğrenme görevlerine ne kadar zaman ayrılmalıdır?



Şekil 2.11. Müfredat Bileşenlerinin Örümcek Ağı Gösterimi

Van den Akker, tasarlanan bu müfredat bileşenlerini örümsek ağına benzeterek görselleştirmiştir. Görsel Şekil 2.11'de gösterilmiştir. Örümcek ağı, hem birçok ara bağlantıyı görünür hale getirirken hem de bileşenlerin ne kadar savunmasız olduklarını da vurgulamaktadır. Örümcek ağı aynı zamanda tanıdık bir ifadeyi de gösterir: Her zincir en zayıf halkası kadar güçlüdür. Belirli bileşenlere yönelik müfredat tasarımının vurgusu zamanla değişebilse de, sonunda tutarlılığı korumak için bir tür uyum sağlanmalıdır (van den Akker, 2013).

2.1.6.2. Mühendislik Tasarım Temelli Müfredatının Tasarımı

Jolly (2017) bir müfredatın mühendislik tasarım temelli ya da STEM olarak değerlendirilebilmesi için sekiz kriter oluşturmuştur. Bu kriterlerin esneklik gösterebileceğini ancak bir STEM uygulamasının tanımlamak adına kullanabileceğini önermiştir. Bu kriterler:

1. Mühendislik tasarım süreci kullanılarak fen, matematik ve teknoloji disiplinleri entegre edilir.
2. Fen ve matematik hedefleri, standartlara dayalı sınıf seviyelerine göre seçilir.
3. Öğrenciler, mühendislik zorluklarını içeren gerçek dünya problemlerini çözmeye odaklanır.

4. Öğrenciler takım halinde çalışarak planlama yaparak ve prototipler tasarlar. Prototipler test edilerek optimize edilmesi için plan yapılır.
5. Öğrenciler problemlerin çözümünü yapabilmek için sürekli olarak iletişim halinde olurlar.
6. Öğretmenler, öğrenci merkezli bir ortamda, öğrencilerin sorgulama yapabilmeleri için gerekli ortamı hazırlayarak, kolaylaştırıcı görevi üstlenir.
7. Başarısızlık, sürecin doğal bir parçası ve başarılı bir çözüm yaratmaya yönelik önemli bir adım olarak kabul edilir.
8. Öğrencilere STEM kariyerleri ve/veya yaşam uygulamaları tanıtılır.

Akgündüz (2018) STEM ders planlarının tasarımında 5E modelinin kullanılmasını desteklemektedir. Hazırlamış olduğu rehberde ders planı hazırlanırken, ilk olarak fen veya matematik kazanımlarına karar verilmesi ardından diğer bir STEM disiplini ile desteklenmesini önermektedir. Ayrıca 21. yy. becerilerine de vurgu yapılması gerektiğini savunmaktadır.

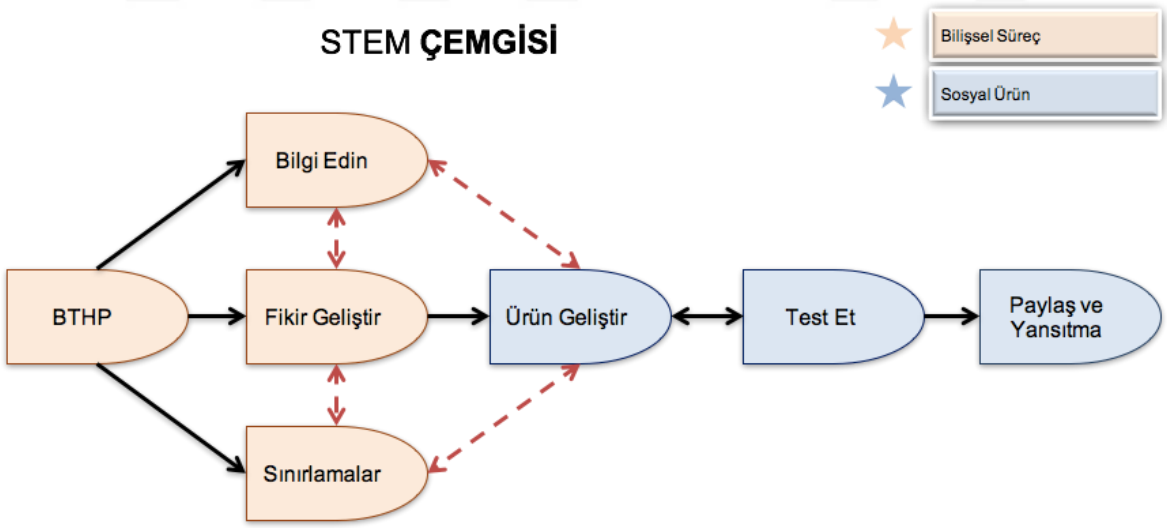
Çorlu (2017) tarafından STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi geliştirilmiştir. Bu çerçevenin bilgi kaynağı olarak ülkemizi dünyadan ayıran ülkemize özgü ihtiyaçlar vurgusu yapılmaktadır. STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi Şekil 2.12'de gösterilmektedir.

Şekil 2.12. STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi (Çorlu, 2017)

STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi çeşitli bilgi ve veri kaynaklarından beslenerek geliştirilen STEM öğretimine yönelik bir yol haritası olarak tanımlanabilir. Merkezinde BTHP (bilgi temelli hayat problemi) bulunan bu çerçeve, fen bilimlerinde bilimsel sorgulama; teknolojide hesaplamalı düşünme, mühendislikte proje tabanlı öğrenme ve son olarak matematikte matematiksel modelleme vurgusu yapmaktadır (M. S. Çorlu, 2017)

STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi ayrıca eşitlik, alanda derinlik, ilgililik ve disiplinler arasılık olmak üzere dört ilkeye sahiptir. *Eşitlik*, her öğrencinin ulaşabileceği; *alanda derinlik*, merkezinde yer alan disipline ait bilgi ve becerileri geliştirmeyi hedeflerken özgün bir şekilde müfredata ek kazanımlar ile destekleyeceği; *ilgililik*, 21. yy. hayatına uyumlu, öğrenci ve öğretmenlerin ilgi hayat deneyimleri ile ilişkili olacağı, *disiplinler arasılık* ise merkezinde bulunan disipline ait hedef kazanımların yok sayılmadan, diğer STEM disiplinleri ile bütünleşebilmesi şeklinde özetlenebilir.

Bu çerçevenin öğretiminde kullanılmak üzere hem mühendislik tasarım süreci hem de 5E modeline uygun olarak STEM Çemgisi adında bir model geliştirilmiştir. Öğretmenlere ders içerisinde bilişsel süreç ve sosyal ürün bölümlerini nasıl planlayabilecekleri konusunda destek sağlaması adına geliştirilen STEM Çemgisi Şekil 2.13'te gösterilmektedir.



Şekil 2.13. STEM Çemgisi (Çorlu, 2017)

STEM ders planları tasarlanırken, öncelikle hedef kazanımlar belirlenir. Merkeze alınan bir disipline ait kazanımlar belirlendikten sonra, diğer bir STEM disiplinine ait kazanımlar belirlenir. STEM Çemgisine bakıldığında BTHP ile başladığı göze çarpmaktadır. Bu durumda bir sonraki adım ders planı için 21. yy. bağlamında, öğrencilerin ilgisini

çekebilecek ve birden fazla çözümü olan, dolayısıyla öğrencileri önceden belirlenmiş tek doğru bir çözüme yöneltmeyen, bir problem senaryosuna benzer BTHP tasarlanır. BTHP ile birlikte sınırlamalara karar verilir. Sınırlamalar, probleme yönelik çözüm fikirleri geliştirme sırasında öngörülen hataları engelleyecek olan kriterlerdir. Ardından sırasıyla bilgi edinme, fikir geliştirme, ürün geliştirme, test etme ve paylaşma yansıtma başlıklarında öğrencilere sorulabilecek, onları senaryoya dahil edecek, sorular hazırlanır. Bilgi edinme bölümü öğrencilerin bilgi toplamasına yardımcı soruların yer aldığı basamaktır. Örneğin, bu bölümünde "BTHP hakkında hangi bilgiye sahipsin?" ya da "BTHP hakkında hangi yeni bilgiye ihtiyaç duyuyorsun?" gibi sorular yer alabilir. Fikir geliştirme bölümünde öğretmen, öğrencilerin fikirlerini savunmaları için demokratik bir ortam sağlamaya çalışmalı ve ders planına öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmak için pedagojik alan bilgisi dahilinde soruları ders planına eklenmelidir. Ürün geliştirme bölümünde ise öğrencilerin fikirlerini çizebilmeleri için hassas çizimler yapabileceği bir sayfayı ders planına ekleyebilir. Test etme bölümünde öğrenciler tasarladıkları ürünleri BTHP'ye ve sınırlamalara uygunluğuna göre test edebilecekleri sorular planlayabilir. Son bölümde ise öğretmen öğrencilerini tasarladıkları ürünleri, prototipleri paylaşımları için cesaretlendirecek etkinlikler planlayabilir (M. S. Çorlu, 2019).

Görüldüğü üzere mühendislik tasarım temelli disiplinlerarası müfredat tasarımına ilişkin birçok model ve çerçeve yer almaktadır. Bu modellerin birbiri üzerinde hiyerarşik bir üstünlüğü bulunmadığı gibi hangi yöntemin en etkili olduğuna ilişkin yeterince kanıt bulunmamaktadır. Bu bağlamda STEM müfredatı planlayan bir eğitmenin, disiplinleri bütünleştirmek konusunda sahip olduğu bilgi, beceri, tecrübe ve ortamı göz önünde bulundurarak etkinliklerini tasarlaması yerinde bir karar olacaktır.

Bu çalışmada ortaokul yedinci sınıf öğrencilerine verilen fen, mühendislik ve girişimcilik eğitimine yönelik uzman öğretmenler ile görüşmeler yapılarak problemin tespiti yapılmıştır. Uzman öğretmenlerden alınan görüşler ışığında fen, mühendislik ve girişimcilik disiplinleri bütünleştirilerek öğrencilerin mühendislik becerilerini ve girişimcilik yetkinliğini artırmaya yönelik geliştirilen ders planları, fen bilimleri dersi merkezinde şekillendirilmiştir. Müfredat, dört farklı öğrenci etkinlik kitapçığı, öğretmen kılavuzu, STEM ve girişimcilik disiplinlerine ait kazanımlar, öğretmen sunumu ve asenkron videoları içermektedir. Müfredatın uygulaması yedinci sınıf seviyesinde yapılmıştır. Müfredat içerisindeki kazanımlar T. C. Milli Eğitim Bakanlığı Öğretim Programında yer alan fen bilimleri, matematik ve teknoloji

tasarım kazanımlarıyla; Yeni Nesil Fen Standartları (Next Generation Science Standards) içerisinde yer alan mühendislik tasarım ve fen ve mühendislik uygulamaları; Avrupa Komisyonu tarafından ASTEE, Girişimcilik Eğitimi için Değerlendirme Araçları ve Göstergeleri baz alınarak girişimcilik eğitimi için öğrenme kazanımlarıyla desteklenmiştir. Dolayısıyla alanyazından elde edilen bulgular mühendislik ve girişimcilik uygulamalarının bütünleştirilerek disiplinler arası entegrasyonun sağlandığına işaret etmektedir. Ayrıca girişimcilik yetkinliği içerisindeki "girişimcilik bilgisi" başlığı altında yer alan kazanımların da öğrenciler tarafından kazanılması adına mühendislik ve girişimcilik alanında çalışmaları bulunan sektörden uzmanlar ile öğrenciler bir araya getirilmeye çalışılmıştır. Bu tarz ortaklıklar öğrencilerin konuyla ilgili bilgi edinmesini hızlandırdığı, motivasyonlarını olumlu etkilediği ve daha iyi öğrenme çıktıları sağladığı dile getirilmektedir (Brown, Brown, Reardon ve Merrill, 2011; NRC, 2011). Bu amaçla uygulama sırasında üç uzman ile iletişime geçilerek online girişimcilik söyleşi düzenlemiştir.

2.2. İlgili Araştırmalar

2.2.1. STEM ile İlgili Araştırmalar

Degenhart, Wingenbach, Dooley ve Lindner (2007) tarafından 1066 ortaokul öğrencisi ile yapmış oldukları araştırmada, ön test ve son test olarak hazırlanan açık uçlu sorular ile bir yıl boyunca süren STEM yaklaşımlı derslerin öğrencilerin STEM alanlarına ilgi düzeyleri ve tutumlarını incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın sonucunda, STEM yaklaşımı ile uygulanan derslerin, öğrencilerin STEM alanlarına ilgi düzeylerine ve tutumlarına olumlu etki gösterdiği gözlenmiştir.

Lachapelle ve Cunningham (2007) tarafından 2, 3, 4, 5 ve 6. sınıf öğrencileri ile yapmış oldukları araştırmada, hazırladıkları mühendislik tasarım temelli bir müfredat kullanmışlardır. Araştırmada öğrencilerin mühendislik, teknoloji ve mühendislik tasarım süreci hakkında neler bildiklerini öğrenmek ve öğrencilerin mühendislik, teknoloji ve ilgili fen konularını anlamaları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma 5139 deney grubu, 1827 kontrol grubu olmak üzere toplamda 6966 öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, mühendislik tasarım temelli müfredatın uygulandığı öğrencilerin, uygulanmadığı öğrencilere göre mühendislik, teknoloji ve fen konularını kavrayışlarının olumlu yönde gelişim gösterdiği gözlenmiştir.

Ortiz (2008) tarafından ilkokul 2. sınıf öğrencileri ile yapmış olduğu araştırmada, mühendislik tasarım temelli hazırlanan bir müfredat kullanılmıştır. Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma 42 deney grubu, 18 kontrol grubu olmak üzere toplamda 60 öğrenci ile yürütülmüştür. Okul sonrasında on hafta boyunca uygulanan müfredat sonucunda öğrencilerin mühendislik kavramlarını ve mühendislerin yaptığı işin daha ince örneklerini anlamak da dahil olmak üzere yaptığı çeşitli iş türlerini başarıyla öğrendikleri ayrıca öğrencilerin geometri ve matematik alanında akademik başarılarına olumlu yönde katkısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Nugent, Barker, Grandgenett ve Adamchuk (2010) tarafından yapılan araştırmada, robotik temelli STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik konularını öğrenmelerine ve STEM'e yönelik tutumları üzerine etkisi incelenmiştir. Bunun için iki ayrı eğitim tasarlanarak, birincisi kırk saat süren ve 147 öğrenci ile gerçekleştirilen yoğun yaz kampı; ikincisi ise kamp deneyimi üzerine modellenen ve bu teknolojilere giriş sağlamayı amaçlayan 141 öğrenci ile gerçekleştirilen üç saatlik kısa süreli eğitimdir. Araştırma sonucunda, uzun süreli gerçekleştirilen STEM eğitiminin öğrencilerin öğrenme becerilerine olumlu etkisi olduğu, kısa süreli gerçekleşen STEM eğitiminin ise öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarının ve motivasyonlarının gelişmesine olumlu etki sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Hayden, Ouyang, Scinski, Olszewski ve Bielefeldt (2011) tarafından yapılan araştırmada, öğrencilerin STEM alanlarına ilgisini ve tutumunu arttırmak için tasarlanan bir proje kapsamında yaz kamplarına katılan 7. ve 8. sınıf öğrencileriyle toplamda 48 öğrenci ile çalışmışlardır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin ders performanslarının ve STEM alanlarına ilgilerinde olumlu yönde bir artış olduğu bulunmuştur.

Baran, Canbazoğlu Bilici, Mesutoğlu ve Ocak (2016) tarafından yapılan araştırmada, STEM aktivitelerinin okul dışı eğitim programlarına entegre edilmesinin 6. sınıf öğrencilerinin STEM alanlarına ve kariyerlerine yönelik algılarındaki değişimi değerlendirmek amacıyla, farklı okullardan gelen daha önce STEM eğitimi almamış ve STEM alanlarına ilgili toplamda 40 öğrenci ile çalışmışlardır. Araştırma soncunda, STEM etkinliklerinin okul dışı eğitim programlarına entegre edilmesinin, öğrencilerin STEM alanlarıyla ilgili kariyerlerini sürdürme ilgisini olumlu yönde desteklediği bulunmuştur.

Fan ve Yu (2017) Tayvan'daki lise teknoloji eğitiminde mühendislik tasarımı uygulamaları içinde bütünleştirici bir STEM yaklaşımının uygulanmasının etkililiğini incelemeyi amaçlamıştır. Ayrıca öğrencilerin kavramsal bilgi, üst düzey düşünme becerileri ve mühendislik tasarım projesi performansları değerlendirilmiştir. Bir STEM mühendisliği modülünde okuyan öğrencilerin ilgili öğrenme performanslarını teknoloji eğitimi modülünde okuyan öğrencilere kıyasla araştırmak için yarı deneysel bir çalışma yapılmıştır. Bulgular, STEM mühendisliği modülündeki katılımcıların kavramsal bilgi, üst düzey düşünme becerileri ve tasarım projesi etkinliği alanlarında teknoloji eğitimi modülünde okuyan katılımcılardan önemli ölçüde daha iyi performans gösterdiğini göstermiştir. Özetle Tayvan'daki lise teknoloji eğitiminde bütünleştirici bir STEM yaklaşımının kullanılmasının olumlu etkisini desteklediği sonucuna ulaşmışlardır.

Alıcı (2018) 22 ortaokul öğrencisiyle yürüttüğü araştırmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin kariyer algılarına, meslek ilgilerine ve öğrencilerin tutumlarını incelemiştir. Nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanıldığı çalışmada probleme dayalı öğrenme ortamında gerçekleştirilen STEM eğitiminin STEM kariyer algılarının, STEM disiplinlerine karşı tutumlarının ve STEM mesleklerine karşı ilgilerinin arttığı gözlemlenmiştir.

İnce, Mısır, Küpeli ve Fırat (2018) tarafından yapılan araştırmada, mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin problem çözme becerilerine ve akademik başarılana etkisi incelenmiştir. Araştırmada ön test-son test karşılaştırma gruplu yarı deneysel desen kullanılmış ve beşinci sınıf öğrencilerinden 28 deney, 30 kontrol grubu olmak üzere toplamda 58 öğrenci ile çalışma yürütülmüştür. Araştırmanın sonucunda, mühendislik tasarım temelli etkinlerin öğrencilerin problem çözme becerilerini ve akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği gözlenmiştir.

Tuhtakaya (2019) 26 öğretmen adayıyla 9 hafta boyunca yaptığı çalışmada uygulanan mühendislik tasarım çalışmalarının öğretmen adaylarının mühendislik becerilerinin, gerçek hayat problemlerine karşı ilgilerinin ve yaratıcı düşünme becerilerinin artış gösterdiğini belirlemiştir.

Madenci ve Yılmaz (2019) tarafından yapılan araştırmada, STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin yaratıcı düşünme, işbirliği ve tasarım becerilerinin gelişmesindeki etkisini incelemek amacıyla sekiz ders saatlik etkinlikler tasarlamışlardır. 30 öğrenci ile gerçekleştirilen etkinliklerin sonucunda, yarı yapılandırılmış görüşme formuyla toplanan

veriler ışığında, öğrencilerin işbirliği, tasarım ve yaratıcı düşünme becerilerinin gelişiminde olumlu etki sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Doğan, Aydın ve Kahraman (2020) yapmış oldukları çalışmada STEM uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerisi üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada 30 öğrenci deney, 30 öğrenci ise kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Haftada 2 saat gerçekleşen çalışma toplamda 6 hafta sürmüştür. Araştırmanın sonunda STEM uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerilerine yönelik algılarını artırdığı ve öğrencilerin karmaşık problemleri çözme, bilimsel sorgulama becerilerinin gelişebileceği vurgulanmıştır.

Cheng ve Lo (2022) yapmış oldukları çalışmada yedi farklı okuldaki 10. sınıf öğrencilerinden gönüllü olarak kaydolan 54 öğrenci ile haftada 3 saat olarak geliştirdikleri STEM müfredatını okul sonrası vakitlerde uygulamışlardır. Araştırma öğrencilerin sonucunda STEM'e yönelik tutumlarının ve mühendislik tasarım performanslarının arttığı bulunmuştur.

2.2.2. Girişimcilik ile İlgili Araştırmalar

Cheung (2008) liseye giden 50 öğrenci ve lisede görev yapan 5 öğretmen ile Hong Kong ortaöğretim müfredatındaki girişimcilik uygulamalarının öğrenciler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğretmenlerin ve öğrencilerin girişimcilik eğitiminin faydalı olduğunu açıkça göstermektedir ve girişimcilik eğitiminin, girişimcilik becerilerinden bağlılık, esneklik ve takım çalışması gibi becerilerin ve niteliklerin gelişimini teşvik ettiğini doğrulamaktadır.

Bacanak (2013) tarafından yapılan araştırmada fen bilimleri dersinin öğrencilerin girişimcilik becerileri üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Fen bilimleri öğretmenleri ile gerçekleşen çalışmanın sonucunda, öğretmenlerin girişimcilik kavramları ile ilgili bilgilerinin yetersiz olduğu bu sebeple öğrencilere girişimcilik becerileri kazandırma ile alakalı bilgilerinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Deveci (2017) 26 fen bilimleri öğretmen adayıyla yapmış olduğu 14 hafta süren araştırmada fen bilimleri öğretim programıyla ilişkili girişimcilik eğitiminin öğretmenlerin girişimcilik kavramını aktarma, girişimcilik algıları ve girişimcilik özellik algılarına etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda girişimcilik eğitiminin öğretmenlerin girişimcilik kavramını aktarma,

girişimcilik algıları ve girişimcilik özellik algılarına olumlu yansımalarının olduğu belirlenmiştir.

Yurtseven ve Ergün (2018) tarafından yapılan araştırmada, 84 sınıf öğretmeninin görüşleri doğrultusunda ilkokul öğrencilerinin girişimcilik becerileri için gerekli olan eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda; ilkokul programlarında girişimcilik kazanımlarının, girişimcilik etkinliklerin ve ölçme ve değerlendirme araçlarının yetersiz olduğu belirlenmiştir. Bunun sebeplerinin okulda materyal eksikliği, öğrencilerin ders konusunda isteksiz ve tereddütlü olmaları, girişimciliğin toplum tarafından desteklenmemesi gibi sebepler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca özgüven, problem çözme ve yaratıcılık gibi girişimci özelliklerin 4. sınıf öğrencilerine kazandırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Küpeli (2020) tarafından 8. sınıfa giden 37 öğrenci ile 5 hafta süren çalışmada iki ünite üzerinden gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli tematik etkinliklerin öğrencilerin girişimcilik algı ve becerileri üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin girişimcilik algıları ve becerilerinde olumlu anlamda gelişme gerçekleşmiştir.

Şirin (2020) 7. sınıfa giden 23 öğrenci ile 6 hafta süren araştırmasında STEM etkinliklerinin öğrencilerin fen bilimleri dersine karşı ilgilerine, STEM algı-tutumlarına ve girişimcilik becerileri ve algılarına etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin girişimcilik becerileri, STEM tutumları ve fen bilimleri dersine karşı ilgilerinin artış sağladığı gözlemlenmiştir.

Meral (2020) yapmış olduğu araştırmada 8. sınıfa giden 20 öğrenci ile STEM eğitiminin öğrencilerin girişimcilik ve öz düzenleme becerileri üzerine etkisini incelemiştir. 8 hafta süren araştırma sonunda basit malzemeler ile gerçekleştirilen girişimcilik temelli STEM eğitiminin öğrencilerin öz düzenleme becerilerinin ve girişimcilik becerilerinin artış gösterdiği belirtilmiştir.

Turgutalp (2021) tarafından yapılan araştırmada 8. sınıf öğrencilerinden oluşan 40 öğrenci ile STEM 5E öğretim modelinin öğrencilerin akademik başarılarına ve girişimcilik özelliklerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin, kontrol grubundaki öğrencilere göre girişimcilik özellikleri ve akademik başarılarının olumlu yönde değişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yüksel Temiz ve Yaman (2022) 5. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği STEM etkinliklerinin öğrencilerin girişimcilik becerileri üzerine etkisi incelenmiştir. Sınıf dışında gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin, öğrencilerin girişimcilik becerilerinin gelişimine katkı sağladığı bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerin tasarladığı ürünlerin tanıtımı ve pazarlaması üzerine çalışmalar yapmaları gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

STEM ile ilgili alanyazın incelendiğinde araştırmaların genellikle öğrencilerin STEM alanlarına ilgi düzeyleri ve STEM'e ya da mühendislik tasarım temelli fen eğitimine karşı tutumları (Degenhart vd., 2007; Hayden vd., 2011; Mısra, 2018; Nugent vd., 2010), akademik başarıları (İnce vd., 2018; Lachapelle ve Cunningham, 2007; Ortiz; Araceli Martinez, 2008; Turgutalp, 2021) ve problem çözme becerilerini (Doğan vd., 2020; İnce vd., 2018), yaratıcı düşünme becerileri (Madenci ve Yılmaz, 2019; Tuhtakaya, 2019) ve bilimsel sorgulama becerileri (Doğan vd., 2020) araştırmak üzerine olduğu görülmüştür.

Girişimcilik ile ilgili literatür incelendiğinde araştırmaların öğrencilerin girişimcilik becerileri (Küpeli, 2020; Meral, 2020; Şirin, 2020; Yüksel Temiz ve Yaman, 2022), girişimcilik algıları (Küpeli, 2020), takım çalışması (Cheung, 2008) ve girişimcilik özelliklerini (Turgutalp, 2021) incelemek üzerine olduğu bulunmuştur. Bir takım çalışmaların ise öğrenciler ile değil öğretmenlerden ya da öğretmen adaylarından alınan görüşlerle yürütüldüğü gözlemlenmiştir (Bacanak, 2013; İ. Ç. S. Deveci, 2017; Yurtseven ve Ergün, 2018).

Bu çalışmada ise diğer araştırmalardan farklı olarak, bir eğitim-öğretim yılı süren, MEB tarafından fen bilimleri dersi öğretim programında da sıklıkla ele alınan fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarını içeren bir müfredat nasıl tasarlanmalıdır, nasıl geliştirilmelidir ve nasıl uygulanmalıdır sorularına yanıt aranmıştır. Ayrıca tasarlanan müfredatın tasarım temelli araştırmanın doğasına uygun olarak sürekli iterasyona uğrayarak gelişmesi araştırmanın farklı yanlarındandır. Aynı zamanda tasarlanan müfredatın yedinci sınıf öğrencilerinin mühendislik becerileri ve girişimcilik yetkinliklerine etkisi araştırılmıştır. Girişimcilik ile ilgili diğer çalışmalara bakıldığında genellikle girişimcilik becerileri üzerine olduğu görülmektedir (Küpeli, 2020; Meral, 2020; Şirin, 2020; Yüksel Temiz ve Yaman, 2022). Bu araştırmanın bir diğer farklı tarafı ise girişimciliği yetkinlik olarak yani bilgi, beceri ve tutum olarak ele almasıdır.

BÖLÜM III: YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, evren, örneklem, veri toplama araçları, verilerin toplanması ve çözümlenmesi ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

3.1. Araştırma Modeli

Araştırma kapsamında, ortaokul öğrencilerinin mühendislik becerilerinin ve girişimcilik yetkinliklerinin geliştirilmesine yönelik mühendislik tasarım temelli fen müfredatının tasarımı, geliştirilmesi ve uygulanmasına yönelik çalışmanın amacı ve doğası göz önünde bulundurularak, nitel bir yaklaşımla Tasarım Temelli Araştırma (TTA) yöntemi uygulanmıştır.

İlgili literatür incelendiğinde TTA farklı isimlerle ortaya çıkmaktadır. İlk olarak Allan Collins (1990, 1992) ve Ann Brown (1992) tarafından "design experiments (tasarım deneyleri)" olarak literatüre girmiştir. Diğer bir taraftan "formative experiment (biçimlendirici araştırma)" (Newman, 1990), "developmental research (gelişimsel araştırma)" (Lijnse, 1995; Richey ve Klein, 2005; van den Akker, 1999), "design research (tasarım araştırması)" (Oh ve Reeves, 2010), "design-based research (tasarım temelli araştırma) (Barab ve Squire, 2004; Design-Based Research Collective, 2003; Hoadley, 2002) ve "educational design research" (eğitsel tasarım araştırması) (McKenney ve Reeves, 2012) olarak karşımıza çıkmaktadır.

Brown (1992) ve Collins (1990, 1992)'e göre TTA metodolojisi:

- Uygulayıcılarla işbirliği içerisinde, gerçek bağlamlarda karmaşık problemleri ele almak,
- Ele alınan karmaşık problemlere olası çözümler sunmak için bilinen varsayımsal tasarım ilkelerini teknolojik olanaklar ile bütünleştirmek,
- Yenilikçi öğrenme ortamlarını test etmek, iyileştirmek ve yeni tasarım ilkelerini tanımlamak. Ve tüm bunları yaparken titiz ve yansıtıcı sorgulama yapmak için kullanılır.

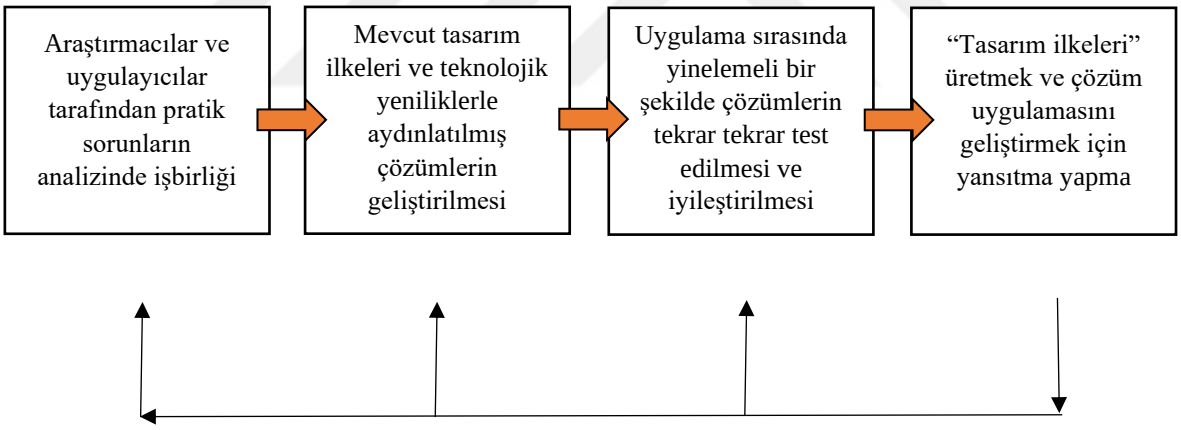
Wang ve Hannafin (2005)'e göre TTA, gerçek dünya problemlerinde araştırmacılar ve uygulayıcılar arasında işbirliğine dayanan, bağlama duyarlı tasarım ilkeleri ve teorilerine yol açan yinelemeli analiz, tasarım, geliştirme ve uygulama yoluyla eğitim uygulamalarını

iyileştirmeyi amaçlayan sistematik bir metodolojidir.

Tasarım temelli araştırma birçok avantaja sahiptir başlıca avantajlarından biri, gerçek öğretme ve öğrenme problemlerinin belirlenmesinde, mevcut tasarım ilkelerine dayalı prototip çözümlerinin oluşturulmasında ilgili herkes tarafından tatmin edici sonuçlara ulaşılana kadar hem prototip çözümlerin hem de tasarım ilkelerinin test edilmesi ve iyileştirilmesinde uygulayıcıların ve araştırmacıların işbirliği yapmasını gerektirmesidir (Reeves, 2006).

Tasarım temelli araştırma daha etkili müfredatların geliştirilmesine yardımcı olma ve araştırma süreci boyunca öğrenme fırsatları sunma potansiyeline sahiptir. Müfredat alanında, tasarım araştırması genellikle uygulama için nasıl tasarlanacağının anlaşılmasını geliştirmeye yardımcı olmak için seçilir. Hedef ortamlarında ideal müdahalelerin ardışık yaklaşımlarını dikkatli bir şekilde inceleyerek, sağlam bir müfredatın tutarlı, uyumlu, bileşenlerinin nasıl oluşturulacağı ve uygulanacağı konusunda öngörü sağlar (Reeves, 2006).

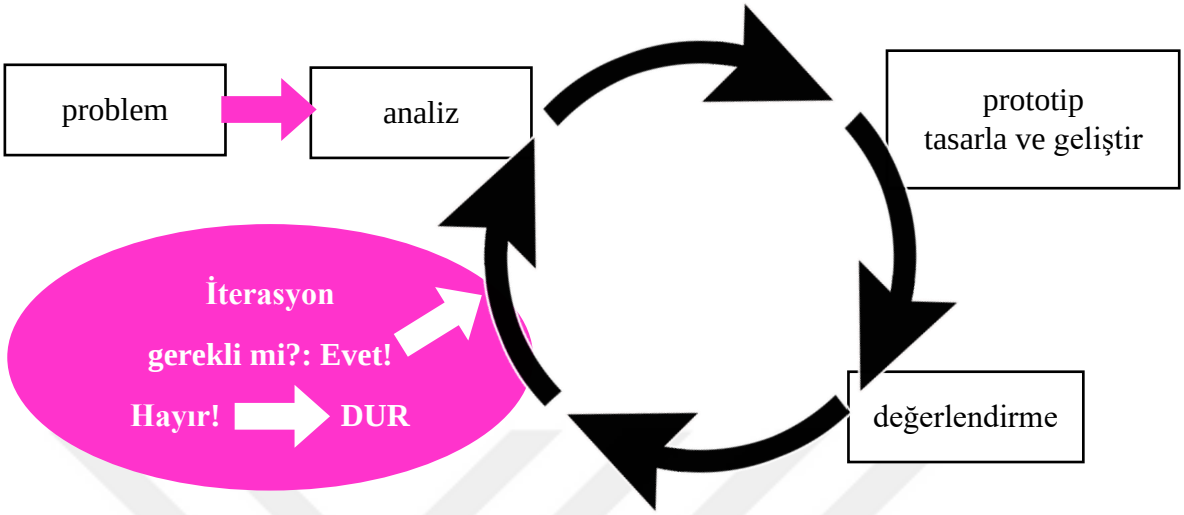
Reeves (2006), tasarım araştırması yaklaşımını Şekil 3.1'de tasvir etmiştir.



Şekil 3.1. Tasarım Araştırması Yaklaşımı (Reeves, 2006)

Tasarım temelli araştırma, doğası gereği eğitim uygulamasıyla ve dolayısıyla eğitim politikasıyla ilgilidir. Çünkü eğitim pratiğindeki karmaşık problemler için araştırmaya dayalı çözümler geliştirmeyi ya da öğrenme ve öğretme süreçleri hakkında teoriler geliştirmeyi ya da doğrulamayı amaçlar. Tasarım araştırmasının amacı ne olursa olsun, araştırma süreci her zaman Şekil 3.2'de gösterildiği gibi sistematik eğitimsel tasarım süreçlerini içerir. Tasarım temelli araştırma, tüm sistematik eğitim ve öğretim tasarım süreçleri gibi döngüseldir.

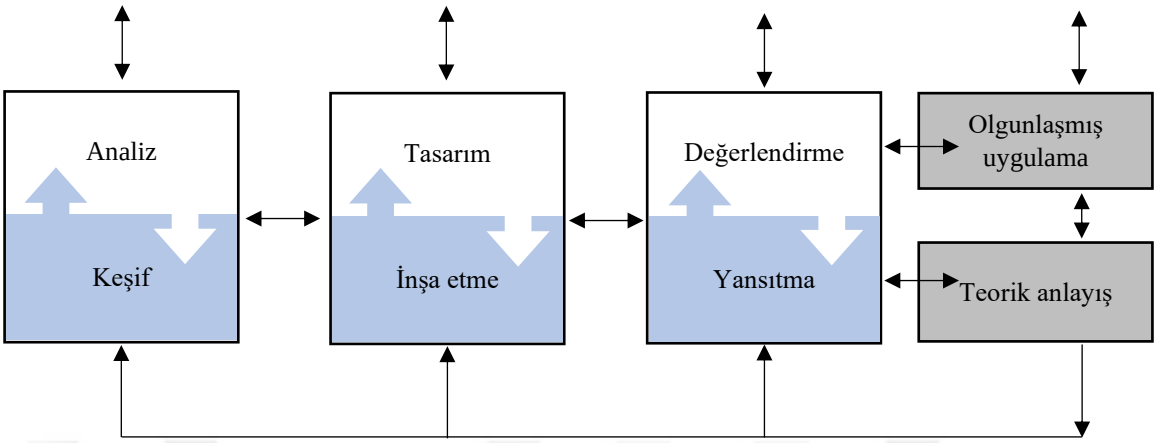
Analiz, tasarım, değerlendirme ve iterasyon faaliyetleri amaçlanan hedef ile gerçekleştirme arasında uygun bir denge sağlanana kadar tekrarlanır (Plomp, 2013).



Şekil 3.2. Tasarım Temelli Araştırma Döngüsü (Plomp, 2013)

Araştırmacılar, tasarım temelli araştırma döngüsünü farklı şekillerde sunabilmektedir. Ancak hepsi bu döngülerin birkaç ortak aşamadan oluştuğu konusunda hemfikirdir. Tasarım temelli araştırmaların ortak aşamaları ve açıklamaları şu şekildedir (Plomp, 2013):

- **Ön araştırma aşaması:** Problem, ihtiyaç ve bağlam analizi, literatür taraması, çalışma için kavramsal ve teorik çerçevenin geliştirilmesi aşaması,
- **Prototip oluşturma ve geliştirme aşaması:** Tekrarlı mikro döngülerden oluşan, uygulamayı iyileştirmeyi ve rafine etmeyi amaçlayan tasarım aşaması,
- **Değerlendirme ve yansıtma aşaması:** Çözüm veya uygulamanın önceden belirlenmiş özellikleri karşılayıp karşılamadığına karar vermek için özetleyici değerlendirme aşamasıdır.



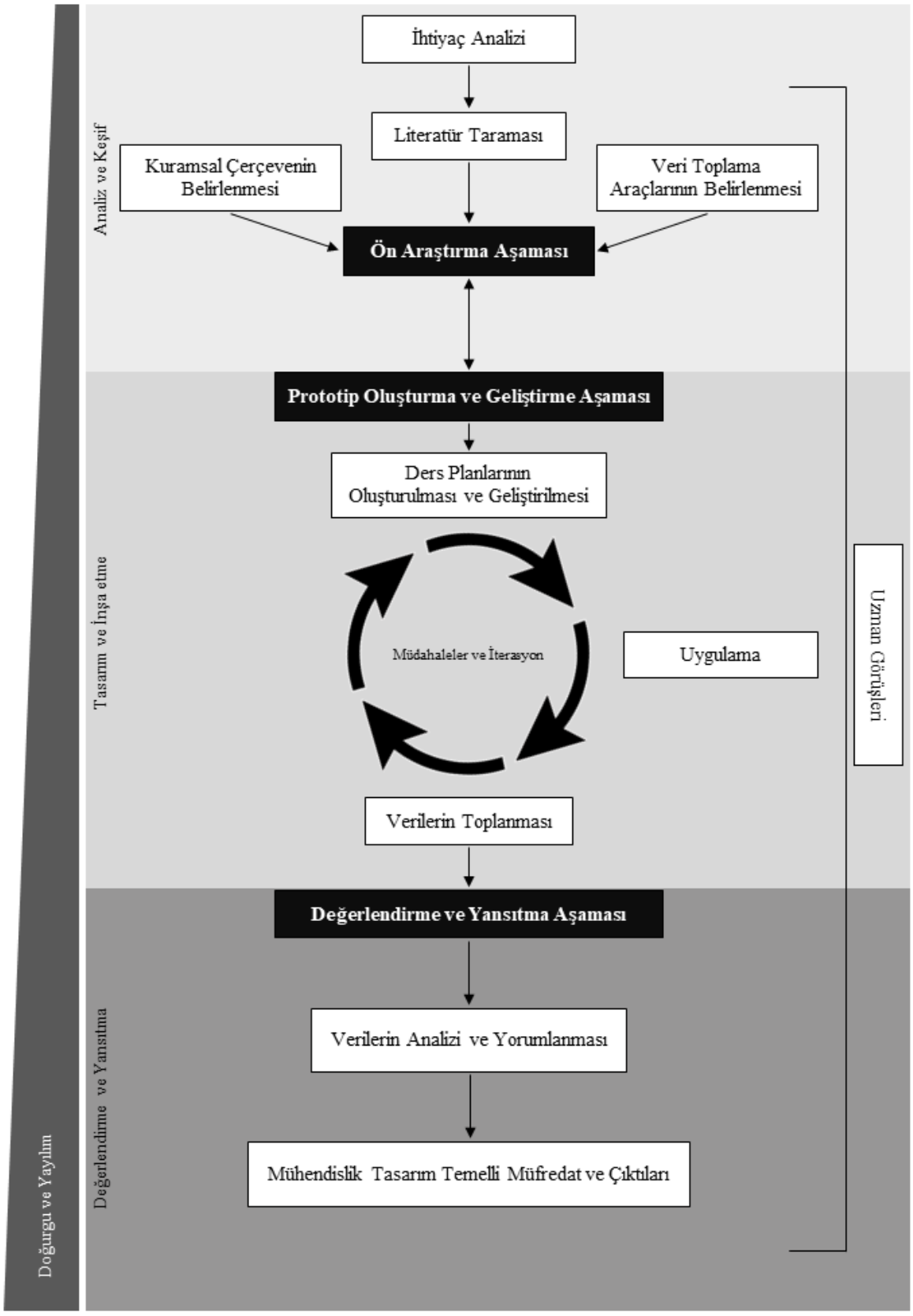
Şekil 3.3. Eğitimde Tasarım Temelli Araştırma Yürütmek İçin Genel Model (McKenney ve Reeves, 2012)

İlk olarak, Şekil 3.3'teki kareler üç çekirdek aşamayı temsil eder ve aralarındaki oklar, sürecin hem tekrarlı hem de esnek olduğunu gösterir. "analiz ve keşif" aşamasında, ele alınacak problemin daha iyi anlaşılmasını şekillendirmek literatür taraması, saha temelli soruşturma ve bunların analizini içerir. Bu aşamadaki araştırmalar tipik olarak problem, bağlam veya paydaşlar tarafından bilgilendirilir ve teorik anlayışa katkıda bulunur. "Tasarım ve inşa etme" aşamasında, sorunun nasıl ele alınacağına dair fikirler, oldukça büyük ve belirsiz olarak başlar ve yavaş yavaş rafine edilir, budanır ve işler hale getirilir. Bu aşama, doğası gereği deneysel çalışmayı içermese de özellikleri uygulamanın teorik anlayışına dayanır ve katkıda bulunur. "Değerlendirme ve yansıtma" aşamasında, tasarım fikirleri ve prototip çözümleri deneysel olarak araştırılır uygulama özelliklerinin işe yarayıp yaramadığı, nasıl ve ne işe yaradığına dair teorik anlayışı iyileştirmek amacıyla bulgular yansıtılır. Bu aşamada, araştırma, uygulama veya yarattığı yanıtlarla ilgili teorik anlayışa göre şekillenir ve katkıda bulunur (McKenney ve Reeves, 2020).

Bu üç aşamanın sonunda gösterilen dikdörtgenler, teori ve pratiğe odaklanacak şekilde sırasıyla pratik ve bilimsel çıktıları temsil eder. Tasarım araştırmasındaki teorik anlayış, uygulamanın tasarımının temelini oluşturur, bilimsel araştırmayı çerçeveler ve uygulamanın tecrübe edilmesi yoluyla elde edilen bulgularla geliştirilir (McKenney ve Reeves, 2020).

Son olarak model, “Doğurgu ve Yayılım” sürecini temsil eden yamuk ile doğurgu ve yayılım sürecinin başlangıcından itibaren mevcut olduğunu, sonradan düşünüldüğünü ve zamanla arttığını gösterir. İki yönlü oklar, uygulamada olanların devam eden temel süreçleri ve nihai çıktıları etkilediğini gösterir. Modelde gösterilmeyen fakat, çalışmaya katılanların (uygulayıcılar ve uzmanlar) mesleki gelişimi, genellikle tüm sürecin ve özellikle uygulama çalışmasının bir yan ürünüdür (McKenney ve Reeves, 2020).

McKenney ve Reeves (2012) tarafından geliştirilen Eğitimde Tasarım Temelli Araştırma Yürütmek İçin Genel Model ile Plomp (2013) tarafından geliştirilen Tasarım Temelli Araştırma Döngüsü harmanlanıp uyarlanarak araştırma sürecinin şematik gösterimi elde edilmiştir. Bu gösterim Şekil 3.4’te gösterilmektedir.



Şekil 3.4. Araştırma Sürecinin Şematik Gösterim

3.2. Araştırma Süreci ve Uygulama

3.2.1. Ön Araştırma Aşaması

Çalışmanın ön araştırma aşamasında problem tespiti ve ihtiyaç analizi yapılmasıyla birlikte, literatür taraması, kuramsal çerçevenin belirlenmesi ve veri toplama araçlarının hazırlanmasını kapsayan "analiz ve keşif" bölümü ile başlamaktadır. Bu aşamada yarı yapılandırılmış görüşmeler ile ihtiyacın belirlenmesi ve problemin detaylı tespiti adına belirlenen uzman öğretmenlerle görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler, uzman öğretmenler ile bireysel ve çevrimiçi olarak yapılmıştır. Görüşmelerin sonunda problemin tespiti ve ihtiyaç analizi yapılmıştır.

3.2.2. Prototip Oluşturma ve Geliştirme Aşaması

Prototip oluşturma ve geliştirme aşamasında ders planlarının oluşturulması, geliştirilmesi, uygulanması ve verilerin toplanmasını kapsayan ve döngüsel şekilde devam eden "tasarım ve inşa etme" bölümüne geçilmiştir. Bu bölümde ders planlarının oluşturulmasının ardından seçilen öğrenciler ile haftada iki ders saati olmak üzere eğitim-öğretim yılı boyunca seçmeli bilim uygulamaları dersinde uygulamalar yapılmıştır. Etkinlik süreleri ve özetleri şekil 3.6'da gösterilmiştir. Bu süreçte takip edilecek olan fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarını kapsayan mühendislik tasarım temelli müfredatın, öğrencilerin mühendislik becerileri ve girişimcilik yetkinliklerinin gelişimi üzerindeki etkisinin incelenmesi adına veriler toplanmıştır. Uygulama sürecinde gözlemler yapabilmek için oluşturulan rubrikler ve etkinlik kitapçıkları ile uygulama sonrasında tasarlanan ürünler ile doküman analizi yapılmıştır. Böylece nitel yaklaşımla yürütülen bu çalışmada üçleme tekniği kullanılarak gözlem, görüşme ve doküman analizi yapılarak geçerlik ve güvenirlik sağlanmaya çalışılmıştır.

Çalışmada fen, mühendislik ve girişimcilik disiplinleri bütünleştirilerek öğrencilerin mühendislik becerilerini ve girişimcilik yetkinliğini artırmaya yönelik geliştirilen ders planları, fen bilimleri dersi merkezinde şekillendirilmiştir. Fen bilimleri dersi kapsamında kullanılan kazanımlar çeşitli sınıf seviyelerinden seçilmiş ve bazı kazanımlar araştırmacı tarafından eklenmiştir. Bu kazanımlar Tablo 3.1'de verilmiştir. Etkinliklerde kullanılan diğer becerilere ait kazanımlar ders planlarıyla birlikte ekte sunulmuştur.

Tablo 3.1. Etkinliklerde Kullanılan Fen Bilimleri Kazanımları

Trafik Sinyalizasyonu	F.4.5.3.1: Işık kirliliğinin nedenlerini sorgular. F.4.5.3.3: Işık kirliliğini azaltmaya yönelik çözümler üretir. F.7.7.1.6: Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar.
Otopark Takip Sistemi	F.6.5.3.1: Sesin farklı ortamlardaki süratini karşılaştırır. F.6.5.4.1: Sesin yansıma ve soğurulmasına örnekler verir. F.7.1.1.3: Teknoloji ile uzay araştırmaları arasındaki ilişkiyi açıklar. Sesin bir enerji türü olduğunu öğrenir. Enerjinin bir biçimden diğerine dönüşebilir olduğunu fark eder. Dünya ile gök cisimleri arasındaki mesafenin nasıl ölçüldüğünü basitçe açıklar.
Tıbbi Akıllı Çöp Kovası	F.7.4.5.3: Geri dönüşümü, kaynakların etkili kullanımı açısından sorgular. F.7.4.5.4: Yakın çevresinde atık kontrolüne özen gösterir. Evsel katı ve sıvı atıkları tanır. Evsel katı ve sıvı atıkların geri dönüşümüne ilişkin proje fikirlerini sunar. Geri dönüşüm tesislerinin ekonomiye katkısı vurgulanır. Tıbbi atıkların özenli şekilde toplanması adına proje tasarlar.
Oyun Tasarımı	F.5.5.1.1: Bir kaynaktan çıkan ışığın her yönde ve doğrusal bir yol izlediğini gözlemleyerek çizimle gösterir. LDR (Light Dependent Resistor)'nin ışığa duyarlı bir direnç (foto direnç) olduğunu kavrar ve bununla bir ürün tasarlar.

Ayrıca etkinlerin uygulama süreleri ve genel özetleri Tablo 3.2'de paylaşılmıştır.

3.2.3. Değerlendirme ve Yansıtma Aşaması

Son bölüm ise "değerlendirme ve yansıtma" olarak adlandırılmaktadır. Değerlendirme ve yansıtma aşamasında toplanan veriler analiz edilerek yorumlanmıştır. Detaylı açıklama verilerin analizi bölümünde verilmiştir.

Tablo 3.2. Etkinlik Süreleri ve Özeti

İsim	Uygulama Süresi	Etkinlik Özeti
Trafik Sinyalizasyonu	10 hafta (20 ders saati)	Trafik ve Sinyalizasyon Şube Müdürlüğü Amiri olan Burak Bey bölgedeki bir yerin trafik sinyalizasyonunu düzenlemek adına kaç adet trafik ışığı konulması gerektiğine karar vermek ve bölgeye trafik ışıkları yerleştirmek istiyor. Bu ders planında öğrenciler, algoritmanın temel mantığını öğrenir, Arduino UNO kartını tanır, ışık kirliliğini azaltmaya yönelik çözümler üretir ve trafik ışıklarını tasarlamak için tamsayılarda toplama ve çıkarma işlemleri yapar.
Otopark Takip Sistemi	9 hafta (18 ders saati)	YapayZeka AVM Yönetim Kurulu Başkanı olan Eylül Hanım, AVM otoparkı için bir takip sistemi yaptırmak istiyor. Böylece otopark içerisindeki boş ve dolu alanları daha kolay öğrenebilecek. Bu ders planında öğrenciler sesin farklı ortamlardaki süratini karşılaştırır, sesin yansıma ve soğurulmasına örnekler verir, enerjinin korunduğunu ve dönüşebildiğini öğrenir, teknoloji ile uzay araştırmaları arasındaki ilişkiyi açıklar ve Arduino UNO kartı kullanarak ultrasonik sensör ile mesafe ölçümü yapar.
Tıbbi Akıllı Çöp Kovası	8 hafta (16 ders saati)	Gelecek Hastanesi Başhekimi Hikmet Bey, çalıştığı hastanede maskeleri el değmeden çöp kovalarına atabilmek için akıllı bir çöp kovası tasarlatmak istiyor. Bu ders planında öğrenciler evsel katı ve sıvı atıkları öğrenir, atıkların geri dönüşümüne ait proje fikirlerini sunar. Ayrıca geri dönüşüm kaynaklarının etkili kullanımı açısından sorgular, yakın çevresinde atık kontrolüne özen gösterir ve Arduino UNO kartı ile çeşitli sensörleri kullanarak tıbbi atıkların özenli şekilde toplanması adına proje tasarlar.
Oyun Tasarımı	8 hafta (16 ders saati)	PeakGamess'den Ada Hanım, ofis içerisindeki aralarını daha eğlenceli geçirmek için ofis içerisinde oynanabilecek bir oyun tasarımı istiyor. Bu ders planında öğrenciler, bir kaynaktan çıkan ışığın her yöne ve doğrusal bir yol izlediğini gözlemleyerek çizimle gösterir, tasarımında kullandığı servo motorun kaç derecelik bir açı ile dönmesini gerektiğini hesaplayarak Arduino UNO kartı ile çeşitli sensörleri kullanarak bir oyun tasarlar.

3.3. Evren ve Örneklem/Çalışma Grubu

Çalışmada ilk etapta problemin tespiti adına öğretmenler ile görüşmeler yapılmıştır. Öğretmenlerin seçiminde, amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ölçüt örnekleme yöntemi, daha öncesinde belirlenmiş ölçütleri ya da kriterleri karşılayan bütün durumların çalışılmasıdır. İstenilen ölçütler, ya daha önceden hazırlanmış bir ölçüt listesi takip edilerek ya da araştırmacı tarafından planlanan kriterler kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Bu nedenle ölçüt örnekleme yöntemi, araştırılan konuların daha derinlemesine ve detaylı incelenmesine olanak sağlar (Patton, 1987). Araştırmaya katılan öğretmenlerin daha öncesinde STEM ya da mühendislik tasarım temelli fen eğitimi almış olması, kendi sınıflarında aktif olarak STEM ya da mühendislik tasarım çalışmaları aktif olarak düzenliyor olması ve fen bilimleri öğretmeni olması ölçüt olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda dört öğretmen seçilmiştir. Öğretmenlere ait branş, mesleki tecrübe ve çalıştığı kurum türü Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3. Araştırmaya Katılan Öğretmenlere Ait Bilgiler

Öğretmen No	Branş	Mesleki Tecrübe	Çalıştığı Kurum Türü
1	Fen Bilimleri	14 yıl	Özel
2	Fen Bilimleri	7 yıl	Özel
3	Fen Bilimleri	14 yıl	Devlet
4	Fen Bilimleri	11 yıl	Devlet

Bir evren tanımlanırken genellikle idealist bir seçim yapılmak istenir fakat doğru olan gerçekçi bir seçim yapmaktır (Creswell, 2012). Bu nedenle araştırmanın evrenini 2021-2022 eğitim-öğretim yılında İstanbul ili, Sarıyer ilçesinde bulunan özel bir ortaokulun 82, yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır.

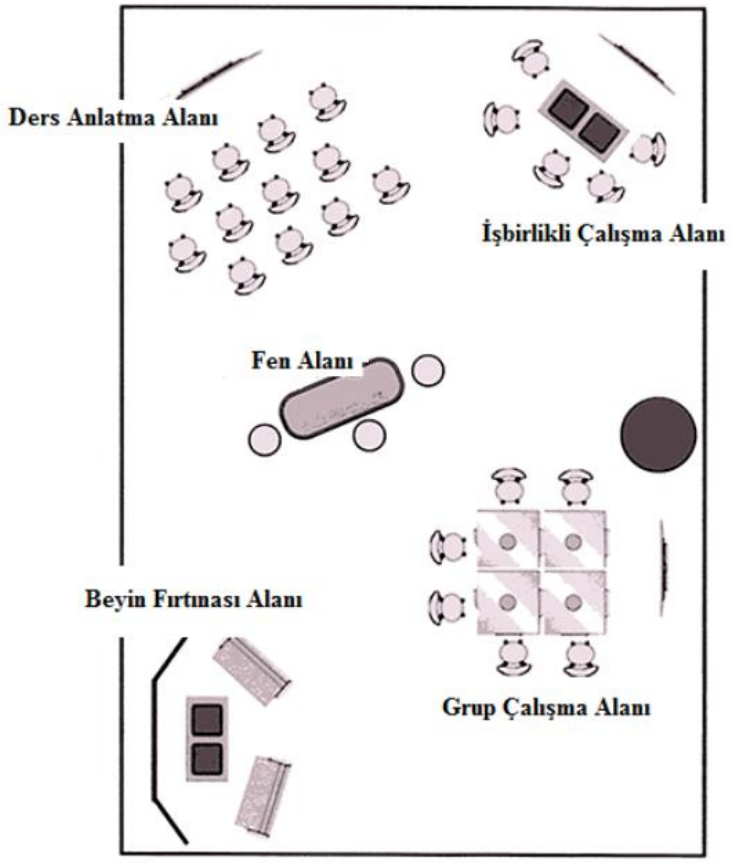
Araştırmanın çalışma grubu amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Araştırmaya katılan öğrencilerin farklı sınıflardan olması durumunu göz önünde bulundurarak derslerin seçmeli bilim uygulamaları dersinde yapılmasına karar verilmiştir. Böylece her sınıftan öğrenciler bu dersi seçebilecektir. Katılımcıların seçiminde, gönüllü katılım formunun (Ek 1) velisi tarafından doldurulması ve katılımcıların yedinci sınıf öğrencisi olması ölçüt olarak belirlenmiştir. Bu ölçütler doğrultusunda 2021-2022 eğitim-öğretim yılında yedinci sınıfta öğrenim görmekte olan 13 öğrenci (4 erkek, 9 kız) ile gönüllülük esasına göre uygulamaların gerçekleştirilmiştir.

3.3.2. Uygulamanın Yapıldığı Ortam ve Malzemeler

Bu araştırmada sınıf sosyal ortamı araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Tüm araç ve gereçler araştırmacının tercihine göre satın alınmıştır. Bu bölümde bu çalışma ortamı tanıtılmaktadır.

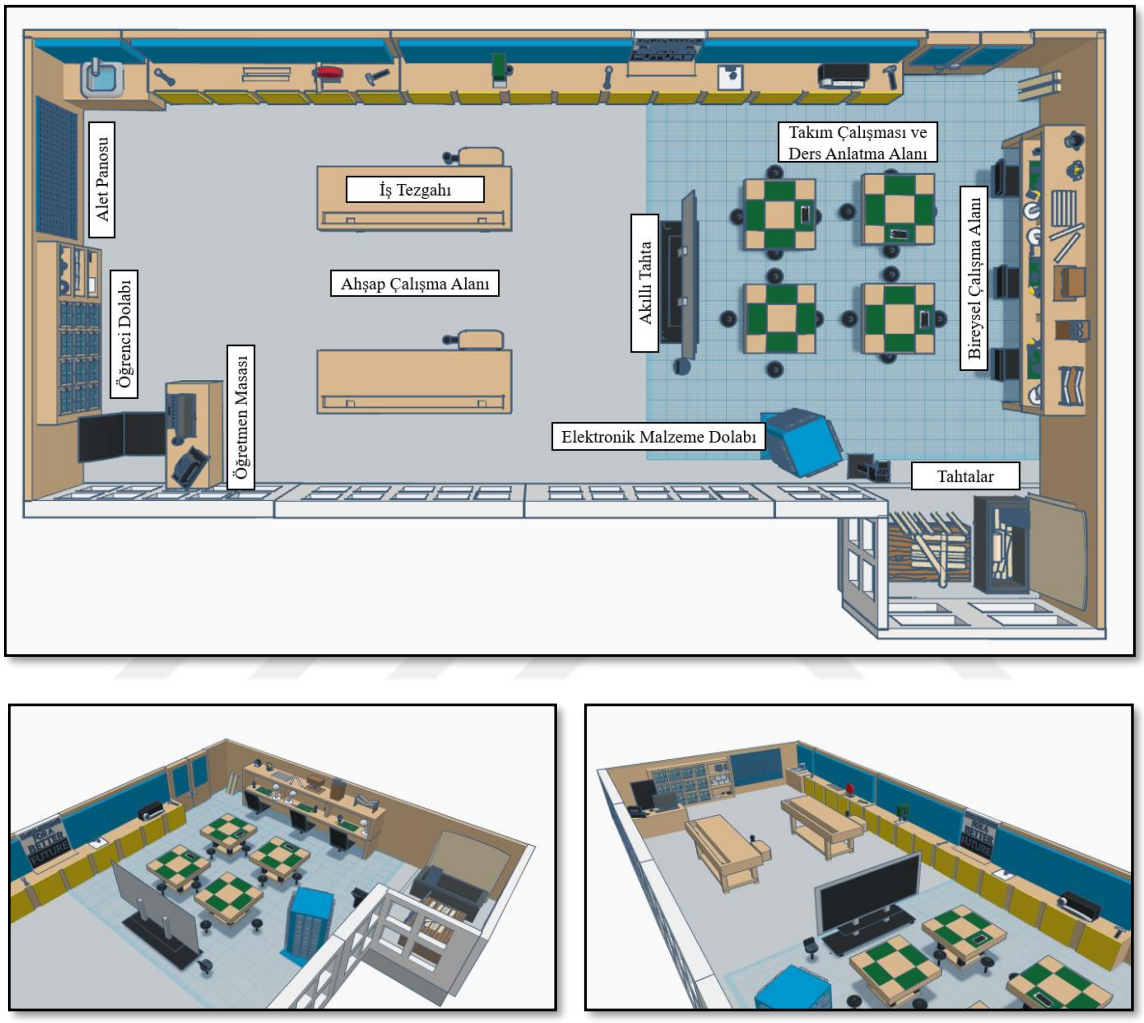
Sınıf ortamının düzeni, öğretmen kontrolünde yapılarak uygun araç ve gereçleri öğrencilerin aktif olarak kullanabilecekleri şekilde tasarlanmalıdır (Shelly, Cashman, Gunter ve Gunter, 2001). Ayrıca sınıf düzeni, öğrencilerin öğretmen tarafından yapılan sunumu rahat görebilmeleri dersi takip edebilmeleri adına oldukça önemlidir (Bitter ve Legacy, 2008).

Texas Üniversitesi Öğrenme Teknolojileri Merkezi, 21. yy. sınıf modeli olarak adlandırdığı sınıf ortamında bireysel ya da takım olarak çalışmalar yapabilmek için sınıfı beş farklı alana ayırmıştır. Bunlar: işbirlikli çalışma alanı, ders anlatma alanı, beyin fırtınası alanı, fen alanı, ve grup çalışma alanı olarak planlanmıştır (Akt. Canbazoğlu Bilici, 2012). Şekil 3.5'te örnek bir 21.yy sınıf ortamı gösterilmiştir.



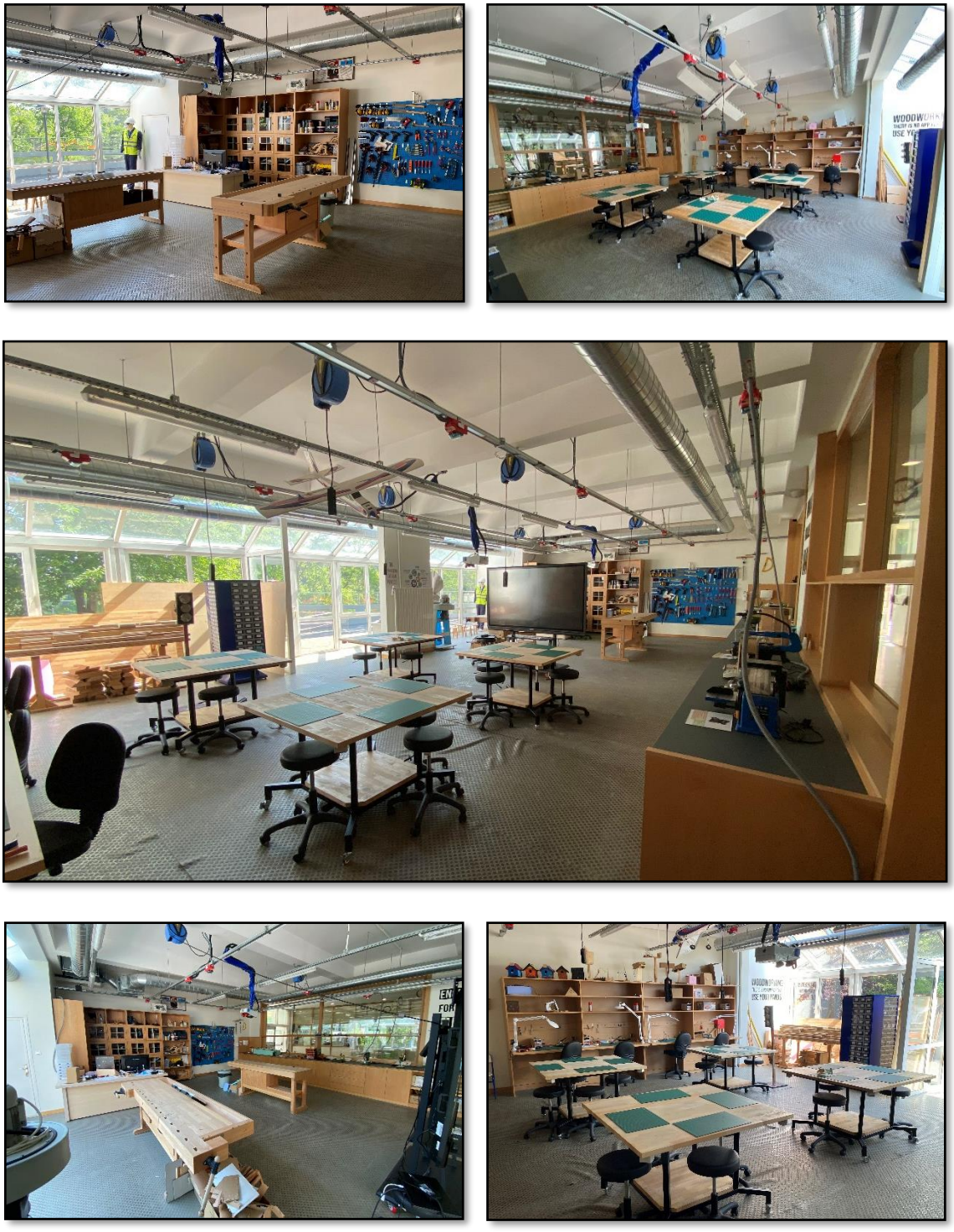
Şekil 3.5. 21. yy. Sınıf Ortamı (Akt. Canbazoğlu Bilici, 2012).

Genel anlamda sınıf ortamları birbirine benzer şekilde tasarlanır, bireysel ya da takım çalışması destekleyici alanlar sınıf ortamlarına yeni yeni eklenmeye başlanmıştır. Uygulamaların yapıldığı bu sınıf temel anlamda öğrencinin ihtiyaçlarına karşılık vermesi adına tasarlanmış ve gelişimine devam etmektedir. Öğrenciler tarafından üç boyutlu olarak tasarlanan sınıf ortamının modeli Şekil 3.6'te gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Uygulamaların Yapıldığı Sınıf Ortamının 3 Boyutlu Modeli

Bu tür ortamlar öğrencilerin bireysel ya da grup halinde çalışma yapmalarını sağlamak amacıyla tasarlanır. Öğrencilerin ihtiyaç duyacağı malzemeler, tasarlanan müfredat içerisinde yer almakta olup, dersler öncesinde sınıfta hazır olarak bulunmaktadır. Ayrıca uygulamaların yapıldığı sınıf ortamının fotoğrafları Şekil 3.7'da paylaşılmıştır. Bu model araştırmaya katılan bir grup öğrencinin tasarlamış olduğu bir modeldir.



Şekil 3.7. Uygulamaların Yapıldığı Sınıf Ortamı

3.4. Veri Toplama Araçları

Bogdan ve Biklen (1992), Creswell (2012) ve Merriam (1998) nitel araştırmalar için veri toplama araçlarını görüşme, gözlem, doküman analizi (kitapçıklar, sesli ve görsel çıktılar) olarak değerlendirmiştir.

Bu araştırmada görüşme, gözlem ve doküman analizi alt başlıkları altında veriler toplanmıştır.

- ***Görüşme:*** İhtiyaç analizi için uzmanlar ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeleri, ders planlarının tasarımına yönelik uzmanlardan alınan fikirleri ve öğrenciler ile yapılan yarı yapılandırılmış odak grup görüşmelerini kapsamaktadır.
- ***Gözlem:*** Rubrikler kullanılarak tüm araştırma süreci boyunca yapılan gözlemleri kapsamaktadır.
- ***Doküman analizi:*** Öğrencilerin tasarladığı ürünlerin ve etkinlik kitapçıklarının rubrikler ile değerlendirilmesini kapsamaktadır.

3.4.1. Görüşme

Araştırmada ihtiyacın belirlenmesi adına uzmanlar ile yapılan görüşmeler ve öğrenciler ile yapılan odak grup görüşmeleri bu kategoride yer almaktadır.

Görüşme, araştırmacının bir ya da birden fazla katılımcıya sorular sorduğu ve cevapları kayıt altına aldığı bir veri toplama aracıdır (Creswell, 2012). Fontana ve Frey (1994)'e göre insanları anlamanın en güçlü yollarından biri onlarla görüşmeler yapmaktır. Görüşme, nitel araştırmalarda doğrudan gözlenmesi zor olan konular için çok sık tercih edilmektedir (Creswell, 2012; Merriam, 1998; Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Görüşme türleri genellikle yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış şeklinde üç kategoriye ayrılır (Merriam, 1998). Bunlardan yapılandırılmış görüşme, hazırlanan görüşme sorularında hiçbir değişiklik yapılmadan uygulandığı görüşme türüdür.

Yarı yapılandırılmış görüşme, önceden hazırlanan soruların görüşmenin seyrine göre az da olsa değişebileceği, soru sayısına eklemeler çıkarmalar yapılabileceği esnek bir görüşme türüdür.

Yapılandırılmamış görüşme ise araştırmacı açık uçlu bir başlangıç sorusu sorarak görüşmeyi başlatır ancak sorular önceden belirlenmemiştir, genellikle katılımcı görüşmeyi şekillendirir (Merriam, 1998; Yıldırım ve Şimşek, 2018).

İhtiyaç analizi için dört öğretmen ile bireysel ve çevrimiçi olarak görüşmeler yapılmıştır. Her bir öğretmenle yapılan görüşme ortalama 30 – 60 dakika arasında sürmüştür. Öğretmenler ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşme soruları Ek 4'te verilmiştir. Her görüşme için video ve ses kaydı alınmış ve veri analizini kolaylaştırmak adına kelimesi kelimesine yazıya dökülmüştür. Ders planlarının tasarımlarına yönelik uzman öğretmen ve akademisyenlerden fikirler alınmıştır. Bu görüşmeler yapılandırılmamış görüşme şeklinde gerçekleştirilmiştir. Uzmanlardan gelen geri bildirimler sonucunda ders planlarında iterasyonlara gidilmiştir. Yapılan iterasyonlar bulgular bölümünde paylaşılmıştır.

Nitel araştırmalarda görüşmeler bireysel olabildiği gibi odak grup görüşmesi olarak da yapılabilir. Karar verme süreçlerinde odak grup görüşmelerinin pek çok yararı olabilir. Grup olarak yapılan görüşmelerde, gruplar bireylere nazaran daha yaratıcı ve hızlı bir şekilde sorunları çözebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Odak grup görüşmesi, geçmişte belirlenen bir konu bağlamında bir grup katılımcının katılımıyla planlanan görüşme türüdür. Odak grup görüşmesi, tipik olarak dört ila altı kişilik bir grup insanla yapılan görüşmeler yoluyla veri toplama sürecidir (Creswell, 2012).

Uygulamaların sonunda 13 öğrenci ile odak grup görüşmeleri yapılmıştır. Bu görüşmeler yarı yapılandırılmış görüşme şeklinde odak grup görüşmesi formatında gerçekleşmiştir. Öğrenciler, son çalışmasını yapmış olduğu takım arkadaşlarıyla birlikte toplamda üç grup olarak görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Odak grup görüşmeleri ortalama 40-60 dakika sürmüştür. Öğrenciler ile gerçekleştirilen 15 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme soruları Ek 5'te verilmiştir. Soruların araştırmanın amacına uygunluğu danışman öğretim üyesi, STEM ve mühendislik tasarım alanında çalışmaları olan bir akademisyen tarafından incelenmiştir.

Araştırmanın başında, öğretmenler ile problemin analizine yönelik yapılan görüşme ve araştırmanın sonunda öğrenciler ile yapılan odak grup görüşmelerinin alt problemlere göre dağılımı Tablo 3.4'te gösterilmektedir.

Tablo 3.4. Görüşme ve Odak Grup Görüşme Formu Sorularının Alt Problemlere göre Dağılımı

Araştırmanın Alt Problemi	Görüşme Formu	Odak Grup Görüşme Formu
S1. yedinci sınıf öğrencilerine mühendislik becerisi ve girişimcilik yetkinliği kazandırmayı amaçlayan dersler nasıl tasarlanır, geliştirilir ve uygulanır?	3, 7, 8 ve 9	
a. Mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen eğitimi ile öğrencilere kazandırılması gereken mühendislik becerileri nelerdir?	1, 2	
b. Mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen eğitimi ile öğrencilere kazandırılması gereken girişimcilik yetkinlikleri nelerdir?	4, 5, 6	
S2. Geliştirilen müfredatın uygulanması sonucu yedinci sınıf öğrencilerinin mühendislik becerilerinin gelişimi nasıldır?		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
S3. Geliştirilen müfredatın uygulanması sonucu yedinci sınıf öğrencilerinin girişimcilik yetkinliklerinin gelişimi nasıldır?		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15

3.4.2. Gözlem

Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirliği sağlamak çok önemlidir. Veri toplama araçlarını desteklemek ve probleme yönelik kapsamlı bakış açısı sağlamak ve bulguları daha iyi yorumlamak adına verilerin çeşitlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle gözlem, nitel araştırmalarda sıklıkla tercih edilen birincil veri kaynaklarından biridir (Marshall, Catherine; Rossman, 2006; Merriam, 2013; Yin, 2016) Gözlem, nitel araştırmalarda genellikle görüşmelerden elde edilen verilerin geçerliliğini araştırmak için kullanılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Öğrencilerin mühendislik tasarım becerilerinin ve girişimcilik yetkinliklerin nasıl değişim gösterdiğinin anlamak adına görüşme ve dokümanlar ile elde edilen verileri destelemek amacı ile gözlem yoluyla elde edilen veriler kullanılmıştır. Araştırma süreci boyunca araştırmacı hem uygulayıcı hem de gözlemci olarak görev almıştır. Ayrıca danışman, süreci gözlemlemek için bir ders gözlemde bulunmuştur. Araştırmacı gözlemler sırasında uygulayıcı görevini de yürüttüğünden, uzmanlardan görüş alarak oluşturduğu rubrikleri gözlemler sırasında kullanmıştır. Böylece sınırlılık gibi görünen bu durum, araştırmacı tarafından, sınırlılık olmaktan çıkarılmaya çalışılmıştır.

3.4.3. Doküman Analizi

Doküman analizi ya da incelemesi, nitel araştırmalarda birincil veri kaynağı olarak kullanılabileceği gibi genellikle gözlem ve görüşme yoluyla elde edilen verilerin desteklenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Dokümanların analizi, gözlem ve görüşme yöntemlerini destekleyerek araştırmada veri çeşitliliği sağlarken ayrıca araştırmanın geçerliğini kayda değer derece artırmaktadır (Merriams, 2013; Yin, 2016). Dokümanlar gazete, toplantı notları, ders ve ünite planları, ders kitapları, etkinlik kitapçıkları, raporlar, katılımcı çizimleri, katılımcı tasarımları olabilmektedir (Yin, 2016; Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Bu araştırmada kullanılan dokümanlar araştırmacı tarafından hazırlanan öğrenci etkinlik kitapçıkları, öğrencilerin tasarımlarına yönelik yaptığı çizimler ve tasarlanan prototipler doküman incelenmesi için veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu dokümanlar analiz edilirken araştırmacı tarafından geliştirilen "Mühendislik ve Tasarım Rubriği" ve "Girişimcilik Rubriği" kullanılmıştır.

3.4.3.1. Mühendislik ve Tasarım Rubriği

Öğrencileri süreç içerisinde gözlemleyebilmek ve mühendislik becerilerindeki gelişimi incelemek için Mühendislik ve Tasarım Rubriği (Ek 2) tasarlanmıştır. Beş boyuttan (problemi tanımlama, öğrenme/keşfetme, planlama, deneme/uygulama, test etme/karar verme) oluşan rubrik 1 ile 4 puan arasında dört seçenekli ölçüm sistemine sahiptir. Rubrik geliştirilirken mühendislik tasarım süreçlerinin ortak noktaları (Hynes vd., 2011; Massachusetts Eğitim Departmanı, 2006; Massachusetts İlk ve Ortaöğretim Departmanı, 2016; NASA, 2011a; Tank vd., 2016) incelenmiştir. Sonucunda iki öğretim üyesinin de görüşleri alınarak Mühendislik ve Tasarım Rubriğine (Ek 2) son hali verilmiştir. Mühendislik ve Tasarım Rubriğinden alınabilecek maksimum puan 20'dir.

3.4.3.2. Girişimcilik Rubriği

Öğrencilerin girişimcilik yetkinliklerini incelemek ve süreç içerisinde gözlem yapabilmek adına Bacigalupo ve diğerleri (2016) tarafından EntreComp (The European Entrepreneurship Competence Framework [Avrupa Girişimcilik Yetkinlik Çerçevesi]) revize edilerek Girişimcilik Rubriği (Ek 3) geliştirilmiştir. Rubrik, en temelde üç başlıktan (fikirler ve fırsatlar, kaynaklar, harekete geçmek) oluşmaktadır. Bu başlıkların her biri beş

boyuttan oluşmaktadır. Böylece on beş farklı boyuttan (fırsatları belirlemek, yaratıcılık, vizyon, fikirlere değer verme, etik ve sürdürülebilir düşünce, öz farkındalık ve öz yeterlilik, motivasyon ve azim, kaynakları harekete geçirme, finansal ve ekonomik okuryazarlık, başkalarını harekete geçirme, inisiyatif alma, planlama ve yönetim, belirsizlik ve risk ile başa çıkma, takım çalışması, tecrübe ile öğrenme) oluşan rubrik 4'lü Likert tipine çevrilerek kullanılmıştır. Girişimcilik Rubriğinden alınabilecek maksimum puan 60'tır.

Araştırmanın aşamaları bir tablo şeklinde ifade edilerek Tablo 3.5'te gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Araştırmanın Aşamaları

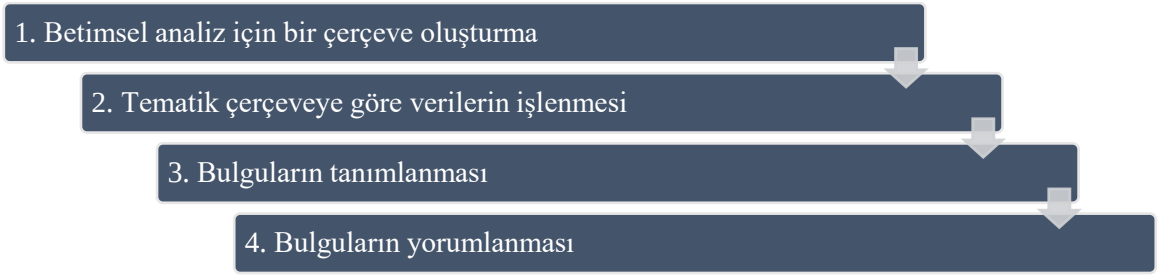
	1. Ön Araştırma Aşaması	2. Prototip Oluşturma ve Geliştirme Aşaması	3. Değerlendirme ve Yansıtma Aşaması
	Analiz ve Keşif	**Tasarım ve İnşa Etme**	**Değerlendirme ve Yansıtma**
Araştırma Süreci	• İhtiyaç analizi • Literatür taraması • Kuramsal çerçeve • Veri toplama araçlarının belirlenmesi	• Ders planlarının tasarımı • Uygulamalar • İterasyonlar	• Verilerin analizi ve yorumlanması
Veri Toplama Araçları	• Görüşme (uzman görüşlerinin alınması)	• Görüşme (uzman görüşlerinin alınması) • Gözlem • Öğrenci yansımaları	• Görüşme (odak grup – öğrenciler ile görüşme) • Doküman analizi • Gözlem
Aşama Çıktıları	• Eğitim ihtiyaçları • Veri toplama araçlarının oluşturulması	• Olgunlaşmış ders planları	• Verilerin analizi ve yorumlamaları
Araştırma Sorusu	Yedinci sınıf öğrencilerine yönelik fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarını içeren bir müfredat nasıl olmalıdır?		
Alt Problemler	**S1.** Yedinci sınıf öğrencilerine mühendislik becerisi ve girişimcilik yetkinliği kazandırmayı amaçlayan dersler nasıl tasarlanır, geliştirilir ve uygulanır? **a.** Mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen eğitimi ile öğrencilere kazandırılması gereken mühendislik becerileri nelerdir? **b.** Mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen eğitimi ile öğrencilere kazandırılması gereken girişimcilik yetkinlikleri nelerdir?		**S2.** Geliştirilen müfredatın uygulanması sonucu yedinci sınıf öğrencilerinin mühendislik becerilerinin gelişimi nasıldır? **S3.** Geliştirilen müfredatın uygulanması sonucu yedinci sınıf öğrencilerinin girişimcilik yetkinliklerinin gelişimi nasıldır?

3.5. Verilerin Analizi

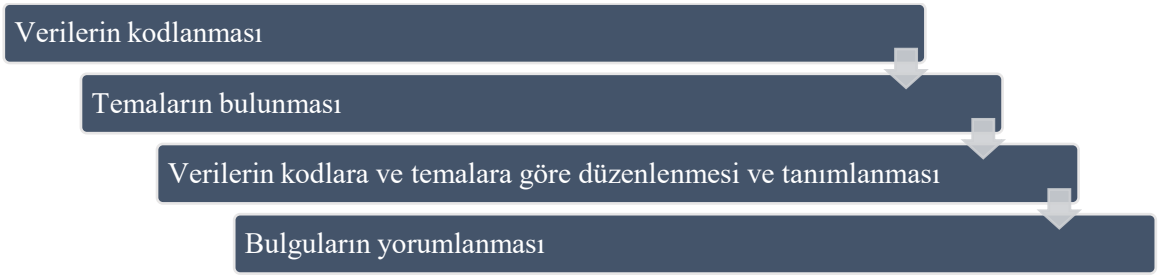
Nitel araştırmalarda verilerin analizi, araştırmacıların en fazla zorlandığı aşamalardan biridir. Nitel araştırmalar kendine özgü birtakım özellikler taşır. Nitel veriler analiz edilirken bu özellikler göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle araştırmacılar araştırma sürecini ve toplanan verilerin özelliklerini dikkate alarak, diğer nitel veri analizlerini de gözden geçirip, kendi araştırmaları için bir veri analizi süreci geliştirmesi gerekir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Veri analizi sürecine karar verirken, araştırmanın amacının yanı sıra araştırma soruları, kuramsal çerçeve ve verilerin toplama şekilleri göz önünde bulundurulmalıdır (Glesne, 2013; Marshall, Catherine; Rossman, 2006).

Nitel araştırmalar, sistematik bir analiz süreci gerektirdiğinden, başlangıçta basit gibi görünen bu süreç, aksine fazlaca zaman ve enerji gerektirmektedir (Ekiz, 2009). Nitel veriler analiz edilirken genellikle betimsel analiz ve içerik analizi kullanılır. Bu yöntemler Strauss ve Corbin tarafından önerilmiştir (Strauss ve Corbin, 1990; Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Yıldırım ve Şimşek (2018)'e göre betimsel ve içerik analizi aşamaları dörder aşamadan oluşmaktadır. Betimsel analiz genellikle dört aşamada yürütülür. Bunlar:



İçerik analizi genellikle dört aşamada yürütülür. Bunlar:



Strauss ve Corbin (1990) içerik analizinde yer alan kodlamalar için üç farklı kodlama türü ortaya koymuştur.

1. *Daha önceden belirlenmiş kavramlara göre yapılan kodlama:* Eğer araştırma belirli bir kuram ya da kavramsal çerçeveye dayanıyorsa, veriler henüz toplanmadan önce oluşturulan kod listesi kullanılabilir. Oluşturulan bu kod listeleri yardımıyla yapılan kodlama türüne bu isim verilmektedir.
2. *Verilerden çıkarılan kavramlara göre yapılan kodlama:* Eğer araştırma belirli bir kuram ya da kavramsal çerçeveye dayanmıyorsa, toplanan veriler tümevarımcı bir yöntem ile analiz edilerek ortaya çıkan kavramlara göre yapılan kodlama türüdür.
3. *Genel bir çerçeve içinde yapılan kodlama:* Bu kodlama türünde ise hem birinci hem de ikinci kodlama türüne ait örnekler bulunur. Veriler analiz edilmeden önce kavramsal çerçeve oluşturulur ve kod listeyi oluşturulur. Analiz sırasında ortaya çıkan yeni kodlar da listeye eklenir. Dolayısıyla hem daha önceden oluşan kod listesi ile içerik analiz edilirken, tümevarımcı bir yaklaşımla analize yeni kodlar eklenir. (Akt. Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Bu araştırmada görüşme, gözlem ve dokümanlar gibi farklı nitel veri toplama yöntemleriyle elde edilen veriler, sistematik bir süreç eşliğinde analiz edilmiştir. Toplanan bu nitel veriler nitel içerik analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir.

Öğretmenler ile yapılan görüşmelerin analizinde içerik analizi yöntemlerinden Strauss ve Corbin (1990) tarafından önerilen "v*erilerden çıkarılan kavramlara göre yapılan kodlama"* yapılmıştır. Öğrenciler ile yapılan görüşmelerde ise rubriklerin analizi, literatür incelemesi ve gözlemler doğrultusunda araştırmacı tarafından oluşturulan kodlar kullanılmıştır. Nitel araştırmaların doğası gereği, verilerin analizi sırasında, tümevarımsal incelemeler sonucunda ortaya çıkan yeni kodlar da listeye eklenmiştir. Bu doğrultuda yine Strauss ve Corbin (1990) tarafından önerilen *"genel bir çerçeve içinde yapılan kodlama"* yapılarak öğrencilerle yapılan görüşmeler analiz edilmiştir. Araştırmacı elde ettiği veriler ışığında çıkarılan kodları farklı zamanlarda tekrar tekrar kontrol ederek, gözden geçirmiştir. Yapılan her iki görüşme transkript edilerek düzenlenmiştir.

Dört uzman öğretmen ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler 12 punto Times New Roman yazı karakteri kullanılarak toplam 24 sayfalık; öğrenciler ile yapılan görüşmeler sonucunda ise 32 sayfalık veri oluşturulmuştur. Yapılan görüşmelerde elde edilen veriler, araştırma içerisinde sunulurken daha sade bir hale getirilmiştir. Sadeleştirme süresince tekrar eden kelimeler, cümle düşüklükleri, duraksamalar temizlenerek aktarım esnasında devre dışı bırakılmıştır. İçerik analizi yöntemiyle veriler daha önceden belirlenen kategorilere göre kodlanmıştır.

Tablo 3.6. Uzman Öğretmenler ile Yapılan Görüşmeye Ait Kategori ve Kod Listesi

Kategori	Kod Listesi
Mühendislik ve Tasarım	Kariyer bilinci, yaratıcılık, planlama, tasarım, inovasyon, problem çözme, deneme, eleştirel düşünme, motor beceriler, optimize etme, öz yeterlilik, problemi belirleme, takım çalışması
Girişimcilik	Kendine güven, yaratıcılık, finansal okuryazarlık, kaynakları organize etme, fırsatları değerlendirme, girişim duygusu, iletişim, belirsizlik/risk yönetimi, takım çalışması, girişimcilikle ilgili kariyer seçenekleri, eleştirel düşünme, inovasyon
Öğretim Programı ve Ders Kitabı	Kaynak eksikliği, bilgi ve kavram yetersizliği, etkinliklerin yetersizliği, becerileri desteklememesi, kılavuz ve yönerge eksikliği, hizmet içi eğitimlerin azlığı

Aşağıda mühendislik ve tasarım kategorisindeki UÖ1 ile yapılan görüşmenin bir kısmının kodlaması örnek olarak gösterilmiştir.

"*Yani ürün geliştirirken mühendislik ve tasarım… tabii ki yaratıcı (yaratıcılık) olmalarını istiyoruz. Tabii bunu el becerisi (motor beceriler) de destekliyor. Yaratıcı fikirler (yaratıcılık) ilk önce üretiyoruz yani STEM aşamasında ise ya da herhangi bir şeyde de ürün geliştirirken (tasarım) mühendislik ve tasarım alanı ile ilgili olarak, tabi, yaratıcı olmaları yanı sıra el becerisi dediğim bu şekilde yani bunları bekliyoruz. Tabii farkındalık yaratması gerekiyor. Yani üründe sıradan bir ürün değil de bir probleme çözüm (problem çözme) sunabilecek bir farklılık (inovasyon) yaratmasını bekliyoruz bu şekilde."*

Araştırmanın uygulama bölümündeki gözlemler sırasında, araştırmacı tarafından geliştirilen, Mühendislik ve Tasarım Rubriği ve Girişimcilik Rubriği kullanılarak öğrencilerin süreç içerisindeki gelişimleri rubrik içerisindeki uygun bölümlere puanlanmıştır. Ayrıca Mühendislik ve Tasarım Rubriği, öğrenci etkinlik kitapçıklarının değerlendirilmesinde doküman analizi

amacıyla kullanılmıştır. Tablo 3.6'te Mühendislik ve Tasarım Rubriği kullanılarak yapılan analize ilişkin bilgiler paylaşılmıştır.

Tablo 3.7. Mühendislik ve Tasarım Rubriğinin Kullanımı

Boyut	Gözlem	Doküman Analizi	
		Öğrenci Etkinlik Kitapçığı	Prototip
Problemi Tanımlama	X	Problemi kendi cümleleriniz ile yazınız.	X
Öğrenme / Keşfetme	X	Hangi bilgiye sahipsiniz, bu tasarım ile ilgili neler biliyorsun? Bugünkü tasarım ile ilgili ne gibi soruların var? Araştırma için kullandığın kaynaklar nelerdir? Tasarımınızı oluştururken ne tür güvenlik önlemleri alacaksınız?	
Planlama	X	Grubunuzda ortaya çıkan tüm fikirler nelerdir? Hangi fikri daha çok beğendiniz ve yapmaya karar verdiniz? Neden? Tasarımınızı oluştururken hangi malzemeleri kullanmayı planlıyorsun?	
Deneme / Uygulama	X	Taslak çizimi	X
Test Etme / Karar Verme	X	Sizce tasarımınızda geliştirilmesi gereken kısımlar nelerdir?	X

Öğrencilerin *problemi tanımlama* durumları araştırma sırasında yapılan gözlemler ile tespit edilmiş ayrıca desteklenmek adına tasarlanan prototipin, probleme ve sınırlılıklara uygun olarak tasarlanıp tasarlanmadığı kontrol edilerek rubrik üzerinden 1 puan ile 4 puan arasında puanlama yapılmıştır. Öğrenci etkinlik kitapçıklarına iterasyonlar sonucunda eklenen "Problemi kendi cümleleriniz ile yazınız." ifadesi ile de problemin tanımlanma durumunun değerlendirilmesi sağlanmıştır. *Öğrenme ve keşfetme* bölümünde öğrenci etkinlik kitapçıklarında bulunan "Hayal et, Öğren, Planla" bölümündeki "Hangi bilgiye sahipsiniz, bu tasarım ile ilgili neler biliyorsun?", "Bugünkü tasarım ile ilgili ne gibi soruların var?", "Araştırma için kullandığın kaynaklar nelerdir?" ve "Tasarımınızı oluştururken ne tür güvenlik önlemleri alacaksınız?" sorularına verilen yanıtlara ek olarak, yapılan gözlemler ile rubrik yardımıyla puanlama yapılmıştır. *Planlama* parametresinin analizi, etkinlik kitapçığı içerisinde yer alan taslak çizimi ve "Hayal et, Öğren, Planla" bölümündeki "Grubunuzda ortaya çıkan tüm fikirler nelerdir?", "Hangi fikri daha çok beğendiniz ve yapmaya karar verdiniz? Neden?" ve "Tasarımınızı oluştururken hangi malzemeleri kullanmayı planlıyorsun?" sorularına verilen yanıtlar, ayrıca,

süreçteki gözlemler kullanılarak rubrik yardımıyla puanlanmıştır. *Deneme ve uygulama* bölümü için yapılan gözlemlere ek olarak öğrencilerin tasarladıkları prototipler ve taslak çizimleri incelenerek çeşitli malzemeleri, teknolojileri ve araç-gereçleri bir arada kullanması ve bilimsel ilkeleri tasarımında uygulayabilmelerine göre puanlama yapılmıştır. *Test etme ve karar verme* bölümünün analizi, gözlemlere ek olarak etkinlik kitapçıkları ve prototipler incelenerek yapılmıştır. Etkinlik kitapçıkları içerisindeki "Test Etme" bölümündeki "Sizce tasarımınızda geliştirilmesi gereken kısımlar nelerdir?" sorusuna verilen yanıtlar ve prototipin son hali incelenerek rubrik yardımıyla puanlaması yapılmıştır.

Öğrencilerin girişimcilik yetkinlikleri araştırmacı tarafından geliştirilen Girişimcilik Rubriği kullanılarak süreç içerisindeki gözlemler yoluyla incelenmiştir. Girişimcilik Rubriği 15 farklı boyuttan oluşmaktadır. Bunlar: Fırsatları belirlemek, yaratıcılık, vizyon, fikirlere değer verme, etik ve sürdürülebilir düşünce, öz farkındalık ve öz yeterlilik, motivasyon ve azim, kaynakları harekete geçirme, finansal ve ekonomik okuryazarlık, başkalarını harekete geçirme, inisiyatif alma, planlama ve yönetim, belirsizlik ve risk ile başa çıkma, takım çalışması, tecrübe ile öğrenmedir (Bacigalupo vd., 2016). Bacigalupo ve diğerleri (2016) tarafından geliştirilen girişimcilik yetkinliği boyutları, Avrupa'da Okulda Girişimcilik Eğitimi (Eurydice Raporu) (European Commision/EACEA/Eurydice, 2016) kazanımlarıyla odak görüşme soruları ilişkilendirilmiştir. Girişimcilik boyutları, girişimcilik kazanımları ve odak grup görüşme sorularının ilişkisi Tablo 3.7'te gösterilmiştir. Öğrenciler ile yapılan odak grup görüşmeleri 12 punto Times New Roman yazı karakteri kullanılarak yazıya dökülerek toplam 32 sayfalık veri oluşturulmuştur. Aynı şekilde öğrencilerle de yapılan görüşmelerde elde edilen veriler, araştırma içerisinde sunulurken daha sade bir hale getirilmiştir. Sadeleştirme süresince tekrar eden kelimeler, cümle düşüklükleri, duraksamalar temizlenerek aktarım esnasında devre dışı bırakılmıştır.

Tablo 3.8. Öğrenciler ile Yapılan Görüşmeye Ait Kategori ve Kod Listesi

Kategori	Kod Listesi
Fırsatları belirlemek	Yaparak yaşayarak öğrenme, zaman yönetimi, fırsatları çeşitlendirme
Yaratıcılık	Özgür düşünme, strateji değiştirme, bellekteki bilgiyi akıcı kullanma, alışılmadık çözümler üretebilme
Vizyon	Stratejik düşünme, kariyer olanaklarını fark etme, liderlik, kaynakları organize etme, ileri görüşlü olma
Fikirlere değer vermek	Fikirlerin değerini anlama, fikir paylaşma, fikirleri takdir etme, stratejik karar verme
Etik ve sürdürülebilir düşünce	Etik davranma, çevreci karar verme, sürdürülebilirliği önemseme
Öz farkındalık ve öz yeterlilik	Deneyim sonucu özgüven artışı, güçlü ve zayıf yönlerini anlama, güçlü yönlerini geliştirme, zayıf yönlerini telafi etme
Motivasyon ve azim	Tutkularına odaklanma, problem çözmeye karşı istek, aksiliklerle başa çıkma, başkaları için değer üretme
Kaynakları harekete geçirmek	Yeni stratejiler tanımlama, kaynakları organize etme, kaynakları yönetebilme, uygun kaynakları tespit etme, kaynakları kullanabilme
Finansal ve ekonomik okuryazarlık	Finansal sürdürülebilirlik için plan yapma, bütçeyi yönetme, fiyatlandırma yapabilme, insan emeğinin değerini saptama, benzer ürünler üzerinden fiyat belirleme
Başkalarını harekete geçirmek	Duygu ve düşüncelerini iyi ifade etme, başkalarını ikna etme, başkalarına ilham verebilme, başkalarını dahil etme
İnisiyatif alma	Farklı çözüm yolları denemekte istekli olma, karar verme yetkisini kullanma, hareketi başlatma
Planlama ve yönetim	Taslak çizimine özen gösterme, proje aşamalarını planlama, değişen koşullara göre planları düzeltme, detayları planlama, zamanı etkin kullanma
Belirsizlik ve risk ile başa çıkma	Belirsizliğe rağmen karar verme, riskleri analiz etme, hata yapmaktan korkmama
Takım çalışması	İhtiyaçlara göre ekiple hareket etme, takımın faydasına göre görev üstlenme, takım üyesi olarak uyum içinde çalışma
Tecrübe ile öğrenme	Deneyimlerini kullanarak değer yaratma, deneyimlerinden faydalanma, hatalarından öğrenme, öğrendiklerini fark etme, girişimciliği kendi cümleleriyle tanımlama

Öğrencilerin hem süreç içerisinde gözlem yapılarak rubrik üzerinden hem de odak grup görüşmesinde sorulara vermiş olduğu yanıtlar ile girişimcilik yetkinlikleri değerlendirilmiştir.

Tablo 3.9. Girişimcilik Yetkinliği Boyutları, Girişimcilik Kazanımları ve Odak Grup Görüşme Soruları İlişkisi

Boyut	Girişimcilik Kazanımları	Sorular
Fırsatları belirlemek	K1	Çalışmalar sırasında zorluklarla karşılaştığınızda neler yaptınız? Fikirlerin işe yarayıp yaramadığını nasıl anladınız?
Yaratıcılık	S1	Problemlere karşı geliştirdiğiniz yaratıcı fikirler ve çözüm önerileri nelerdir?
Vizyon	S4	Yaptığınız çalışmalar size ileride nasıl avantajlar sağlayabilir?
Fikirlere değer vermek	S6	Grubunuzdaki ortaya çıkan tüm fikirlere nasıl geri bildirimler verdiniz? Örnek verebilir misiniz?
Etik ve sürdürülebilir düşünce	S4	Yaptığınız çalışmalarda malzemeleri etik ilkeleri göz önünde bulundurarak kullandınız mı? (Etik ilkeler: Sorumlu, dürüst, adil, çevreye ve doğaya saygılı…) Örnek verebilir misiniz?
Öz farkındalık ve öz yeterlilik	A1	Yaptığınız çalışmalarda kendinize olan güveniniz nasıl değişti?
Motivasyon ve azim	A1	Gelecekte benzer çalışmalar yaparken karşınıza çıkan aksilikleri nasıl ortadan kaldırabilirsiniz?
Kaynakları harekete geçirmek	S4	Günlük hayatınızda, uygulamalar sırasındaki problemlere benzer durumlarla karşılaşırsan hangi bilgiye, malzemelere ve kişilere ihtiyaç duyacağını biliyor musun? Açıklar mısınız?
Finansal ve ekonomik okuryazarlık	S3	Yaptığımız çalışmalarda kullanılan ürünlerin fiyatlandırmasını yapabilir misin? Nasıl?
Başkalarını harekete geçirmek	S4	Grubunuzdaki kişilerin iş bölümü ile ilgili neler yaptınız? Geride kalan arkadaşlarınıza nasıl destek sağladınız?
İnisiyatif alma	A2	Grubunuzdaki kişilerin iş bölümü ile ilgili neler yaptınız? Geride kalan arkadaşlarınıza nasıl destek sağladınız?
Planlama ve yönetim	S2	Çalışmalarınız sırasında ilk etkinliklerdeki planlarınız ile son etkinlikler arasındaki planlarınız arasında nasıl farklar vardı?
Belirsizlik ve risk ile başa çıkma	S5	Çalışmalar sırasında daha önce çalışmadığınız alanlarda ürünler ürettiniz. Süreç sırasında ne gibi risklerle karşılaştınız? Bunları nasıl aşmaya çalıştınız?
Takım çalışması	S6	Takım çalışması ya da iş bölümü yapmak problemleri çözmenize nasıl yardımcı oldu?
Tecrübe ile öğrenme	K2	Sizce bir girişimcinin toplumdaki rolü nedir?

Oluşturulan kod listesi yardımıyla, öğrenciler ile yapılan görüşmenin fikirlere değer verme kategorisine ait kodlaması bir öğrenci üzerinden aşağıda örnek olarak gösterilmiştir.

"Biz takım olarak pratik olmaktan yanaydık. Mesela, benim bir fikrim olduğunda bunu sundum. (fikir paylaşma) Diğer arkadaşlarımız da sundular. Hangisi daha pratik olarak probleme çözüm sağlıyorsa onu seçtik. (fikirlerin değerini anlama) Daha çok bir oyuncu hangisini daha çok beğenir diye düşünerek ortak karar verdik. (stratejik karar verme)"

Bazı sorulara verilen yanıtlar birden fazla kategoriye ait kodlar içerdiği görülmüştür. Bu durumda ise birden fazla kategorideki kodlar kullanılarak verilen cevapların kodlaması yapılmıştır. Örneğin:

"Ben zorlandığım konularda bazen sizden yani öğretmenimden destek aldım, bazen arkadaşlarıma danıştım ayrıca internetten de araştırmalar yaptım. (fırsatları çeşitlendirme) Fikirlerin işe yaraması durumunu ise örneğin tasarladığım algoritmanın çalışıp çalışmadığını test ettim. (hata yapmaktan korkmama) Mesela, taslak planımızda 6 cm olarak geçen bir ölçünün gerçekte 8 cm olması gerektiğini fark ettik. (yaparak yaşayarak öğrenme) Bu şekilde değişiklikler yaparak tasarımımızı optimize ettik. (değişen koşullara göre planları düzeltme)"

Ayrıca geçerlik ve güvenirliği artırmak adına, verilerin %25'i araştırmacının kendisi dışında nitel çalışmaları bulunan başka bir araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir. Araştırmacıların birbirinden ayrı bir şekilde kullandıkları kodların tutarlılığı görüş birliği ya da görüş ayrılığı şeklinde işaretlenmiştir. İki araştırmacı da aynı kodu kullandıklarında görüş birliği, farklı kodu kullandığı durumlara ise görüş ayrılığı denilmiştir. Veri analizinin güvenirliği, Görüş Birliği / (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı) x 100 formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Miles ve Huberman, 1994). Kodlayıcılar arasındaki güvenirlik, hesaplamalar sonucunda %79 olarak çıkmıştır. Daha sonra araştırmacı ve uzman görüş ayrılığına sebep olan kodlamaları beraber tartışarak ortak uyum yakalanmıştır.

3.6. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Nitel olarak yürütülen bu araştırmanın niteliğinin artırılması adına güvenirlik, yapı geçerliği, iç ve dış geçerliğin sağlanmasına özen gösterilmiştir. Geçerlik ve güvenirlik adına alınan önlemler bu başlık altında ifade edilmiştir.

3.6.1. Geçerlik

Geçerlik, çalışma grubuna uygulanan bir test ya da ölçme aracı yardımıyla, araştırma sürecinde elde edilen verilerin kullanımının; bulguların yorumlanmasının yeterliğinin kuram ve kanıt ile desteklenmesi ile ilgilidir (Bademci, 2019). Bir araştırmada geçerliğin artırılması için elde edilen verilerin detaylı bir şekilde rapor edilmesi ve ulaşılan sonuçlara nasıl ulaşıldığının açıklanması gerekmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

3.6.1.1. İnanılırlık

İnanılırlık, araştırma sürecinin çalışılan gerçekliği ortaya çıkarmadaki yetkinliğini ve sonuçların ne kadar inandırıcı olduğunu kapsar. İnanılırlığın sağlanması için hem veri toplama sürecinde hem de verilerin analizi ve yorumlanması sürecinde tutarlı olması ve bu tutarlılığı sağlarken detaylı bir şekilde açıklaması gerekmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Ayrıca uzun süreli etkileşim, katılımcı doğrulaması ve uzman görüşleri gibi yöntemler kullanılarak inanılırlık artırılabilir. Ayrıca uzun süreli etkileşim sayesinde çalışma grubuyla karşılıklı güven oluşur, bu sayede verilerin doğru ve eksiksiz alınması sağlanır. Araştırmacının çalışmanın yapıldığı ortamda bulunması ön yargılardan uzak bir araştırma yapmasını sağlar (Başkale, 2016; Merriams, 2013). Bu çalışmada araştırmacı, araştırmanın yapıldığı ortamda bulunmuş ve araştırma 35 hafta sürmüştür.

Üçgenleme yönteminde iki veya daha fazla veri toplama yönteminin birlikte kullanılması sonucunda, her bir yöntemin zayıf yönlerinin diğer yöntemlerin güçlü yönleriyle telafi edilmesi amaçlanır (Başkale, 2016). Bu araştırmada gözlem, görüşme ve doküman analizi yöntemleri birlikte kullanılarak, üçgenleme yöntemiyle inanılırlık sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca bulguların gerçeğe uygun olup olmadığı verilerin kaynağına dönülerek test edilmiştir. Sürecin her aşamasında konu uzmanları ile görüşülüp, veriler ve süreç hakkında fikir alışverişinde bulunulmuştur.

3.6.1.2 Aktarılabilirlik

Aktarılabilirlik, bir araştırmanın sonuçlarının genellenebilirliği ile ilgilidir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Benzer şartlar sağlandığı taktirde, tasarım temelli araştırmalar genelleme yapmaya uygun araştırmalardır (McKenney ve Reeves, 2014). Nitel araştırmaların sonuçları doğrudan olmasa da dolaylı yoldan benzer ortamlara ve durumlara genellenebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Örneklem seçiminde kullanılan amaçlı örnekleme yöntemi nitel araştırmalarda en sık kullanılan ve en uygun özelliklere göre belirlenen yöntem çeşididir. Amaçlı örnekleme yöntemi sayesinde aktarılabilirlik sağlanabilmektedir. Ayrıca çalışma ortamının ve katılımcıların ayrıntılı tanıtımı yapılarak genelleme sağlanabilir (Başkale, 2016). Bu araştırmada amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmış olup, çalışma grubu ve ortam ayrıntılı bir şekilde tanıtılmaktadır. Araştırmada ortaya çıkan bulgular, benzer çalışmalarda test edilebilmesi için gerekli tüm açıklamalar yapılmıştır. Ayrıca araştırma sonuçları, araştırma sorusu ve kuramlar ile tutarlı olması sağlanarak aktarılabilirlik sağlanmaya çalışılmıştır.

3.6.2. Güvenilebilirlik

Güvenilebilirlik; benzer şartlarda, yapılan bir çalışmanın başka bir araştırmacı tarafından tekrar edildiği taktirde aynı ya da yakın sonuçlarla karşılaşması ile ilgilidir (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Kısaca güvenilebilirlik araştırmanın tutarlılığı ve tekrarlanabilirliğidir. Yapılan araştırmada, güvenirliğin sağlanması adına yapılanlar aşağıdaki başlıklarda açıklanmıştır.

- Gözlem, görüşme ve dokümanlar kullanılarak, üçgenleme yöntemiyle, elde edilen bulgular ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır.
- Gözlem ve doküman analizi yöntemleriyle elde edilen bulgular, görüşme yöntemiyle elde edilen bulgular ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.
- Araştırmanın veri kaynağı olan öğretmen ve öğrenciler tanımlanarak daha sonra araştırma yapacak olan araştırmacılar için çalışma grubu ve grubu belirleme süreci açıklanmıştır.
- Araştırmanın gerçekleştirildiği sosyal ortam detaylı bir şekilde tanımlanmıştır.
- Araştırmada kullanılan yöntem, araştırma süreci, veri toplama ve veri analizi yöntemlerine ek bu verilerden elde edilen bulguların yorumlanması konusunda hangi aşamaların izlendiği açıklanmıştır.

3.6.3. Onaylanabilirlik

Onaylanabilirlik, bir çalışmanın önyargılardan uzak objektif bir şekilde aktarılmasını kapsamaktadır (Başkale, 2016). Bu çalışmada oınaylanabilirliğin sağlanması için aşağıdaki kriterlere yer verilmiştir.

- Araştırma sürecinde toplanan veriler doğrudan alıntılar yapılarak bulgular bölümünde paylaşılmıştır.
- Verilerin analiz edilmiş halleri bulgular bölümünde sunulmuştur.
- İçerik analizinde kullanılan tüm kodlar bulgular bölümünde sunulmuştur.
- Araştırma sürecinde kullanılan metodolojinin ve rubriklerin nasıl seçildiği ve geliştirildiği yöntem bölümünde sunulmuştur.

3.6.4. Araştırmacının Rolü

Nitel araştırmalarda araştırmacının rolü, nicel araştırmalardakinden farklı olarak, alanda bizzat katılımcılar ile görüşmeler gerçekleştirip gözlemler yaparak kazandığı bakış açısı ve deneyimlerini bütünleştirerek verilerin analizini gerçekleştirmektir. Nitel araştırmada araştırmacının çalışma grubuna yakın kalarak görüşmeler ve gözlemler yapması, dokümanları incelemesi, literatür araştırması çok önemli bir yer tutar. Bu sayede araştırmacı çalışma grubunun algı ve deneyimlerini açığa çıkarmaya çalışır (Yıldırım ve Şimşek, 2018).

Bu araştırmada araştırmacı, nitel araştırma gerçekleştirdiğinden, araştırma sürecinin bir parçası haline gelerek tüm süreci gözlemleyen ve raporlayan bir veri toplama aracı olarak görev almıştır. Araştırmada üçgenleme (görüşme, gözlem ve doküman analizi) yöntemi kullanılmıştır. Araştırmacı, alanında uzman kişiler ile görüşmeler gerçekleştirerek örneklem seçiminde, veri toplama araçlarının belirlenmesinde, araştırma sürecinin yürütülmesinde ve verilerin paylaşımında fikir alışverişi yaparak araştırmanın inanılırlık, aktarılabilirlik, güvenilebilirlik ve onaylanabilirliğini artırmaya çalışmıştır.

BÖLÜM IV: BULGULAR

Bu bölümde araştırmanın amaçları doğrultusunda gözlem, görüşme ve doküman analizi yöntemleriyle elde edilen verilerden hareketle ortaya çıkan bulgular ve bulgulara ilişkin yorumlar yer almaktadır. Bulgular, tasarım temelli araştırma yönteminin aşamaları doğrultusunda paylaşılmıştır.

4.1. Ön Araştırma Aşaması

Bu aşamada problemin tanımlanması, ihtiyaç analizi ile birlikte literatür taraması, teorik bir çerçevenin oluşturulmasını ve veri toplama araçlarının hazırlanmasını içermektedir. Alt problemlerden "mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen eğitimi ile öğrencilere kazandırılması gereken mühendislik becerileri nelerdir?" ve "mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen eğitimi ile öğrencilere kazandırılması gereken girişimcilik yetkinlikleri nelerdir?" sorularına yönelik bulgular bu aşamada sunulmaktadır.

İhtiyaçları belirlemek ve sorunları ayrıntılı olarak tanımlayabilmek adına belirlenen uzman öğretmenlerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler, deneyimli öğretmenlerle bire bir ve çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan görüşmeler doğrultusunda problemi tanımlama ve ihtiyaç analizine ek olarak öğrencilerin kazanmaları gereken mühendislik tasarım becerileri ve girişimcilik yetkinlikleri belirlenmiştir.

Görüşmede sorulan sorular üç ana bölüme ayrılmıştır. Birinci bölüm ilk üç soruyu kapsamaktadır. Bu bölümde öğretmenlerin "mühendislik ve tasarım becerileri" ile ilgili öğrencilere neleri kazandırmak istedikleri, mühendislik ve tasarım becerilerinin kazandırılmasının neden önemli olduğu ve sınıflarında yaptıkları mühendislik ve tasarım temelli uygulamaları ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır.

Görüşmenin ikinci bölümü dört, beş, altı ve yedinci soruları kapsamaktadır. Bu bölümde öğretmenlerin "girişimcilik" ile ilgili öğrencilere neleri kazandırmak istedikleri, girişimcilik becerilerinin kazandırılmasının neden önemli olduğu ve öğrencilerin girişimcilik becerilerini geliştirmek üzerine yaptıkları uygulamaları ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır.

Görüşmenin üçüncü ve son bölümü ise sekiz, dokuz ve onuncu soruları kapsayan ve Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve fen bilimleri ders kitabının öğrencilere mühendislik ve tasarım, girişimcilik becerilerini kazandırması konusundaki fikirlerini almak ve bu becerileri geliştirmek için bir etkinlik tasarlayacak olsalar hangi yaklaşımları tercih edeceklerini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır.

Öğretmenlerin görüşme sorularına verdikleri yanıtlar incelenerek buradaki analize dahil edilmişlerdir. Görüşme yapılan dört uzman öğretmen UÖ1, UÖ2, UÖ3 ve UÖ4 isimlendirilmiştir.

4.1.1. Mühendislik ve Tasarım Becerileri Üzerine Uzman Öğretmen Görüşleri

4.1.1.1. UÖ1'e Ait Görüşler

Görüşmeye katılan öğretmenlerden UÖ1, öğrencilerden beceri olarak problemlerin çözümlerine yönelik farklılık yaratmasını, yaratıcı fikirler üretmesini ve el becerilerinin gelişmesini hedeflediğini belirtmektedir.

Diğer taraftan UÖ1, 21. yüzyıl becerilerine vurgu yaparak, öğrencilere mühendislik ve tasarım becerilerinin kazandırılmasının gelecek için çok önemli olduğunu ileri sürmektedir. "Çünkü artık meslek çeşitliliği değişiyor, zaten ön plana çıkacak meslekler değişiyor. Onun için de daha üretken beyinlere ihtiyacımız var, daha üretici. Yani teorik bilginin yanı sıra çok daha fazla yenilikçi öğrenciler oluşturmak için bu kazanımların tabii doğru bir şekilde kazandırılması çok önemli olduğunu düşünüyorum."

Uygulamaların kazanımlar ile paralellik gösterdiğini belirterek öğrencilere konuyla ilgili problem senaryosu vererek bir tasarım yapmalarını ve bunu yaparken iş birliği halinde takım içerisinde bir rolü benimsemesinin önemli olduğu belirtmektedir. Yaptığı mühendislik tasarım uygulamalarından örnek veren UÖ1, "Minecraft ile ilgili vardı mesela. Bunda güneş sistemi tasarlatmıştım çocuklara. Yani bir rayla gidilebilen tüm gezegenleri içine girdiğinde çocuğun tüm özellikleri görebileceği bir sistem vardı. Burada da yine bir tabii ki probleminiz vardı buna çözüm üretiyorduk yani gezegenleri tanımak isteyen bir öğrenci grubu vardı. Buna göre de bir uzay aracı gönderilecekti. O yüzden de çocuklar böyle bir ray sistemi tasarlayıp, gezegenlerin özelliklerini öğrenip, hangisini uzay aracı gönderebileceklerini düşünmüş buna göre karar vermişlerdi örneğin."

4.1.1.2. UÖ2'e Ait Görüşler

Öğrencilerin kendilerine inanmaları gerektiğine vurgu yapan UÖ2, öğrencilerin öz yeterliklerinin gelişmesini mühendislik ve tasarım becerileri içerisinde yer vermektedir. Ayrıca, öğrencilerin hayal ettiklerini gerçekleştiren bunu yaparken yeni fikirler üreterek topluma fayda sağlayacak inovatif düşüncenin artmasını hedeflediğini belirtmektedir. "… çağımızın gerekliliği olarak artık sadece bir şeyi tasarlamak değil bunu inovatif bir şekilde bir şekilde tasarlamanız gerekiyor."

UÖ2, mühendislik tasarım becerilerinin öğrencilere kazandırılmasının öneminden bahsederken, STEM'in çıkış noktasına vurgu yaparak, Amerika'daki gibi STEM mesleklerine karşı ilginin azalması ya da öğrenci sayısının azalmasına bağlı olmadığını dile getirmektedir. "Bizde mühendis değil, bizde gerçekten kaliteli mühendis problemimiz var. Yani onların belki nicelik sorunu var ama bizim nitelik sorunumuz var. Bunun için STEM." Kaliteli mühendisler yetiştirmek adına mühendislik ve tasarım becerilerinin kazandırılması gerektiğini savunmaktadır.

Mühendislik tasarım temelli uygulamalar yaparken proje odaklı çalıştıklarını, TÜBİTAK ve TEKNOFEST yarışmaları için öğrencilerinden problemler tespit etmelerini, onlara mentorluk ederek proje sürecini öğrencilerinin ürettiği fikirler ile yola çıkmanın onların gelişiminde büyük rol oynadığını belirtmektedir. "Yani burada öğretmenin yapması gereken şey şu: O çocuğu, o yola, o atmosfere sokmak ve arkasına rüzgâr olmak ve önündeki engelleri kaldırmak. Bunu başarmamız lazım bizim rolümüz bu."

4.1.1.3. UÖ3'e Ait Görüşler

UÖ3, yaratıcılık, problem çözme ve iş birliği olarak bu becerileri özetlemektedir. Mühendislik ve tasarım süreci olarak nitelediği bu sürecin problemi belirleme, planlama, prototip oluşturma, deneme, değerlendirme ve revize etme şeklinde ilerlediğini belirtmektedir.

Günümüzün multidisipliner olduğuna vurgu yaparak, öğrencilerin günlük hayatlarındaki ya da çevresinde problemleri anlayabilmek ve çözümler geliştirebilmeleri için eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcı düşünme gibi mühendislik tasarım becerilerinin çok önemli olduğunu belirtmektedir. Bu becerileri okulda alması gerektiği savunan UÖ3, bu becerilere meslek hayatlarında dahi ihtiyaç duyacaklarını düşünmektedir. "Aslında bu yüzden birazda uyum

becerilerini arttırabilmeleri için bu becerileri okulda almalılar ki, okul bittikten sonra karşılaştıkları meslek hayatı olabilir, aile hayatları olabilir, iş hayatının dışındaki şeylere de aslında uyum becerisi sağlayabilmeleri için buna ihtiyaçları var."

Yaptığı uygulamalara üç boyutlu yazıcıları dahil eden UÖ3, TÜBİTAK yarışmalarına katıldıklarını ve sınıfında Arduino, kodlama dillerini de kullanarak fen ve matematik birlikteliğinde uygulamalarını gerçekleştirdiğini belirtmektedir.

4.1.1.4. UÖ4'e Ait Görüşler

UÖ4 hayal gücünün önemini dile getirerek, ilk olarak yaratıcılık becerisinin kazandırılması gerektiğini belirtmektedir. "Yaratıcılık kısmının, bence en önce kazandırılması gerekiyor hayal gücünün ve bunun dışında, bu yaratıcılık ve hayal gücüyle beraber bunu ufak basamaklarla uygulayabilir hale getirmeleri gerekiyor."

UÖ4'e göre öğrencilerin okulda edinecekleri mühendislik ve tasarım becerisinin meslek hayatlarında hatta yaşamları boyunca onlara destek olacaktır.

Okullunda robotik faaliyetleri yürüttükleri robotik kulüplerinde ve sınıf derslerinde mühendislik tasarım uygulamaları yaptığını dile getiren UÖ4, Arduino'yu ders planlarına dahil ettiğini belirtmektedir. Bir problemden yola çıkarak öğrencilerin yeteneklerine ve uyumuna göre ders planını revize ederek uygulamalarını yürütmektedir.

Öğretmenlerin "Öğrencilerden beklediğiniz mühendislik ve tasarım becerileri nelerdir?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre mühendislik tasarım kategorisi altında 13 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.1'de gösterilmektedir.

Tablo 4.1. Uzman Öğretmenlerin Görüşlerine Göre Mühendislik ve Tasarım Becerileri

Kategori	Kod	Frekans
Mühendislik Tasarım	Kariyer bilinci	4
	Yaratıcılık	4
	Planlama	3
	Tasarım	3
	İnovasyon	2
	Problem çözme	2
	Deneme	1
	Eleştirel düşünme	1
	Motor beceriler	1
	Optimize etme	1
	Öz yeterlilik	1
	Problemi belirleme	1
	Takım çalışması	1

Tablo 4.1 incelendiğinde, listelenen bu kodlardan kariyer bilinci ve yaratıcılık tüm öğretmenlerin hemfikir olduğu mühendislik ve tasarım becerileri olarak öne çıkmaktadır. Diğer yandan planlama ve tasarım becerileri öğretmenlerin çoğunluğu tarafından dile getirilmiştir. İnovasyon ve problem çözme becerilerinin frekansının 2 olduğu görülmektedir. Frekansı en az olan becerilerin ise deneme, eleştirel düşünme, motor beceriler, optimize etme, öz yeterlilik, problemi belirleme ve takım çalışması şeklinde ortaya çıkmaktadır.

4.1.2. Girişimcilik Üzerine Uzman Öğretmen Görüşleri

4.1.2.1. UÖ1'e Ait Görüşler

UÖ1, fen bilimleri dersi öğretim programında geliştirilmek istenen girişimcilik becerilerini şu şekilde ifade ediyor. Öğrencilerin işbirliği içinde takım çalışması yapması, takım içerisindeki kendilerini ifade etme biçimleri yani iletişim becerileri, meslekleri daha yakından tanımalarına imkân tanıdığı kariyer bilinci ve öz yeterlilik becerilerini girişimcilik becerisi olarak nitelendirmektedir.

Girişimcilik becerisi ve yetkinliği arasındaki fark konusunda ise "tabii ki birbirlerini destekleyen şeyler hani beceri olmalı ama yetkinlik seviyesi için bunu geliştirilmesi gerektiğini düşünüyorum. Çünkü yani benim bir konuda becerim olabilir yani bu en basitinden bir müzik aleti çalmak da olabilir. Bu konuda becerim olabilir ama bunu geliştirmezsem bir yetkinliğim

yani yeterliliğim olmaz bu konuda diye düşünüyorum.” Bu durumda girişimcilik yetkinliğinin, girişimcilik becerisinin gelişmesi sonucunda oluştuğunu düşünmektedir. Aynı şekilde girişimcilik yetkinliğinin, girişimcilik becerisini kapsadığını savunmaktadır.

Bu beceri ya da yetkinliğin kazandırılmasının önemini “Günlük hayatta da aynı şekilde bunun çok büyük olumlu yanları var hani sadece meslek değil tabii ki hani 21. yüzyıl tüm becerileri aslında kazandırmak gelecekte yani ayakları üzerinde sağlam duran, kendini iyi ifade edebilen, günlük hayatta daha az problemle yani problemlerle çok karşılaşsa bile kolay çözümler elde edebilen. … Girişimcilik aslında yeni şeyler üreten bireyler yetiştirmek için.” şeklinde ifade etmektedir. Diğer taraftan ise girişimciliğin finansal boyutuna değinmektedir ve girişimciliği bir ürünün pazarlanması bunu yaparken iletişim becerilerini kullanması olduğunu düşünmektedir.

Sınıfında yaptığı etkinliklerde ise genellikle finansal girişimciliğe vurgu yapan UÖ1, “.. hem kendini anlatabilmek hem de ürünün özelliklerini ön plana çıkarabilmek” için etkinlikler hazırladığını söylemiştir.

4.1.2.2. UÖ2’e Ait Görüşler

UÖ2, öğrencilerin problemlere farklı açılardan bakabilmesi ve bunu çözebilmesi için yenilikçilik, eleştirel düşünme, inovasyon, liderlik, özgüven ve yaratıcılık becerilerinin fen bilimleri dersi öğretim programında geliştirilmek istenen girişimcilik becerileri olduğunu düşünmektedir.

Girişimcilik yetkinliği ve beceri arasındaki farkı ise şu şekilde açıklamıştır. “Yetkinlik aslında şudur: Bir şeyin kapsamı yani o çocuk o beceriyi tesadüfen gerçekleştirmemesi veya işte sadece o an gerçekleştirmesi değil. Yetkinlik, bence o çocuğun doğru yerde, doğru zamanda o beceriyi gerçekten kendi istediği için göstermesi. Yetkinlik yani bir nevi uzmanlık diyebiliriz, … becerinin bir üst modeli diyebiliriz.”

UÖ2, öğrencilerin girişimcilik becerilerinin ya da yetkinliğinin gelişiminin öneminden bahsederken, öğrenciyi gerçek hayat problemlerine hazırladığı, tasarladığı ürünün belgelemek ve patent alma konularında dahi gelişmesine imkân sağladığı ve bunu sürdürebilir kıldığı şeklinde dile getirmektedir.

UÖ2, girişimcilik yetkinliği ile ilgili bilgiye sahip olmadığını şu şekilde ifade etmiştir: "… girişimcilik yetkinliği noktasında kendimi zayıf görüyorum. Çünkü bu konuyla ilgili yeterli donanıma sahip olduğunu düşünmüyorum." Sınıfında, girişimcilik noktasında etkinlikleri tasarlarken genellikle informal olarak meslektaşlarına danıştığını ve bu şekilde etkinliklerine girişimcilik boyutunu eklemeye çalıştığını dile getirmektedir.

4.1.2.3. UÖ3'e Ait Görüşler

UÖ3, fen bilimleri dersi öğretim programında geliştirilmek istenen girişimcilik becerilerini marka tescilleme, patent alma yani bir ürünün fikri mülkiyet hakkının nasıl alınabileceği, ayrıca finansal girişimcilik tarafına vurgu yaparak bazı fen bilimleri konularında hangi alanlara yatırım yapılabileceği şeklinde dile getirmektedir.

Girişimcilik yetkinliği ifadesini ilk kez duyduğunu söyleyen UÖ3, "Girişimcilik yetkinliğini ilk defa duyuyorum. Yani şimdi şöyle bir şey var. Belki benim de birçok konuda, bazı konularda becerim olabilir. Ama o işi yapıp denemediysem, yetkili olup olmadığını anlayamam. Yetkin miyim, değil miyim yetkinlik sanırım biraz daha eğer, doğru anladıysam tecrübe ile alakalı da bir şey geçiyor. Beceri üzerine artık tecrübe etmeye gidiyor sanki." şeklinde olduğunu düşünmektedir.

Öğrencilerin girişimcilik yetkinliklerini geliştirmenin önemini, onları hayata hazırlamak için bilgi ve tecrübe edinmeleri şeklinde belirtmektedir.

UÖ3, öğrencilerinin girişimcilik becerilerini kazanmaları için çeşitli ulusal ve uluslararası projelere başvuru yaptıklarını belirtmektedir. Proje adımlarını takip ettiklerinde, örneğin rapor yazma ve jüriden gelen dönütleri değerlendirmenin, öğrencileri hayata hazırladığına vurgu yapmaktadır. Ek olarak girişimciliğin, mühendislik tasarım ya da STEM ile birlikte ayrılmaz bir bütün olduğunu savunmaktadır.

4.1.2.4. UÖ4'e Ait Görüşler

Ö4, fen bilimleri dersi öğretim programında geliştirilmek istenen girişimcilik becerilerini, onların fikirlerini yaratıcı bir şekilde ürüne çevirmeleri ve iletişim becerisine vurgu yaparak paylaşmaları olarak dile getirmektedir.

Girişimcilik yetkinliği ile beceri arasındaki farkı ise "Yani bir şey yapabilirsiniz onu, o sizin için yatkındır, ama yetkinlik dediğinizde onu yapma dışında bence onu anlatmakta, ifade etmekte daha içi dolu, sadece bilmek değil, bir de ben ona aktarabilmek de yetkinlik olarak düşünüyorum." olarak belirtmektedir.

Girişimcilik yetkinliğinin önemi konusunda ise öğrencilerin girişimcilik becerisini kazanıp, bunu ifade edebilir hale gelmesi için önemli olduğunu savunmaktadır. "Yani uygulayabilmeleri, o konuda daha bilinçlenmeleri ve kendilerini daha rahat hissetmeleri. Çünkü yetkin olduğunuzda yani o beceriye sahip olduğunuzda, kendinize daha özgüveniniz de gelir. Yani daha iyi ifade edeceğiniz hissedersiniz."

Öğrencilerin girişimcilik yetkinliğini geliştirmek adına uygulamalar tasarlarken STEM'in bunun için yeterli olabileceğini savunmaktadır. "Yetkinlik yani çocuğun kendi becerilerini kazanabilmesi için zaten onlara yaptırdığımız işte mühendislik uygulamaları gibi içerisinde STEM, robotik aslında bunlar da çocuklara, bir beceri kazandırmaya, kendi yeteneklerini ortaya çıkartmaya çalışıyoruz."

Öğretmenlerin "Sizce fen bilimleri dersi öğretim programında geliştirilmek istenen girişimcilik becerileri nelerdir?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlar, girişimcilik kategorisi altında 12 farklı kod oluşturulmuştur. Bunlar Tablo 4.2'de gösterilmektedir.

Tablo 4.2. Uzman Öğretmenlerin Görüşlerine Göre Girişimcilik Becerileri

Kategori	Kod	Frekans
Girişimcilik	Kendine güven	4
	Yaratıcılık	3
	Finansal okuryazarlık	2
	Kaynakları organize etme	2
	Fırsatları değerlendirme	2
	Girişim duygusu	2
	İletişim	2
	Belirsizlik/risk yönetimi	1
	Takım çalışması	1
	Girişimcilikle ilgili kariyer seçenekleri	1
	Eleştirel düşünme	1
	İnovasyon	1

Tablo 4.2 incelendiğinde görüşmeye katılan uzman öğretmenlerin tümü kendine güvenmeyi bir girişimcilik becerisi olarak görmektedir. Öğretmenlerden üçü yaratıcılığı girişimcilik becerisi olarak vurgulamıştır. Finansal okuryazarlık, kaynakları organize etme, fırsatları değerlendirme, girişim duygusu ve iletişim becerilerinin söylenme sıklığının ise iki olduğu görülmektedir. Son olarak belirsizlik/risk yönetimi, takım çalışması, girişimcilikle ilgili kariyer seçenekleri, eleştirel düşünme ve inovasyon becerileri en az dile getirilen beceriler olduğu görülmektedir.

4.1.3. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve Fen Bilimleri Ders Kitabı Üzerine Uzman Öğretmen Görüşleri

4.1.3.1. UÖ1'e Ait Görüşler

UÖ1, öğretim programında fen, girişimcilik ve mühendislik uygulamaları ile hedeflenen becerilerin yer aldığını ancak yönergelerin yeterince açık olmadığını düşünmektedir. Öğretmenlerin bilgi ve kavram eksikliği ile sınıflarındaki etkinlikleri yapmalarının zor olabileceğini dile getirmektedir. "… kazanımda sadece tek yazdığımız fen, girişimcilik ve mühendislik uygulamaları bu kadar. Yani hiçbir şey yok hani ben ne yapabilirsem yaparım, yaparsam yaparım gibi bir şey oluyor." Ders kitabında yer alan mühendislik tasarım etkinliklerinin daha önceki yıllardaki etkinliklere benzediğini sadece eski etkinliklerdeki yönergelerin çıkarılarak açık uçlu bir şekilde yapılan etkinliklerin mühendislik tasarım olarak vurgulandığını savunmaktadır. "Yani … STEM gibi bir uygulamaya çevirmemişler aslında. Sadece açık uçlu hale getirmişler, bu sefer de çocuk böyle bakıyor etkinliği yani ne yapacağım ki ben burada diyor. Yönerge eksik, … yani aslında o etkinlik onu pekiştirecek mi o da tam değil."

Girişimcilik boyutunda ise öğretim programının ve ders kitabının son yıllarda gelişme kat ettiğini ancak yine de yeterli olmadığını, yönerge ve kaynak eksikliklerinin olduğunu savunmaktadır.

Ek olarak sorulan "Fen, mühendislik ve girişimcilik bağlamında düşündüğünüzde bir öğretmen olarak sizin için ne olsa derslerinizi daha verimli işleyeceğinizi düşünürdünüz? Müfredattan ve ders kitabından beklentiniz nedir?" sorusuna ise önceki yıllarda MEB tarafından öğretmenlere sağlanan kılavuz kitap benzeri bir kaynakları olmasını bu sayede etkinlikleri yaparken kendisine rehber alabileceğini söylemektedir. "Yani kılavuz kitabı

deniyordu eskiden şu anda olsa, en azından bu etkinlikler için bir kitap olabilir. Öğretmenleri yönlendirebilir yani. Diyebilir ki öğretmen işte birinci aşamada rehberlik ederken şunları değinecek, öğrenciyi bu konuda işte bizde nasıl, mesela aralarda gezinirken öğrenciye şu konuda bir soru soracak. Ondan sonra yani fikir geliştirmesini, ürün geliştirmesini öğretmeni destekleyecek cümleler kurmasını sağlaması lazım." Bu sayede kendisini daha özgüvenli ve rahat hissedeceğini belirtmektedir. Öğrencilerin ise bir kitapçığı takip ederek etkinliklere daha verimli katılacağını ve ilerlemelerinin daha kolay olacağını dile getirmektedir. "Yani çocuğun elinde bir materyal olacak ona bakacak kendini orada görmesi lazım, bir görevlendirme olabilir işte biz insanlar gibi bir görev dağılımı ve buna yönelik sorular olabilir daha fazla hani en önceki bilgisini kullanabileceği. Hani ön bilgileri neler bunu yoklayan sorular olmalı. Bunun üstünde işte konuyla ilgili bilgisi olup olmadığını sorgulayan soruları olmalı."

Öğretim programında fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları kapsamında etkinliklerini ya da materyallerini tasarlarken 5E modelinden faydalandığını, literatür taraması yaptığını, ardından öğrencilerin ilgisini de çekebilecek bir problem senaryosu oluşturduğunu, görsel materyaller eklediğini ve bunu yaparken de ilgili kazanımlara da dikkat ettiğini belirtmektedir. Ayrıca Sence Çorlu hocanın STEM çemgisinden yararlanarak bilgi edinme, fikir geliştirme, ürün geliştirme, test etme ve paylaşma aşamalarını tasarladığını dile getirmektedir. Paylaşım kısmını en keyifli ve eğlenceli kısım olarak niteleyen UÖ1, "… en sonunda da işte zaten paylaşma kısmımız oluyor, en keyifli kısmı diyorum ben oraya. Çok eğlenceli bir kısım. Mesela bilim şenlikleri dediniz burada mesela ben STEM ile ilgili yaptığımız bir proje varsa, bunları orada hani bilim şenliğinde öyle sergi gibi değil de çocukların böyle pazarlama alanı falan yapıyoruz işte. Fiyat belirliyorlar falan satış yapıyorlar." Girişimcilik boyutunu ise genellikle paylaşma kısmında ve sadece finansal girişimcilik bağlamında ortaya çıkarmaktadır.

4.1.3.2. UÖ2'e Ait Görüşler

UÖ2, müfredattan çok öğretmenin o müfredatı kendisine uygun şekilde uygulamasını vurgulamaktadır. "Belki klasik olacak ama müfredat cansızdır. Müfredatı canlı yapan öğretmendir. Müfredatı ben alet çantasına benzetiyorum. Alet çantasını taşımakla bir şey tamir edemezsiniz. Alet çantasını açmanız lazım. Alet çantasından istediğiniz aleti alıp kullanmanız gerekiyor. Onu, o problemi olduğu yere götürmeniz gerekiyor. Yani alet çantasının önüne

alsanız ve deseniz ki hadi bana bu musluğu tamir et deseniz .. aynı durum müfredatta oluyor." Kılavuz kitapların öğretmenlere derslerinde kullanacakları etkinlikleri ya da materyalleri sunmadaki görevinin onlara ilham olması gerektiğini savunmaktadır. Bu sözüyle esnek müfredat kavramına değindiği sonucu çıkarılabilir. UÖ2, hazırlanan kılavuz kitaplar içerisindeki etkinliklerin, öğretmenlere kendi sınıfına uygun olanları seçmesi ve uygulaması, ya da kendisine özgü yeni etkinlikleri tasarlamasına imkân sağladığını dile getirmektedir. Ancak öğretim programının ve ders kitaplarının mühendislik tasarım özelinde müfredatın yeterli olmadığını belirtmektedir.

Öğretim programını ve ders kitaplarını girişimcilik boyutu kapsamında ele aldığında ise hedeflenen amaçların nasıl ve ne şekilde kazandırılacağı konusunda hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin bağlantıyı kurmakta zorlandığını belirtmektedir. Etkinliklerin gerçek yaşamı konu almasına önem verilmesi gerektiğine ve sınıftaki mühendislik tasarım ve girişimcilik etkinliklerinin gerçek yaşam ve okul arasında bir köprü kurması gerektiğini savunmaktadır. Bu konuda öğretmen eğitimlerine de ağırlık verilmesi gerektiğini dile getirmektedir.

Fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları kapsamında etkinliklerini tasarlarken tasarım odaklı öğrenme, bilgi işlemsel düşünme, argümantasyon temelli öğrenme ve yapılandırmacı yaklaşım yöntemlerini kullandığını dile getirmektedir. Ayrıca sınıfında fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları yaparken mühendislik tasarım döngüsünü kullandığını ve öğrencileri için çok faydalı olduğunu belirtmektedir. "Mühendislik tasarım döngüsünü, mesela uyguladığım için birebir bu noktada da güzel veriler elde ettiğim için döngülerin hakkıyla yapıldığında, öğrencinin mühendislik tasarım ve özellikle girişimcilik becerilerine çok güzel katkılarda bulunacağını düşünüyorum."

4.1.3.3. UÖ3'e Ait Görüşler

UÖ3, öğretim programında yer alan fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları kavramlarının ders kitabı ile desteklenmediğini, öğretmenlerin yeterliliklerine bağlı olarak ucu açık bırakıldığını ve yönergelerin yer almadığını dile getirmektedir. Ancak bu kavramların öğretim programında yer almasının dahi öğretmenlerde farkındalık yarattığı, onları düşünmeye ve araştırmaya sevk ettiğinden bahsetmektedir. Konu hakkında öğretmenlerin çalışmalar yapması gerektiği ve hizmet içi eğitimler alması gerektiğini vurgulamıştır. "Yani bununla ilgili daha önce herhangi bir çalışma yapmamış, herhangi bir tasarım sürecinden geçmemiş ya da

bunla ilgilenmemiş bir öğretmenin hizmet içi eğitimi alması, en azından bunun ne olduğu ile ilgili bir şeyleri öğrenmesi şart.”

Girişimcilik boyutunda öğretim programı ve ders kitabı incelendiğinde, öğrencilere girişimcilik yetkinliği ya da becerisi kazandırması konusunda katkı sağlamadığını, ancak daha çok meslekleri tanıma ve mesleki kariyer anlamında katkı sağladığını belirtmektedir. Mühendislik tasarım ve girişimcilik becerilerinin kazandırılmasında esnek bir müfredatın takip edilmesi gerektiğini ve öğretmenin kendi sınıfına göre planını revize etmesi gerektiğini savunmaktadır.

Öğrencilerin mühendislik tasarım ve girişimcilik becerilerinin geliştirilmesi adına etkinlikler tasarladığında daha çok sorgulama temelli bir yaklaşımı benimsediğini dile getiren UÖ3, ek olarak problem senaryolarıyla etkinliklerini desteklediğini belirtmektedir. Problem senaryolarını öğrencilere okutarak etkinliklere başladığını, öğrencilere bir tasarım görevi verdiğini; öğrencilerin ise problem senaryosuna çözüm üretirken ilgili kavram ve kazanımları kendilerinin araştırarak öğrendiklerini ve son aşamada ise öğrencilerin tasarladıkları ürünlerin sunumu yaptıklarını, sunum sonrası akran değerlendirmeleri ile kendi tasarımlarını revize ettiklerini belirtmektedir. Tasarımların öğretmen tarafından değerlendirme bölümünü ise daha çok sezgisel yaptığından bahsetmektedir.

4.1.3.4. UÖ4’e Ait Görüşler

UÖ4, mühendislik ve tasarım boyutunda öğretim kitaplarının ve ders kitaplarının hem öğrenci hem de öğretmenler için yeterli olmadığını belirtmektedir. Öğretim programının bu kavramlara değindiğinin ancak uygulanması konusunda eksiklerinin olduğunu ileri sürmektedir.

Girişimcilik boyutunda ise öğretim programının ve ders kitabının öğrencilere girişimcilik becerisi kazandırmak için yetersiz olduğunu düşünmektedir. UÖ4’e göre mühendislik tasarım ve girişimcilik becerilerinin öğrencilere kazandırılması için takip edebilmeleri için bir iskelet planın olması gerekmekte ve öğretmen dilerse eklemeler ve çıkarmalar yapabilmelidir. Kendisi özel bir okulda çalıştığından dolayı bu tür kaynakların kurum içerisinde oluşturulduğunu yeri geldiğinde ise kendisi almış olduğu eğitim çerçevesinde sınıfına uygun planlar tasarladığını belirmektedir.

Öğrencilere mühendislik tasarım ve girişimcilik becerisi kazandırabilmek için tasarladığı etkinliklerde en başta öğrencileri araştırma ve sorgulamaya teşvik ettiğini, onlara tasarım

görevleri vererek uygulamalar yaptığını, düz bir anlatımdan ziyade öğrencilerin farklı bakış açılarından problemlere bakabilmeleri için uygulama süresince onlara rehberlik ettiğini dile getirmektedir. Bu sayede mühendislik tasarım ve girişimcilik becerilerinin gelişimine katkı sağladığını belirtmektedir.

Uzman öğretmenlerle yapılan görüşmelerde Fen Bilimleri Öğretim Programı ve ders kitabının öğrencilere mühendislik tasarım becerileri ve girişimcilik yetkinliği kazandırmadaki yeterliliği üzerine bazı eksiklerinin olduğu saptanmıştır. Bunlar Tablo 4.3'te gösterilmektedir.

Tablo 4.3. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve Fen Bilimleri Ders Kitabının Mühendislik Tasarım Becerisi ve Girişimcilik Yetkinliği Kazandırmadaki Eksiklikleri

Kategori	Kod	Frekans
Öğretim Programı ve Ders Kitabı	Kaynak eksikliği	4
	Bilgi ve kavram yetersizliği	3
	Etkinliklerin yetersizliği	3
	Becerileri desteklememesi	3
	Kılavuz ve yönerge eksikliği	3
	Hizmet içi eğitimlerin azlığı	2

Tablo 4.3 incelendiğinde görüşmeye katılan tüm öğretmenlerin, ilgili öğretim programı ya da ders kitabının öğrencilere mühendislik tasarım becerisi ve girişimcilik yetkinliği kazandırma konusunda kaynak eksikliği yönünden yetersiz olduğunda hemfikirdir. Ayrıca öğretmenler, ders kitabında bulunan etkinliklerin, bilgi ve kavramların ve yönergelerin yetersiz olduğunu bu sebeple kazandırması gereken becerileri desteklemediğini düşünmektedir. Görüşmeye katılan iki öğretmen ise hizmet içi eğitimlerin yetersiz olduğunu, öğretmenlerin bu eğitimlere katılarak öğretim programında yer alan bilgilerin ve ders kitabındaki etkinlikler konusunda deneyim kazanması gerektiğini savunmaktadır.

4.2. Prototip Oluşturma ve Geliştirme Aşaması

Bu aşamada alt problemlerden "Yedinci sınıf öğrencilerine mühendislik becerisi ve girişimcilik yetkinliği kazandırmayı amaçlayan dersler nasıl tasarlanır, geliştirilir ve uygulanır?" sorusuna yönelik bulgular sunulmaktadır. Ayrıca Trafik Sinyalizasyonu, Otopark Takip Sistemi, Tıbbi Akıllı Çöp Kovası ve Oyun Tasarımı ders planlarının uygulanması sırasında ve sonrasında elde

edilen bulgular yer almaktadır.

İlgili alanyazın incelendiğinde öğrencilere mühendislik-tasarım becerisi ve girişimcilik yetkinliği kazandırmayı amaçlayan bir müfredat, ünite ya da dersinin hedefleri arasında okul düzeyinde bulunan standartlara dayalı disiplinlerarası ve bütünleşik (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014; Merrill ve Daugherty, 2010), gerçek dünya problemlerine bir çözüm geliştirme (NRC, 2014; Purzer ve Quintana-Cifuentes, 2019), 21. yy. becerilerini kapsayan (Bybee, 2010, 2011; Naila, 2020), geleneksel anlayış türlerinin harmanlanmasının ötesine geçen fen, matematik, mühendislik ve teknoloji bağlamlarını bütünleştiren (Moore ve Smith, 2014) ve öğretmenlerin tasarımlarına dayalı uzmanlardan profesyonel destek alınarak hazırlanan (Wong ve Huen, 2017) bir içeriğe sahip olması gerekliliği vurgulanmaktadır. Ayrıca öğrenme ortamlarının da bu amaca yönelik planlanması, gerekli malzeme ve ekipmanların bu ortamlarda bulunması gerektiği vurgulanmaktadır (Erdogan ve Stuessy, 2015; NRC, 2009).

2018 yılında yayınlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı hem mühendislik tasarım hem de girişimcilik bakımından incelenmiştir. Programda yer alan alana özgü beceriler üç temel başlık altında incelenmiştir. Bunlar bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri ve mühendislik tasarım becerileridir. Bu beceriler incelendiğinde 21. yy. becerileri ile ortak özellikler gösterdiği görülmektedir. Bilimsel süreç becerileri gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, hipotez kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, deney yapma gibi bilim insanlarının çalışmaları sırasında kullandıkları becerileri kapsarken; yaşam becerilerini incelediğimizde; bilimsel bilgiye ulaşılması ve bilimsel bilginin kullanılmasına ilişkin analitik düşünme, girişimcilik, yaratıcılık, karar verme, takım çalışması ve iletişim gibi temel yaşam becerilerini kapsadığı görülmektedir. Son olarak mühendislik ve tasarım becerileri incelendiğinde ise fen bilimlerini teknoloji, mühendislik ve matematik ile bütünleştirmeyi sağlayarak, öğrencileri günlük yaşam problemlerine disiplinlerarası bir bakış açısıyla inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırmayı hedeflediği görülmektedir. Ek olarak, öğrencilerin edinmiş oldukları bu bilgi ve becerileri kullanarak problemlerin çözümüne yönelik ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırabilecekleri konusunda yeni stratejiler ve yöntemler geliştirmelerine vurgu yaparak mühendislik ve tasarımın, girişimcilik kavramından ayrı tutulmaması gerektiğini vurgulamıştır.

Öğretim programında yer alan fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları başlığı altında mühendisliği tanımlarken, bireylerin problemlerine ve ihtiyaçlarına çözümler bulabilmek için nesneleri, süreci ve sistemi tasarlamak olduğunu belirtmiştir. Teknolojinin ise bireylerin ihtiyaçlarını ve isteklerini yerine getirmelerine yardımcı olduğunu belirtmektedir. Fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarında ortak amacın, öğrencilerin bu kavramlar arasındaki bağlantıyı kurabilmelerini, disiplinlerarası etkileşimi anlamalarını ve edindikleri bilgileri kendi yaşamlarında kullanabilir hale getirebilmelerini sağlamak olduğunu vurgulamaktadır. Öğrencilerin fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları kapsamında eğitim ve öğretim yılı içerisinde yapacakları tasarımları yıl sonunda okulun düzenleyeceği bilim şenliğinde paylaşmaları beklenmektedir. Programının özel amaçları incelendiğinde ise "fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirme" amacı olduğu görülmektedir.

Öğretim programı genel olarak fen, mühendislik-tasarım ve girişimcilik anlamında öğrencilerden gerçek yaşan problemlerine disiplinlerarası bir şekilde çözümler sunmanın önemini açıkça dile getirmektedir. Bunun, süreç gerektiren bir uygulama olması nedeniyle, değerlendirme konusunda uygulayıcılara kesin sınırlar çizilmediğini ve bu süreçte kullanılabilecek değerlendirme araç ve yöntemlerin uygulayıcılar tarafından seçilmesi gerektiğinin altını çizmiştir.

Öğrencilerin mühendislik tasarım becerilerini ve girişimcilik yetkinliklerini ölçebilmek için alternatif ölçme ve değerlendirme araçlarının kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır (Çorlu, 2013; Moberg vd., 2014; NRC, 2009). Dolayısıyla öğrencilerin bu beceri ve yetkinliklerini değerlendirebilmek adına farklı yöntemlerin kullanılmasının gerekli olduğu söylenebilir. Bu nedenle uzman görüşleri alınarak tasarlanan mühendislik ve tasarım rubriği ve girişimcilik rubriği ön araştırma evresinin bir çıktısı olarak kabul edilebilir.

Mühendislik ve Tasarım Rubriği geliştirilirken, mühendislik tasarım süreçlerinin ortak noktaları (Hynes vd., 2011; Massachusetts Eğitim Departmanı, 2006; Massachusetts İlk ve Ortaöğretim Departmanı, 2016; NASA, 2011a; PictureSTEM, 2015; Tank vd., 2016) incelenmiştir. Sonucunda, beş boyut belirlenmiş ve iki öğretim üyesinin de görüşleri de alınarak rubriğe son hali verilmiştir. 4'lü Likert tipinde hazırlanan rubriğin boyutları aşağıda paylaşılmaktadır.

- Problemi tanımlama
- Öğrenme/keşfetme
- Planlama
- Deneme/uygulama
- Test etme/karar verme

Girişimcilik Rubriği (Ek 3) geliştirilirken, Bacigalupo ve diğerleri (2016) tarafından EntreComp (The European Entrepreneurship Competence Framework [Avrupa Girişimcilik Yetkinlik Çerçevesi]) revize edilmiştir. Rubrik, fikirler ve fırsatlar, kaynaklar ve harekete geçmek olmak üzere üç başlıktan oluşmaktadır. Bu başlıkların her biri beş boyuttan oluşmaktadır. Bu boyutlar aşağıdaki isimleriyle rubrikte yer almaktadır. Rubrik 4'lü Likert tipine çevrilerek kullanılmıştır.

- Fırsatları belirlemek
- Yaratıcılık
- Vizyon
- Fikirlere değer verme
- Etik ve sürdürülebilir düşünce
- Öz farkındalık ve öz yeterlilik
- Motivasyon ve azim
- Kaynakları harekete geçirme
- Finansal ve ekonomik okuryazarlık
- Başkalarını harekete geçirme
- İnisiyatif alma
- Planlama ve yönetim
- Belirsizlik ve risk ile başa çıkma
- Takım çalışması
- Tecrübe ile öğrenme

STEM disiplinlerinin bütünleştirilerek öğretilmesine yönelik ilgili literatürde birçok entegrasyon yöntemi mevcut. Bunlar içerik entegrasyonu ve bağlam entegrasyonu olmak üzere ikiye ayrılır. (Moore ve Smith, 2014). Bağlam entegrasyonu, genellikle fen bilimleri ve matematik disiplinlerine dair kavramları öğretebilmek için mühendislik tasarım sürecini motive edici bir araç olarak kullanırken; içerik entegrasyonunda, mühendislik de dahil olmak üzere fen bilimleri, matematik ve diğer STEM disiplinlerine ait kazanım hedefleri doğrudan öğrenmenin bir parçası olduğu vurgulanmaktadır (Moore ve Smith, 2014). Bu çalışmada disiplinlerin bütünleştirilmesi, içerik entegrasyonu ile sağlanması alınan uzman görüşleriyle karar verilmiştir. Ayrıca son küresel pedagojik stratejiler hem STEM hem de girişimcilik eğitiminin entegrasyonunu teşvik etmektedir (Deveci ve Seikkula-Leino, 2023).

Ön araştırma aşamasının ardından bu aşamada, taslak müfredat hazırlanmıştır. Fen, mühendislik ve girişimcilik ile ilgili müfredat tasarlanırken literatür taraması yapılarak yurt içi ve yurt dışında hazırlanan ders planları, ünite planları, modüller ve müfredatlar (Bacigalupo vd., 2016; Bybee, 2011; Da Silva vd., 2015; European Commision/EACEA/Eurydice, 2016; Kelley ve Knowles, 2016; Moore vd., 2014a, 2014b; NASA, 2011a; NGSS Lead States, 2013; NRC, 2011, 2012, 2014, 2015, 2009; PictureSTEM, 2015; Purzer ve Quintana-Cifuentes, 2019; Tank vd., 2016) incelenmiştir. Ortaya çıkan taslak müfredat, tasarım temelli araştırmanın doğasına uygun olarak alınan uzman görüşleri, gözlemler ve öğrenci yansımalarıyla birlikte birçok kez iterasyona uğrayan müfredat (Ek 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) araştırmanın sonunda son halini almıştır.

4.2.1. İterasyonlar ve Müdahaleler

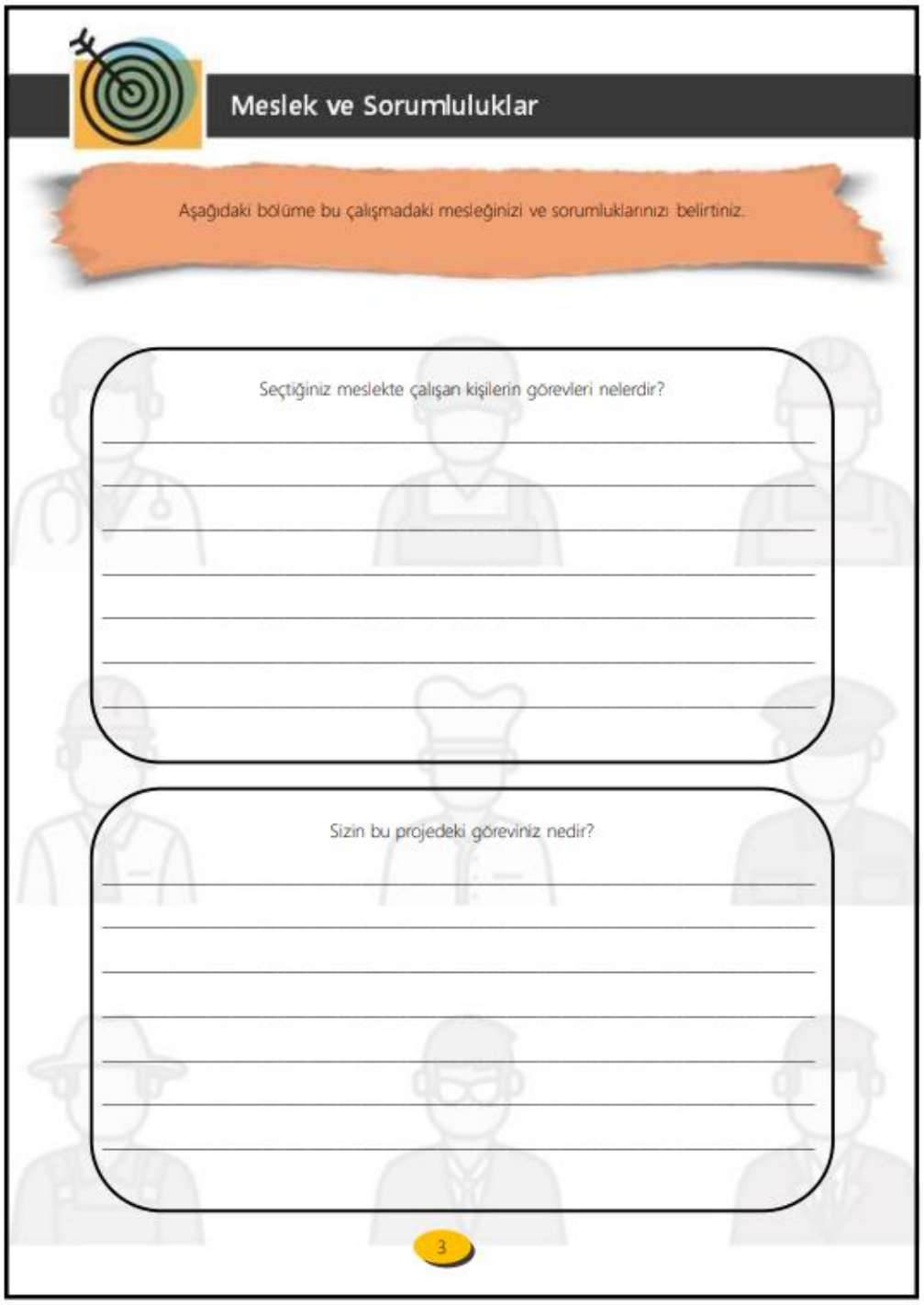
- Problemin öğrencilere verilme zamanı ve öğrenci etkinlik kitapçığındaki yeri değiştirildi. Önceki versiyonda belirli bir öğrenme aşamasından sonra verilen müşteri odaklı problem öğrencilerin daha fazla araştırma yapması adına öne çekildi (Uzman görüşü).

Şekil 4.1. İterasyon 1

- Geliştirilen rubriğin değerlendirilmesini kolaylaştırmak adına öğrencilerin, problem senaryolarını kendi cümleleri ile yeniden oluşturmaları için sorular eklendi (Araştırmacı)
- Öğrencilerin problemleri çözmek için sormaları gereken sorular bölümü eklendi (Uzman görüşü).

Şekil 4.2. İterasyon 2

- Öğrencilerin kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini artırabilmek adına “Meslekler ve Sorumluluklar” bölümü eklendi (Uzman görüşü).

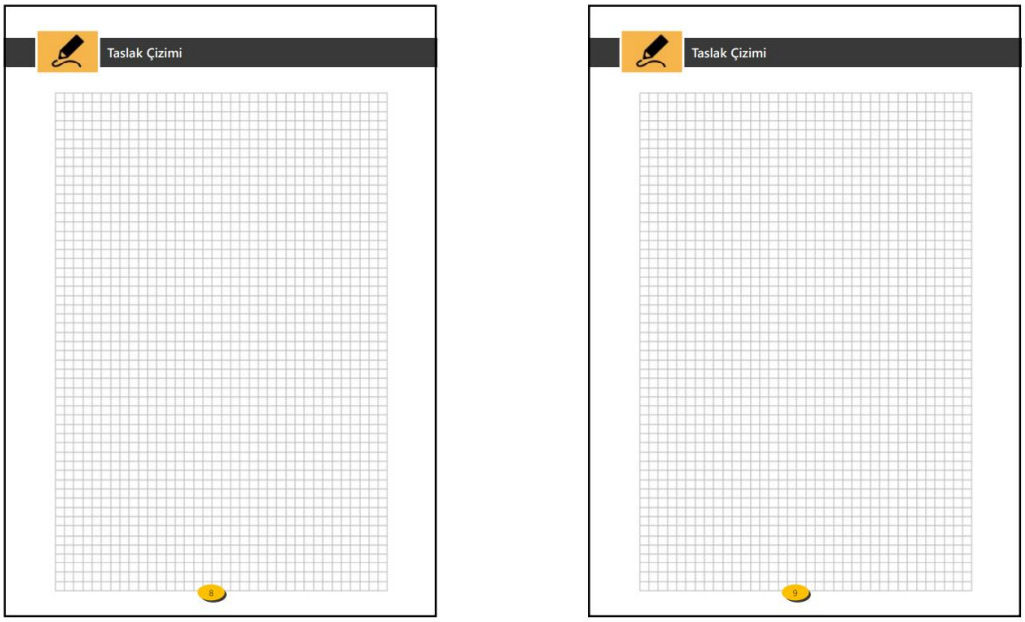


Şekil 4.3. İterasyon 3

- Girişimcilik becerilerinden finansal okuryazarlık kazanımlarının desteklenmesi adına "Fiyatlandırma Bölümü" eklendi. Bu sayede öğrenciler projeleri için fiyat araştırması ve bütçe hesabı yapabilecektir (Araştırmacı ve uzman görüşü).

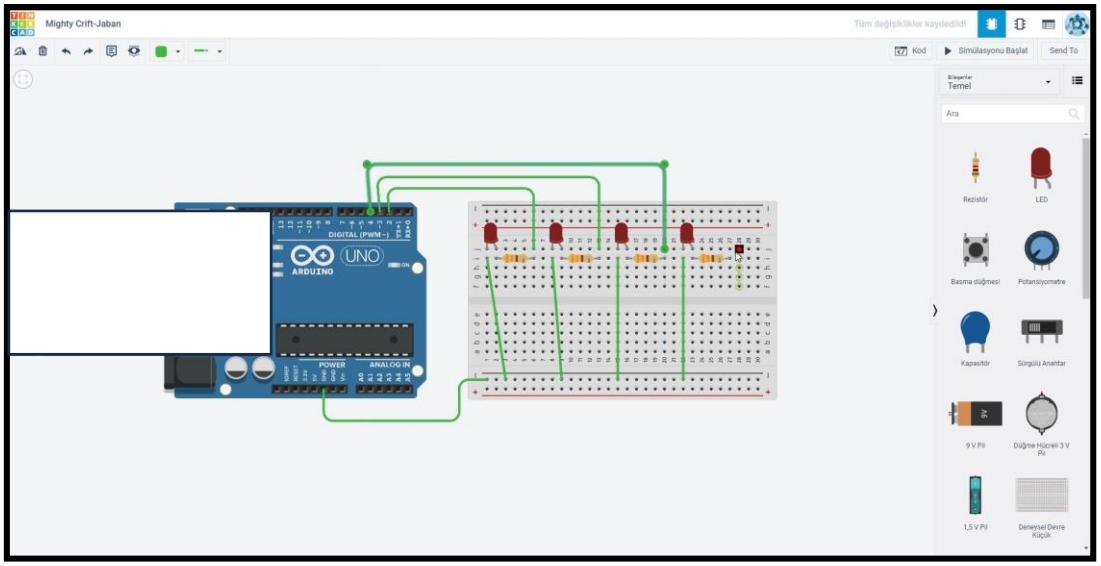
Şekil 4.4. İterasyon 4

- Öğrencilerin öncesinde bireysel taslak çizimi yapabilmeleri adına ikinci bir taslak çizim sayfası eklendi (Öğrenci yansıması).



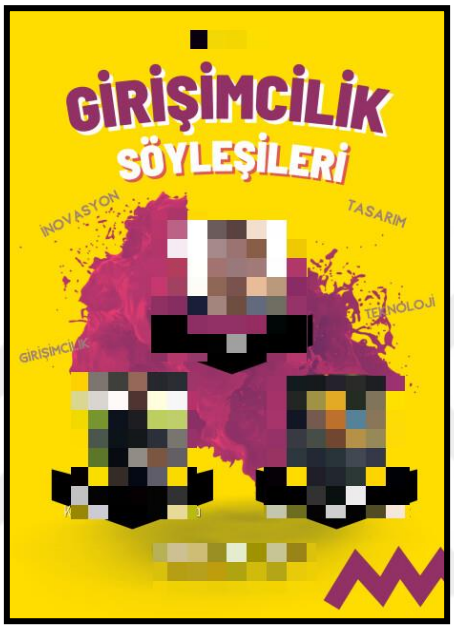
Şekil 4.5. İterasyon 5

- Öğrencilerin teorik bilgisini artırabilmek ve uygulamalar sırasında özgüvenlerini desteklemek adına çevrimiçi teorik ve uygulama videoları eklendi. Bu videolar öğrenci etkinlik kitapçığının ilgili bölümlerine QR kod kullanılarak iliştirildi (Araştırmacı).



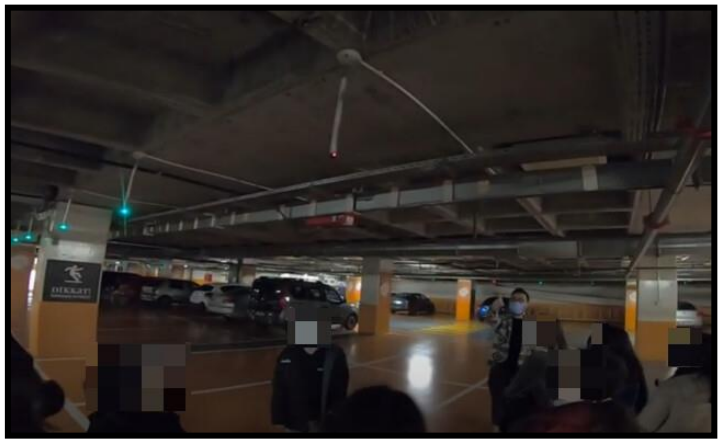
Şekil 4.6. Müdahale 1

- Öğrencilerin hem girişimcilik bilgisi kazanımlarını desteklemek hem de motivasyon vermek adına, son uygulama sırasında çeşitli girişimlerde bulunmuş üç uzman ile iletişime geçilerek online girişimcilik söyleşisi düzenlemiştir (Araştırmacı ve uzman görüşü).



Şekil 4.7. Müdahale 2

- Öğrencilerin günlük yaşamda karşılarına çıkabilecek bir problemi yerinde tespit etmek adına Otopark Takip Sistemi ile ilgili projeye başlamadan önce bir AVM'nin otoparkına giderek yerinde gözlem yapıldı (Araştırmacı ve uzman görüşü).



Şekil 4.8. Müdahale 3

4.2.2. Trafik Sinyalizasyonu Ders Planından Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerin mühendislik becerilerini ve girişimcilik yetkinliğini artırmaya yönelik geliştirilen Trafik Sinyalizasyonu ders planından elde edilen bulgular aşağıda sunulmaktadır.

4.2.2.1. Mühendislik ve Tasarım Rubriğinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde Mühendislik ve Tasarım Rubriği kullanılarak, Trafik Sinyalizasyonu ders planına yönelik elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Elde edilen bulgular Tablo 4.4'te gösterilmektedir.

Tablo 4.4. Trafik Sinyalizasyonu Ders Planı Mühendislik ve Tasarım Rubriği Verileri

	Öğrenci1	Öğrenci2	Öğrenci3	Öğrenci4	Öğrenci5	Öğrenci6	Öğrenci7	Öğrenci8	Öğrenci9	Öğrenci10	Öğrenci11	Öğrenci12	Öğrenci13	Toplam Puan
Problemi Tanımlama	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	24
Öğrenme/Keşfetme	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	23
Planlama	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	19
Deneme/Uygulama	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	3	1	1	24
Test Etme/Karar Verme	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	20
Toplam Puan	7	10	7	10	10	6	8	7	10	10	11	8	6	

Mühendislik ve Tasarım Rubriğinden alınabilecek maksimum puan 20'dir. Buna göre Tablo 4.4 incelendiğinde, öğrenci11'in 11 puan ile diğer öğrenciler arasındaki en fazla puanı aldığı görülmektedir. Öğrenci2, öğrenci4, öğrenci9 ve öğrenci10'un 10 puan; öğrenci7 ve öğrenci12'nin 8 puan; öğrenci1, öğrenci3 ve öğrenci8'in 7 puan; son olarak öğrenci6 ve öğrenci 13'ün 6 puan aldığı görülmektedir. Tüm öğrencilerin mühendislik ve tasarım rubriğinin farklı boyutlarından aldıkları puanların toplanması ile ayrı bir veri daha elde edilmektedir. Rubrik 4'lü Likert tipinde hazırlandığı ve toplam öğrenci sayısı 13 olduğundan dolayı her bir boyut için tüm sınıfın alabileceği maksimum puan 52'dir. Buna göre sırasıyla tüm sınıf, problemi tanımlama boyutundan toplam 24 puan; öğrenme/keşfetme boyutundan 23 puan; planlama boyutundan 19 puan; deneme/uygulama boyutundan 24 puan; test etme/karar verme boyutundan 20 puan aldığı görülmektedir.

4.2.2.2. Girişimcilik Rubriğinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde Girişimcilik Rubriği kullanılarak, Trafik Sinyalizasyonu ders planına yönelik elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Elde edilen bulgular Tablo 4.5'te gösterilmektedir.

Tablo 4.5. Trafik Sinyalizasyonu Ders Planı Girişimcilik Rubriği Verileri

	Öğrenci1	Öğrenci2	Öğrenci3	Öğrenci4	Öğrenci5	Öğrenci6	Öğrenci7	Öğrenci8	Öğrenci9	Öğrenci10	Öğrenci11	Öğrenci12	Öğrenci13	Toplam Puan
Fırsatları belirlemek	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	1	26
Yaratıcılık	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	33
Vizyon	2	2	1	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	28
Fikirlere değer vermek	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	34
Etik ve sürdürülebilir düşünce	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	30
Öz farkındalık ve öz yeterlilik	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	1	2	30
Motivasyon ve azim	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	1	2	31
Kaynakları harekete geçirmek	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	35
Finansal okuryazarlık	2	3	2	3	3	2	2	2	3	2	3	2	1	30
Başkalarını harekete geçirmek	1	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	2	1	29
İnisiyatif alma	1	3	2	2	3	2	3	2	3	3	4	2	1	31
Planlama ve yönetim	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	34
Belirsizlik ve risk ile başa çıkma	2	3	2	3	2	2	2	2	3	3	4	2	1	31
Takım çalışması	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	36
Tecrübe ile öğrenme	2	3	2	3	3	2	2	2	3	3	4	2	1	32
Toplam Puan	27	39	30	39	41	37	40	34	41	41	49	28	24	

Girişimcilik Rubriğinden alınabilecek maksimum puan 60'tır. Buna göre Tablo 4.5 incelendiğinde, öğrenci11 aldığı 49 puan ile diğer öğrenciler arasındaki en fazla puanı aldığı görülmektedir. Sonrasında sırasıyla öğrenci5, öğrenci9 ve öğrenci10'un 41 puan; öğrenci7'nin 40 puan; öğrenci2 ve öğrenci4'ün 39 puan; öğrenci6'nın 37 puan; öğrenci8'in 34 puan; öğrenci3'ün 30 puan; öğrenci12'nin 28 puan; öğrenci1'in 27 puan ve öğrenci13'ün 24 puan aldığı görülmektedir. Tüm öğrencilerin girişimcilik rubriğinin farklı boyutlarından aldıkları puanların toplanması ile ayrı bir veri daha elde edilmektedir. Rubrik 4'lü Likert tipinde hazırlandığı ve toplam öğrenci sayısı 13 olduğundan dolayı her bir boyut için tüm sınıfın

alabileceği maksimum puan 52'dir. Buna göre sırasıyla tüm sınıfın takım çalışması 36 puan; kaynakları harekete geçirme 35 puan; fikirlere değer vermek ve planlama ve yönetim 34 puan; yaratıcılık 33 puan; tecrübe ile öğrenme 32 puan; motivasyon ve azim, inisiyatif alma ve belirsizlik ve risk ile başa çıkma 31 puan; etik ve sürdürülebilir düşünce, öz farkındalık ve öz yeterlilik ve finansal okuryazarlık 30 puan; başkalarını harekete geçirme 29 puan; vizyon 28 puan; fırsatları belirlemek 26 puandır.

4.2.3. Otopark Takip Sistemi Ders Planından Elde Edilen Bulgular

4.2.3.1. Mühendislik ve Tasarım Rubriğinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde Mühendislik ve Tasarım Rubriği kullanılarak, Otopark Takip Sistemi ders planına yönelik elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Elde edilen bulgular Tablo 4.6'da gösterilmektedir.

Tablo 4.6. Otopark Takip Sistemi Ders Planı Mühendislik ve Tasarım Rubriği Verileri

	Öğrenci1	Öğrenci2	Öğrenci3	Öğrenci4	Öğrenci5	Öğrenci6	Öğrenci7	Öğrenci8	Öğrenci9	Öğrenci10	Öğrenci11	Öğrenci12	Öğrenci13	Toplam Puan
Problemi Tanımlama	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	31
Öğrenme/Keşfetme	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	31
Planlama	1	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	2	2	32
Deneme/Uygulama	2	3	2	2	3	2	2	3	3	2	3	2	1	30
Test Etme/Karar Verme	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	2	28
Toplam Puan	9	13	10	12	13	10	12	13	14	13	14	10	9	

Tablo 4.6 incelendiğinde, öğrenci9 ve öğrenci11'in 14 puan; öğrenci2, öğrenci5, öğrenci8 ve öğrenci10'un 13 puan; öğrenci4 ve öğrenci7'nin 12 puan; öğrenci3, öğrenci6 ve öğrenci12'nin 10 puan; öğrenci1 ve öğrenci13'ün 9 puan aldığı görülmektedir. Ayrıca tüm sınıfın mühendislik tasarım rubriği boyutlarından toplam aldığı puanların sırasıyla planlama 32; problemi tanımlama 31; öğrenme/keşfetme 31; deneme/uygulama 30; test etme/karar verme 28 olduğu görülmektedir.

4.2.3.2. Girişimcilik Rubriğinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde Girişimcilik Rubriği kullanılarak, Otopark Takip Sistemi ders planına yönelik elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Elde edilen bulgular Tablo 4.7'de gösterilmektedir.

Tablo 4.7. Otopark Takip Sistemi Ders Planı Girişimcilik Rubriği Verileri

	Öğrenci1	Öğrenci2	Öğrenci3	Öğrenci4	Öğrenci5	Öğrenci6	Öğrenci7	Öğrenci8	Öğrenci9	Öğrenci10	Öğrenci11	Öğrenci12	Öğrenci13	Toplam Puan
Fırsatları belirlemek	1	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	1	26
Yaratıcılık	2	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	33
Vizyon	2	2	1	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	28
Fikirlere değer vermek	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	34
Etik ve sürdürülebilir düşünce	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	30
Öz farkındalık ve öz yeterlilik	2	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	1	2	30
Motivasyon ve azim	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	1	2	31
Kaynakları harekete geçirmek	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	35
Finansal okuryazarlık	2	3	2	3	3	2	2	2	3	2	3	2	1	30
Başkalarını harekete geçirmek	1	2	2	2	3	2	3	2	3	3	3	2	1	29
İnisiyatif alma	1	3	2	2	3	2	3	2	3	3	4	2	1	31
Planlama ve yönetim	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	34
Belirsizlik ve risk ile başa çıkma	2	3	2	3	2	2	2	2	3	3	4	2	1	31
Takım çalışması	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	36
Tecrübe ile öğrenme	2	3	2	3	3	2	2	2	3	3	4	2	1	32
Toplam Puan	27	39	30	39	41	37	40	34	41	41	49	28	24	

Tablo 4.7 incelendiğinde öğrenci11'in 49 puan; öğrenci5, öğrenci9 ve öğrenci10'un 41 puan; öğrenci7'nin 40 puan; öğrenci2 ve öğrenci4'ün 39 puan; öğrenci6'nın 37 puan; öğrenci8'in 34 puan; öğrenci3'ün 30 puan; öğrenci12'nin 28 puan; öğrenci1'in 27 puan ve öğrenci13'ün 24 puan aldığı görülmektedir. Girişimcilik rubriği boyutlarından tüm sınıfın toplam aldığı puanların sırasıyla takım çalışması 36; kaynakları harekete geçirme 35; fikirlere değer verme ve planlama ve yönetim 34; yaratıcılık 33; tecrübe ile öğrenme 32; motivasyon ve azim, inisiyatif alma, belirsizlik ve risk ile başa çıkma 31; etik ve sürdürülebilir düşünce, öz farkındalık ve öz

yeterlik, finansal okuryazarlık 30; başkalarını harekete geçirme 29; vizyon 28; fırsatları belirlemek 26 puan olduğu görülmektedir.

4.2.4. Tıbbi Akıllı Çöp Kovası Ders Planından Elde Edilen Bulgular

4.2.4.1. Mühendislik ve Tasarım Rubriğinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde Mühendislik ve Tasarım Rubriği kullanılarak, Tıbbi Akıllı Çöp Kovası ders planına yönelik elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Elde edilen bulgular Tablo 4.8'de gösterilmektedir.

Tablo 4.8. Tıbbi Akıllı Çöp Kovası Ders Planı Mühendislik ve Tasarım Rubriği Verileri

	Öğrenci1	Öğrenci2	Öğrenci3	Öğrenci4	Öğrenci5	Öğrenci6	Öğrenci7	Öğrenci8	Öğrenci9	Öğrenci10	Öğrenci11	Öğrenci12	Öğrenci13	Toplam Puan
Problemi Tanımlama	2	3	4	4	4	3	3	2	3	4	3	3	3	41
Öğrenme/Keşfetme	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	2	36
Planlama	3	2	3	3	2	2	4	3	2	4	4	2	2	36
Deneme/Uygulama	3	2	2	4	4	2	3	3	2	4	3	2	2	36
Test Etme/Karar Verme	3	2	2	4	3	2	4	2	2	4	3	2	2	35
Toplam Puan	13	12	14	18	16	12	17	13	12	20	15	11	11	

Tablo 4.8 incelendiğinde öğrenci10'un 20 puan; öğrenci4'ün 18 puan; öğrenci7'nin 17 puan; öğrenci5'in 16 puan; öğrenci11'in 15 puan; öğrenci3'in 14 puan; öğrenci1 ve öğrenci8'in 13 puan; öğrenci2, öğrenci6 ve öğrenci9'un 12 puan; öğrenci12 ve öğrenci13'ün 11 puan aldığı görülmektedir. Ayrıca tüm sınıfın mühendislik tasarım rubriği boyutlarından toplam aldığı puanların sırasıyla problemi tanımlama 41; öğrenme/keşfetme, planlama ve deneme/uygulama 36; test etme/karar verme 35 olduğu görülmektedir.

4.2.4.2. Girişimcilik Rubriğinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde, Girişimcilik Rubriği kullanılarak, Tıbbi Akıllı Çöp Kovası ders planına yönelik elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Elde edilen bulgular Tablo 4.9'da gösterilmektedir.

Tablo 4.9. Tıbbi Akıllı Çöp Kovası Ders Planı Girişimcilik Rubriği Verileri

	Öğrenci1	Öğrenci2	Öğrenci3	Öğrenci4	Öğrenci5	Öğrenci6	Öğrenci7	Öğrenci8	Öğrenci9	Öğrenci10	Öğrenci11	Öğrenci12	Öğrenci13	Toplam Puan
Fırsatları belirlemek	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	34
Yaratıcılık	2	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	40
Vizyon	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	36
Fikirlere değer vermek	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	2	41
Etik ve sürdürülebilir düşünce	2	2	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	40
Öz farkındalık ve öz yeterlilik	2	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	2	3	42
Motivasyon ve azim	2	2	3	3	4	4	3	3	4	4	4	2	3	41
Kaynakları harekete geçirmek	2	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	2	2	38
Finansal okuryazarlık	2	3	2	3	4	3	3	3	3	3	3	2	2	36
Başkalarını harekete geçirmek	2	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3	2	41
İnisiyatif alma	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	2	2	38
Planlama ve yönetim	2	2	3	3	2	2	4	3	3	4	4	2	2	36
Belirsizlik ve risk ile başa çıkma	2	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	2	2	41
Takım çalışması	2	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	44
Tecrübe ile öğrenme	2	3	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	2	42
Toplam Puan	31	40	45	48	52	46	51	47	49	56	53	36	36	

Tablo 4.9 incelendiğinde öğrenci10'un 56 puan; öğrenci11'in 53 puan; öğrenci5'in 52 puan; öğrenci7'nin 51 puan; öğrenci9'un 49 puan; öğrenci4'ün 48 puan; öğrenci8'in 47 puan; öğrenci6'nın 46 puan; öğrenci3'ün 45 puan; öğrenci2'nin 40 puan; öğrenci12 ve öğrenci13'ün 36 puan; öğrenci1'in 31 puan aldığı görülmektedir. Girişimcilik rubriği boyutlarından tüm sınıfın toplam aldığı puanların sırasıyla takım çalışması 44; öz farkındalık ve öz yeterlik, tecrübe ile öğrenme 42; fikirlere değer verme, motivasyon ve azim, başkalarını harekete geçirme, belirsizlik ve risk ile başa çıkma 41; yaratıcılık, etik ve sürdürülebilir düşünce 40; kaynakları harekete geçirme, inisiyatif alma 38; vizyon, finansal okuryazarlık, planlama ve yönetim 36; fırsatları belirlemek 34 olduğu görülmektedir.

4.2.5. Oyun Tasarımı Ders Planından Elde Edilen Bulgular

4.2.5.1. Mühendislik ve Tasarım Rubriğinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde Mühendislik ve Tasarım Rubriği kullanılarak, Oyun Tasarımı ders planına yönelik elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Elde edilen bulgular Tablo 4.10'da gösterilmektedir.

Tablo 4.10. Oyun Tasarımı Ders Planı Mühendislik ve Tasarım Rubriği Verileri

	Öğrenci1	Öğrenci2	Öğrenci3	Öğrenci4	Öğrenci5	Öğrenci6	Öğrenci7	Öğrenci8	Öğrenci9	Öğrenci10	Öğrenci11	Öğrenci12	Öğrenci13	Toplam Puan
Problemi Tanımlama	2	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	48
Öğrenme/Keşfetme	2	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	2	40
Planlama	3	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3	45
Deneme/Uygulama	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	47
Test Etme/Karar Verme	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	47
Toplam Puan	13	19	16	18	20	16	19	17	20	20	19	16	14	

Tablo 4.10 incelendiğinde öğrenci5, öğrenci9 ve öğrenci10'un 20 puan; öğrenci2, öğrenci7 ve öğrenci11'in 19 puan; öğrenci4'ün 18 puan; öğrenci8'in 17 puan; öğrenci3, öğrenci6 ve öğrenci12'nin 16 puan; öğrenci13'ün 14 puan; öğrenci1'in 13 puan aldığı görülmektedir. Ayrıca tüm sınıfın mühendislik tasarım rubriği boyutlarından toplam aldığı puanların sırasıyla problemi tanımlama 48; deneme/uygulama ve test etme/karar verme 47; planlama 45; öğrenme/keşfetme 40 olduğu görülmektedir.

4.2.5.2. Girişimcilik Rubriğinden Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde, Girişimcilik Rubriği kullanılarak, Oyun Tasarımı ders planına yönelik elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Elde edilen bulgular Tablo 4.11'de gösterilmektedir.

Tablo 4.11. Oyun Tasarımı Ders Planı Girişimcilik Rubriği Verileri

	Öğrenci1	Öğrenci2	Öğrenci3	Öğrenci4	Öğrenci5	Öğrenci6	Öğrenci7	Öğrenci8	Öğrenci9	Öğrenci10	Öğrenci11	Öğrenci12	Öğrenci13	Toplam Puan
Fırsatları belirlemek	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	46
Yaratıcılık	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	48
Vizyon	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	45
Fikirlere değer vermek	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	49
Etik ve sürdürülebilir düşünce	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3	45
Öz farkındalık ve öz yeterlilik	2	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	2	3	44
Motivasyon ve azim	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	47
Kaynakları harekete geçirmek	2	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	2	3	45
Finansal okuryazarlık	2	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	44
Başkalarını harekete geçirmek	2	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	2	3	45
İnisiyatif alma	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	47
Planlama ve yönetim	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	46
Belirsizlik ve risk ile başa çıkma	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	47
Takım çalışması	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	49
Tecrübe ile öğrenme	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	49
Toplam Puan	36	55	49	60	59	59	57	58	59	59	60	40	44	

Tablo 4.11 incelendiğinde öğrenci4 ve öğrenci11'in 60 puan; öğrenci5, öğrenci6, öğrenci9 ve öğrenci10'un 59 puan; öğrenci8'in 58 puan; öğrenci7'nin 57 puan; öğrenci2'nin 55 puan; öğrenci3'ün 49 puan; öğrenci13'ün 44 puan; öğrenci12'nin 40 puan ve öğrenci1'in 36 puan aldığı görülmektedir. Ayrıca girişimcilik rubriği boyutlarından tüm sınıfın toplam aldığı puanların sırasıyla takım çalışması, fikirlere değer verme ve tecrübe ile öğrenme 49; yaratıcılık 48; motivasyon ve azim, inisiyatif alma ve belirsizlik ve risk ile başa çıkma 47; fırsatları belirlemek, planlama ve yönetim, 46; vizyon, etik ve sürdürülebilir düşünce, kaynakları harekete geçirme, başkalarını harekete geçirme 45; öz farkındalık ve öz yeterlik, finansal okuryazarlık 44 olduğu görülmektedir.

4.3. Değerlendirme ve Yansıtma

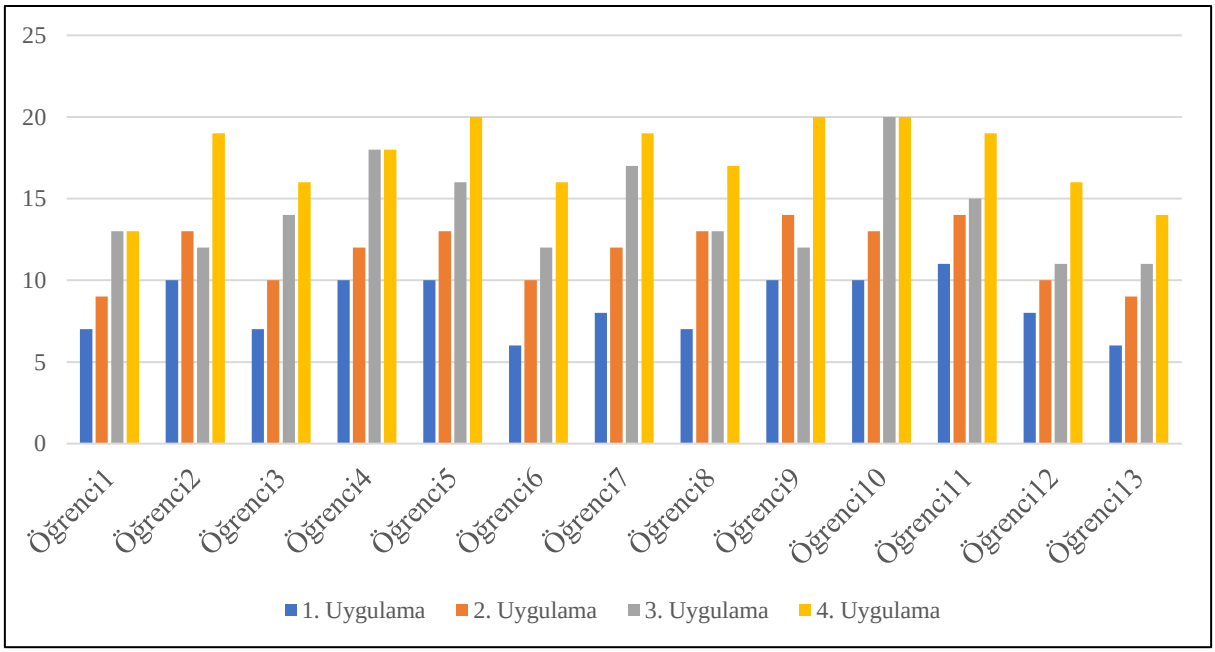
Bu aşamada alt problemlerden "Geliştirilen müfredatın uygulanması sonucu yedinci sınıf öğrencilerinin mühendislik becerilerinin gelişimi nasıldır?" ve "Geliştirilen müfredatın uygulanması sonucu yedinci sınıf öğrencilerinin girişimcilik yetkinliklerinin gelişimi nasıldır?" sorularına yönelik bulgular sunulmaktadır.

Araştırma sürecinde geliştirilen mühendislik tasarım müfredatının öğrencilerin mühendislik becerisini ve girişimcilik yetkinliğini nasıl etkilediğine ilişkin bulgular çeşitli veri toplama araçlarıyla toplanıp analiz edilerek bu bölümde iki başlık halinde sunulmaktadır.

4.3.1. Mühendislik Becerilerine Etkisi

Araştırmanın uygulama sürecindeki yapılan gözlemler ve öğrenci etkinlik kitapçıkları, araştırmacı tarafından geliştirilen Mühendislik ve Tasarım Rubriği kullanılarak öğrencilerin süreç içi gelişimleri not edilmiştir. 13 öğrenciyle gerçekleşen araştırma sürecinde toplamda dört ders planı uygulanmıştır. Yapılan uygulamalar sonucunda öğrencilerin bireysel olarak değişimleri Tablo 4.12'de sunulmaktadır.

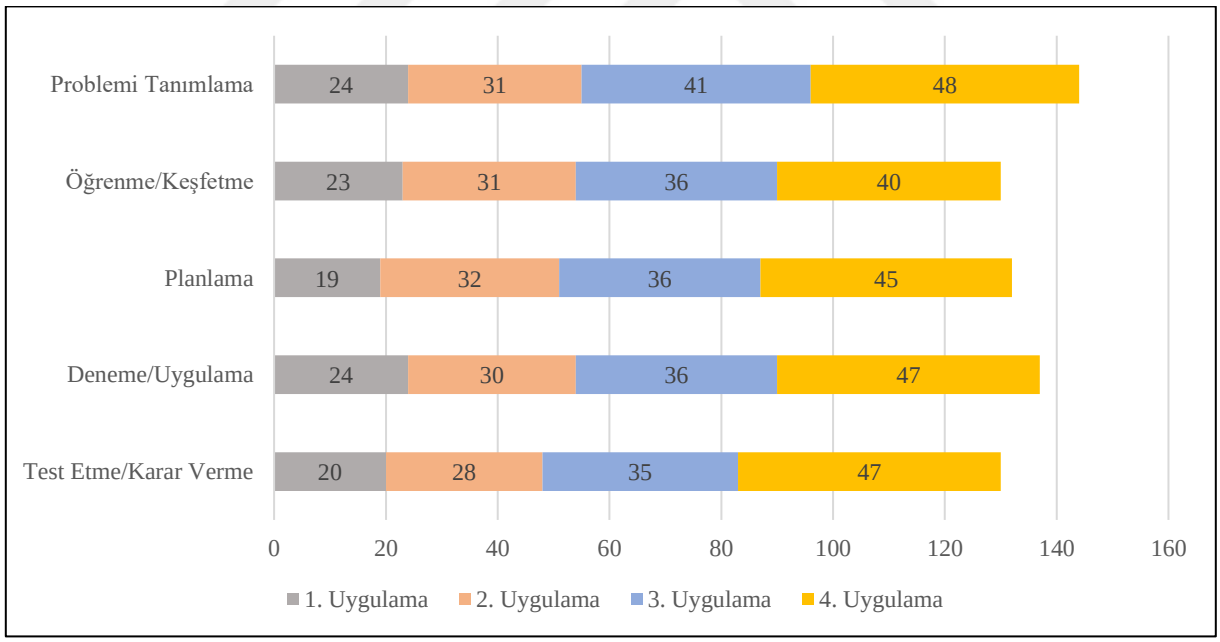
Tablo 4.12. Öğrencilerin Mühendislik ve Tasarım Rubriği Puanlarının Değişimi



4’lü Likert tipinde geliştirilen Mühendislik ve Tasarım Rubriği beş farklı boyuttan oluşmaktadır. Bu durumda bir öğrenci en fazla 20 puan alabilmektedir. Tablo 4.12 incelendiğinde çoğunlukla uygulamalar ilerledikçe rubrikten alınan puanların arttığı söylenebilir. Ancak bazı öğrencilerin 2. uygulamadan aldıkları puanların 3. uygulamadan daha az olduğu görülmektedir. Öğrenci10 3. uygulama sırasında rubrikten alınabilecek en fazla puana ulaşmıştır ve son uygulamada puanını korumuştur. Bunun dışında öğrenci5 ve öğrenci9 4. uygulama sırasında maksimum puana ulaşmıştır.

Gerçekleştirilen uygulamalar sonucunda öğrencilerin Mühendislik ve Tasarım Rubriğinin her bir boyutundan aldığı puanlar toplanarak ayrı bir veri seti oluşturulmuştur. Tüm sınıfın aldığı puanlar toplanarak elde edilen bu değişimler Tablo 4.13’te sunulmaktadır.

Tablo 4.13. Tüm Sınıfın Mühendislik ve Tasarım Rubriği Boyutlarından Aldığı Puanların Uygulamalara Göre Karşılaştırılması

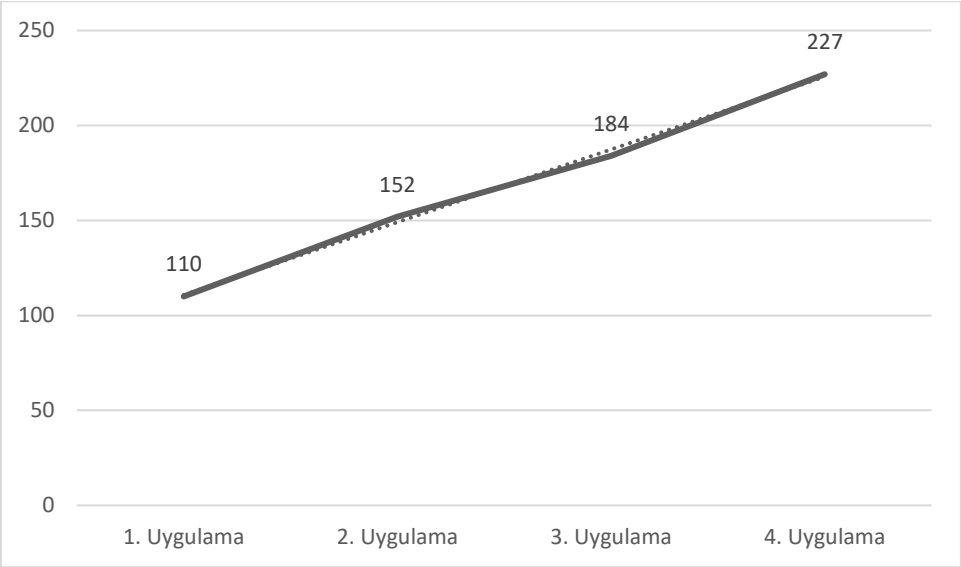


Toplamda 13 öğrenci ile gerçekleştirilen uygulamalarda, her bir boyuttan maksimum 4 puan alınabilmektedir. Bu durumda her bir boyut için tüm sınıfın alabileceği maksimum puan 52’dir. Tablo 4.13 incelendiğinde tüm öğrencilerin rubrik boyutlarından uygulamalara bağlı almış oldukları toplam puanlar sırasıyla, problemi tanımlama boyutundan 24, 31, 41, 48 puan; öğrenme ve keşfetme boyutundan 23, 31, 36, 40 puan; planlama boyutundan 19, 32, 36, 45 puan;

deneme/uygulama boyutundan 24, 30, 36, 47 puan; test etme/karar verme boyutundan 20, 28, 35, 47 puan almıştır.

Son olarak tüm sınıfın her bir uygulama sırasında Mühendislik ve Tasarım Rubriğinin boyutlarından (problemi tanımlama, öğrenme/keşfetme, planlama, deneme/uygulama, test etme/karar verme) almış olduğu toplam puanlar Tablo 4.14'te sunulmaktadır.

Tablo 4.14. Tüm Sınıfın Mühendislik ve Tasarım Rubriği Boyutlarına Ait Puan Toplamı

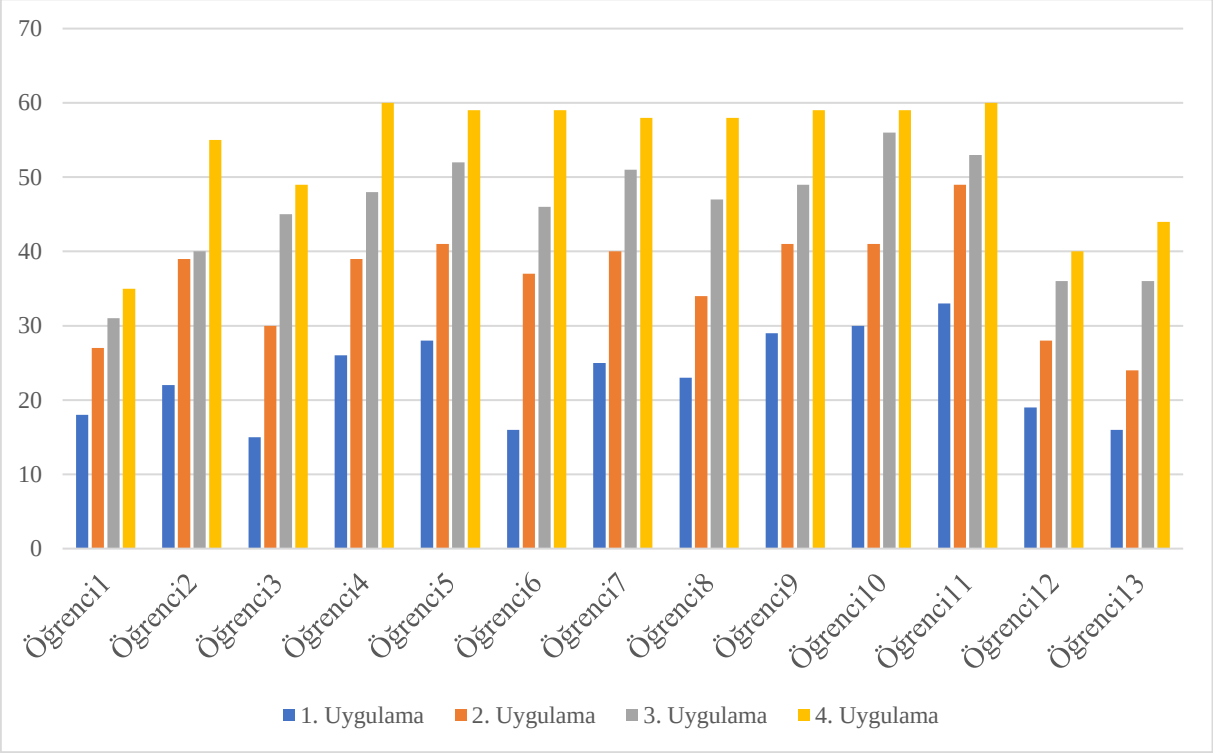


Tablo 4.14 incelendiğinde tüm sınıfın Mühendislik ve Tasarım Rubriğinden 1. uygulama sırasında elde edilen puanların toplamı 110; 2. uygulama 152; 3. uygulama 184 ve son uygulama 227 olduğu görülmektedir. Bu durumda alınan toplam puanların uygulamalar ilerledikçe arttığı söylenebilir.

4.3.2. Girişimcilik Yetkinliğine Etkisi

Çalışmada, araştırmacı tarafından geliştirilen Girişimcilik Rubriği ve sürecin sonunda öğrenciler ile yapılan odak grup görüşmesi kayıtlarına göre öğrencilerin girişimcilik yetkinliğinde meydana gelen değişimler kayıt altına alınmıştır. Süreç boyunca gerçekleştirilen dört farklı uygulama yapılmıştır. Yapılan uygulamalar sonucunda öğrencilerin bireysel olarak değişimleri Tablo 4.15'te sunulmaktadır.

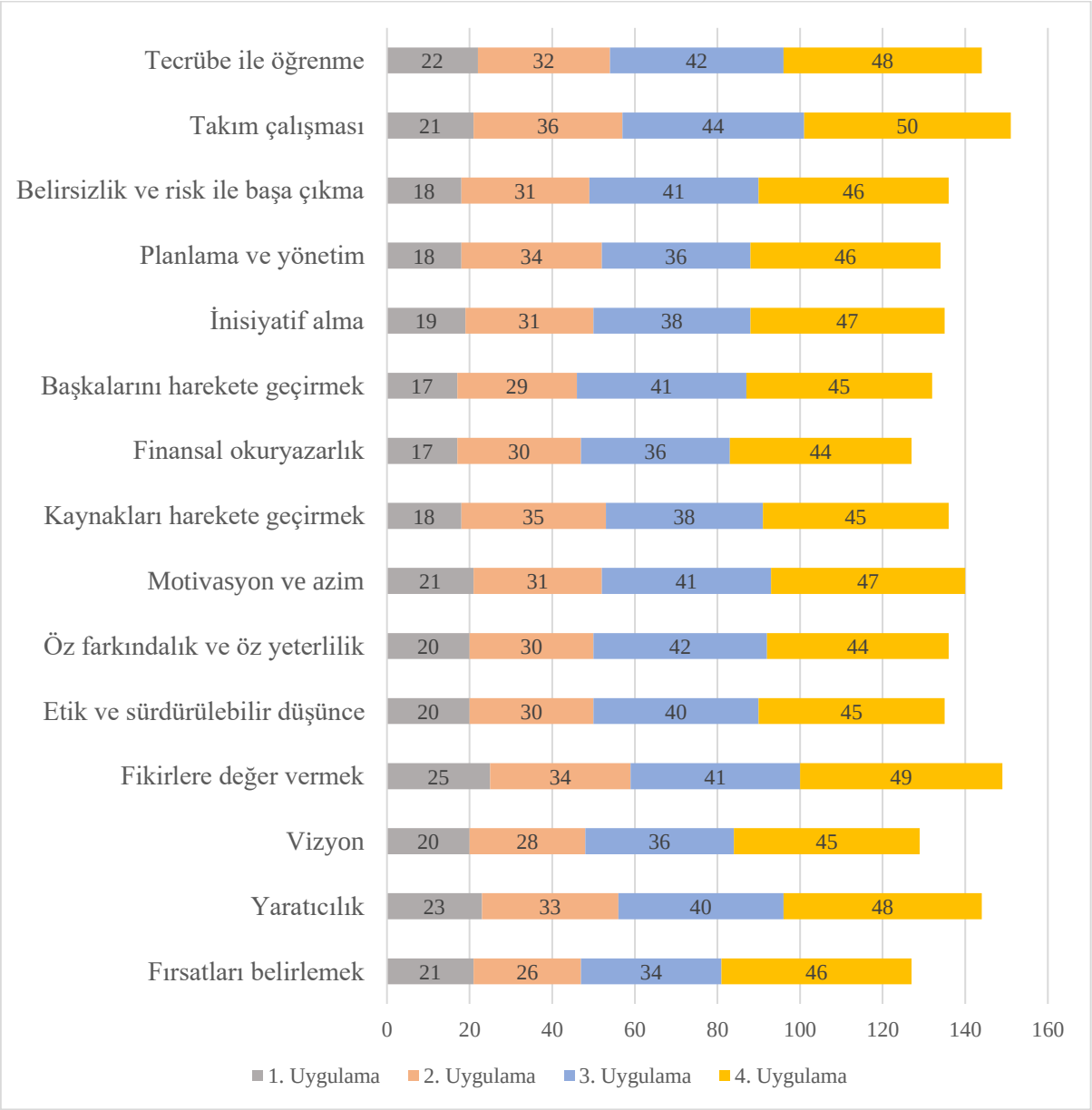
Tablo 4.15. Öğrencilerin Girişimcilik Rubriği Puanlarının Değişimi



4'lü Likert tipinde geliştirilen Girişimcilik Rubriği on beş farklı boyuttan oluşmaktadır. Bu durumda bir öğrenci en fazla 60 puan alabilmektedir. Tablo 4.15 incelendiğinde uygulamalar ilerledikçe rubrikten alınan puanların arttığı söylenebilir. Ancak gerçekleşen artışların her öğrenci için aynı olmadığı ve bazı öğrencilerin gelişimlerinin çok daha sınırlı olduğu söylenebilir. Dördüncü uygulamanın sonunda öğrenci4 ve öğrenci11'un rubrikten tam puan aldığı görülmektedir. Öğrenci1'in, dört uygulama sonucundaki, gelişimi sınıftaki diğer arkadaşlarından daha geride kalmıştır. Ayrıca bazı öğrencilerin ilk uygulamadan daha az puan almasına rağmen mühendislik becerilerinin diğerlerinden fazla artış göstererek aradaki farkı kapattığı ve hatta öne geçtiği söylenebilir.

Öğrencilerin bireysel olarak Girişimcilik Rubriğinin her bir boyutundan aldığı puanlar toplanarak ayrı bir veri seti oluşturulmuştur. Tüm sınıftaki öğrencilerin aldığı puanlar toplanarak elde edilen bu değişimler Tablo 4.16'te sunulmaktadır.

Tablo 4.16. Tüm Sınıfın Girişimcilik Rubriği Boyutlarından Aldığı Puanların Uygulamalara Göre Karşılaştırılması

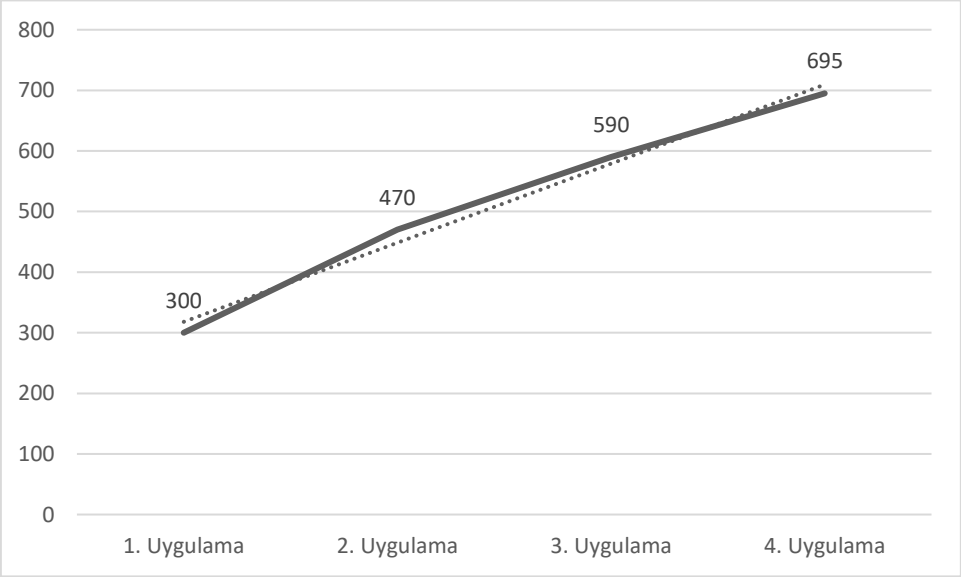


Toplamda 13 öğrenci ile gerçekleştirilen uygulamalarda, her bir boyuttan maksimum 4 puan alınabilmektedir. Bu durumda her bir boyut için tüm sınıfın alabileceği maksimum puan 52'dir. Tablo 4.16 incelendiğinde tüm öğrencilerin rubrik boyutlarından uygulamalara bağlı almış oldukları toplam puanlar sırasıyla, tecrübe ile öğrenme 22, 32, 42, 48 puan; takım çalışması 21, 36, 44, 50 puan; belirsizlik ve risk ile başa çıkma 18, 31, 41, 46 puan; planlama ve yönetim 18, 31, 41, 46 puan; inisiyatif alma 19, 31, 38, 47 puan; başkalarını harekete geçirmek 17, 29, 41,

45 puan; finansal okuryazarlık 17, 30, 36, 44 puan; kaynakları harekete geçirmek 18, 35, 38, 45 puan; motivasyon ve azim 21, 31, 41, 47 puan; öz farkındalık ve öz yeterlilik 20, 30, 42, 44 puan; etik ve sürdürülebilir düşünce 20, 30, 40, 45 puan; fikirlere değer vermek 25, 34, 41, 49 puan; 20, 28, 36, 45 puan; vizyon 20, 28, 36, 45 puan; yaratıcılık 23, 33, 40, 48 puan; fırsatları belirlemek 21, 26, 34, 46 puan aldığı görülmektedir.

Son olarak tüm sınıfın uygulamalar sırasında Girişimcilik Rubriğinin boyutlarından (fırsatları belirlemek, yaratıcılık, vizyon, fikirlere değer verme, etik ve sürdürülebilir düşünce, öz farkındalık ve öz yeterlilik, motivasyon ve azim, kaynakları harekete geçirme, finansal ve ekonomik okuryazarlık, başkalarını harekete geçirme, inisiyatif alma, planlama ve yönetim, belirsizlik ve risk ile başa çıkma, takım çalışması, tecrübe ile öğrenme) almış olduğu toplam puanlar Tablo 4.17'te sunulmaktadır.

Tablo 4.17. Tüm Sınıfın Mühendislik ve Tasarım Rubriği Boyutlarına Ait Puan Toplamı



Tablo 4.17 incelendiğinde tüm sınıfın Girişimcilik Rubriğinden 1. uygulama sırasında elde edilen puanların toplamı 300; 2. uygulama 470; 3. uygulama 590 ve son uygulama 695 olduğu görülmektedir. Bu durumda görüldüğü üzere tüm sınıfın almış olduğu toplam puanlar artış göstermektedir.

4.3.3. Odak Grup Görüşmelerine Ait Bulgular

Öğrencilerle bir eğitim-öğretim yılı, 35 hafta, süresince gerçekleştirilen uygulamalar sonunda yapılan odak grup görüşmesinde etkinlikler hakkında düşünce ve önerileri sorulduğunda öğrencilerin tamamı olumlu görüş bildirmişlerdir. Yapılan bu uygulamaların mühendislik ve girişimcilik becerilerinin geliştirdiğini belirtmişlerdir.

> *Ö7: Bence burada öğrendiğimiz şeyler temel olarak mühendislik konusunda bize çok yardımcı olacak. Çünkü bu çalışmanın temeli mühendislik. ... Mesela; problem çözmek, başka açılardan bakmak, pes etmemek gibi konularda da bize şu anda belli olmasa dahi ileride çok yardımcı olacak. ... Aynı zamanda bu çalışmanın amacı bence direkt girişimciliği geliştirmek ve şekillendirmek. Gerçek hayatta birçok beceri kazandırdı. Mesela; kendi fikrini sunmak, neden bu fikrin özel olduğunu anlatmak gibi.*

> *Ö10: Gerçekten çok fazla etkinlikte yer alıyoruz. Tasarım, planlama, yaptığımız planları gerçek hayata geçirme ve bence en önemlilerinden biri kodlamada katılım gösteriyoruz. ... Mesela, biz bu çalışmalarda çok fazla becerimizi geliştirdik. ... Mesela; teknoloji, yazılım, girişimcilik, takım çalışması becerilerimizi de çok fazla geliştirdik. Bu durum gelecekte çok fazla avantaj sağlayacak. ... Öğretmenimizin hazırladığı kitapçıklar ile önce planlıyoruz, sonra araştırma yapıyoruz, kullandığımız malzemeleri yazıyoruz, önce yapacağımız modelin ölçülerini yazarak prototipi hayata geçirmeden önce planlama yapıyoruz. Tüm bunların bana ileride avantaj sağlayacağını düşünüyorum.*

Ayrıca öğrencilerle yapılan odak grup görüşmesi içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Bu kodlar araştırmacı tarafından rubriklerin analizi, literatür incelemesi ve gözlemler beklentiler doğrultusunda oluşturulmuştur. Strauss ve Corbin (1990) tarafından önerilen *"genel bir çerçeve içinde yapılan kodlama"* yöntemiyle verilerin analizi ile eklemeler ve çıkarmalar yapılarak son hali verilmiştir. İçerik analizi sonucunda elde edilen bulgular aşağıda paylaşılmıştır.

Öğrencilere sorulan "Çalışmalar sırasında zorluklarla karşılaştığınızda neler yaptınız? Fikirlerin işe yarayıp yaramadığını nasıl anladınız?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre fırsatları belirlemek kategorisi altında 3 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.18'de gösterilmektedir.

Tablo 4.18. Odak Grup Görüşmesi 1. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları

Kategori	Kod	Frekans
Fırsatları belirlemek	Yaparak yaşayarak öğrenme	12
	Fırsatları çeşitlendirme	12
	Zaman yönetimi	2

Tablo 4.18 incelendiğinde öğrencilerin fırsatları belirlemek kategorisi altında yaparak yaşayarak öğrenme, fırsatları çeşitlendirme ve zaman yönetimi şeklinde kodlar ortaya çıkmıştır.

> *Ö2: Mesela, biz son yaptığımız etkinlikte lehim yaparken, ilk bitiren grup olabilmek için acele etmiştik ve birçok hata yapmıştık. Çünkü ne kadar acele edersek o kadar hata yapma olasılığımız arttığını gözlemledik. Daha sakin ilerlediğimizde her şeyin daha doğru ve düzgün olduğunu fark ettik (Zaman yönetimi). Bir keresinde tıbbi atık maske kutusu yapmıştık. Onu tasarlarken bizim servo motorumuzu yerleştirmemiz falan onlar baya bir sorunlu geçmişti. Çok da zorlanmıştık. Bu sorunu aşmak için daha çok motoru silikonladığımızı fark ettik bunu başka bir motorlar yapmayı denediğimizde çalışıyordu. Ama bir sonraki çalışmalarda bu hatalara düşmeyerek tasarımımızı geliştirdik (Yaparak yaşayarak öğrenme).*
>
> *Ö6: Hatalarımızı daha çok denemeler yaparak çözdük. Yani bir kere denedik olmadı, ikinci kere denedik o oldu. Mesela, ikinci denememizde de başaramadığımız oldu ama tekrar hani tekrar tekrar deneyerek yapıyorduk. (Fırsatları çeşitlendirme) Bazen kitapçıklarımızın içinde olan örnek devrelere bakıyorduk kodlamada zorluk yaşadığımızda. Araştırmalar yaparak ya da sizden destek alarak zorlukların üstesinden geldik. (Yaparak yaşayarak öğrenme)*

Öğrencilere sorulan "Problemlere karşı geliştirdiğiniz yaratıcı fikirler ve çözüm önerileri nelerdir?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre yaratıcılık kategorisi altında 4 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.19'da gösterilmektedir.

Tablo 4.19. Odak Grup Görüşmesi 2. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları

Kategori	Kod	Frekans
Yaratıcılık	Özgür düşünme	8
	Strateji değiştirme	7
	Bellekteki bilgiyi akıcı kullanma	6
	Alışılmadık çözümler üretebilme	6

Tablo 4.19 incelendiğinde öğrencilerin yaratıcılık kategorisi altında özgür düşünme, strateji değiştirme, bellekteki bilgiyi akıcı kullanma ve alışılmadık çözümler üretebilme şeklinde kodlar ortaya çıkmıştır.

> *Ö2: Biz mesela, otopark takip sisteminde 5 volt ve GND'yi birden fazla kere kullanmamız gerektiğinden breadbord üzerindeki sadece artı ve eksi kutuplarını kullandım (Bellekteki bilgiyi akıcı kullanma). Ama aynı projeyi şu an yapacak olsaydım lehim kullanarak aynı projeyi yapardım (Strateji değiştirme). Breadboard ile başladım, sonra ufak bir parçasını kullanarak devam ettim şu an ise herhangi bir breadboard parçası kullanmadan lehim yaparak devam edebilirim (Özgür düşünme).*
>
> *Ö7: Benim için yaratıcılık aslında çok fazla şey olabilir. Ya bir şey yaratmak ya da olan bir şeyi geliştirmek. ... Buna bir örnek vermek gerekirse, trafik sinyalizasyonunda diğer gruplar ışığı yanlara koyuyordu ama benim aklıma ortaya koymak gelmişti. Çünkü mesela; ortaya koyarsak daha az yer kaplar, daha kolay görülür, daha kullanışlı olur diye düşündüm (Özgür düşünme). ... Biraz kutunun dışında düşünmeye çalışıyorum. Çünkü çoğu çıkan sorunu yaratıcılıkla çözmemiz gerekliydi (Alışılmadık çözümler üretebilme). Çalışmalar sırasında tabii ki de bir sürü sorun çıktı çünkü denemenin bütün amacı sorunları düzeltmek (Strateji değiştirme). Bu nedenle yaratıcılığımın kesinlikle geliştiğini düşünüyorum.*

Öğrencilere sorulan "Yaptığınız çalışmalar size ileride nasıl avantajlar sağlayabilir?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre vizyon kategorisi altında 5 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.20'de gösterilmektedir.

Tablo 4.20. Odak Grup Görüşmesi 3. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları

Kategori	Kod	Frekans
Vizyon	Stratejik düşünme	11
	Kariyer olanaklarını fark etme	11
	Kaynakları organize etme	10
	İleri görüşlü olma	8
	Liderlik	1

Tablo 4.20 incelendiğinde öğrencilerin cevaplarından vizyon kategorisi altında stratejik düşünme, kariyer olanaklarını fark etme, kaynakları organize etme, ileri görüşlü olma ve liderlik şeklinde kodlar üretilerek listelendiği görülmektedir.

> *Ö3: ... Mesela bu çalışmalarla bir malzemenin sağlam olup olmadığını öğrendim. Eğer ileride bir mimar olmak istersem, malzemeleri hangi yönlerde koyarsam daha sağlam, daha dayanıklı olacağını öğrendiğim için kendimi daha fazla hazır hissediyorum (Kaynakları organize etme). Senenin başında böyle bir düşüncem yoktu ama aktiviteleri yaptıkça bu düşüncelerim arttı. Yani mimar olmayı hiç düşünmemiştim aslında ama iç mimarlık daha bana göre geliyor artık. Yani kariyer anlamında bu çalışmalar bana yardımcı oldu (Kariyer olanaklarını fark etme).*

> *Ö5: Bence ileride tüm meslekler dijital bir hale gelecek mesela, kodlamayla olacak (İleri görüşlü olma). Şu anda yazılım mühendisliği hızlı bir şekilde gelişiyor. Özellikle siber güvenlik alanı çok hızlı bir şekilde gelişiyor (Stratejik düşünme). O yüzden bu çalışmaları yaparken öğrendiğim kodlamalar kesinlikle gelecekte bana yardımcı olacağını düşünüyorum. Hatta etkinlik kitaplarına eklediğiniz meslekler ve sorumluluklar bize meslekleri tanımamızda çok yardımcı oluyor (Kariyer olanaklarını fark etme).*

Öğrencilere sorulan "Grubunuzdaki ortaya çıkan tüm fikirlere nasıl geri bildirimler verdiniz? Örnek verebilir misiniz?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre fikirlere değer vermek kategorisi altında 4 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.21'de gösterilmektedir.

Tablo 4.21. Odak Grup Görüşmesi 4. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları

Kategori	Kod	Frekans
Fikirlere değer vermek	Fikirlerin değerini anlama	11
	Stratejik karar verme	11
	Fikirleri takdir etme	8
	Fikir paylaşma	7

Tablo 4.21 incelendiğinde öğrencilerin cevaplarından fikirlere değer vermek kategorisi altında fikirlerin değerini anlama, stratejik karar verme, fikirleri takdir etme ve fikir paylaşma şeklinde kodlar ortaya çıkmıştır.

> *Ö6: Öncelikle sadece tek bir kişinin fikri üzerinden hareket etmedik. Mesela, projeye başlamadan önce olsun, projeyi yaparken olsun, hatta projeyi bitirdikten sonra bile farklı fikirler geliyordu aklımıza (Fikir paylaşma). Tahtanın ya da straforun nasıl duracağına kadar hep birbirimizden fikirler alıyorduk (Fikirlerin değerini anlama). Birimizin fikri ise yaramazsa, diğer arkadaşımızın fikrini deniyorduk. O da olmazsa birlikte karar verip farklı bir fikir geliştiriyorduk (Stratejik karar verme).*
>
> *Ö8: Örneğin; ilk başta lazer projemizde farklı bir şekilde yapmayı planlıyorduk proje düzenini. Ancak onun daha kolay bir yöntemini bulduk. Mesela her hedefe üç tane LDR ekleyecektik. Fikirler kitapçığı birlikte doldururken ortaya çıktı (Fikirlerin değerini anlama). Herkes kendi fikirlerini oraya çizmişti ilk başta. Sonra birbirimize anlattık. Aslında herkesin fikirlerini birleştirerek daha verimli ve güzel bir proje yaptık (Fikir paylaşma).*

Öğrencilere sorulan "Yaptığınız çalışmalarda malzemeleri etik ilkeleri göz önünde bulundurarak kullandınız mı? (Etik ilkeler: Sorumlu, dürüst, adil, çevreye ve doğaya saygılı…) Örnek verebilir misiniz?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre etik ve sürdürülebilir düşünce kategorisi altında 3 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.22'de gösterilmektedir.

Tablo 4.22. Odak Grup Görüşmesi 5. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları

Kategori	Kod	Frekans
Etik ve sürdürülebilir düşünce	Sürdürülebilirliği önemseme	10
	Etik davranma	6
	Çevreci karar verme	4

Tablo 4.22 incelendiğinde öğrencilerin cevaplarından etik ve sürdürülebilir düşünce kategorisi altında sürdürülebilirliği önemseme, etik davranma ve çevreci karar verme şeklinde kodlar ortaya çıkmıştır.

> *Ö4: ... bir kutu üzerinden tüm oyunu yarattık. Ekstra kullandığımız birkaç karton oldu ama onlarda hedeflerimiz içindi. Ama mesela trafik ışığı çalışmasından bahsedecek olursak; bu ilk etkinliğimiz olması nedeniyle çok fazla hatamız oldu. Çok iyi planlamadan başladık çalışmaya. Örneğin tahtaların uzunlukları farklıydı. Dengeli bir çalışma olmamıştı. O nedenle çok fazla tahta israfı durumumuz olmuştu. Bu bizin hatamız oldu. Ama artık bu durumu geliştirdik (Sürdürülebilirliği önemseme).*
>
> *Ö10: Bence malzemeleri etik olarak doğaya saygılı bir şekilde kullandık. Çünkü mesela, prototipi yaparken geri dönüşümden parçalar seçmeye çalıştık (Etik davranma). ... Bir kartonu keserken ortadan kesmek yerine yanlarından kestik ki diğer gruplar da daha sonra kullanabilsin. Ayrıca kalan malzemeleri de çöpe atmak yerine geri dönüşüme attık ki bu malzemelere daha sonra ihtiyacı olan birileri kullanabilsin diye (Çevreci karar verme).*
>
> *Ö13: İlk yaptığımız projelerde bir şeyi kullandıktan sonra geri kalanı çöpe atıyorduk. Ama artık bir malzemeyi kullandıktan sonra geri kalan kısımla başka bir şey yapmaya çalışıyoruz (Sürdürülebilirliği önemseme).*

Öğrencilere sorulan "Yaptığınız çalışmalarda kendinize olan güveniniz nasıl değişti?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre öz farkındalık ve öz yeterlilik kategorisi altında 4 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.23'te gösterilmektedir.

Tablo 4.23. Odak Grup Görüşmesi 6. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları

Kategori	Kod	Frekans
Öz farkındalık ve öz yeterlilik	Deneyim sonucu özgüven artış	11
	Zayıf yönlerini telafi etme	10
	Güçlü ve zayıf yönlerini anlama	9
	Güçlü yönlerini geliştirme	7

Tablo 4.23 incelendiğinde öğrencilerin cevaplarından öz farkındalık ve öz yeterlilik kategorisi altında deneyim sonucu özgüven artış, zayıf yönlerini telafi etme, güçlü ve zayıf yönlerini anlama ve güçlü yönlerini geliştirme şeklinde kodlar ortaya çıkmıştır.

> *Ö1: Bu çalışmalar güven açısından daha yeni şeyler denememde yardımcı oldu. Normalde ben değişikliği ya da yeni şeyleri sevmeyen biriyim. Ama bu atölyeye katılmak, haftada iki saat olsa da bu iki saatte böyle başka biri başka şeyler herkesten farklı şeyler yapabiliyorum (Deneyim sonucu özgüven artışı).*
>
> *Ö10: Ben genelde diğer insanlardan farklı fikirlere sahip olan biri olduğum için çevrem fikirlerimi çok önemsemezdi. Ancak atölyede fikirlerimi sunduğumda takım arkadaşlarım buna hoşgörülü bir şekilde karşılık gösterdiği için fikirlerimi artık insanlara sunmakta daha rahat hissediyorum. Tüm bu çalışmalar bana bu konuda yardım etti (Deneyim sonucu özgüven artışı).*
>
> *Ö13: Ben başlarda kendi düşündüklerimi söylemiyordum. Söylersem de diğer arkadaşlarımın fikirlerini kötüleyerek söylüyordum. Ama şimdi başka insanların fikirlerini de düşünüyorum. Kendi fikirlerimle karşılaştırarak artılarına eksilerine bakıyorum aklımdan (Zayıf yönlerini telafi etme).*

Öğrencilere sorulan "Gelecekte benzer çalışmalar yaparken karşınıza çıkan aksilikleri nasıl ortadan kaldırabilirsiniz?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre motivasyon ve azim kategorisi altında 4 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.24'te gösterilmektedir.

Tablo 4.24. Odak Grup Görüşmesi 7. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları

Kategori	Kod	Frekans
Motivasyon ve azim	Aksiliklerle başa çıkma	11
	Problem çözmeye karşı istek	9
	Başkaları için değer üretme	2
	Tutkularına odaklanma	2

Tablo 4.24 incelendiğinde öğrencilerin cevaplarından motivasyon ve azim kategorisi altında aksiliklerle başa çıkma, problem çözmeye karşı istek, başkaları için değer üretme ve tutkularına odaklanma şeklinde kodlar ortaya çıkmıştır.

> *Ö7: ... Başlarda çalışmalar zor geliyordu ve katılmak istemiyordum. Ama artık anlamaya başladım ve ben başarabilirim diye düşünmeye başladım (Aksiliklerle başa çıkma). Ortaya çıkan aksiliklerde farklı farklı çözümler denedik. Çünkü sadece bir çözümle sorunun çözülmesi gibi bir kesinlik yok çünkü. Denemeler yaparak hatalar yaptık, bir sonrakinde bunlar bize tecrübe oldu (Problem çözmeye karşı istek).*
>
> *Ö10: Aksiliklerle karşılaşmak beni yıpratmadı. Bu aksiliklerle karşılaştığımda bunları çözmek için bir yöntem, taktik, çözüm geliştirmeye çalışıyoruz takım olarak (Aksiliklerle başa çıkma). Bu çözümlerimizi daha sonraki projelerimizde veya gelecekte hayatımızda kullanabiliriz. Tüm bunları öğrenmek bizlere artılar katıyor (Problem çözmeye karşı istek).*
>
> *Ö13: Aksiliklerle karşılaşmak beni çok geliştirdi. Çünkü normalde istemediğim olunca ya da bir şey beklerken o gelmeyince sinirlenebiliyorum. Ama burada her aksiliğin bir çözümü olduğunu ya da aksiliklerin gerçekten aksilik olmadığını çözümün başka bir şekilde olabileceğini öğrendim. (Aksiliklerle başa çıkma)*

Öğrencilere sorulan "Günlük hayatınızda, uygulamalar sırasındaki problemlere benzer durumlarla karşılaşırsan hangi bilgiye, malzemelere ve kişilere ihtiyaç duyacağını biliyor musun? Açıklar mısınız?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre kaynakları harekete geçirmek kategorisi altında 5 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.25'te gösterilmektedir.

Tablo 4.25. Odak Grup Görüşmesi 8. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları

Kategori	Kod	Frekans
Kaynakları harekete geçirmek	Uygun kaynakları tespit etme	13
	Kaynakları kullanabilme	11
	Kaynakları organize etme	10
	Yeni stratejiler tanımlama	4
	Kaynakları yönetebilme	2

Tablo 4.25 incelendiğinde öğrencilerin cevaplarından uygun kaynakları tespit etme, kaynakları kullanabilme, kaynakları organize etme, yeni stratejiler tanımlama ve kaynakları yönetebilme şeklinde kodlar ortaya çıkmıştır.

> *Ö3: ... Bir problemle karşılaştığımda hep arkadaşlarıma soruyorum çünkü onlarda hep benden farklı düşündükleri için akıllarına farklı şeyler gelebilir (Uygun kaynakları tespit etme, kaynakları kullanabilme). Onların da fikirlerini birleştirerek problemlerimi hep çözmeye çalışıyorum (Yeni stratejiler tanımlama).*
>
> *Ö10: Ben gelecekte böyle problemlerle ya da aksiliklerle karşılaşırsam bu atölye sayesinde hangi malzemeler, kişiler ya da kaynaklarla bu problemi çözmem gerektiğini biliyorum (Uygun kaynakları tespit etme). Öğretmenimden, derste izlettiği videoları tekrar izleyebilirim, videodaki insanlara ulaşmaya çalışabilirim belki araştırma yaparak böyle insanlar bulup onlardan yardım alırım (Kaynakları organize etme, yeni stratejiler tanımlama). ... Ayrıca biz atölyede şu anda günlük hayattan örneklendirilmiş problemleri çözdüğümüz için bu problemleri gelecekte görme olasılığımız da çok fazla. Bu yüzden hangi aletleri kullanmam gerektiğini de biliyorum. ... Ek olarak araştırmalar yapabilirim (Kaynakları kullanabilme).*

Öğrencilere sorulan "Yaptığımız çalışmalarda kullanılan ürünlerin fiyatlandırmasını yapabilir misin? Nasıl?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre finansal ve ekonomik okuryazarlık kategorisi altında 5 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.26'da gösterilmektedir.

Tablo 4.26. Odak Grup Görüşmesi 9. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları

Kategori	Kod	Frekans
Finansal ve ekonomik okuryazarlık	Fiyatlandırma yapabilme	12
	Finansal sürdürülebilirlik için plan yapma	9
	İnsan emeğinin değerini saptama	6
	Benzer ürünler üzerinden fiyat belirleme	2
	Bütçeyi yönetme	1

Tablo 4.26 incelendiğinde öğrencilerin cevaplarından fiyatlandırma yapabilme, finansal sürdürülebilirlik için plan yapma, insan emeğinin değerini saptama, benzer ürünler üzerinden fiyat belirleme ve bütçeyi yönetme şeklinde kodlar ortaya çıkmıştır.

> *Ö1: ... Malzemeye ve harcadığım zamana bakarım (İnsan emeğinin değerini saptama). Aslında zaman malzemeden daha da önemli çünkü, sonuçta kendi hayatından kendine ayırabileceğin zamandan ayırıyorsun. ... Onun için maliyete zamanı katardım (Finansal sürdürülebilirlik için plan yapma).*

> *Ö5: Ben de aynı şekilde internetten araştırma yaparak yapabilirim (Fiyatlandırma yapabilme). Ama mesela, diyelim bir strafor satılıyor. Projemizde ise yarısı kadar malzeme kullandıysak fiyatını ikiye bölerek hesap ederim (Finansal sürdürülebilirlik için plan yapma).*

> *Ö7: Malzemelerin internet üzerinden fiyatlarına bakarım ayrıca ben kendi verdiğim emeğin ne kadar olduğunu düşünürüm (Fiyatlandırma yapabilme, insan emeğinin değerini saptama). Buna göre bir fiyat çıkarırım. Çünkü tüm malzemelerin fiyatlarını toplayıp bir fiyat çıkarmak çok mantıklı olmaz (Finansal sürdürülebilirlik için plan yapma). ... Bu yüzden buna göre bir şey yaparım.*

Öğrencilere sorulan "Grubunuzdaki kişilerin iş bölümü ile ilgili neler yaptınız? Geride kalan arkadaşlarınıza nasıl destek sağladınız?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre başkalarını harekete geçirmek kategorisi altında 4 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.27'de gösterilmektedir.

Tablo 4.27. Odak Grup Görüşmesi 10. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları

Kategori	Kod	Frekans
Başkalarını harekete geçirmek	Başkalarını dahil etme	12
	Duygu ve düşüncelerini iyi ifade etme	9
	Başkalarına ilham verebilme	7
	Başkalarını ikna etme	5

Tablo 4.27 incelendiğinde öğrencilerin cevaplarından başkalarını dahil etme, duygu ve düşüncelerini iyi ifade etme, başkalarına ilham verebilme ve başkalarını ikna etme şeklinde kodlar ortaya çıkmıştır.

> *Ö1: Motivasyon olarak en motive edici şey Ö10'du. Çünkü sürekli harekete geçirmeye çalışıyordu. Ben biraz ara vereceğim dediğimde Ö10, olmaz vs. demeye başladı. Sonuçta kaldım ve devam ettim. Takımda genelde en geride ben kaldığım için genelde destek verecek kimse yoktu (Duygu ve düşüncelerini iyi ifade etme).*

> *Ö2: Mesela, projeye başlamadan önce hep birlikte bir araya gelerek, ilgi alanlarımızı paylaşıyorduk. … İstemeyenler için de yakın arkadaşıyla birlikte çalışmalar yapabileceği (Duygu ve düşüncelerini iyi ifade etme, başkalarını ikna etme) hatta yakın arkadaşının ona öğretebileceği (Başkalarını dahil etme) ortamlarda aynı görevi iki kişi yaparak ilerliyorduk (Başkalarına ilham verebilme).*

Öğrencilere sorulan "Grubunuzdaki kişilerin iş bölümü ile ilgili neler yaptınız? Geride kalan arkadaşlarınıza nasıl destek sağladınız?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre inisiyatif alma kategorisi altında 3 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.28'de gösterilmektedir.

Tablo 4.28. Odak Grup Görüşmesi 11. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları

Kategori	Kod	Frekans
İnisiyatif alma	Farklı çözüm yolları denemekte istekli olma	9
	Karar verme yetkisini kullanma	7
	Hareketi başlatma	6

Tablo 4.28 incelendiğinde öğrencilerin cevaplarından farklı çözüm yolları denemekte istekli olma, karar verme yetkisini kullanma ve hareketi başlatma şeklinde kodlar ortaya çıkmıştır.

> *Ö3: ... Geride kalan arkadaşlarımıza projeleri detayı detayına anlattık (Hareketi başlatma).*
>
> *Ö6: Herkesin en azından bir şeyi denemesini istedik (Karar verme yetkisini kullanma). Geri kalan arkadaşlarımızı da kendi ilgi alanına göre görevler vermeye çalıştık (Hareketi başlatma). Kodlama yaptığım zamanlar ise arkadaşlarımdan yardım alıyordum (Farklı çözüm yolları denemekte istekli olma).*
>
> *Ö9: ... gibi ilgi alanlarına göre daha çok dağılım yaptık. Geri kalanları desteklemek adına bazı arkadaşlarımıza yardımcı oldum (Hareketi başlatma).*
>
> *Ö13: Projeleri gerçekleştirirken iş bölümü yapıyoruz. Bir arkadaşım iş bölümünden memnun kalmadı. Daha çok kesme biçme alanlarını istedi. Mesela, biz onunla yer değiştirdik (Karar verme yetkisini kullanma). Ben onun işini yaptım, o benim işimi yaptı (Farklı çözüm yolları denemekte istekli olma).*

Öğrencilere sorulan "Çalışmalarınız sırasında ilk etkinliklerdeki planlarınız ile son etkinlikler arasındaki planlarınız arasında nasıl farklar vardı?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre planlama ve yönetim kategorisi altında 5 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.29'da gösterilmektedir.

Tablo 4.29. Odak Grup Görüşmesi 12. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları

Kategori	Kod	Frekans
Planlama ve yönetim	Taslak çizimine özen gösterme	12
	Detayları planlama	11
	Proje aşamalarını planlama	5
	Değişen koşullara göre planları düzeltme	4
	Zamanı etkin kullanma	2

Tablo 4.29 incelendiğinde öğrencilerin cevaplarından taslak çizimine özen gösterme, detayları planlama, proje aşamalarını planlama, değişen koşullara göre planları düzeltme ve zamanı etkin kullanma şeklinde kodlar ortaya çıkmıştır.

> *Ö4: Eskiden ilk projemiz olan trafik sinyalizasyonunda mesela bir çizim yapmıştık. Ölçü vs. hiçbir şey yoktu. Ne bulduysak ürünü onla yapıyorduk. Artık ölçüyü önceden belirliyoruz ki bir büyüklüğü, bir yüksekliği ve genişliği falan olsun ki ikisine koyacağımız ya da yanında yapacağımız şey daha rahat olsun (Detayları planlama). Mesela lazer oyununda yer bıraktık hedefle inip kalkması için. Ama mesela lazer oyunu ilk projemiz olsa büyük ihtimalle bir yerlere çarpardı inerken (Taslak çizimine özen gösterme).*
>
> *Ö8: Bende lazer oyunundan bahsedeceğim. Bu projemizde Ö4'ün söylediği gibi, bütün hedefler arkaya çarpıyordu. Çarptığında da bir şeyler yerinden çıkıyordu. O yüzden onu kesmeye karar verdik (Değişen koşullara göre planları düzeltme).*
>
> *Ö12: Daha çok detaylara odaklanma konusunda geliştiğimi düşünüyorum (Detayları planlama).Mesela, tasarımdaki ölçüleri ya da renkler gibi detayları ilk etkinliklerde yazmıyordum ancak sonraki etkinliklerde bunları yazmaya özen gösterdim (Taslak çizimine özen gösterme).*

Öğrencilere sorulan "Çalışmalar sırasında daha önce çalışmadığınız alanlarda ürünler ürettiniz. Süreç sırasında ne gibi risklerle karşılaştınız? Bunları nasıl aşmaya çalıştınız?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre belirsizlik ve risk ile başa çıkma kategorisi altında 3 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.30'da gösterilmektedir.

Tablo 4.30. Odak Grup Görüşmesi 13. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları

Kategori	Kod	Frekans
Belirsizlik ve risk ile başa çıkma	Belirsizliğe rağmen karar verme	11
	Hata yapmaktan korkmama	10
	Riskleri analiz etme	4

Tablo 4.30 incelendiğinde öğrencilerin cevaplarından belirsizliğe rağmen karar verme, hata yapmaktan korkmama ve riskleri analiz etme şeklinde kodlar ortaya çıkmıştır.

> *Ö5: Biz mesela, lehim yaparken çok fazla zorlandık. Son yaptığımız çalışmada kablolama ile ilgili birçok hatalar yaptık (Belirsizliğe rağmen karar verme). Ancak arkadaşlarımla birlikte araştırmalar yaptık (Hata yapmaktan korkmama). Bunun sonucunda elde ettiğimiz bilgiler ile sonuca ulaştık.*
>
> *Ö9: Ben zorlandığım konularda bazen sizden yani öğretmenimden destek aldım, bazen arkadaşlarıma danıştım ayrıca internetten de araştırmalar yaptım. Fikirlerin işe yaramasını durumunu ise örneğin tasarladığım algoritmanın çalışıp çalışmadığını test ettim (Hata yapmaktan korkmama). Mesela, taslak planımızda 6 cm olarak geçen bir ölçünün gerçekte 8 cm olması gerektiğini fark ettik. Bu şekilde değişiklikler yaparak tasarımımızı optimize ettik (Belirsizliğe rağmen karar verme).*
>
> *Ö11: Örnek olarak, kablolama yaparken servo motorun bağlantısını internetten baktık. Ama genel olarak arkadaşlarımdan destek almayı tercih ettim. Fikirlerin işe yarayıp yaramadığını denemeler yaparak anladık (Belirsizliğe rağmen karar verme). Sonuçta çalışmadıysa neyin yanlış olduğunu anlamaya çalıştık (Riskleri analiz etme). Hiç olmadıysa farklı bir fikir bulmaya çalıştık yani farklı bir çözüm (Hata yapmaktan korkmama).*

Öğrencilere sorulan "Takım çalışması ya da iş bölümü yapmak problemleri çözmenize nasıl yardımcı oldu?" sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre takım çalışması kategorisi altında 3 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.31'de gösterilmektedir.

Tablo 4.31. Odak Grup Görüşmesi 14. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları

Kategori	Kod	Frekans
Takım çalışması	Takımın faydasına göre görev üstlenme	13
	İhtiyaçlara göre ekiple hareket etme	10
	Takım üyesi olarak uyum içinde çalışma	11

Tablo 4.31 incelendiğinde öğrencilerin cevaplarından takımın faydasına göre görev üstlenme, ihtiyaçlara göre ekiple hareket etme ve takım üyesi olarak uyum içinde çalışma şeklinde kodlar ortaya çıkmıştır.

> *Ö7: Bence iş bölümü yapmanın hem iyi hem de kötü yanları var. Şimdi kötü yanı, insanlar genelde iyi olduğu şeye kaçıyor, ilgili olduğu şeye doğru kayıyor. Ama tabii ilgi alanımız dışında farklı şeyler yapmamızda önemli. Ama bence iş bölümü anlamında çok daha proaktif çalışabiliyorduk. Çünkü aynı anda üç farklı şey yapıyorduk. Mesela; biri dış görünüşünde, biri kodlamasında diğeri farklı bir şeyde görev alıyordu. Bu anlamda çok iyiydi (İhtiyaçlara göre ekiple hareket etme).*
>
> *Ö8: Görev dağılımını yaparken mesela kim kodlama da daha iyi gibi yeteneklerine göre ve takibi isteklerine göre belirledik (Takımın faydasına göre görev üstlenme, ihtiyaçlara göre ekiple hareket etme). Mesela bir arkadaşımız ilk birkaç hafta gelmemişti. Ona yine ilerlemelerimizi anlatmak zorunda kaldık tabi ki de. Sonra kaldığımız yerden devam ettik. Ona yine farklı bir görev verdik (Takım üyesi olarak uyum içinde çalışma).*
>
> *Ö13: Arkadaşlarımın da dediği gibi bence ilgi alanlarına göre ayrılmak önemli bir şey. Fakat mesela, bizim grupta ben ve Ö3 daha çok kesme, biçme vs. yapıyorduk. Bu durumu bir sonraki projede değiştirmeyi düşündük (Takımın faydasına göre görev üstlenme). Çünkü her zaman farklı şeyler yaparak yeni şeyler öğrenebiliriz (Takım üyesi olarak uyum içinde çalışma).*

Öğrencilere sorulan “Sizce bir girişimcinin toplumdaki rolü nedir?” sorusuna vermiş oldukları yanıtlara göre tecrübe ile öğrenme kategorisi altında 5 farklı kod oluşturulmuştur. Bu kodlar ve frekansları Tablo 4.32’de gösterilmektedir.

Tablo 4.32. Odak Grup Görüşmesi 15. Soruya Verilen Yanıtların Kod ve Frekansları

Kategori	Kod	Frekans
Tecrübe ile öğrenme	Girişimciliği kendi cümleleriyle tanımlama	13
	Deneyimlerinden faydalanma	12
	Öğrendiklerini fark etme	10
	Deneyimlerini kullanarak değer yaratma	8
	Hatalarından öğrenme	6

Tablo 4.32 incelendiğinde öğrencilerin cevaplarından girişimciliği kendi cümleleriyle tanımlama, deneyimlerinden faydalanma, öğrendiklerini fark etme, deneyimlerini kullanarak değer yaratma ve hatalarından öğrenme şeklinde kodlar ortaya çıkmıştır.

> *Ö2: Mesela, biz üç başarılı girişimci ile online bir görüşme yapmıştık. Benim aldığım notlara göre girişimciler daha çok araştırmayı ön plana koyuyorlar (Öğrendiklerini fark etme). … Tüm süreci planladıktan sonra müşterinin kriterlerine bakarak projeyi yapmaya başlıyorlar (Girişimciliği kendi cümleleriyle tanımlama). Kendimin de bir girişimci olduğunu düşünüyorum. Mesela, sürekli gerçek olmayan kişilerden olsa bile mailler alarak onların isteklerini gerçekleştiriyorduk (Deneyimlerinden faydalanma). … Mesela, son projemizde üç tane hedef olmasını istemişti, Arduino kullanmamızı istemişti. Biz de bunların hepsini yapmıştık (Deneyimlerini kullanarak değer yaratma).*

> *Ö3: Pazarlama, üretim. Bir girişimci aslında insanların problemlerini çözmeye çalışır, işimizi çok daha kolaylaştırırlar (Girişimciliği kendi cümleleriyle tanımlama). Örneğin; motosikletli siparişi getiriyorken bazı gelişmiş ülkelerde dronla sipariş getiriliyor. Bunu yapan girişimciler olduğu için bu nedenle hayatımızı kolaylaştırıyorlar. Bende bu yaptığım çalışmalarla bir girişimci sayılırım (Öğrendiklerini fark etme).*

Ö13: Bence bir girişimcinin en büyük rolü topluma yardım etmektir. Sonuçta onların müşterileri de halk ve olmayanı yapmak çok önemli (Girişimciliği kendi cümleleriyle tanımlama). Aynı zamanda girişimciler hep maddi düşünmemelidir. ... Bence ben bir girişimciyim. Mesela, son yaptığımız projede ofiste sıkılmış bir insan için bir oyun tasarladık. Bunu da toplum için yaptık (Deneyimlerini kullanarak değer yaratma). Bir problem vardı ve biz de onu çözdük (Öğrendiklerini fark etme).

BÖLÜM V: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde ortaokul öğrencilerinin mühendislik becerilerinin ve girişimcilik yetkinliklerinin geliştirilmesine yönelik mühendislik tasarım temelli fen müfredatının tasarımı, geliştirilmesi ve uygulanmasına yönelik araştırmanın bulgularından elde edilen sonuçlar ilgili alanyazın taranarak daha önceki sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca gelecekte yapılacak diğer çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu bölümde araştırmanın sonuçları ve ilgili alanyazın incelenerek yapılan tartışmalar alt problemlere göre sunulmuştur.

Ana problemimiz olan "Yedinci sınıf öğrencilerine yönelik fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarını içeren bir müfredat nasıl olmalıdır?" sorusunun cevabına alt problemlere verilen cevaplar sonucunda ulaşılmıştır.

Bu çalışmada tasarlanan ve geliştirilen müfredat, uzman görüşleri alınarak çalışma grubuna uygulanmıştır. Geliştirilen müfredatın uygunluğu, uygulama sonunda çalışma grubunun görüşleri ve araştırmacının süreç içerisinde elde ettiği bulgularla doğrulanmaya çalışılmıştır.

5.1.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma

Birinci alt probleme ait sonuçlar tasarım temelli araştırmanın ön araştırma aşaması ile prototip oluşturma ve geliştirme aşamasını kapsamaktadır.

Birinci alt problem "Yedinci sınıf öğrencilerine mühendislik becerisi ve girişimcilik yetkinliği kazandırmayı amaçlayan dersler nasıl tasarlanır, geliştirilir ve uygulanır?" şeklinde belirtilmiş. Ayrıca bu problemin iki alt problemi bulunmaktadır. Bunlar, "Mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen eğitimi ile öğrencilere kazandırılması gereken mühendislik becerileri nelerdir?" ve "Mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen eğitimi ile öğrencilere kazandırılması gereken girişimcilik yetkinlikleri nelerdir?" şeklindedir. Birinci alt probleme cevap ararken, öncelikle öğrencilere kazandırılması gereken mühendislik becerileri ve girişimcilik yetkinliklerine karar vermek amacıyla, alt problemin altında yer alan iki alt probleme cevap vermek gerekmektedir.

Tasarım temelli araştırma, doğası gereği eğitim uygulamalarıyla ilgilidir. Çünkü eğitim pratiğindeki karmaşık problemler için araştırmaya dayalı çözümler geliştirmeyi ya da öğrenme ve öğretme süreçleri hakkında teoriler geliştirmeyi ya da doğrulamayı amaçlar (Reeves, 2006). Banathy (1996)'ya göre, problem durumunun içindeki sisteme odaklanmak, tasarımcılarını mevcut sisteme kilitler. Tasarım ihtiyacı bir sistemde çözüm bulunmadığında ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle tasarımcılar mevcut sisteme odaklanmadan bunu aşmak zorundadır.

Müfredat alanında, tasarım temelli araştırma genellikle uygulamanın nasıl tasarlanacağının anlaşılması ve geliştirilmesine yardımcı olması için seçilir. Bu araştırma türünde sürekli iterasyonlar ile sağlam bir müfredat tutarlı, uyumlu, bileşenlerinin nasıl oluşturulacağı ve uygulanacağı konusunda gelişimine devam eder (Plomp, 2013; Reeves, 2006). Bu nedenle bu araştırma bir müfredatın tasarımı, geliştirilmesi ve uygulanmasını sürekli yinelemeli döngüler (Design-Based Research Collective, 2003) ile ortaya çıkan problemlerin çözümünü tasarım ilkelerini kullanarak çözmeyi ve iyileştirmeyi (McKenney ve Reeves, 2020) amaçlamaktadır.

Çalışmanın ön araştırma aşamasında "Yedinci sınıf öğrencilerine mühendislik becerisi ve girişimcilik yetkinliği kazandırmayı amaçlayan dersler nasıl tasarlanır, geliştirilir ve uygulanır?" alt probleminin incelenmesi ve ihtiyaç tespiti adına farklı okullarda görev yapan dört farklı uzman öğretmen ile bireysel görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde ayrıca "Mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen eğitimi ile öğrencilere kazandırılması gereken mühendislik becerileri nelerdir?" ve "Mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen eğitimi ile öğrencilere kazandırılması gereken girişimcilik yetkinlikleri nelerdir?" alt problemlerine de cevap aranmıştır. Burada yer alan alt problemlere cevap ararken literatür taraması, kuramsal çerçevenin belirlenmesi ve veri toplama araçlarının hazırlanmasını kapsamaktadır.

Mühendislik ve tasarım çok karmaşık bir süreçtir ve bu nedenle birbirinden çok farklı birkaç beceri seti gerektirir. Alanyazın incelendiğinde mühendislik ve tasarım becerileri birçok kaynakta farklı şekilde ele alındığı görülmektedir. Mourtos (2011)'e göre mühendislik ve tasarım becerileri birçok beceri setinden oluşmaktadır. Bunlar: analitik beceriler, problem çözme becerileri, mühendislik bakış açısı (profesyonel ve etik sorumluluk anlayışı, mühendislik çözümlerinin küresel, ekonomik, çevresel ve toplumsal bağlamdaki etkisini anlamak için gerekli eğitim, güncel konular hakkında bilgi), tasarım araçlarını kullanma becerisi (serbest çizim ve görselleştirme, bilgisayar destekli tasarım), iletişim ve takım becerileri şeklindedir.

Uzman öğretmenlerle yapılan görüşmenin birinci bölümünde mühendislik ve tasarım becerileri listelenmeye çalışılmıştır. Kariyer bilinci ve yaratıcılık tüm öğretmenlerin hemfikir olduğu mühendislik ve tasarım becerileri olarak öne çıkmıştır. Öte yandan planlama ve tasarım becerileri öğretmenlerin çoğunluğu tarafından dile getirilmiştir. Ayrıca deneme, eleştirel düşünme, motor beceriler, optimize etme, öz yeterlilik, problemi belirleme ve takım çalışması gibi beceriler öğretmenler tarafından mühendislik ve tasarım becerisi olarak belirtilmiştir. Literatürde mühendislik ve tasarım becerileri üç bölümde ele alınmaktadır. Bunlar: Mühendislik problemlerini tanımlama ve sınırlandırma, olası çözümler geliştirme ve tasarım çözümünü optimize etme şeklindedir (Moore vd., 2014; NGSS Lead States, 2013; NRC, 2012). Uzman öğretmenlerde yapılan görüşmeler sonucunda ortaya çıkan mühendislik tasarım becerileri incelendiğinde, listelenen becerilerin bu kategorilere dahil olduğu, dolayısıyla uzman görüşlerini desteklemektedir.

Bu sonuçlar Kurtuluş, Akçay ve Karahan (2015) tarafından yapılan araştırmayla benzerlik göstermektedir. Genel olarak öğretmenler tarafından belirtilen mühendislik ve tasarım becerileri, alanyazın ile karşılaştırıldığında birçok yönden tutarlı olduğu söylenebilir.

Mühendislik tasarım ya da STEM yaklaşımı üzerine yapılan çalışmalar genellikle akademik başarı (Gülhan ve Şahin, 2016; Sukro vd., 2021; B. Yıldırım ve Sevi, 2016), tutum ve motivasyon (Çevik ve Aabdioğlu, 2018; Ho vd., 2016; Karakaya ve Avgın, 2016; Laçin ve Talha, 2022; Yenilmez ve Balbağ, 2016), kariyer bilinci(Oh, Jia, Sibuma, Loerantson ve LeBanca, 2013; Sarıçam, 2019), bilimsel süreç becerileri (Cotabish vd., 2013; Yamak vd., 2014) üzerine etkileri şeklinde olduğu görülmektedir.

Uzman öğretmenlerle yapılan görüşmenin ikinci bölümünde öğrencilerin kazanmaları istenen girişimcilik becerileri/yetkinlikleri elde edilmeye çalışılmıştır ve ortaya on iki farklı girişimcilik beceri/yetkinliği çıkmıştır. Bunlar: Kendine güven, yaratıcılık, finansal okuryazarlık, kaynakları organize etme, fırsatları değerlendirme, girişim duygusu, iletişim, belirsizlik/risk yönetimi, takım çalışması, girişimcilikle ilgili kariyer seçenekleri, eleştirel düşünme ve inovasyondur. Tüm bunlar incelendiğinde girişimcilik yetkinliği ile mühendislik ve tasarım becerileri arasında benzerlikler olduğu görülmüştür. Bu benzerlikler ise takım çalışması, yaratıcılık ve eleştirel düşünmedir.

Alanyazında girişimcilik becerileri yaratıcılık, planlama, finansal okuryazarlık, kaynakları organize etme, belirsizlik/risk yönetimi ve takım çalışması şeklinde olduğu görülmüştür. Öğretmenlerden gelen yanıtlar incelendiğinde bazı becerilerin girişimcilik becerisi olmadığı, girişimcilik bilgisi ve girişimcilik tutumlarını da içerdiği tespit edilmiştir. Girişimcilik tutumları kendine güven ve girişim duygusu şeklinde; girişimcilik bilgisi ise fırsatları değerlendirme, toplumda girişimcilerin rolü ve girişimcilikle ilgili kariyer seçenekleri şeklinde karşımıza çıkmaktadır (European Commision/EACEA/Eurydice, 2016; European Commision, 2006). Bilgi, beceri ve tutum yetkinlik olarak nitelendirilmektedir (Bacigalupo vd., 2016). Bu durumda tez başlığında yer alan "girişimcilik yetkinliği" öğrencilerin geliştirilmesi istenen bilgi, beceri ve tutumları kapsamaktadır. Ayrıca, toplumda girişimcilik kavramının genellikle finans ya da pazarlama ile ilgili olduğu görülmektedir (Uçar, 2020b). Ancak sanılanın aksine girişimcilik sadece bu alanlarla ilgili değildir. Girişimcilik bir yetkinlik olarak ele alındığında bilgi, beceri ve tutumu birlikte içermesi gerekmektedir. Bu nedenle girişimci bir bireyin sahip olması gereken kazanımlar fırsatları değerlendirme, toplumda girişimcilerin rolünü anlama, girişimcilikle ilgili kariyer seçeneklerini kavrama, yaratıcılık, planlama, finansal okuryazarlık, kaynakları organize etme, risk yönetimi, takım çalışması, öz güven ve girişim duygusudur.

Öğretmenlerle yapılan görüşmelerde, öğrencilere 21. yüzyıl becerilerini kazandırmanın, onların mühendislik ve tasarım becerilerinin ve girişimcilik yetkinliğinin gelişimine katkı sağladığı; öğrencilerin günlük hayatlarındaki ya da çevresinde problemleri anlayabilmek ve çözümler geliştirebilmeleri için analitik düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcı düşünme gibi becerileri geliştirmeleri gerektiği vurgulamışlardır. Benzer şekilde, Amer (2005)'e göre analitik düşünme birçok düşünme türünün birleşimidir. Bunlardan bazıları: Eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, bilimsel düşünme, karar verme, problem çözmedir. Dilekli (2022)'ye göre eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme türlerinin temelini oluşturmakta ve analitik düşünme becerileri diğer üst düzey düşünme türlerinin başlangıç noktasıdır. Tüm bu becerilerin 21. yüzyıl becerilerinde yer aldığı görülmektedir. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi yaklaşımının hedeflerinde, 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması hedefini yer almaktadır (NRC, 2009). Bu durumda mühendislik tasarım temelli geliştirilen bu yaklaşımın öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmekte kullanılabilecek yöntemlerden biri olduğu söylenebilir (Bircan ve Çalışıcı, 2022; Laçin ve Talha, 2022). Sonuç olarak, kişilerin yaşamlarında karşılaştıkları karmaşık problemlere çözüm bulabilmeleri ve üretken olabilmeleri için eleştirel düşünme,

yaratıcı düşünme, iletişim, araştırma, karar verme, bilgi teknolojilerini kullanma, girişimcilik gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip bir şekilde yaşadıkları yüzyılın ihtiyaçlarına cevap verebilmeleri için disiplinlerin bütünleşik bir şekilde öğretilmesi gerekmektedir (Bybee, 2011; Çepni, 2017; Moore vd., 2014; NRC, 2009, 2012; Purzer ve Quintana-Cifuentes, 2019).

Yapılan literatür taraması ve uzman öğretmenlerle gerçekleştirilen görüşmeler sonrasında öğrencilere kazandırılması gereken mühendislik becerileri ve girişimcilik yetkinlikleri belirlenmiştir. Mühendislik becerileri: Kariyer bilinci, yaratıcılık, planlama, tasarım, inovasyon, problem çözme, deneme, eleştirel düşünme, motor beceriler, optimize etme, öz yeterlilik, problemi belirleme ve takım çalışması şeklindedir. Bu becerileri ölçebilmek için araştırmacı tarafından, beş farklı boyuttan oluşan Mühendislik ve Tasarım Rubriği (Ek 2) tasarlanmıştır. Girişimcilik yetkinlikleri ise kendine güven, yaratıcılık, finansal okuryazarlık, kaynakları organize etme, fırsatları değerlendirme, girişim duygusu, iletişim, belirsizlik/risk yönetimi, takım çalışması, girişimcilikle ilgili kariyer seçenekleri, eleştirel düşünme ve inovasyon şeklindedir. Bu becerileri değerlendirmek için ise on beş farklı boyuttan oluşan Girişimcilik Rubriği (Ek 3) tasarlanmıştır.

Ayrıca uzman öğretmenlerle yapılan görüşmelerin üçüncü bölümünde ise Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve Fen Bilimleri Ders Kitabının öğrencilere mühendislik ve tasarım, girişimcilik becerilerini kazandırması konusundaki yeterliliği üzerine fikirlerini ortaya çıkarıp ihtiyaç analizi yapılması amaçlamıştır. Öğretmenler genel olarak kaynakların yetersiz olduğunu ve etkinliklerin artırılması gerektiğini dile getirmiştir. Hali hazırda kitapta olan etkinliklerin mühendislik tasarım ve girişimcilik becerilerinin gelişimini desteklemediği vurgulayarak, kılavuz ve yönergelerin eksik olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan araştırmalarda ve alınan uzman görüşleriyle Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının teorik anlamda mühendislik tasarım ve girişimcilik becerilerini aktarmada yeterli olduğu; ancak Fen Bilimleri Ders Kitabının bu becerilerin kazandırılması konusunda yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tezcan (2019) yılında ortaokul fen bilimleri kitaplarında yer alan etkinlikleri incelemiştir. Elde ettiği bulgulara göre öğretim programında yer alan etkinliklerin, öğretim programında yapılan iyileştirmelere rağmen, fen, mühendislik ve girişimcilik entegrasyonu sağlamada etkinliklerin yetersiz olduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde Ecevit, Alagöz, Özkurt ve Karataş Köylü (2022) tarafından yapılan araştırmada fen bilimleri ders kitaplarının öğretim programında hedeflenen

mühendislik tasarım becerileri ve girişimcilik becerileri geliştirme konusunda yetersiz kaldığı ve bu etkinliklerin tasarlanırken aktif olarak bu tarz etkinlikleri uygulayan öğretmenlerden ve araştırmacılardan geri dönütler alınarak geliştirilmesi gerektiğini savunmaktadır.

Mühendislik tasarım temelli disiplinlerarası müfredat tasarımına ilişkin birçok model ve çerçeve bulunmaktadır (Çorlu, 2019; Felix, 2016; Hynes vd., 2011; Jolly, 2017; Massachusetts Eğitim Departmanı, 2006; Massachusetts İlk ve Ortaöğretim Departmanı, 2016; Moore vd., 2014; NASA, 2011a; NRC, 2012; PictureSTEM, 2015; Tank vd., 2016). Bu modellerin birbiri üzerinde hiyerarşik bir üstünlüğü bulunmadığı gibi hangi yöntemin en etkili olduğuna ilişkin yeterince kanıt bulunmamaktadır. Bu bağlamda STEM dersi ya da müfredatı tasarlayan bir eğitmenin, disiplinleri bütünleştirmek konusunda sahip olduğu bilgi, beceri, tecrübe ve bulunduğu ortamı göz önünde bulundurarak daha önce yapılan araştırmaları ve literatürü de araştırarak etkinlikleri kendi sınıfına özgü tasarlaması daha uygun olacaktır.

Van den Akker (2013) müfredat tasarlamanın ve uygulamanın zorluklarını aşmak adına ayrıntılı bir bileşen listesi hazırlanmıştır. Bu bileşenler gerekçe veya vizyon, amaçlar ve hedefler, içerik, öğrenme aktiviteleri, öğretmenin rolü, malzemeler ve kaynaklar, gruplandırma, konum, zaman ve değerlendirme şeklindedir.

Fen, mühendislik ve girişimcilik eğitimine yönelik müfredatın tasarımına ait *gerekçe ve vizyon* tez içerisinde yer alan kavramsal çerçevede açıklanmıştır. Diğer müfredat bileşenleri ise şunlardır: Müfredat, dört farklı öğrenci etkinlik kitapçığı *(öğrenme aktiviteleri, içerik, malzemeler ve kaynaklar)*, öğretmen kılavuzu *(öğretmenin rolü, kazanımlar ve hedefler)*, öğretmen sunumu *(içerik)* ve asenkron videoları içermektedir *(öğrenme aktiviteleri, içerik ve kaynaklar)*. Müfredatın uygulaması haftada iki saat ve 35 hafta sürecek şekilde *(zaman)*, yedinci sınıf seviyesinde *(gruplandırma)* ve atölye sınıfında *(konum)* yapılmıştır. Müfredat içerisindeki kazanımlar T. C. Milli Eğitim Bakanlığı Öğretim Programında yer alan fen bilimleri, matematik ve teknoloji tasarım kazanımlarıyla; Yeni Nesil Fen Standartları (Next Generation Science Standards) içerisinde yer alan mühendislik tasarım ve fen ve mühendislik uygulamaları; Avrupa Komisyonu tarafından ASTEE, Girişimcilik Eğitimi için Değerlendirme Araçları ve Göstergeleri baz alınarak girişimcilik eğitimi için öğrenme kazanımlarıyla desteklenmiştir *(amaçlar ve hedefler)*. Ayrıca girişimcilik yetkinliği içerisindeki "girişimcilik bilgisi" başlığı altında yer alan kazanımların da öğrenciler tarafından kazanılması adına mühendislik ve

girişimcilik alanında çalışmaları bulunan, sektörden uzmanlar ile öğrenciler bir araya getirilmeye çalışılmıştır. Bu tarz ortaklıklar öğrencilerin konuyla ilgili bilgi edinmesini hızlandırdığı, motivasyonlarını olumlu etkilediği ve daha iyi öğrenme çıktıları sağladığı dile getirilmektedir (Brown vd., 2011; NRC, 2011).

Sonuç olarak, bu çalışmada ortaokul yedinci sınıf öğrencilerine verilen fen, mühendislik ve girişimcilik eğitimine yönelik uzman öğretmenler ile görüşmeler yapılarak problemin tespiti yapılmış ve ayrıca öğrencilere kazandırılması gereken mühendislik becerileri ve girişimcilik yetkinlikleri belirlenmiştir. Mühendislik becerileri: Kariyer bilinci, yaratıcılık, planlama, tasarım, inovasyon, problem çözme, deneme, eleştirel düşünme, motor beceriler, optimize etme, öz yeterlilik, problemi belirleme ve takım çalışması şeklindedir. Girişimcilik yetkinlikleri ise kendine güven, yaratıcılık, finansal okuryazarlık, kaynakları organize etme, fırsatları değerlendirme, girişim duygusu, iletişim, belirsizlik/risk yönetimi, takım çalışması, girişimcilikle ilgili kariyer seçenekleri, eleştirel düşünme ve inovasyon şeklindedir. Ayrıca uzman öğretmenlerden alınan görüşlere dayanarak, literatür doğrultusunda fen, mühendislik ve girişimcilik disiplinlerine ait bütünleşik bir müfredat gereksinimi olduğu anlaşılmıştır. Bu doğrultuda yapılan bu çalışmada öğrencilerin mühendislik becerilerini ve girişimcilik yetkinliğini artırmaya yönelik müfredatın tasarımı, geliştirilmesi ve uygulaması yapılmıştır.

5.1.2. İkinci Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın ikinci alt problemi olan "Geliştirilen müfredatın uygulanması sonucu yedinci sınıf öğrencilerinin mühendislik becerilerinin gelişimi nasıldır?" sorusu, araştırmacının tasarlayıp geliştirdiği müfredatın öğrencilere uygulanması sonucunda elde edilen bulguların analiz edilmesiyle cevaplanmıştır. Elde edilen bulgular, araştırmacı tarafından geliştirilen, Mühendislik ve Tasarım Rubriği kullanılarak gözlem yoluyla öğrencilerin süreç içerisindeki değişimleri kayıt altına alınmıştır. Ayrıca Mühendislik ve Tasarım Rubriği, öğrenci etkinlik kitapçıkların değerlendirilmesinde doküman analizi amacıyla kullanılmıştır. Ek olarak öğrencilerle yapılan odak grup görüşmelerinden mühendislik tasarım becerileri ile ilgili elde edilen sonuçlara da bu bölümde yer verilmiştir.

Mühendislik ve Tasarım Rubriği yardımıyla yapılan gözlemler, doküman analizleri ve odak grup görüşmesi sonucunda elde edilen bulgular analiz edilip yorumlanarak, öğrencilerin

mühendislik ve tasarım becerileri uygulanan müfredat ile geliştiği söylenebilir.

Mühendislik ve Tasarım Rubriği problemi tanımlama, öğrenme/keşfetme, planlama, deneme/uygulama ve test etme/karar verme olmak üzere beş farklı boyuttan oluşmaktadır. Bu boyutlardan *problemi tanımlama* boyutu incelendiğinde öğrencilerin uygulamalar ilerledikçe aldıkları puanların arttığı, dolayısıyla problemleri daha iyi tanımlayabildikleri ve çözümler geliştirebildikleri gözlemlenmiştir.

Bu araştırmada problemi tanımlama boyutunun gelişimini desteklemek adına, gerçekleştirilen uygulamaların başında müşteri temelli bir problem senaryosu öğrencilerle etkinlik kitapçıklarında paylaşılmıştır. Problemin tanımlanması adına ilgili kitapçıkta öğrencilerin problemi kendi cümleleriyle yazmaları için bölüm oluşturulmuştur. Ayrıca araştırmacı, gözlemci rolünde olduğu için öğrencilere problem ile ilgili sorular yönelterek öğrencilerin problemi tanımlama durumlarını gözlemlemiştir. Benzer şekilde Sudarsono, Kartono, Mulyono. ve Mariani (2022) tarafından yapılan araştırmada fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitim modelinin, öğrencilerin problemi anlama ve problem çözme becerilerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Topsakal, Yalçın ve Çakır (2022) tarafından, STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin problem çözme becerilerine ilişkin algıları ve eleştirel düşünme eğilimleri üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlayan çalışmanın sonucunda, öğrencilerin problem çözme becerilerine ilişkin algılarında ve eleştirel düşünme eğilimlerinde deney grupları lehine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin disiplinlerarası bilgiyi, probleme dayalı STEM etkinlikleri ile kullanabildiklerini ve takım olarak çalışarak problem çözme ve problemi anlama konularında gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrenme/keşfetme boyutu öğrencilerin problemin çözümüne ilişkin araştırmalarını çeşitli kaynaklardan faydalanarak yapma durumu inceler. Öğrenciler ilk uygulamalarda araştırma yapmadan direkt olarak denemeler yapmaya odaklandığı gözlemlenmiştir. Bu durumda sürekli hatalar ile karşılaşan öğrenciler araştırma yapmaya gereksinim duymuşlardır. Uygulamalar ilerledikçe öğrenme/keşfetme boyutu olumlu yönde gelişim göstermiştir. Benzer şekilde Yıldırım ve Selvi (2017) yaptıkları çalışmada, STEM uygulamalarının, ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına, bilginin kalıcılığına ve fen bilimlerine yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına olan etkisini araştırmışlardır. Aysu (2019) tarafından yapılan çalışmanın sonucunda probleme dayalı öğrenme tabanlı STEM etkinliklerinin öğrencilerin fen bilimlerine

yönelik akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği ve öğrenmenin kalıcılığını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Araştırma sonucunda STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı ve fen bilimlerine yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri üzerine olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrenilen bilgilerin kalıcılığı üzerine olumlu etki yaptığı da gözlenmiştir.

Yapılan ilk uygulamada öğrencilerin *planlama* boyutunun diğer dört boyuttan daha düşük olduğu bulunmuştur. Bunun sebebi öğrencilerin planlama aşamasını gereksiz görmesi ve ürünü tasarlamaya hemen geçmek istemelerinden kaynaklandığı gözlemlenmiştir. Uygulamalar sonucunda öğrencilerin planlama boyutu olumlu yönde gelişim göstermiştir. Uygulama sürecinin başında öğrenciler problemlere çözümler geliştirmek için araştırma yapmaya, grup dinamikleri geliştirmeye ve çözümü planlamak üzerine daha fazla vakit geçirmişlerdir. Uygulamalar sırasında öğrenciler takip ettiği etkinlik kitapçıklarında yer alan "Hayal Et, Öğren, Planla" adımında yer alan ilgili soruları cevaplayarak ve taslak çizimler yaparak ilermişlerdir. Uygulamalar sonunda ise bu bölümde yer alan soruların daha özenli cevaplandığı ve taslak çizimlerin daha detaylı olarak çizildiği görülmüştür. Yapılan odak grup görüşmelerinde de öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar bu yargıyı destekler niteliktedir. Bu durumda takip edilen bu müfredatın öğrencilerin, mühendislik ve tasarım becerilerinden planlama boyutunu geliştirdiği sonucuna ulaşılabilir. Benzer şekilde Baran, Canbazoğlu Bilici ve Mesutoğlu (2015) tarafından yapılan STEM spotu geliştirme üzerine yapılan araştırmaya göre öğrencilerin planlama yapma konusundaki yetersizliğinden dolayı, zamanı yetiştirmekte zorlandığını buna bağlı olarak da planlama becerisinin mühendislik ve tasarım becerileri içerisinde önemli bir yerinin olduğunu vurgulamışlardır. Buradan çıkarımla öğrencilerin başlangıçta zamanı yönetme konusunda sıkıntı yaşadıkları, bu becerinin gelişimi ile görece daha uğraştırıcı problemleri daha kısa sürede çözerek tasarımlar yaptıkları gözlemlenmiştir.

Deneme/uygulama ve *test etme/karar verme* boyutları model ya da prototip için çeşitli malzemeleri, teknolojileri, araç gereçleri bir arada kullanmayı ve modeli probleme, sınırlılıklarına göre test etme ve optimize etmeyi içermektedir. Her iki boyuta ait rubrik puanları uygulamalar ilerledikçe yükseliş göstermiştir. Öğrenciler sene başında diğer aşamaları atlayarak direkt olarak deneme/uygulama bölümüne geçtikleri gözlemlenmiştir. Ancak bu bölümde yapılan hatalar ve tecrübeler sonucunda öncelikle problemi anlamaları sonrasında araştırma ve

planlama yapmaları gerektiğini fark etmişlerdir. Bu durumda gözlemler de bu iki bölüme ait gelişimin olumlu yönde olduğu yönündedir. Benzer şekilde Kayabaş (2019) tarafından yapılan araştırmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin karar verme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Özkan (1998)'e göre etkili karar verme sürecinde konuları önem sırasında göre ayırmak, mantıklı ve tutarlı olmak, öznel ve nesnel faktörlere dikkat etmek, çelişkileri ya da ikilemleri çözmek için bilgi toplamak, uygun fikirlerle desteklemek ve güvenilir, esnek ve kullanışlı olmak gibi kriterler bulunmak gerekmektedir. Yapılan bu çalışmada öğrenciler problemi tanımlama, öğrenme/keşfetme ve planlama yaparak ürünlerini tasarlama aşaması olan deneme/uygulama adımında ürünleri tasarlamışlardır. Ardından test etme/karar verme adımında tasarımlarını test ederek geliştirmişlerdir. Bu aşamalar sırasında gerek bireysel gerekse takım olarak karar vermiş ve denemeler yapmışlardır. Tüm bu süreç öğrencilerin mühendislik ve tasarım becerilerinin gelişimine önemli katkı sağlamıştır. Alanyazın incelediğinde mühendislik tasarım ya da STEM uygulamalarını takip eden eğitim ortamlarında, öğrencilerin mühendislik becerilerinin geliştiği birçok araştırmada gözlenmektedir. İncelenen araştırmalar da bu araştırmanın sonuçlarını destekler niteliktedir. Cheng ve Lo (2022) yapmış oldukları çalışmada bir STEM müfredatının sistematik rehberli sayesinde öğrencilerin mühendislik tasarım becerilerinin arttığını gözlemlemişlerdir. Benzer şekilde Tuhtakaya (2019) tarafından öğretmen adaylarıyla yapılan 9 hafta süren araştırmada, mühendislik tasarım uygulamalarının katılımcıların mühendislik becerilerini artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Fan ve Yu (2017) mühendislik tasarım temelli hazırlanan bir müfredatın uygulanmasının öğrencilerin kavramsal bilgi, üst düzey düşünme becerileri ve tasarım projesi etkinliği alanlarında olumlu sonuçlar verdiği sonucuna ulaşmışlardır. Chiang, Chang, Wang, Cai ve Li (2020) tarafından Çin'de toplam 499 ilkokul öğrencisi ile yapılan araştırma öğrencilerin iki dönem boyunca işlenen disiplinlerarası STEM dersine katılan öğrencilerin mühendislik tasarım becerilerinin önemli ölçüde gelişim gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır.

5.1.3. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın üçüncü alt problemi olan "Geliştirilen müfredatın uygulanması sonucu yedinci sınıf öğrencilerinin girişimcilik yetkinliklerinin gelişimi nasıldır?" sorusu, araştırmacı tarafından tasarlanıp geliştirilen müfredatın öğrencilere uygulanması sonucunda elde edilen bulguların analiz edilmesiyle cevaplanmıştır. Elde edilen bulgular, araştırmacı tarafından

geliştirilen, Girişimcilik Rubriği kullanılarak gözlem yoluyla öğrencilerin süreç içerisindeki değişimleri kayıt altına alınmıştır. Ayrıca öğrencilerle yapılan odak grup görüşmelerinden girişimcilik yetkinliği ile ilgili elde edilen sonuçlara da bu bölümde yer verilmiştir.

Rubrik yardımıyla yapılan gözlemler sonucunda öğrencilerin rubrik boyutlarından aldıkları puanların uygulamalar ilerledikçe artış gösterdiği görülmektedir. Ayrıca uygulamaların sonunda öğrenciler ile gerçekleştirilen odak grup görüşmesinde girişimcilik rubriğinin her bir boyutu ile ilgili veriler toplanmıştır. Elde edilen bilgiler Girişimcilik Rubriği kullanılarak yapılan gözlemleri destekler niteliktedir. Bu durumda, uygulanan müfredatın öğrencilerin girişimcilik yetkinliklerini geliştirdiği sonucuna ulaşılabilir.

Yapılan araştırmalar incelendiğinde genel olarak öğrencilerin girişimcilik becerileri (Meral, 2020; Şirin, 2020; Turgutalp, 2021; Yüksel Temiz ve Yaman, 2022) ve tutumları üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Girişimcilik eğitiminin bilgi, beceri ve tutumu birlikte içermesi gerekmektedir (Bacigalupo vd., 2016; Cheng vd., 2009; European Commision/EACEA/Eurydice, 2016; Uçar, 2020b). Girişimcilik eğitimi yalnızca becerilerin öğretimi şeklinde olmamalı yani girişimcilik ile ilgili bilgi, beceri ve tutumu birlikte ele almalıdır. Bu araştırmanın diğerlerinden farkı öğrencilerin girişimcilik yetkinliklerini (bilgi, beceri ve tutum) mühendislik, fen ve girişimcilik entegrasyonuyla birlikte ele almasından kaynaklanmaktadır.

Gözlemlerde kullanılan Girişimcilik Rubriği 15 farklı boyuttan oluşmaktadır. Bu boyutlar fırsatları belirlemek, yaratıcılık, vizyon, fikirlere değer verme, etik ve sürdürülebilir düşünce, öz farkındalık ve öz yeterlilik, motivasyon ve azim, kaynakları harekete geçirme, finansal ve ekonomik okuryazarlık, başkalarını harekete geçirme, inisiyatif alma, planlama ve yönetim, belirsizlik ve risk ile başa çıkma, takım çalışması, tecrübe ile öğrenme şeklindedir. Girişimcilik Rubriği içerisindeki boyutlar Tablo 3.9'a göre kazanımlarla eşleştirilmiştir. Araştırmanın bu bölümüne ait sonuç ve tartışması kısımlarını girişimcilik ile ilgili bilgi, beceri ve tutum olarak üç ayrı başlık altında açıklanmıştır.

5.1.3.1. Girişimcilik Bilgisine Yönelik Sonuç ve Tartışma

Bu bölüm girişimcilik yetkinliği boyutlarından fırsatları belirlemek ve tecrübe ile öğrenme boyutlarına ait sonuç ve tartışmayı içermektedir. Aynı zamanda bu boyutlar Tablo 3.9'a göre girişimcilik eğitimi için öğrenme kazanımları içerisindeki girişimcilik bilgisine ait fırsatları değerlendirme, toplumda girişimcilerin rolü ve girişimcilikle ilgili kariyer seçenekleri kategorilerine karşılık gelmektedir.

Araştırmacı tarafından geliştirilen rubrik analiz edildiğinde öğrencilerin *fırsatları belirlemek* boyutu uygulamalar ilerledikçe olumlu yönde gelişim göstermiştir. Yapılan gözlemlerde öğrenciler fırsatları değerlendirmek adına öncelikle fırsatları çeşitlendirmeye gittiği, sahip olduğu fiziki imkanları da kullanarak araştırmalar yaptığı, takım arkadaşlarıyla birlikte problemin çözümü üzerine tartışmalar yaptıkları görülmüştür. Odak grup görüşmelerinden elde edilen bulguların analizi sonucunda fırsatları belirlemek boyutunda fırsatları çeşitlendirme, yaparak yaşayarak öğrenme ve zaman yönetimi şeklinde kodlar belirlenmiştir. Fırsatları çeşitlendirme kimi zaman malzeme seçimi konusunda alternatif üretmeleri şeklinde gözlenirken, kimi zamansa problemin çözümüne farklı yollardan ulaşmaya çalışmak şeklinde gözlemlenmiştir. Öğrencilerle yapılan odak grup görüşmesi de bu durumu doğrular nitelikte olduğu görülmektedir. Yapılan araştırmalarda girişimci bakış açısının oluşmasında birçok özelliğin etken olduğu ifade edilmiştir. Bu özelliklerden biri de fırsatları değerlendirme becerisidir. Schumpeter (1934) girişimciliği, belirli bir amaç doğrultusunda yeniliği yakalamak, fırsatları değerlendirmek ve faaliyete geçmek olarak tanımlamıştır. Girişimcilik eğitiminin, bireylerin hedefleri doğrultusunda ilerlemelerini ve karşılaşılan fırsatları değerlendirmeleri konusunda destek sağladığı yapılan araştırmalar ile desteklenmektedir (Balaban ve Özdemir, 2008; Tarhan, 2021).

Tecrübe ile öğrenme boyutunda girişimciliği kendi cümleleriyle tanımlama, deneyimlerinden faydalanma, öğrendiklerini fark etme, deneyimlerini kullanarak değer yaratma ve hatalarından öğrenme şeklinde kodlar elde edilmiştir. Bulgular analiz edildiğinde, öğrenciler yapmış oldukları bu çalışmaların birer tecrübe olduğunu, öğrenme deneyimlerinden faydalanarak toplum için değer yaratabileceklerini ve yapmış oldukları hataların birer tecrübeye evrildiğinin farkında olduğu söylenebilir. Ayrıca öğrenciler, yapmış oldukları çalışmalar sonucunda kendilerini birer girişimci olarak gördüğü, derse online olarak davet edilen üç farklı girişimcinin

girişimciliği anlamalarında destek olduğu, girişimcilerin aslında birer problem çözücü olduklarını fark ettiklerini, girişimciliğin yalnızca finansal tarafı olmadığını fark ettiklerini belirtmişlerdir. Buradan hareketle öğrencilerin toplumda girişimcilerin rolünü kavrayabildiği ve girişimcilikle ilgili kariyer seçeneklerini fark ettiği sonucu çıkarılabilir. Gözlemler sonucunda yapılan rubrik puanlamasına bakıldığında ise tecrübe ile öğrenme boyutu yapılan uygulamalar ile olumlu yönde gelişim göstermiştir. Girişimcilik eğitiminde öğrenciler aktif bir şekilde tecrübe yoluyla öğrenme gerçekleştirmelidir (Moberg vd., 2014). Uçar (2020a) tarafından öğretmen adaylarıyla yapılan bir çalışmada, öğretmen adaylarının girişimciliği daha çok finansal yönüyle betimlediği, en az betimlenen bölümün ise tecrübe ile öğrenme olduğu bulunmuştur. Bu nedenle girişimcilik yetkinliklerinden tecrübe ile öğrenme boyutunun öğrencilere küçük yaşlardan itibaren kazandırılması büyük önem arz etmektedir.

Uygun ve Güner (2016) tarafından yapılan bir araştırmada, öğrencilerin girişimcilik eğilimleri ile girişimcilik bilgisi arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde Rina, Murtini ve Indriayu (2019) tarafından girişimcilik eğitimini diğer dersler ile bütünleştirerek verilmesi sonucunda öğrencilerin girişimcilik bilgi ve becerilerinin geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Buradan hareketle alanyazın ile paralel olarak verilen girişimcilik eğitiminin öğrencilerin girişimcilik bilgilerinin gelişiminde önemli rol oynadığı anlaşılmaktadır. Sonuç olarak öğrencilerin girişimcilik yetkinliğini geliştirmek amacıyla tasarlanan mühendislik tasarım müfredatının öğrencilerin girişimcilik bilgilerine olumlu yönde katkı sağladı sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.3.2. Girişimcilik Becerilerine Yönelik Sonuç ve Tartışma

Bu bölüm girişimcilik yetkinliği boyutlarından yaratıcılık, planlama ve yönetim, finansal ve ekonomik okuryazarlık, kaynakları harekete geçirme, başkalarını harekete geçirme, etik ve sürdürülebilir düşünce, vizyon, belirsizlik ve risk ile başa çıkma, takım çalışması ve fikirlere değer verme boyutlarına ait sonuç ve tartışmayı içermektedir. Aynı zamanda bu boyutlar Tablo 3.9'a göre girişimcilik eğitimi için öğrenme kazanımları içerisindeki girişimcilik becerilerine ait yaratıcılık, planlama, finansal okuryazarlık, kaynakları organize etme, belirsizlik/risk yönetimi ve takım çalışması kategorilerine karşılık gelmektedir.

Yaratıcılık boyutunda özgür düşünme, strateji değiştirme, bellekteki bilgiyi akıcı kullanma ve

alışılmadık çözümler üretebilme şeklinde kodlar elde edilmiştir. Bu kodlar Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen bilimsel yaratıcılık ölçeği kullanılarak belirlenmiştir. Araştırmacı tarafından yapılan gözlemler ve rubrik üzerinden yapılan puanlama sonucunda öğrencilerin yaratıcılıkları olumlu yönde gelişim göstermiştir. Gerçekleşen odak grup görüşmeleri bu sonucu destekler niteliktedir. Öğrenciler uygulamalar sırasında verilen problemlere çözümler geliştirirken hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullandıklarını, kutunun dışında düşünerek çözüme ulaştıklarını ve bu sayede yaratıcılıklarının geliştiğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Ceylan (2014) tarafından yapılan araştırmada STEM eğitimine uygun tasarlanmış bir dersin öğrencilerin akademik başarı, problem çözme ve yaratıcılıkları üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda STEM eğitimi uygulanan derslerin öğrencilerin akademik başarılarını, problem çözme ve yaratıcılık becerilerini geliştirdiği gözlemlenmiştir. Çınar (2007) tarafından yapılan bir araştırmada probleme dayalı etkinliklerin öğrencilerin problem çözme ve yaratıcılık becerilerini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, Sarıçam (2019) tarafından yapılan araştırmada STEM uygulamalarının öğrencilerin bilimsel yaratıcılığını geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Planlama ve yönetim boyutunda taslak çizimine özen gösterme, detayları planlama, proje aşamalarını planlama, değişen koşullara göre planları düzeltme ve zamanı etkin kullanma şeklinde kodlar elde edilmiştir. Öğrenciler genel anlamda ilk uygulamalarda taslak çizimine, proje detaylarına ve zamanı etkili kullanma gibi konulara daha az önem verdiğini; ancak uygulamalar ilerledikçe bu konuları daha iyi planladıklarını dile getirmiştir. Bu durum öğrencilerin Girişimcilik Rubriği planlama ve yönetim boyutundan almış oldukları puanların artış göstermesinden de anlaşılmaktadır. Benzer şekilde Demir ve Gümüş (2022) tarafından yapılan araştırmada tasarım odaklı gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin planlama becerisini anlamlı bir şekilde geliştirdiğini tespit etmişlerdir.

Finansal ve ekonomik okuryazarlık boyutunda fiyatlandırma yapabilme, finansal sürdürülebilirlik için plan yapma, insan emeğinin değerini saptama, benzer ürünler üzerinden fiyat belirleme ve bütçeyi yönetme şeklinde kodlar elde edilmiştir. Öğrenciler kullandıkları malzemelerin fiyatlandırmasını yapmak için genel olarak interneti kullandıklarını dile getirmiştir. Aynı zamanda, projenin tamamlanması için harcadıkları emeğin de bir fiyatının olduğu gerçeğinin farkında olduklarını belirtmiştir. Öğrenciler başlarda girişimciliği pazarlama

ya da ticari bir faaliyet şeklinde genellikle sadece ekonomik olarak nitelendirmişlerdir. Ancak uygulamalar sırasında girişimciliğin sadece finansal bir eylem olmadığı fırsatları öngörüp çeşitlendirerek toplum için bir değer yaratma, problemlere yaratıcı çözümler geliştirme şeklinde nitelendirmişlerdir. Uçar'a (2020a) göre girişimciliğin yalnızca finansal boyutun öne çıkarılması yerine toplum için değer yaratma boyutunun da öne çıkarılacağı uygulamalar ve dersler tasarlanmalıdır. Bu çalışmada finansal ve ekonomik okuryazarlık yanında diğer beceri, tutum ve bilgi kategorilerine ait kazanımlara da önem verilmiştir.

Kaynakları harekete geçirmek boyutunda uygun kaynakları tespit etme, kaynakları kullanabilme, kaynakları organize etme, yeni stratejiler tanımlama ve kaynakları yönetebilme şeklinde kodlar elde edilmiştir. Öğrenciler genel olarak uygun kaynaklara ulaşma konusunda deneyim kazandıklarını, geliştirdikleri stratejiler ile problemleri çözmelerinin kolaylaştığını dile getirmiştir. Ayrıca öğrenciler, uygulamalar sırasında günlük hayat ile ilişkili problemleri çözdükleri için bu tür problemlerle karşılaşma olasılığının bir hayli fazla olduğunu, bu sebeple hangi malzemeleri, kişileri ya da kaynakları kullanması gerektiğini deneyimlemenin kendisi için faydalı olduğunu dile getirmiştir. Yapılan gözlemler ve rubrik değerlendirmesi sonucunda, geliştirilen müfredatın uygulanması sonucu öğrencilerin kaynakları harekete geçirme boyutunun gelişimi olumlu yönde gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Uygulamalar devam ettikçe öğrencilerin diğer becerilerinden yaratıcılık becerisi de geliştiğinden öğrenciyi sınırlı kaynakları yönetme ve kullanma konusunda geliştirdiği söylenebilir.

Başkalarını harekete geçirmek boyutunda başkalarını dahil etme, duygu ve düşüncelerini iyi ifade etme, başkalarına ilham verebilme ve başkalarını ikna etme şeklinde kodlar ortaya çıkmıştır. Öğrencilerden bazıları geride kaldığında takım arkadaşlarının onları desteklediğini ve projeye dahil etmeye çalıştığından bahsetmiştir. Öğrenciler çalışmalar sırasında herkesin duygu ve düşüncelerini ifade ettiğini bunun sonucunda takımın birbirini desteklemek amacıyla bir takım üyesinin diğer takım üyesine destek verdiği bir ortam hazırladıklarını dile getirmiştir. Bu sayede öğrenciler birbirlerinden öğrendikleri yani akran öğrenmesi modelini uyguladığı görülmektedir. Gözlemler sırasında da takımdaki üyelerin birbirini harekete geçirdiği bu gibi durumlar gözlemlenmiştir. Ayrıca rubrik puanları incelendiğinde, başkalarını harekete geçirme boyutu olumlu yönde gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılabilir. Literatür incelendiğinde girişimcilik becerisine sahip bir bireyin aynı zamanda liderlik özelliği göstermesi ve başkalarını

harekete geçirmesi gerektiği savunulmaktadır (Marangoz, 2012; Mueller ve Thomas, 2000). Tüm bunlardan hareketle yapılan uygulamaların öğrencilerin başkalarını harekete geçirme boyutunu geliştirdiği sonucu çıkarılabilir.

Etik ve sürdürülebilir düşünce boyutunda sürdürülebilirliği önemseme, etik davranma ve çevreci karar verme şeklinde kodlar elde edilmiştir. Öğrenciler senenin başında yaptıkları ilk uygulamada planlama eksikliğinden dolayı gereksiz malzeme kullandıklarını ancak çalışmalar ilerledikçe bu durumu daha iyi hale getirdiklerini belirtmiştir. Görüşme, gözlem ve rubrik değerlendirmesi sonucunda öğrencilerin etik ve sürdürülebilir düşünce boyutu olumlu yönde gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Esmer (2020) tarafından yapılan araştırmada etiğe önem vermeyen girişimlerin zamanla değer kaybettiği ve girişimcilerin etik bilincini artırmaya yönelik uygulamalar yapılması gerektiğini savunmaktadır. Benzer şekilde günümüzdeki çevresel sorunlara yönelik girişimci bir bakış açısıyla ortaya çıkan yeni bir girişimcilik türü "eko-girişimcilik" literatürde yer almaya başlamıştır (Efeoğlu, 2014). Kaynakların zamanla azaldığı ve ihtiyaçların gün geçtikçe farklılaştığı bir dünyada, girişimci bireylerin mevcut kaynakları etkili kullanarak toplum için değer üretmesi ve bir ürüne çevirmesi gerekmektedir (Sarasvathy, 2001).

Araştırmacı tarafından geliştirilen rubrik incelendiğinde öğrencilerin *vizyon* boyutundan almış olduğu puanlar uygulamalar ilerledikçe artış gösterdiği görülmektedir. Bu durumda öğrencilerin vizyon boyutuna ait gelişimi olumlu yönde olduğu söylenebilir. Vizyon boyutunda stratejik düşünme, kariyer olanaklarını fark etme, kaynakları organize etme, ileri görüşlü olma ve liderlik şeklinde kodlar elde edilmiştir. Öğrenciler uygulamaların hem kariyer olanaklarını fark etmesini sağladığını hem de öğrendiklerinin ileride ona yardımcı olacağını düşündüğünü dile getirmiştir. Yalçıntaş (2010) girişimciliği şu şekilde tanımlamıştır: "Girişimcilik vizyon, değişim ve yaratıcılık unsurlarını içeren dinamik bir süreçtir." Stumpf ve Tymon (2001) girişimcilik özellikleri içerisinde "vizyoner" kavramını kullanmaktadır. Sonuç olarak girişimcilik yetkinlik boyutlarından vizyon boyutu, girişimcilik için önemli olduğu ve bu çalışmada gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin vizyon boyutunu geliştirdiği söylenebilir.

Belirsizlik ve risk ile başa çıkma boyutunda belirsizliğe rağmen karar verme, hata yapmaktan korkmama ve riskleri analiz etme şeklinde kodlar elde edilmiştir. Öğrencilerin bazı konularda daha önce deneyimi olmamasına rağmen uygulamalar ilerledikçe karar verme ve hata yapma

konusunda daha cesur davrandığı gözlemlenmiştir. Öğrencilerin rubrik puanlarına incelendiğinde de belirsizlik ve risk ile başa çıkma boyutuna ait gelişimi olumlu yönde ilerlemiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin belirsizlik ve risk ile başa çıkma boyutuna olumlu yönde katkı sağladığı söylenebilir. Bozkurt ve Erdurur (2013) kişilerin risk alma özelliğinin girişimcilik eğilimine etkisini araştırmak amacıyla 200 öğrenci ile yapmış oldukları çalışmada bireylerin risk alma özelliğinin girişimcilik eğilimi üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde Özdemir, Saygılı ve Yıldırım (2016) girişimcilik kişilik özelliklerinden risk alma eğiliminin girişimcilik potansiyeli üzerinde pozitif etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca literatürde girişimcilerin, belirsiz ortamlarda yeniliğe karşı ortaya çıkan riskler ile başa çıkma konusunda yüksek motivasyona sahip olmaları gerektiği vurgulanmaktadır (Wu, Matthews ve Dagher, 2007).

Fikirlere değer vermek boyutunda fikirlerin değerini anlama, stratejik karar verme, fikirleri takdir etme ve fikir paylaşma şeklinde kodlar elde edilmiştir. Öğrenciler genel olarak birbirlerinin fikirlerine saygı gösterdiklerini, bu fikirleri birleştirerek problemin çözümü için kullandıklarını ve uygulama kitapçığında yer alan ilgili kısımların yardımı olduğunu dile getirmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin hangi değerin sosyal, kültürel ya da ekonomik açıdan olduğunu anlamada geliştiği; fikirlerin sahip olduğu potansiyeli tahmin etmede ve bu potansiyeli doğru şekilde kullanmak adına verimli şekilde planlamalar yaptığı gözlemlenmiştir.

Takım çalışması boyutunda takımın faydasına göre görev üstlenme, ihtiyaçlara göre ekiple hareket etme ve takım üyesi olarak uyum içinde çalışma şeklinde kodlar elde edilmiştir. Öğrenciler tüm süreci takım çalışması yaparak geçirdiklerinden, bazılarına göre başlangıçta zor olan bu duruma giderek alıştığı, iş bölümü yapmanın problemin çözümüne ilişkin fayda sağladığını belirtmişlerdir. Bu durum öğrencilerin tüm çalışmaları takım olarak yapmaları gerektiğinden ve bir takım üyesi olarak iş bölümü yapmanın zaman konusunda avantaj sağladığını deneyimlemiş olmalarından kaynaklanmış olabilir. Girişimcilik bazen bireysel başla da, büyük çaplı projeler düşünüldüğünde, uzmanlıklarına göre departmanlara ayrılmış takımlar üzerinden bu projelerin geliştirilmesinin daha kolay ve hızlı olması takım çalışması ve işbirliği yapmak projenin sürdürülebilirliği açısından gerekli bir durumdur. Pazarcık ve Aydın (2015) tarafından yapılan araştırmada, öğrencilerin bir girişimcilik projesine başlama motivasyonlarının, takım çalışmasına yatkınlık arasında anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Girişimcilik motivasyonu yüksek öğrencilerin, takım çalışmasına daha yatkın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bazı araştırmalar öğrencilerin takım çalışmaları sırasında çok fazla zorluk yaşadığını (Deveci, 2019) dolayısıyla uygulamaların sürdürülmesinde de zorluklara sebep olduğu belirtmektedir. Mevcut araştırmada ise araştırmacı tarafından yapılan gözlemler sonucunda takım çalışmasının başlangıçta zor olduğu belirten öğrenciler yaşadıkları fikir ayrılıkları, birlikte karar almanın zaman zaman zor olması, düşüncelere karşı hoşgörü eksikliği vb. durumlardan kaynaklandığı söylenebilir. Ancak uygulamalar ilerledikçe bu sorunların giderildiği gözlemlenmiştir. Ek olarak rubrik puanları incelendiğinde öğrencilerin süreç içerisinde takım çalışması boyutundan almış oldukları puanlar artış göstermiştir. Bu durumda uygulanan müfredat ile gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin takım çalışması boyutunu geliştirdiği sonucu çıkarılabilir.

Sonuç olarak hem gözlemler yoluyla yapılan rubrik puanlaması hem de öğrencilerle gerçekleştirilen odak grup görüşmesi sonucunda uygulanan müfredatın öğrencilerin girişimcilik becerilerinin geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına benzer şekilde Yüksel Temiz ve Yaman (2022) 5. sınıf öğrencileriyle yapmış oldukları araştırmada fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarının öğrencilerin girişimcilik becerilerinin gelişimine katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Turgutalp (2021) araştırmasında sekizinci sınıf öğrencileriyle fen bilimleri dersi basınç ünitesi için geliştirdiği STEM öğretme-öğrenme modelinin uygulanmasının öğrencilerin hem akademik başarılarının hem de girişimcilik becerilerinde olumlu yönde fark oluşturduğunu tespit etmiştir. Şirin (2020) 23 öğrenci ile yapmış olduğu 6 hafta süren bir araştırmada girişimcilik odaklı STEM etkinliklerinin sonucunda öğrencilerin girişimcilik becerilerinin geliştiğini tespit etmiştir. Kalik ve Kırındı (2022) 25 öğrenci ile okul dışında gerçekleştirdikleri STEM etkinliklerinin, öğrencilerin girişimcilik becerilerinde ve STEM'e karşı tutumlarında anlamlı bir artışa sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Küpeli (2020) 8. sınıfa giden 37 öğrenci ile yapmış olduğu araştırmada enerji dönüşümleri ve çevre bilimi ünitesi için tasarladığı mühendislik tasarım temelli tematik etkinliklerin girişimcilik algı ve becerilerine olumlu yönde etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Meral (2020) 20 öğrenci ile 8 hafta süren araştırmasınca basit malzemeler ile gerçekleştirilen girişimcilik temelli STEM eğitiminde öğrencilerin, girişimcilik becerilerinden takım çalışması ve liderlik gibi becerilerinin olumlu yönde gelişim gösterdiğini gözlemlemiştir.

5.1.3.3. Girişimcilik Tutumlarına Yönelik Sonuç ve Tartışma

Bu bölüm girişimcilik yetkinliği boyutlarından motivasyon ve azim, inisiyatif alma, öz farkındalık ve öz yeterlilik boyutlarına ait sonuç ve tartışmayı içermektedir. Aynı zamanda bu boyutlar Tablo 3.9'a göre girişimcilik eğitimi için öğrenme kazanımları içerisindeki girişimcilik tutumlarına ait kendine güven ve girişim duygusu kategorilerine karşılık gelmektedir.

Öz farkındalık ve öz yeterlilik boyutunda deneyim sonucu özgüven artış, zayıf yönlerini telafi etme, güçlü ve zayıf yönlerini anlama ve güçlü yönlerini geliştirme şeklinde kodlar elde edilmiştir. Öğrenciler, başlangıçta fikirlerini dile getirirken başlarda zorlandıklarını ancak projeler yaptıkça kendine güven duygusu kazandıklarını ve bu sayede fikirlerini dile getirirken zorlanmadıklarını dile getirmiştir. Genel olarak öğrenciler müfredat içerisindeki uygulamaları deneyimledikçe özgüvenlerinin arttığını dile getirmiştir. Yapılan gözlemler ve rubrik değerlendirmeleri sonucunda öğrencilerin öz farkındalık ve özyeterlilik boyutunun olumlu yönde gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Çolakoğlu ve Çolakoğlu (2016) tarafından üniversite öğrencileriyle yapılan araştırmada girişimcilik ile ilgili eğitimler almanın kişinin öz yeterlilik algısını ve girişimcilik potansiyelini arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Nart ve Yıldırım (2021) tarafından yapılan çalışmada girişimcilik eğitiminin, öğrencilerin öz yeterliliklerini artırarak onların girişimcilik tutumlarını geliştirdiği belirlemiştir. Kitapcı (2018) tarafından yapılan araştırmada öz yeterliliğin kişilerin girişimcilik algısını pozitif yönde etkilediği bulunmuştur. Ancak Bozkurt ve Erdurur (2013) tarafından yapılan araştırmada girişimcilik özelliklerinden kendine güven faktörünün girişimcilik eğilimine etkisi olmadığını sonucuna ulaşmıştır. Buna karşın bu çalışmada ise gerçekleştirilen mühendislik tasarım ve girişimcilik uygulamalarının, öğrencilerin girişimcilik tutumlarından öz farkındalık ve öz yeterlilik boyutunu geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Motivasyon ve azim boyutunda aksiliklerle başa çıkma, problem çözmeye karşı istek, başkaları için değer üretme ve tutkularına odaklanma şeklinde kodlar elde edilmiştir. Bazı öğrenciler başlangıçta çalışmaların zor olmasından dolayı motivasyon kayıpları yaşasa da çoğu öğrenci aksiliklerle başa çıkmalarının onları geliştirdiğini ve problem çözmeye karşı isteklerinin giderek arttığı görülmüştür. Aynı zamanda öğrenciler takımlar halinde çalışmanın onları motive ettiği hatta zaman zaman farklı öğrencilerin geride kaldığını fark ettiklerinde birbirlerine destek olarak onları motive ettiği görülmüştür. Uygun, Güner ve Mete (2018) uygulanan girişimcilik

eğitiminin öğrencilerin motivasyonu üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapmış oldukları çalışmada, girişimcilik eğitimi alan öğrencilerin girişimcilik motivasyonlarının geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Marangoz ve Aydın (2018) tarafından yapılan çalışmada girişimcilik motivasyonu ile girişimcilik niyeti arasında doğru orantılı bir ilişki vardır. Öğrencilerin girişimcilik motivasyonları arttıkça girişimcilik niyeti de artmaktadır. Benzer şekilde hem gözlemler, rubrik değerlendirmesi, doküman ve öğrencilerle yapılan odak grup görüşmeleri analizi sonucunda öğrencilerin motivasyon ve azim boyutu uygulanan müfredat sonucunda olumlu yönde gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

İnisiyatif alma boyutunda farklı çözüm yolları denemekte istekli olma, karar verme yetkisini kullanma ve hareketi başlatma şeklinde kodlar elde edilmiştir. Öğrenciler takımdaki rollerini belirlerken kendilerinin karar almasının onlar için daha faydalı olduğunu ve geride kalan arkadaşlarına inisiyatif alarak destek oldukları ve motive ettikleri gözlemlenmiştir. Ayrıca birkaç öğrenci, iş bölümü yaparken bazı takım arkadaşlarının sürekli olarak kendi ilgi alanlarına göre görev seçmemesi gerektiğini savunmuştur. Bunun nedenini ise farklı görev ve sorumluluklar almanın kendilerini daha çok geliştirdiğini ve daha proaktif çalışmalar yaptıklarını dile getirmiştir. Avrupa Birliği tarafından fen bilimleri dersi programı hazırlanırken belirlenen sekiz anahtar beceri içerisinde "inisiyatif alma ve girişimcilik" becerisi de yer almaktadır (European Commision, 2006). Buradan hareketle girişimcilik ile inisiyatif alma kavramları birbiri ile yakından ilişkili olduğunu söylemek yanlış sayılmaz. Ayrıca inisiyatif almanın girişimcilikte büyük bir önemi olduğu çıkarımı yapılabilir. Girişimcilik, sosyal ve ekonomik gelişmelerde, toplumu fırsat aramaya ve inisiyatif almaya teşvik ederek istihdam ve ekonomik refah yaratmada ve vatandaşlara ortak bir değer sağlamada önemli bir role sahiptir (Ribeiro-Soriano, 2017). Rina (2019) tarafından yapılan araştırmada belirli bir müfredat çerçevesinde verilen girişimcilik ve liderlik eğitimlerinin öğrencilerin hem kendi içlerinden hem de dışlarından çeşitli motivasyonlarla dahil olmaya devam etmek için inisiyatif aldıkları sonucuna ulaşmıştır. Sonuç olarak girişimcilik yetkinliği boyutlarından inisiyatif alma boyutunun girişimcilikte anahtar bir rolü olduğunu ve bu çalışmada gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin inisiyatif alma boyutuna pozitif yönde etkisi olduğunu söylenebilir.

İlgili alanyazın incelendiğinde gerçekleştirilen girişimcilik eğitimlerinin öğrencilerin girişimcilik tutumlarını, motivasyonlarını ya da niyetlerini arttığı sonucuna ulaşılmaktadır

(Bozkurt ve Erdurur, 2013; Çolakoğlu ve Çolakoğlu, 2016; Deveci, 2018; Kitapcı, 2018; Marangoz ve Aydın, 2018; Nart ve Yıldırım, 2021; Rina, 2019; Uygun vd., 2018). Sonuç olarak öğrencilerin girişimcilik yetkinliklerini geliştirmek amacıyla tasarlanan mühendislik tasarım ve girişimcilik müfredatının öğrencilerin girişimcilik tutumlarının her bir boyutunu gelişmesini sağladığı, dolayısıyla öğrencilerin girişimcilik tutumlarını geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

5.2. Öneriler

5.2.1. Uygulayıcılara Yönelik Öneriler

Bu çalışmada tasarlanan müfredat uygulama yapılan sınıfın fiziksel yapısı, öğrencilerin hazırbulunuşluğu ve uygulamalar için gerekli malzemelerin var olmasına göre revize edilerek farklı sınıf seviyelerinde uygulanabilir. Ancak belirli hazırbulunuşluk seviyesi 6. sınıf ve sonrası olarak önerilmektedir.

Uygulamalarda kullanılan ve bir e-mail formatında gelen problemler durumları öğretmen tarafından yerel firmalar ya da hayali kurumlar şeklinde revize edilerek öğrencilere sunulması önerilmektedir. Çünkü bir öğretmen sınıfını ve çevresini müfredatı yazan kişiden daha iyi tanıdığı için bu tür yapılan revizeler öğrencileri konuya daha fazla çekmede yardımcı olacaktır.

Araştırmacı gerekli gördüğü taktirde bazı teorik bilgileri (örneğin, temel algoritma bilgisi, Arduino programlama gibi) kendisi ya da konuya hâkim kişileri öğrencilere eğitimler vermesi için derslere davet edebilir. Öğretmen eğer kendisi algoritma ya da Arduino derslerini anlatmak isterse çevresindeki konuyla ilgili kişilerden ya da Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumuna (BTK) ait BTK Akademi'den konuyla ilgili bilgi/eğitim alması önerilir.

Bu araştırmada da yer alan "Girişimcilik Söyleşileri" benzeri bir etkinlik düzenlenmesi öğrencilerin hem mühendislik hem de girişimcilik anlamında bilgi düzeylerini arttıracağından dolayı çeşitli uzmanlar derslere davet edilebilir.

Uygulamaların üçüncüsünde, bir AVM içerisinde bulunan otoparka ziyaret planlanmıştır. Bu sayede öğrenciler problemi yerinde görerek problemi içselleştirmesi ve dikkatlerinin konuya çekilmesi amaçlanmıştır. Yapılan gözlemler sonucunda öğrencilerin problemin çözümüne ve

fikir geliştirmeye yönelik daha istekli oldukları gözlemlenmiştir. Bu nedenle bu tür etkinliklerin sayısının arttırılması tavsiye edilebilir.

Gerçekleşen tüm uygulamalarda öğrencilerin takımlarını ayarlamaları ve grup içerisindeki dinamiklere yine grup içerisinde karar vermeleri için ortam hazırlanmıştır. Bu sayede öğrenciler geride kalan arkadaşlarına yardım etme, iş bölümü yapma, problem çözme ve birlikte karar verme gibi becerilerin gelişimine katkı sağladığı görülmüştür. Benzer uygulamalar yapılırken öğrencilere fırsat vererek kendi takımlarını kurmalarını ve grup içerisindeki problemlerin yine grup içerisinde çözebilmeleri için öğretmenlerin dışarıdan rehberlik etmeleri önerilmektedir.

Bazı grupların etkinlikleri daha önce bitirme durumunu da göz önünde bulundurarak, erken bitiren gruplara ürünün videosunu ya da tanıtımını içeren video hazırlama görevi verilebilir ya da tasarımlarını renklendirmeleri ve süslemeleri için resim/sanat branşlarıyla işbirliği yapılabilir. Her tasarımın eksikleri olduğu gerçeğiyle öğrencilere bazı sorular yönelterek tasarımlarını optimize etmeleri için mentorluk edilebilir.

5.2.2. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

- Hazırlanan müfredat bir kılavuz olarak görülerek farklı sınıf seviyelerinde ve farklı kazanımlar hedeflenerek yeni araştırmalar yapılabilir.
- Bu çalışmada entegrasyon yöntemlerinden içerik entegrasyonu kullanılmıştır. Yapılacak olan diğer araştırmalarda bağlam entegrasyonu tercih edilebilir.
- Öğrencilerin mühendislik becerilerini ve girişimcilik yetkinliğini artırmak için yapılan bu çalışmada cinsiyet faktörü araştırmaya dahil edilmemiştir. Bu araştırmaya ek cinsiyet faktörünün etkisi araştırılabilir.
- Bu araştırma özel ekipmanlar kullanılarak atölye ortamında sürdürülmüştür. Benzer çalışma sınıf içi ortamda ya da sınıf dışı ortamlarda gerçekleştirilerek arasındaki farklar araştırılabilir.
- Burada paylaşılan müfredat herhangi bir değişiklik yapılmadan benzer ortamlarda uygulanabilir. Bu sayede diğer faktörlerin etkisi araştırılabilir.
- Öğretmen adaylarıyla ya da öğretmenler ile benzer içerikler tasarlamak adına eğitimler verildikten sonra sınıflarda uygulaması yapılarak araştırmanın yaygın etkisi artırılabilir.

- Yapılan çalışma bir eğitim-öğretim yılı sürmüştür. Benzer çalışmalar tasarlanarak öğrencilerde meydana gelen daha uzun dönem değişiklikler araştırılabilir.

KAYNAKÇA

Accenture. (2017). *Accenture Türkiye Dijitalleşme Endeksi*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29826.48322

Akgündüz, D. (2018). *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM Eğitimi Türkiye Raporu*. https://www.aydin.edu.tr/tr-tr/akademik/fakulteler/egitim/Documents/STEM Eğitimi Türkiye Raporu.pdf

Amer, A. (2005). *Analytical Thinking*. Center for Advancement of Postgraduate Studies and Research%0Ain Engineering Sciences, Faculty of Engineering - Cairo University (CAPSCU). http://www.pathways.cu.edu.eg/subpages/training_courses/C10-Analytical-EN.pdf

Aşık, G., Doğança Küçük, Z., Helvacı, B., & Corlu, M. S. (2017). Integrated teaching project: A sustainable approach to teacher education. *Turkish Journal of Education*, *6*(4), 200–215. https://doi.org/10.19128/turje.332731

Aysu, G. (2019). *"Probleme Dayalı Öğrenme Tabanlı STEM Uygulamalarının Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Öğrendikleri Bilgilerin Kalıcılığına Etkisinin İncelenmesi*. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi.

Bacanak, A. (2013). Fen ve teknoloji dersinin öğrencilerde girişimcilik becerisinin gelişimine etkisi üzerine öğretmen görüşleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, *13*(1), 609–629.

Bacigalupo, M., Kampylis, P., Punie, Y., & Van den Brande, G. (2016). EntreComp: the entrepreneurship competence framework. In *JRC Science for Policy Report* (Issue June). https://doi.org/10.2791/593884

Bademci, V. (2019). Geçerlik: Nedir? Ne Değildir? *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, *6*(2), 373–385.

Balaban, Ö., & Özdemir, Y. (2008). Girişimcilik Eğitiminin Girişimcilik Eğilimi Üzerindeli Etkisi: Sakarya Üniversitesi İİBF Örneği. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, *3*(2), 133–147.

Banathy, B. H. (1996). *Designing social systems in a changing world*. New York/London: Plenum.

Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the LLarning Sciences*, *13*(1), 1–14.

Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., & Mesutoglu, C. (2016). Moving STEM Beyond Schools: Students' Perceptions About an Out-of-School STEM Education Program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *4*(1), 9. https://doi.org/10.18404/ijemst.71338

Baran, E., Canbazoğlu Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2015). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Public Service Announcement (PSA) Development Activity. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, *5*(2), 60–69.

Başar, E. (2017). *Girişimcilik*. Nobel Akademik Yayıncılık.

Başkale, H. (2016). *Nitel Araştırmalarda Geçerlik, Güvenirlik ve Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi*. *9*(1), 23–28.

Battelle For Kids. (2019). Framework for 21st Century Learning Definitions. *Partnership for 21st Century Learning*. http://static.battelleforkids.org/documen%0Ats/p21/P21_Framework_Brief.pdf

Bircan, M. A., & Çalışıcı, H. (2022). The Effects of STEM Education Activities on Fourth Grade Students' Attitudes to Stem, 21st-Century Skills and Mathematics Success. *Egitim ve Bilim*, *47*(211), 87–119. https://doi.org/10.15390/EB.2022.10710

Bitter, G. G., & Legacy, J. M. (2008). *Using Technology in the Classroom (7th ed.)*. Pearson. http://sarahtaff.pbworks.com/w/file/fetch/75206093/technology in classroom.pdf

Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1992). *Qualitative Research for Education an Introduction to Theories and Methods 5th Edition*. Pearson Education.

Bozkurt, Ö., & Erdurur, K. (2013). Girişimci Kişilik Özelliklerinin Girişimcilik Eğilimindeki Etkisi: Potansiyel Girişimciler Üzerinde Bir Araştırma. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, *8*(2), 33–56. http://acikerisim.lib.comu.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/COMU/417/oznur_bozkurt_makale.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Brown, A. L. (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. *Journal of the Learning Sciences*, *2*(2), 141–178. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0202

Brown, B. R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current Perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, *70*(6), 5–9.

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, *70*(1), 30–35.

Bybee, R. W. (2011). Scientific and Engineering Practices in K-12 Classrooms: Understanding A Framework for K-12 Science Education. *Science Scope*, *35*(4), 6–11. http://edcipr.com/wp-content/uploads/2017/02/Science-Engineering_Practices.pdf

Bybee, R. W. (2013). Essentials of A Framework for K-12 Science Education. In *people.uncw.edu*. http://people.uncw.edu/kubaskod/SEC_406_506/documents/Next_Gen_Sci_Stands.pdf

Bybee, R. W. (2014). NGSS and the Next Generation of Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, *25*(2), 211–221. https://doi.org/10.1007/s10972-014-9381-4.

Canbazoğlu Bilici, S. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi ve özyeterlikleri. *Yayınlanmış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara*, 338.

Çepni, S. (2017). *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi*. Pegem Akademi.

Çevik, M., & Aabdioğlu, C. (2018). Bir Bilim Kampının 8. Sınıf Öğrencilerinin STEM Başarılarına, Fen Motivasyonlarına ve Üstbilişsel Farkındalıklarına Etkisinin İncelenmesi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, *7*(5), 304–327. https://doi.org/10.15869/itobiad.477163

Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma*. Uludağ Üniversitesi: Yayımlanmış yüksek lisans tezi.

Charney, A., Libecap, G. D., & Center, K. E. (2000). *The Impact of Entrepreneurship Education: An Evaluation of the Berger Entrepreneurship Program at the University of Arizona, 1985-1999*. Kansas City, MO: The Kauffman Center for Entrepreneurial Leadership.

Cheng, M., & Lo, Y. (2022). Innovative STEM Curriculum to Enhance Students' Engineering Design Skills and Attitudes Towards STEM. In *Concepts and Practices of STEM Education in Asia* (pp. 117–137). Singapore: Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2596-2

Cheng, M. Y., Chan, W. S., & Mahmood, A. (2009). The effectiveness of entrepreneurship education in Malaysia. *Education and Training*, *51*(7), 555–566. https://doi.org/10.1108/00400910910992754

Cheung, C. K. (2008). Practicing entrepreneurship education for secondary. *The Asia Pacific Education Researcher*, *1*(17), 15–31.

Chiang, F.-K., Chang, C.-H., Wang, S., Cai, R.-H., & Li, L. (2020). The effect of an interdisciplinary STEM course on children's attitudes of learning and engineering design skills. *International Journal of Technology and Design Education*, *32*, 55–74.

Çınar, D. (2007). *İlköğretim fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının üst düzey düşünme becerilerine ve akademik risk alma düzeyine etkisi*. Selçuk Üniversitesi: Yüksek lisans tezi.

Çolakoğlu, H., & Çolakoğlu, T. (2016). Üniversitelerdeki Girişimcilik Eğitimi İle Öz Yeterlilik Algısı ve Girişimcilik Potansiyeli İlişkisi Üzerine Bir Saha Araştırması. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi*, *17*(37 Girişimcilik Özel Sayısı), 70–84. https://dergipark.org.tr/en/pub/sobbiad/issue/36438/413025

Collins, A. (1990). Toward a Design Science of Education. Technical Report No. 1. In *New Directions in Educational Technology*. https://doi.org/10.1007/978-3-642-77750-9_2

Collins, A. (1992). Toward a Design Science of Education. In *New Directions in Educational Technology* (pp. 15–22). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-77750-9_2

Çorlu, M. A., Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Çorlu, M. S., & Özel, S. (n.d.). Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (BTMM) eğitimi: disiplinler arası çalışmalar ve etkileşimler. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde Sunulmuş Bildiri*.

Çorlu, M. S. (2013). Insights into STEM education praxis: An assessment scheme for course syllabi. *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, *13*(4), 2477–2485. https://doi.org/10.12738/estp.2013.4.1903

Çorlu, M. S. (2017). STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesi [STEM: Integrated Teaching Framework]. In M. S. Çorlu & E. Çallı (Eds.), *STEM Kuram ve Uygulamaları*. İstanbul: Pusula.

Çorlu, M. S. (2019). *STEM Ders Planı Şablonu*. https://inteach.org/upload/STEM_Ders_Plani_Sablonu_Notlu_Belge.pdf

Corlu, M. S., Capraro Prof., R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Egitim ve Bilim*, *39*(171), 74–85.

Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Egitim ve Bilim*, *39*(171), 74–85.

Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The Effects of a STEM Intervention on Elementary Students' Science Knowledge and Skills. *School Science and Mathematics*, *113*(5), 215–226. https://doi.org/10.1111/ssm.12023

Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, conducting, and evaluating quantitative*. Boston:Pearson.

Da Silva, G. B., Costa, H. G., & De Barros, M. D. (2015). Entrepreneurship in engineering education: A literature review. *International Journal of Engineering Education*, *31*(6), 1701–1710.

Degenhart, S. H., Wingenbach, G. J., Dooley, K. E., & Lindner, J. R. (2007). Middle School Students ' Attitudes toward Pursuing Careers in Science , Technol ... *NACTA Journal*, 52–59.

Demir, E. G., & Gümüş, İ. (2022). Tasarım Odaklı Düşünmeye Dayalı Robotik Etkinliklerin Planlama Becerisine Etkisi. *Ankara Universitesi Egitim Bilimleri Fakultesi Dergisi*, *55*(3), 916–978. https://doi.org/10.30964/auebfd.1042755

Design-Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, *32*(1), 5–8. https://doi.org/10.3102/0013189X032001005

Deveci, İ. (2018). Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Sahip Oldukları FeTeMM Farkındalıklarının Girişimci Özellikleri Yordama Durumu. *Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, *26*(4), 1–18. https://doi.org/10.24106/kefdergi.356829

Deveci, İ. (2019). Girişimci Proje (G-FeTeMM) Sürecinin Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Yaşam Becerilerine Yansımaları: Nitel Bir Araştırma. *Journal of Individual Differences in Education*, *1*(1), 14–29. https://dergipark.org.tr/tr/pub/jide/issue/45463/570020

Deveci, İ., & Çepni S. (2017). Girişimcilik Eğitimi Modüllerinin Fen Bilimleri Öğretmen Adayları Üzerindeki Yansımaları. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *18*(2), 813–856.

Deveci, İ., & Seikkula-Leino, J. (2023). The link between entrepreneurship and STEM education. In Enhancing Entrepreneurial Mindsets Through STEM Education (pp. 3-23). Cham: Springer International Publishing.

Dewey, J. (1916). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. Freepress.

Dilekli, Y. (2022). *Etkinliklerle Düşünme Öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.

Doğan, A., Aydın, E., & Kahraman, E. (2020). *STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin problem çözme becerilerine yönelik algılarına etkisinin incelenmesi*. *5*(2), 123–144.

Dym, C. L., Little, P., & Orwin, E. J. (2014). Engineering design: a project-based introduction. In *Materials & Design* (4th Editio, Vol. 23, Issue 1). Wiley: New York. https://doi.org/10.1016/s0261-3069(01)00050-4

Ecevit, T., Alagöz, S., Özkurt, N., & Karataş Köylü, Ü. (2022). İlkokul 3. ve 4. Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitaplarındaki Etkinliklerinin Bilimsel Süreç, Yaşam ve Mühendislik Tasarım Becerilerini Kazandırması Açısından İncelenmesi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 743–758. https://doi.org/10.24315/tred.934470

Efeoğlu, E. (2014). Çevreci Açıdan Girişim; Eko-Girişimcilik. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *23*(1), 103–118. https://dergipark.org.tr/en/pub/cusosbil/issue/32277/353224

Ekiz, D. (2009). *Eğitimde araştırma yöntem ve metodlarına giriş*. Ankara: Anı Yayıncılık.

EL-Deghaidy, H., Mansour, N., Alzaghibi, M., & Alhammad, K. (2017). Context of STEM integration in schools: Views from in-service science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *13*(6), 2459–2484. https://doi.org/10.12973/EURASIA.2017.01235A

Erdogan, N., & Stuessy, C. L. (2015). Modeling Successful STEM High Schools in the United States: An Ecology Framework. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, *3*(1), 77. https://doi.org/10.18404/ijemst.85245

Esmer, Y. (2020). Etik Girişimcilik. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *22*(1), 35–55.

European Commision/EACEA/Eurydice. (2016). *Entrepreneurship Education at School in Europe* (Eurydice R). Avrupa Birliği Yayın Ofisi.

European Commision. (2006). *Entrepreneurship Education in Europe: Fostering Entrepreneurial Mindsets through Education and Learning* (Issue October). https://ec.europa.eu/docsroom/documents/17642/attachments/1/translations/en/renditions/native

European Commision. (2014). *Entrepreneurship Education: A Guide for Educators*. https://doi.org/10.2769/51003

Fan, S.-C., & Yu, K.-C. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, *27*, 107–129. https://doi.org/10.1007/s10798-015-9328-x

Felix, A. L. (2016). *Design Based Science and Higher Order Thinking*. https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/71746%0Ahttps://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/71746/Felix_A_T_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fontana, A., & Frey, J. H. (1994). Interviewing: The Arts of Science. *Handbook of Qualitative Research*, *i*, 361–376.

Glesne, C. (2013). *Nitel araştırmaya giriş* (6th Editio). Ankara: Anı Yayıncılık.

Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve mesleklerle ilgili görüşlerine etkisi. *Eğitim Bilimlerinde Yenilikler ve Nitelik Arayışı*, *February 2019*, 283–302.

Hayden, K., Youwen Ouyang, Scinski, L., Olszewski, B., & Bielefeldt, T. (2011). Increasing Student Interest and Attitudes in STEM: Professional Development and Activities to Engage and Inspire Learners. *Contemporary Issues in Technology and Science Teacher Education*, *11*(1), 47–69.

Heinonen, J., & Poikkijoki, S. A. (2006). An entrepreneurial-directed approach to entrepreneurship education: Mission impossible? *Journal of Management Development*, *25*(1), 80–94. https://doi.org/10.1108/02621710610637981

Herold, C. (2010). *Cameron Herold: Çocukları girişimci olmak üzere eğitelim! [Video]*. TED Konferansı. https://www.ted.com/talks/cameron_herold_let_s_raise_kids_to_be_entrepreneurs

Ho, M.-K., Yang, H.-J., & Yang, H.-H. (2016). Design and Verify an Instrument of assessing Attitude toward STEM Teaching. *International Journal of Education and Information Technologies*, *10*, 41–50.

Hoadley, C. P. (2002). Creating context: Design-based research in creating and understanding CSCL. *Engineering Education*, 453–462.

Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, *24*(4), 389–403.

Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., & Rogers, C. (2011). *Infusing Engineering Design into High School STEM Courses*. *June 2015*, 8–13. http://ncete.org/flash/pdfs/Infusing Engineering Hynes.pdf

İnce, K., Mısır, M. E., Küpeli, M. A., & Fırat, A. (2018). 5. Sınıf Fen Bilimleri dersi yer kabuğunun gizemi ünitesinin öğretiminde STEM temelli yaklaşımın öğrencilerin problem çözme becerisi ve akademik başarısına etkisinin incelenmesi. *Journal of STEAM Education*, *1*(1), 64–78. https://dergipark.org.tr/steam/issue/37516/427538

Jolly, A. (2017). STEM by design: Strategies and activities for grades 4-8. *STEM by Design: Strategies and Activities for Grades 4-8*, 1–168. https://doi.org/10.4324/9781315679976

Kalik, G., & Kırındı, T. (2022). *Fen Bilimleri Dersinde Okul Dışı STEM Etkinliklerinin Üstün/Özel Yetenekli Öğrencilerin STEM'e Karşı Tutumlarına Ve Girişimcilik Becerileri Üzerine Etkisi*. *10*(1), 38–63.

Karakaya, F., & Avgın, S. S. (2016). Effect of demographic features to middle school students' attitude towards FeTeMM (STEM). *Journal of Human Sciences*, *13*(3), 4188. https://doi.org/10.14687/jhs.v13i3.4104

Kayabaş, B. T. (2019). *Probleme dayalı okul dışı STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına ve karar verme becerilerine etkisi*. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.

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

Kitapcı, İ. (2018). International Journal of Economic Studies. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, *4*(3), 23–41. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/792932

Küpeli, M. A. (2020). *Mühendislik tasarım temelli etkinliklerin 8. sınıf öğrencilerinin çevresel farkındalık, girişimcilik algı ve becerilerine etkisi*. Aksaray Üniversitesi.

Kurtuluş, A., Akçay, A. O., & Karahan, E. (2015). Ortaokul matematik derslerinde stem uygulamalarına yönelik öğretmen görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, *6*(4), 354–360.

Lachapelle, C., & Cunningham, C. (2007). Engineering is elementary: Children's changing understandings of engineering and science. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, November 2014*. https://doi.org/10.18260/1-2--1470

Laçin, C., & Talha, M. (2022). *The Effect of Earthquake-Themed Engineering Design-Based STEM Activities on Academic Achievement , Motivation , Attitude towards STEM and 21st Century Skills *. 6*(4), 133–157.

Lemons, G., Carberry, A., Swan, C., Rogers, C., & Jarvin, L. (2010). The importance of problem interpretation for engineering students. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. https://doi.org/10.18260/1-2--16000

Lewis, T. (2006). Design and inquiry: Bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum? *Journal of Research in Science Teaching*, *43*(3), 255–281. https://doi.org/10.1002/tea.20111

Leyendecker, R. (2012). Curriculum and Learning. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6

Lijnse, P. L. (1995). "Developmental research" as a way to an empirically based "didactical structure" of science. *Science Education*, *79*(2), 189–199. https://doi.org/10.1002/sce.3730790205

Madenci, A., & Yılmaz, I. (2019). *Effects of Artistic Skills on Creative Thinking, Collaboration and Design Skills in STEAM Activities*. *3*(4), 52–63. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/905257

Marangoz, M. (2012). *Girişimcilik* (İ. B. Yayıncılık (ed.)).

Marangoz, M., & Aydın, A. E. (2018). Girişimcilik motivasyonları ve engellerine ilişkin algıların girişimcilik niyetine etkisi: Üniversite öğrencilerine yönelik bir araştırma. *Journal of Entrepreneurship and Development*, *13*(1), 69–78.

Marshall, Catherine; Rossman, G. B. (2006). *Designing qualitative research (4th Edition)*. USA: Sage Publications.

Massachusetts Eğitim Departmanı. (2006). *Massachusetts Technology/Engineering Science and Curriculum Framework*.

Massachusetts İlk ve Ortaöğretim Departmanı. (2016). Science and Technology/Engineering Grades Pre-Kindergarten to 12: Massachusetts Curriculum Framework. *October*, *53*(7), 401–405. https://www.doe.mass.edu/frameworks/scitech/2016-04.pdf

McKenney, S., Nieveen, N., & van den Akker, J. (2006). Design research from a curriculum perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational Design Research* (pp. 67–90). https://doi.org/10.1007/978-3-658-25233-5_3

McKenney, S., & Reeves, T. C. (2012). *Conducting educational design research*. London: Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315105642-1

McKenney, S., & Reeves, T. C. (2014). Handbook of research on educational communications and technology: Fourth edition. *Handbook of Research on Educational Communications and Technology: Fourth Edition*, 1–1005. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5

McKenney, S., & Reeves, T. C. (2020). Educational design research: Portraying, conducting, and enhancing productive scholarship. *Medical Education*, *55*(1), 82–92. https://doi.org/10.1111/medu.14280

McLachlan, C., Fleer, M., & Edwards, S. (2018). *Early Childhood Curriculum: Planning, Assessment and Implementation*.

MEB. (2016). STEM Eğitimi Raporu. In *Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü*.

MEB. (2017). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: MEB.

MEB. (2018a). *Fen Bilimleri Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*.

MEB. (2018b). *MEB Vizyon 2023 Belgesi*. 55–64. http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf

Meral, M. (2020). *Basit malzemelerle gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin öğrencilerin girişimcilik ve öz düzenleme becerileri üzerine etkisi*. Erzincan Üniversitesi.

Merriam, S. (1998). *Qualitative Research Using Case Studies in Education*. https://books.google.com.co/books?id=ApGdBx76b9kC&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Merriams, S. B. (2013). *Nitel Araştırma: Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber*. (S. Turan, Çev.) Ankara: Nobel.

Merrill, C., & Daugherty, J. (2010). STEM education and leadership: A mathematics and science partnership approach. *Journal of Technology Education*, *21*(2), 21–34.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded source book*. London: Sage.

Mısra, A. (2018). *Probleme dayalı öğrenme ortamında STEM eğitiminin tutum, kariyer algı ve meslek ilgisine etkisi ve öğrenci görüşleri*. Kırıkkale Üniversitesi.

Moberg, K., Vestergaard, L., Fayolle, A., Redford, D., Cooney, T., Singer, S., Sailer, K., & Filip, D. (2014). *How to assess and evaluate the influence of entrepreneurship education: A report of the ASTEE project with a user guide to the tools* (Issue June).

Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A., & Stohlmann, M. S. (2014). A Framework for Quality K-12 Engineering Education: Research and Development. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, *4*(1). https://doi.org/10.7771/2157-9288.1069

Moore, T. J., Miller, R. L., Lesh, R. A., Stohlmann, M. S., & Kim, Y. R. (2013). Modeling in Engineering: The Role of Representational Fluency in Students' Conceptual Understanding. *Journal of Engineering Education*, *102*(1), 141–178. https://doi.org/10.1002/jee.20004

Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, *15*(1), 5–10. http://scaleup.ncsu.edu/

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014a). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices*. Purdue University Press. https://doi.org/10.2307/j.ctt6wq7bh.7

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014b). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. E. Cardella (Eds.), *Engineering in Pre-College Settings: Research into Practice* (pp. 35–60). Purdue University Press.

Mourtos, N. J. (2011). Teaching engineering design skills. *IETEC'11 Conference, Kuala Lumpur, Malaysia*.

Mueller, S. L., & Thomas, A. S. (2000). Culture and entrepreneurial potential: a nine country study of locus of control and innovativeness. *Journal of Business Venturing*, *16*, 51–75.

Naila, I. (2020). The Effectiveness of Science Project Learning based on Entrepreneurship Model to Improve Elementary Students' Collaborative Skills. *Mimbar Sekolah Dasar*, *7*(3), 348–361. https://doi.org/10.17509/mimbar-sd.v7i3.28676

Nart, S., & Yıldırım, Y. T. (2021). Girişimcilik Eğitiminin Girişimcilik Niyeti Üzerindeki Etkisinde Öz-Yeterlilik Algısının Aracılık Rolü Üzerine Bir Araştırma. *Journal of Entrepreneurship and Innovation Management - JEIM*, *10*(1), 1–28.

NASA. (2011a). *An Educator's Guide to the Engineering Design Process Grades 6-8*. 1–547. https://www.nasa.gov/pdf/630754main_NASAsBESTActivityGuide6-8.pdf

NASA. (2011b). *Engineering Design Process*. https://www.nasa.gov/audience/foreducators/best/edp.html

NASA. (2015). *Let It Glide Facilitation Guide*. 230. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nosl-grc-edc-02-let-it-glide-facilitation-guide.pdf

Newman, D. (1990). Opportunities for Research on the Organizational Impact of School Computers. *Educational Researcher*, *19*(3), 8–13. https://doi.org/10.3102/0013189X019003008

NGSS Lead States. (2013). Next Generation Science Standards: For States, By States. In *Next Generation Science Standards: For States, By States*. The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/18290.

NRC. (2009). Engineering in K-12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects. In *Engineering in K-12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects*. Washington, DC: The National Academies Press.

NRC. (2011). Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. In *978-0-309-21296-0*. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/13158

NRC. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington DC: The National Academic Press. https://doi.org/10.17226/13165.

NRC. (2014). STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. In *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/18612

NRC. (2015). *Guide to Implementing the Next Generation Science Standards*. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/18802.

Nugent, G., Barker, B., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. I. (2010). Impact of robotics and geospatial technology interventions on youth STEM learning and attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*, *42*(4), 391–408. https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782557

Null, W. (2011). *Curriculum: From theory to practice*. Lanham: Rowman & Littlefield Publishers.

Oh, E., & Reeves, T. C. (2010). The implications of the differences between design research and instructional systems design for educational technology researchers and practitioners. *Educational Media International*, *47*(4), 263–275.

Oh, Y. J., Jia, Y., Sibuma, B., Lorentson, M., & LaBanca, F. (2013). Development of the STEM College-Going Expectancy Scale for High School Students. *International Journal of Higher Education*, *2*(2). https://doi.org/10.5430/ijhe.v2n2p93

Ortiz; Araceli Martinez. (2008). *Elementary Students' Enhanced Understanding of Perimeter and Area Measurement In an Engineering Contextual Learning Program*. Tufts University.

Özdemir, A., Saygılı, M., & Yıldırım, K. (2016). Risk Alma Eğilimi Ve Başarma İhtiyacının Girişimcilik Potansiyeline Etkisi : Üniversite Öğrencileri Üzerine Bir Araştırma Effect Of Rısk Takıng Tendency And Achıevement Need On Enterpreneurshıp Potentıal : A Research On Unıversıty Students. *İşletme Bilimi Dergisi*, *4*(2), 121–140. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/270144

Partnership for 21st Century Learning. (2015). *P21 Framework Definitions*. 1–9. http://www.p21.org/our-work/p21-framework

Patton, M. Q. (1987). *How to Use Qualitative Methods in Evaluation*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

Pazarcık, Y., & Aydın, E. (2015). Girişimcilik Temelli Ders Tasarımının Öğrencilerin Girişimci Eğilim ve Davranışlarına Etkisi; Üniversite Öğrencilerine Yönelik Deneysel Bir Çalışma. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, *10*(2), 126–146.

PictureSTEM. (2015). *Engineering Design Process*. Purdue University Research Foundation. http://picturestem.org/engineering-design-process/

Plomp, T. (2013). Educational Design Research: An Introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational Design Research* (pp. 10–51). Enschede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).

Pratt, H. (2012). *The NSTA reader's guide to a framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Science Teachers Association [NSTA].

PricewaterhouseCoopers. (2017). 2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi. In *PricewaterhouseCoopers*. https://www.pwc.com.tr/tr/gundem/dijital/2023e-dogru-turkiyede-stem-gereksinimi.html

Purzer, S., & Quintana-Cifuentes, J. P. (2019). Integrating engineering in K-12 science education: spelling out the pedagogical, epistemological, and methodological arguments. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, *1*(1), 1–12. https://doi.org/10.1186/s43031-019-0010-0

Rebecca, M. (2015). *Aligning Next Generation Science Standards With Science Instruction for English Language*. *May*.

Reeves, T. C. (2006). Design research from a technology perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational Design Research* (pp. 52–66). New York: Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203088364-13

Ribeiro-Soriano, D. (2017). Small business and entrepreneurship: their role in economic and social development. *Entrepreneurship and Regional Development*, *29*(1–2), 1–3. https://doi.org/10.1080/08985626.2016.1255438

Richey, R. C., & Klein, J. D. (2005). Developmental research methods: Creating knowledge from instructional design and development practice. *Journal of Computing in Higher Education*, *16*(2), 23–38. https://doi.org/10.1007/BF02961473

Rifandi, R., & Rahmi, L. Y. (2019). STEM education to fulfil the 21st century demand: A literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, *1317*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012208

Rina, L. (2019). Student Leadership in School: Internalization of Entrepreneurial Competence and Character. *Jurnal Manajemen Dan Kewirausahaan*, *21*(1), 1–8. https://doi.org/10.9744/jmk.21.1.1-8

Rina, L., Murtini, W., & Indriayu, M. (2019). Entrepreneurship Education: Is It Important for Middle School Students? *Dinamika Pendidikan*, *14*(1), 47–59. https://doi.org/10.15294/dp.v14i1.15126

Robinson, S. K. (2006). *Ken Robinson diyor ki; "Okullar yaratıcılığı öldürüyor." [Video]*. TED Konferansı. https://www.ted.com/talks/sir_ken_robinson_do_schools_kill_creativity

Sarasvathy, S. D. (2001). Causation and Effectuation : Toward a Theoretical Shift from Economic Inevitability to Entrepreneurial Contingency. *The Academy of Management Review*, *26*(2), 243–263.

Sarıçam, U. (2019). *Dijital Oyun Tabanlı STEM Uygulamalarının Öğrencilerin STEM Alanlarına İlgileri ve Bilimsel Yaratıcılığı Üzerine Etkisi: Minecraft Örneği*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi.

Sarıçam, U., & Yıldırım, M. (2021). The Effects of Digital Game-based STEM Activities on Students' Interests in STEM Fields and Scientific Creativity: Minecraft Case. *International Journal of Technology in Education and Science, 5*(2), 166–192. https://doi.org/10.46328/ijtes.136

Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press, Cambridge.

Shelly, G. B., Cashman, T. J., Gunter, R. E., & Gunter, G. A. (2001). *Teachers discovering computers: Integrating technology in the classroom*. Boston, MA: Course Technology.

Şirin, E. (2020). *Girişimcilik odaklı STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin girişimcilik becerilerine ve STEM tutumlarına etkisi*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

Sneider, C., & Purzer, S. (2014). The Rising Profile of STEM Literacy Through National Standards and Assessments. In S. Purzer, J. Strobel, & M. E. Cardella (Eds.), *In Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (pp. 3–20). Purdue University Press.

Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Sage publications.

Stumpf, S. A., & Tymon Jr., W. G. (2001). Consultant or entrepreneur? Demystifying the "war for talent." *Career Development International*, *6*(1), 48–56.

Sudarsono, Kartono, Mulyono, & Mariani, S. (2022). The Effect of STEM Model Based on Bima's Local Cultural on Problem Solving Ability. *International Journal of Instruction, 15*(2), 83–96. https://doi.org/10.29333/iji.2022.1525a

Sukro, Afrizal, & Inayati. (2021). The effect of STEAM learning to students' achievement on molecular models learning. *AIP Conference Proceedings*, *2331*(April). https://doi.org/10.1063/5.0045583

Taba, H. (1962). *Curriculum development: Theory and practice*. New York, NY: Harcourt, Brace, & World.

Tank, K. M., Moore, T. J., Gajdzik, E., Sanger, M. T., Rynearson, A. M., Dorie, B. L., & Mann, E. (2016). Designing paper baskets: A picturestem curriculum module (P12 resource exchange). *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*, *2016-June*. https://doi.org/10.18260/p.26705

Tarhan, M. (2021). Girişimcilik becerisinin kazandırılması bağlamında girişimcilerin öz yaşam öykülerine yönelik bir değerlendirme. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *2*(1), 74–86. https://doi.org/https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2021.21.60703-815358

Tezcan, G. (2019). *Ortaokul fen bilimleri ders kitaplarında yer alan etkinliklerin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik yaklaşımına uygunluğunun incelenmesi ve öğretmen görüşleri*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.

Topsakal, I., Yalçin, S. A., & Çakir, Z. (2022). The Effect of Problem-based STEM Education on the Students' Critical Thinking Tendencies and Their Perceptions for Problem Solving Skills. *Science Education International*, *33*(2), 136–145. https://doi.org/10.33828/sei.v33.i2.1

TÜBİTAK. (2004). *Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi*.

Tuhtakaya, N. (2019). *Fen bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci uygulamalarına yönelik görüşleri, mühendislik becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarının değerlendirilmesi*. Mersin Üniversitesi.

Turgutalp, E. (2021). *8. sınıf basınç konusunda STEM öğretme-öğrenme modelinin uygulanmasının öğrenci başarısına ve girişimcilik becerisine etkisinin araştırılması*. Bursa Uludag University.

Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21st Century Skills through Scientific Literacy and Science Process Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *59*, 110–116. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.253

TÜSİAD. (2011). *Vizyon 2050 Türkiye Raporu*. https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/5141-vizyon-2050-turkiye

Uçar, S. (2020a). Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Sahip Oldukları Girişimci ile İlgili Stereotip Düşüncelerinin Belirlenmesi: Girişimci Çiz. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, *3*(1), 25–40.

Uçar, S. (2020b). *Girişimcilik Eğtimi: Temel Eğitimden Öğretmen Eğitimine Genel Bakış*. Akademisyen Kitabevi.

Uygun, M., & Güner, E. (2016). Girişimcilik Eğiliminin Gelişiminde Girişimcilik Eğitiminin Rolü. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *5*(5).

Uygun, M., Güner, E., & Mete, S. (2018). Girişimcilik Eğitiminin Gençlerin Girişimcilik Motivasyonlarının Gelişimindeki Rolü. *Yönetim ve Ekonomi*, *25*(3), 879–894.

van den Akker, J. (1999). Principles and Methods of Development Research. In *Design Approaches and Tools in Education and Training* (pp. 1–14). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7_1

van den Akker, J. (2004). Curriculum Perspectives: Editorial. *Curriculum Landscapes and Trends*, 1–10.

van den Akker, J. (2013). Curricular Development Research as a Specimen of Educational Design Research. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 53–70).

van den Akker, J., Fasoglio, D., & Mulder, H. (2008). *A curriculum perspective on plurilingual education*.

Walker, D. F. (1990). *Fundamentals of curriculum*. San Diego: Harcourt Brace Jovanovich.

Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). *Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments*. *53*(4), 5–23.

Wang, Q., Nieveen, N., & Akker, J. van den. (2007). Designing a computer support system for multimedia curriculum development in Shanghai. *Educational Technology Research and Development*, *55*(3), 275–295. https://doi.org/10.1007/s11423-006-9017-2

Wendell, K. B. (2008). *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*. Qualifying Paper, Tufts University.

Wong, G. K. W., & Huen, J. H. M. (2017). A conceptual model of integrated STEM education in K-12. *Proceedings of 2017 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering, TALE 2017*, *2018-Janua*(December), 296–302. https://doi.org/10.1109/TALE.2017.8252350

World Economic Forum. (2009). *Educating the Next Wave of Entrepreneurs Unlocking entrepreneurial capabilities to meet the global challenges of the 21st Century*. https://www.gvpartners.com/web/pdf/WEF_EE_Full_Report.pdf

Wu, S., Matthews, L., & Dagher, G. K. (2007). Need for achievement, business goals, and entrepreneurial persistence. *Management Research News*, *30*(12), 928–941. https://doi.org/10.1108/01409170710833358

Yalçıntaş, M. (2010). Çağımızda girişimcilik. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, *5*(1), 95–98.

Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S. (2014). 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri ile Fene Karşı Tutumlarına FeTeMM Etkinliklerinin Etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *34*(2), 249–265. https://doi.org/10.17152/gefd.15192

Yenilmez, K., & Balbağ, Z. (2016). Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının STEM'e yönelik tutumları. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, *5*(4), 301–307.

Yin, R. K. (2016). *Qualitative Research from Start to Finish (Second Edition)*. New York: The Guilford. https://doi.org/10.1111/fcsr.12144

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (11. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, B., & Selvi, M. (2017). STEM Uygulamaları ve Tam Öğrenmeni Etkileri Üzerine Deneysel Bir Çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, *13*(2), 183–210.

Yıldırım, B., & Sevi, M. (2016). Examination of the effects of STEM education integrated as a part of science, technology, society and environment courses. *Journal of Human Sciences*, *13*(3), 3684. https://doi.org/10.14687/jhs.v13i3.3876

Yüksel Temiz, F., & Yaman, S. (2022). Sınıf Dışı Bütünleşik Mühendislik Tasarım ve Girişimcilik Etkinliklerinin Öğrenci Ürünlerine Etkisi. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF), 42*(3), 1999–2036.

Yurtseven, R., & Ergün, M. (2018). İlkokul Öğrencilerinin Girişimcilik Becerilerinin Geliştirilmesine Yönelik Öğretmen Görüşleri. *International Journal of Social Science Research, 7*(1), 118–140. www.ijssr.net

EKLER

EK 1. Gönüllü Katılım Formu

VELİ ONAM FORMU

Bu araştırma Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı doktora öğrencisi Uğur SARIÇAM tarafından Prof. Dr. Mehtap YILDIRIM danışmanlığındaki "*Ortaokul Öğrencilerinin Mühendislik Becerilerinin ve Girişimcilik Yetkinliklerinin Geliştirilmesine Yönelik Mühendislik Tasarım Temelli Fen Müfredatının Tasarımı, Geliştirilmesi ve Uygulanması*" başlıklı doktora tezi araştırması kapsamında yürütülmektedir.

Araştırma uygulamasına katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çocuğunuz çalışmaya katılıp katılmamakta özgürdür. Araştırma çocuğunuz için herhangi bir istenmeyen etki ya da risk taşımamaktadır. Çocuğunuzun katılımı **tamamen sizin isteğinize bağlıdır**, reddedebilir ya da herhangi bir aşamasında ayrılabilirsiniz. Araştırmaya katılmama veya araştırmadan ayrılma durumunda öğrencilerin akademik başarıları, okul ve öğretmenleriyle olan ilişkileri etkilenmeyecektir.

Çalışmada öğrencilerden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir. Uygulamalar, genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden çocuğunuz kendisini rahatsız hissederse cevaplama işini yarıda bırakıp çıkmakta özgürdür. Bu durumda rahatsızlığın giderilmesi için gereken yardım sağlanacaktır. Çocuğunuz çalışmaya katıldıktan sonra istediği an vazgeçebilir. Böyle bir durumda veri toplama aracını uygulayan kişiye, çalışmayı tamamlamayacağını söylemesi yeterli olacaktır.

Araştırmanın amacı 7. sınıf öğrencilerine yönelik fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarını içeren bir müfredat tasarlamak, geliştirmek ve uygulamaktır. Buna ek olarak ise mühendislik tasarım temelli gerçekleştirilen fen eğitiminin, öğrencilerin mühendislik becerileri ve girişimcilik yetkinlikleri üzerine etkisinin incelenmesidir. Bu doğrultuda araştırmada araştırmacı tarafından hazırlanan mühendislik ve tasarım rubriği ile girişimcilik yetkinliği rubriği kullanılarak gözlemler yapılması, öğrenciler ile görüşmeler yapılması ve doküman analizi yöntemleriyle veriler toplanıp değerlendirilerek bilimsel yayınlarda kullanılması planlanmaktadır.

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

Saygılarımızla,

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

…./…../2021

İsim-Soyisim İmza:

EK 2. Mühendislik ve Tasarım Rubriği

MÜHENDİSLİK VE TASARIM RUBRİĞİ

	1	2	3	4	Puan
Problemi Tanımlama	Problem ve sınırlılıklar kavranmamış.	Problem ve sınırlılıklar kısmen kavranmış.	Problem anlaşılmış ancak sınırlılıklar net bir şekilde kavranmamış.	Problem ve sınırlılıklar tüm ayrıntılarıyla sebepleri ile birlikte kavranmış.	
Öğrenme / Keşfetme	Problemin çözümüne ilişkin bir araştırma yapılmamış.	Problemin çözümüne ilişkin araştırma yapılmış ancak çözüme ilişkin bir sonuç alınamamış.	Problemin çözümüne ilişkin araştırmalar en fazla bir kaynaktan faydalanılarak çözüme ilişkin kullanılmış.	Problemin çözümüne ilişkin araştırmalar çeşitli kaynaklardan(kitap, dergi, web sitesi, forum, blog, video…) en az ikisinden faydalanılarak çözüme ilişkin kullanılmış.	
Planlama	Model ya da prototipe ilişkin taslak çizimi yapılmamış ve hangi malzemelerin kullanılacağı belirlenmemiş.	Model ya da prototipe ilişkin hangi malzemelerin kullanılacağı belirlenmiş ancak taslak çizimi özenli bir şekilde yapılmamış.	Model ya da prototipe ilişkin taslak çizimi yapılmış ancak hangi malzemelerin kullanılacağı belirlenmemiş.	Model ya da prototipe ilişkin taslak çizimi özenli bir şekilde yapılmış ve hangi malzemelerin kullanılacağı ayrıntılı şekilde belirlenmiş.	
Deneme / Uygulama	Model ya da prototip için kullanılan malzeme, teknoloji ve araç-gereç yeterli seviyede değil ve bilimsel prensiplere yer verilmemiş.	Model ya da prototip için çeşitli malzeme, teknoloji ve araç-gereç bir arada kullanılmış ancak bilimsel prensiplere yer verilmemiş.	Model ya da prototip için kullanılan malzeme, teknoloji ve araç-gereç yeterli seviyede değil ancak bilimsel prensipler tasarıma uygun ve hatasız bir şekilde uygulanmış.	Model ya da prototip için çeşitli malzeme, teknoloji ve araç-gereç bir arada kullanılmış. Bilimsel prensipler tasarıma uygun ve hatasız bir şekilde uygulanmış.	
Test Etme / Karar Verme	Model ya da prototipin probleme ve sınırlılıklarına uygunluğu test edilmemiş.	Model ya da prototipin probleme ve sınırlılıklarına uygunluğu kısmen test edilmiş ve test sonuçlarına göre tekrar eden değişiklikleri kullanılarak tasarım kısmen optimize edilmiş.	Model ya da prototip, probleme ve sınırlılıklarına uygun şekilde test edilmiş ancak test sonuçlarına göre tekrar eden değişiklikleri kullanılarak tasarım kısmen optimize edilmiş.	Model ya da prototip, probleme ve sınırlılıklarına uygun şekilde test edilmiş. Test sonuçlarına göre tekrar eden değişiklikleri kullanılarak tasarım optimize edilmiş.	

EK 3. Girişimcilik Rubriği

GİRİŞİMCİLİK RUBRİĞİ

	Yetkinlik	1	2	3	4	Puan
Fikirler ve fırsatlar	**Fırsatları belirlemek**	Başkaları için değer yaratma fırsatları oluşturamaz.	Başkaları için değer yaratma fırsatları bulabilir.	Daha önce karşılanmamış ihtiyaçları karşılama fırsatlarını fark edebilir	Zorluklara yanıt vermek ve başkaları için değer yaratmak için fırsatları yakalayabilir ve şekillendirebilir.	
	Yaratıcılık	Başkaları için değer yaratan fikirler geliştiremez.	Başkaları için değer yaratan birden fazla fikir geliştirebilir.	Başkaları için değer yaratan fikirleri test edebilir ve geliştirebilir.	Fikirleri başkaları için değer yaratan çözümlere dönüştürebilir.	
	Vizyon	Başkalarının ilgisini çeken ilham verici bir vizyon oluşturamaz.	İlham veren bir gelecek hayal edebilir.	Başkalarının ilgisini çeken ilham verici bir vizyon oluşturabilir.	Stratejik karar vermede rehberlik etmek için vizyonunu kullanabilir.	
	Fikirlere değer vermek	Farklı fikirlere değer vermez.	Fikirlerin değerini anlayabilir ve takdir edebilir.	Fikirlerin farklı şekillerde kullanılabilecek farklı değer türlerine sahip olabileceğini anlayabilir.	Fikirlerin ürettiği değerden en iyi şekilde yararlanmak için stratejiler geliştirebilir.	
	Etik ve sürdürülebilir düşünce	Karar verirken etik değerleri ve sürdürülebilir düşünceyi fark edemez.	Seçimlerinin ve davranışlarının hem topluluk hem de çevre içindeki etkisini fark edebilir.	Karar verirken etik ve sürdürülebilirlik tarafından yönlendirilir.	Etik ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşıldığından emin olmak için hareket eder.	

GİRİŞİMCİLİK RUBRİĞİ

	Yetkinlik	1	2	3	4	Puan
Kaynaklar	**Öz farkındalık ve öz yeterlilik**	Güçlü ve zayıf yanlarını fark edemez ve iyileştiremez.	Başkaları için değer üretme yeteneklerine güvenir.	Güçlü ve zayıf yönlerinden en iyi şekilde yararlanabilir.	Başkalarıyla takım kurarak güçlü yanlarını daha da geliştirip zayıflıklarını telafi edebilir.	
	Motivasyon ve azim	Etkinlik ya da projeyi tamamlamak için tutku ve istek barındırmaz.	Tutkularını takip eder ve başkaları için değer yaratmak ister.	Tutkularını takip etmek ve başkaları için değer yaratmak için çaba ve kaynak harcamaya isteklidir.	Tutkularına odaklanabilir ve aksiliklere rağmen değer yaratmaya devam edebilir.	
	Kaynakları harekete geçirmek	Kaynakları bulma ve kullanma konusunda zorlanır.	Kaynakları sorumlu bir şekilde bulabilir ve kullanabilir.	Başkaları için değer yaratmak adına farklı türde kaynakları toplayabilir ve yönetebilir.	Başkaları için değer yaratmak adına ihtiyaç duydukları kaynakları harekete geçirmek için stratejiler tanımlayabilir.	
	Finansal ve ekonomik okuryazarlık	Bir faaliyet için bütçe planı yapmakta zorlanır.	Basit bir faaliyet için bütçe planı hazırlayabilir.	Değer yaratan faaliyetler için finansman seçenekleri bulabilir ve bir bütçeyi yönetebilir.	Değer yaratan bir faaliyetin finansal sürdürülebilirliği için plan yapabilir.	
	Başkalarını harekete geçirmek	Duygu ve düşüncelerini arkadaşlarına ifade etmekte zorlanır.	Fikirlerini açık ve coşkulu bir şekilde iletebilir.	Değer yaratan faaliyetlere başkalarını ikna edebilir, dahil edebilir ve ilham verebilir.	Başkalarına ilham verebilir ve onları değer yaratan faaliyetlere dahil edebilir.	

GİRİŞİMCİLİK RUBRİĞİ

	Yetkinlik	1	2	3	4	Puan
Harekete geçmek	**İnisiyatif alma**	Etkinlik ya da proje yaparken farklı çözüm yolları denemekten çekinir.	Toplulukları etkileyen sorunlara karşı farklı çözüm yolları denemekte isteklidir.	Değer yaratan faaliyetler başlatabilir.	Değer katmak veya yaratmak için inisiyatif almak için fırsatlar arayabilir.	
	Planlama ve yönetim	Etkinlik ya da projeyi planlarken hedefleri ve öncelikleri belirlemekte zorlanır.	Basit bir değer yaratan faaliyetin hedeflerini tanımlayabilir.	Hedeflerine ulaşmak için öncelikleri ve kilometre taşlarını belirleyen bir eylem planı oluşturabilir.	Değişen koşullara uyum sağlamak için öncelikleri ve planları düzeltebilir.	
	Belirsizlik ve risk ile başa çıkma	Yeni şeyler denerken hata yapmaktan çekinir.	Yeni şeyler denerken hata yapmaktan korkmaz.	Alternatif seçeneklerin faydalarını ve risklerini değerlendirebilir ve tercihlerini yansıtan seçimler yapabilir.	Belirsizlik ve muğlaklığa rağmen riskleri tartabilir ve kararlar verebilir.	
	Takım çalışması	Değer yaratmak için bir ekip içerisinde çalışmaktan çekinir.	Değer yaratmak için bir ekip içinde çalışabilir.	Değer yaratmak için çok çeşitli bireyler ve gruplarla birlikte çalışabilir.	Değer yaratan aktivitelerin ihtiyaçlarına göre bir ekip ve ağlar kurabilir.	
	Tecrübe ile öğrenme	Önceki deneyimlerini ve başkalarıyla etkileşimlerini temel alarak, değer yaratma yeteneklerini geliştirmekte zorlanır.	Değer yaratan etkinliklere katılarak öğrendiklerini fark edebilir.	Başarılarını ve başarısızlıklarını yansıtabilir, yargılayabilir ve bunlardan öğrenebilir.	Önceki deneyimlerini ve başkalarıyla etkileşimlerini temel alarak, değer yaratma yeteneklerini geliştirebilir.	

EK 4. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu – Öğretmen

Bildiğiniz gibi Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), tarafından 2018 yılında yayınlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında "alana özgü beceriler" bölümünde, mühendislik ve tasarım becerilerinin kazandırılmasına vurgu yapılmıştır.

1- Öğrencilerden beklediğiniz mühendislik ve tasarım becerileri nelerdir?
2- Sizce öğrencilere mühendislik ve tasarım becerilerinin kazandırılması neden önemlidir?
3- Okulunuzda mühendislik tasarım temelli uygulamalar yapıyor musunuz? Cevabınız evet ise bunlar nelerdir?

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında yer alan özel amaçlardan biri de "Fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirmek." olduğu belirtilmiştir.

4- Sizce Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında geliştirilmek istenen girişimcilik becerileri nelerdir?
5- Girişimcilik becerisi ile girişimcilik yetkinliği arasında sizce bir fark var mıdır? Varsa nelerdir?
6- Sizce öğrencilerin girişimcilik yetkinliğini geliştirmek neden önemlidir?
7- Okulunuzda öğrencilerin girişimcilik yetkinliğini geliştirmek adına uygulamalar yapıyor musunuz? Cevabınız evet ise bunlar nelerdir?

Programda her sınıf düzeyinde "Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları" bölümündeki yönergelere göre öğrencilerden yıl içerisinde uygulamalar yapması beklenir." şeklinde bir ifade yer almaktadır.

8- Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve Fen Bilimleri Ders Kitabı, öğrencilere mühendislik ve tasarım becerilerini kazandırması konusunda ne düşünüyorsunuz? Yeterli mi? Katkı sağlıyor mu? Neden?
9- Sizce Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve Fen Bilimleri Ders Kitabı öğrencilere girişimcilik becerilerinin ya da yetkinliğinin kazandırması konusunda ne düşünüyorsunuz? Yeterli mi? Katkı sağlıyor mu? Neden?
10- Öğrencilere Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları kapsamında mühendislik tasarım becerilerinin ve girişimcilik yetkinliğinin kazandırılması/geliştirilmesi adına bir etkinlik tasarlayacak olsanız hangi yaklaşımı/yaklaşımları tercih ederdiniz? Neden?

EK 5. Yarı Yapılandırılmış Odak Grup Görüşme Formu

Yarı Yapılandırılmış Odak Grup Görüşme Formu - Öğrenci

1. Çalışmalar sırasında zorluklarla karşılaştığınızda neler yaptınız? Fikirlerin işe yarayıp yaramadığını nasıl anladınız?
2. Problemlere karşı geliştirdiğiniz yaratıcı fikirler ve çözüm önerileri nelerdir?
3. Yaptığınız çalışmalar size ileride nasıl avantajlar sağlayacaktır?
4. Grubunuzdaki ortaya çıkan tüm fikirlere nasıl geri bildirimler verdiniz? Örnek verebilir misiniz?
5. Yaptığınız çalışmalarda malzemeleri etik ilkeleri göz önünde bulundurarak kullandınız mı? (Etik ilkeler: Sorumlu, dürüst, adil, çevreye ve doğaya saygılı…) Örnek verebilir misiniz?
6. Yaptığınız çalışmalarda kendinize olan güveniniz nasıl değişti?
7. Gelecekte benzer çalışmalar yaparken karşınıza çıkan aksilikleri nasıl ortadan kaldırabilirsiniz?
8. Günlük hayatınızda, uygulamalar sırasındaki problemlere benzer durumlarla karşılaşırsan hangi bilgiye, malzemelere ve kişilere ihtiyaç duyacağını biliyor musun? Açıklar mısınız?
9. Yaptığımız çalışmalarda kullanılan ürünlerin fiyatlandırmasını yapabilir misin? Nasıl?
10. Grubunuzdaki kişilerin iş bölümü ile ilgili neler yaptınız? Geride kalan arkadaşlarınıza nasıl destek sağladınız?
11. Günlük hayatınızda, uygulamalar sırasındaki problemlere benzer durumlarla karşılaşırsan hangi bilgiye, malzemelere ve kişilere ihtiyaç duyacağını biliyor musun? Açıklar mısınız?
12. Çalışmalarınız sırasında ilk etkinliklerdeki planlarınız ile son etkinlikler arasındaki planlarınız arasında nasıl farklar vardı?
13. Çalışmalar sırasında daha önce çalışmadığınız alanlarda ürünler ürettiniz. Süreç sırasında ne gibi risklerle karşılaştınız? Bunları nasıl aşmaya çalıştınız?
14. Takım çalışması ya da iş bölümü yapmak problemleri çözmenize nasıl yardımcı oldu?
15. Sizce bir girişimcinin toplumdaki rolü nedir?

EK 6. Trafik Sinyalizasyonu Ders Planı – Öğretmen

Genel Bakış: Trafik Sinyalizasyonu

Sınıf Düzeyi

7. Sınıf

Dersin Süresi

8 Hafta (16 Ders Saati)

Dersin Özeti

Trafik ve Sinyalizasyon Şube Müdürlüğü Amiri olan Burak Bey bölgedeki bir yerin trafik sinyalizasyonunu düzenlemek adına kaç adet trafik ışığı konulması gerektiğine karar vermek ve bölgeye trafik ışıkları yerleştirmek istiyor. Bu ders planında öğrenciler, algoritmanın temel mantığını öğrenir, Arduino UNO kartını tanır, ışık kirliliğini azaltmaya yönelik çözümler üretir ve trafik ışıklarını tasarlamak için tamsayılarda toplama ve çıkarma işlemleri yapar.

Kazanımlar

T. C. Milli Eğitim Bakanlığı Öğretim Programı

Fen Bilimleri

- **F.4.5.3.1:** Işık kirliliğinin nedenlerini sorgular.
- **F.4.5.3.3:** Işık kirliliğini azaltmaya yönelik çözümler üretir.
- **F.7.7.1.6:** Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar.

Matematik

- **M.7.1.1.1:** Tam sayılarla toplama ve çıkarma işlemlerini yapar, ilgili problemleri çözer.
- **M.7.1.1.3:** Tam sayılarla çarpma ve bölme işlemlerini yapar.
- **M.7.1.1.5:** Tam sayılarla işlemler yapmayı gerektiren problemleri çözer.
- **M.6.1.7.3:** Aynı veya farklı birimlerdeki iki çokluğun birbirine oranını belirler.

Teknoloji ve Tasarım

- **TT.7.B.1.13:** Tasarımı değerlendirdikten sonra elde ettiği verilerden hareketle tasarımını yeniden yapılandırır.
- **TT.7.B.1.14:** Tasarımını kullanıcıya ulaştırmak üzere tanıtım ve pazarlama imkânlarını değerlendirir.
- **TT.7.B.2.1:** Tasarımı için taslak çizimler yapar.
- **TT.7.C.2.1:** Tasarımın kullanıcının ihtiyacına ve beğenisine göre şekillendirildiğini ifade eder.
- **TT.7.C.2.6:** Günlük hayatta kullanılan bir ürünü mekanik tasarım özelliklerini dikkate alarak yeniden tasarlar.
- **TT.7.D.1.1:** Tasarım problemini söyler.
- **TT.7.D.1.2:** Tasarım probleminin çözümüne yönelik araştırma basamaklarını uygular.
- **TT.7.D.1.3:** Tasarım planı hazırlar.
- **TT.7.D.1.4:** Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.
- **TT.7.D.1.5:** Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir.
- **TT.7.D.1.6:** Tasarladığı ürünü değerlendirme sonuçlarına göre yeniden yapılandırır.

Genel Bakış: Trafik Sinyalizasyonu

Kazanımlar

Yeni Nesil Fen Standartları (Next Generation Science Standards)

OO. İnsan Etkileri (MS.Human Impacts)

- **MS-ESS3-3:** Çevre üzerindeki insan etkisini izlemek ve en aza indirmek için bir yöntem tasarlamak için bilimsel ilkeleri uygular.

Mühendislik Tasarım (Engineering Design)

- **MS-ETS1-1:** İlgili bilimsel ilkeleri ve olası çözümleri sınırlayabilecek doğal çevre ve insanlar üzerindeki potansiyel etkileri dikkate alarak, başarılı bir çözüm sağlamak için bir tasarım sorununun kriterlerini ve sınırlılıklarını yeterli hassasiyetle tanımlar.
- **MS-ETS1-2:** Problemin kriterlerini ve sınırlılıklarını ne kadar iyi karşıladıklarını belirlemek için sistematik bir süreç kullanarak tasarım çözümlerini değerlendirir.
- **MS-ETS1-3:** Başarı kriterlerini daha iyi karşılamak için yeni bir çözümde birleştirilebilecek her birinin en iyi özelliklerini belirlemek için çeşitli tasarım çözümleri arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları belirlemek için testlerden elde edilen verileri analiz eder.
- **MS-ETS1-4:** Önerilen bir nesnenin, aracın veya işlemin yinelemeli test edilmesi ve değiştirilmesi için bir model geliştirir ve böylece optimal bir tasarımı elde eder.

Fen ve Mühendislik Uygulamaları (Science and Engineering Practices)

- **SEP1:** Soru Sormak ve Sorunları Tanımlamak
- **SEP2:** Model Geliştirme ve Kullanma
- **SEP3:** Araştırma ve Soruşturmaların Planlanması ve Yürütülmesi
- **SEP4:** Verileri Analiz Etme ve Yorumlama
- **SEP5:** Matematiği ve Bilgi İşlemsel Düşünmeyi Kullanma
- **SEP6:** Açıklamalar Oluşturma ve Çözümler Tasarlama
- **SEP7:** Kanıtlardan Argümana Girmek
- **SEP8:** Bilgi Edinme, Değerlendirme ve İletme

Bilgisayar Bilimleri Öğretmenleri Derneği K-12 Bilgisayar Bilimleri Standartları (Computer Science Teachers Association K-12 Computer Science Standards)

- **2-AP-10:** Karmaşık sorunları algoritma olarak ele almak için akış şemalarını ve/veya sözde kodu kullanın.
- **2-AP-13:** Programların tasarımını, uygulanmasını ve gözden geçirilmesini kolaylaştırmak için sorunları ve alt problemleri parçalara ayırın.
- **2-AP-15:** Kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayan bir çözümü geliştirmek için ekip üyelerinden ve kullanıcılardan geri bildirim alın ve dahil edin.
- **2-AP-17:** Bir dizi test senaryosunu kullanarak programları sistematik olarak test edin ve iyileştirin.
- **2-AP-18:** Hesaplama yapılarını işbirliği içinde geliştirirken görevleri dağıtın ve bir proje zaman çizelgesini koruyun.
- **2-AP-19:** Programları takip etmeyi, test etmeyi ve hata ayıklamayı kolaylaştırmak için belgeleyin.
- **3-AP-13:** Hesaplama sorunlarını çözmek için algoritmalar kullanan prototipler oluşturun.

Genel Bakış: Trafik Sinyalizasyonu

Kazanımlar

Girişimcilik (European Commision/EACEA /Eurydice)

Bilgi

- **K1 - Fırsatları Değerlendirme:** Yerel düzeyde sağlanan ürünleri ve hizmetleri tanıma veya bazı (iş) fikirlerin işe yaradığını, bazılarının yaramadığını anlama.
- **K3 - Girişimcilikle İlgili Kariyer Seçenekleri:** Bir bireyin bir iş kurmasının farklı nedenlerinin olduğunu (para kazanma, diğerlerine yardım etme veya farklı bir şey yapma) anlama.

Beceri

- **S1 - Yaratıcılık:** Yaratıcı fikirler geliştirme ve değerlerini tanıma.
- **S2 - Planlama:** Basit planlama becerilerini uygulama ve sınırlı kaynaklar konusunda anlayış gösterme.
- **S3 - Finansal Okuryazarlık:** Ürünlerin fiyatını ve ederini anlama ve karşılaştırma.
- **S4 - Kaynakları Organize Etme:** Kaynakları basit bir şekilde anlamaya başlama.
- **S5 - Belirsizlik/Risk Yönetimi:** Riskin farkına varmaya ve kendi eylemlerinin sorumluluğunu almaya başlama.
- **S6 - Takım Çalışması:** Diğerleriyle çalışmaya başlama.

Tutum

- **A1 - Kendine Güven:** Kendisi hakkında daha güvenli hissetmeye ve gelecek için daha yüksek isteklere sahip olmaya başlama.
- **A2 - Girişim Duygusu:** Basit bir problem için çözümler aramaya başlama.

TRAFİK SİNYALİZASYONU

MALZEMELER

- Arduino UNO
- Breadboard
- Kırmızı LED
- Sarı LED
- Yeşil LED
- 330 ohm direnç
- Jumper kablolar
- mBlock programı
- Karton ya da ahşap ürünler (trafik lambası için)

ÖĞRETMEN SUNUMU

- 1. slayt – 57. slayt

ÖĞRENCİ SAYFALARI

- Evden Çocuk Parkına Nasıl Gidilir?
- Algoritmasını oluşturalım
- Çim Bloğuna Ulaş #1
- Çim Bloğuna Ulaş #2
- Çim Bloğuna Ulaş #3
- Çim Bloğuna Ulaş #4
- Burak Bey'den gelen 1. mail
- Bölgenin kroki çizimi
- Burak Bey'den gelen 2. mail
- Mühendislik Tasarım Süreci
- Örnek uygulama
- Sıra Sende
- Hayal Et, Öğren, Planla
- Taslak Çizimi
- Boş mail taslağı
- Test Etme
- Yeşil Dalga Uygulaması
- Hata Ayıklama

DERS ÖNCESİ HAZIRLIK

Ders öncesinde her bir öğrenci için "Kendi Algoritmamızı Kuralım" etkinliği için boş bir A4 kağıdı hazırlanır. Etkinlerin olduğu öğrenci sayfaları çıktı alınır. Gruplara ait bilgisayarlara mBlock v3.4.12 programı indirilir.

DERSE GİRİŞ

Söyle: Önümüzdeki günlerde birer mühendis gibi düşünerek çalışmalar yapacağız. **Sor:** Bilgisayar bilimleri, yapay zeka ya da yazılım ile ilgili çalışmalar yapan mühendislik dalları hangileridir? (Gelen cevaplar değerlendirilir). **Sor:** Algoritma ne demektir? **Söyle:** Algoritma, belirli bir dizi eylemi gerçekleştirmeye dayanan bir sorunu çözmek için bir prosedür veya formüldür. Matematik ve bilgisayar bilimlerinde, algoritma bir sorunu çözen küçük bir prosedür anlamına gelir. *(Öğretmen sunumu 2-5. slayt)*

Öğretmen sunumunda bulunan algoritma örnekleri paylaşılır. Algoritmanın tarihi ile ilgili "Why algorithms are called algorithms | BBC Ideas" (https://youtu.be/oRkNaF0Qvnl) videosu izletilir. *(Öğretmen sunumu 6. slayt)* **Sor:** Algoritmalar hayatımız için neden önemlidir? (Gelen cevaplar değerlendirilir). **Sor:** Hafta içi okula geldiğiniz bir günü düşünerek, bu durumun algoritmasını oluşturacak olsanız nasıl yapardınız? Bunun için öğrencilere boş bir A4 kağıdı verilir ve "Kendi Algoritmamızı Kuralım" etkinliği yapılır. *(Öğretmen sunumu 7. slayt)* Ardından öğrencilerin günlük hayat ile algoritma bağlantısını kurabilmeleri adına "Evden Çocuk Parkına Nasıl Gidilir?" etkinliği ve "Algoritmasını Oluşturalım" etkinliği yapılır. Adres tarifinin de bir tür algoritma sayılabileceğinden bahsedilir. *(Öğretmen sunumu 8-10. slayt)*

Sor: Kod ile algoritma arasında nasıl bir ilişki vardır? **Söyle:** Kodlar birleşerek algoritmayı oluşturur. Konuyu daha iyi anlayabilmek adına "Çim Bloğuna Ulaş" etkinlik serisi yapılır. Her bir işaretin bir koda karşılık geldiği ve çim bloğuna ulaşılması gereken adımların toplamına da algoritma denilebileceği vurgusu yapılır. *(Öğretmen sunumu 11-16. slayt)* **Sor:** Metin tabanlı ve blok tabanlı kodlama arasında nasıl bir fark vardır? Son olarak oyunlaştırma destekli kodlama platformlarından olan "Run Marco" https://runmarco.allcancode.com *(öğretmen sunumu 18. slayt)* ve "Code.org" https://code.org *(öğretmen sunumu 19-22. slayt)* platformları kullanılarak öğrencilerin desteklenmesi sağlanır.

PROBLEMİ TANIMLAMA

Problem durumu için Burak Bey'den gelen 1. mail öğrencilerle paylaşılır. Öğrencilerin soru sormalarını, grup hâlinde beyin fırtınası yapmalarını sağlamak adına sınıf 4-5 kişilik gruplara ayrılır. Öğrencilerin problemi ve kriterleri anlama durumunu tespit etmek için sorular sorulur. **Sor:** Burak Bey'den gelen mailde hangi problemden bahsediliyor? **Sor:** Burak Bey'den gelen bölgenin kroki çizimini incelediğinizde sizce nerelere trafik ışığı yerleştirmeliyiz? Neden?

Grupların Burak Bey'e gönderecekleri fikirler için boş mail taslağı kullanılır. Ardından Burak Bey'den gelen 2. mail öğrencilerle paylaşılır. **Sor:** Işık kirliliğini azaltmak için nasıl bir tasarım yapmalısınız? **Sor:** Kullanacağınız LED'lerin ne kadar süre yanıp sönmesi gerektiğini nasıl ayarlayacaksınız? **Söyle:** Bu tip karmaşık devreleri Arduino kart ile ya da kondansatörleri kullanarak yapabiliriz.

TRAFİK SİNYALİZASYONU

HAYAL ET, ÖĞREN, PLANLA

İlk sayfada yer alan mühendislerin problemlere çözümler üretirken kullandığı "Mühendislik Tasarım Süreci" görseli kullanılarak öğrenciler ile tartışılır. *(Öğretmen sunumu 26. slayt)*

TANIMLAMA: Mühendisler sorunu ve kriterleri (hedefler ve sınırlamaları) tanımlamalıdır.

ÖĞRENME: Problemi daha iyi anlamak için mühendisler, problemin nasıl çözülebileceğini etkileyen bilimi ve diğer faktörleri öğrenmelidir. Öğrenirken, sorunu, amaçlarını ve sınırlarını akıllarında tutmalıdırlar.

PLANLAMA: Mühendisler, hangi çözüm önerisini deneyeceklerine karar vermeden önce birçok fikir üzerinde beyin fırtınası yapar. Fikirlerini açıkça ifade eden planlar yapmalıdırlar. Planlar, sözcük ve/veya resim biçiminde şu bilgilerden bazılarını içerebilir: Ölçüler, malzemeler, renkler, işlerin nasıl birbirine uyduğu ve işlerin hangi sırayla yapılması gerektiği gibi. Mühendisler, planlarının problemde sunulan hedefleri ve sınırları mümkün olduğunca iyi karşıladığından emin olmalıdır. Mühendisler planlarını oluştururken, planlarının kesinleşmesi için geriye dönüp bir şeyler öğrenmeleri gerektiğini görebilirler.

DENEME: Mühendisler, planladıkları çözümün bir prototipini oluşturmaya çalışmak için planlarını kullanırlar. Prototip, bir tasarım planını test etmek için kullanılan test edilebilir bir modeldir. Bir prototip, mühendisin tasarımlarının parçalarını test etmesine izin verse de, nihai çözüm veya ürün değildir. Aslında, nihai tasarımla aynı boyutta bile olmayabilir.

TEST ETME: Mühendisler, problem için iyi bir çözüm olup olmadığını görmek için planlarını test ederler. Mühendisler adil testler yapmalı ve topladıkları verileri anlamlandırmak için fen ve matematiği kullanmalıdır.

KARAR VERME: Mühendisler, çözüm hakkında kararlar almak için test sonuçlarını kullanır. Problemi çözüyor mu ve kriterleri (hedefler ve sınırlamaları) karşılıyor mu? Sorunu daha iyi çözmek için öğrenilmesi gereken yeni şeyler var mı? Daha önce beyin fırtınası yapılmış diğer fikirleri denemeli mi yoksa daha iyi bir çözüm elde etmek için yeni fikirler için beyin fırtınası mı yapmalılar?

Sor: Burak Bey'den gelen mailin ve kriterlerinin anlaşılması aşamasının Mühendislik Tasarım Sürecinin hangi aşamasıdır? (Tanımlama). **Sor:** Bu aşamadan sonra hangi aşama gelir ve şu an biz hangi aşamadayız? (Öğrenme).

ÖĞRETMEN NOTLARI

TRAFİK SİNYALİZASYONU

ÖĞRETMEN NOTLARI

HAYAL ET, ÖĞREN, PLANLA

Ardından, öğretmen problemin çözümünü araştırmaları için öğrencileri Arduino UNO kartı kullanma konusunda yönlendirir ve öğrencilerden bu kartın nasıl kullanıldığıyla ilgili araştırma yapmalarını ister. Öğrencilerin araştırmalarını gruplar halinde sunmaları için birkaç dakika süre verilir.

Gruplar sunumlarını yaptıktan sonra öğretmen gerek görürse "You can learn Arduino in 15 minutes" (https://youtu.be/nL34zDTPkcs) videosunu izletebilir. Sonrasında Arduino ve sensörler ile ilgili öğretmen sunumunda bulunan bilgiler verilir. *(Öğretmen sunumu 28-47. slayt)* Ardından öğrenciler ile bir örnek uygulama yapılarak "Arduino UNO ile LED yakma" etkinliği yapılır. Etkinlik öncesinde gruplara ait bilgisayarlara, öğrencilerin blok tabanlı olarak kodlama yapmasına imkan sağlayan *"mBlock v3.4.12"* programı (https://dl.makeblock.com/mblock3/mBlock_win_V3.4.12.exe) indirilir. Etkinlik için gerekli malzemeler öğrencilere dağıtılır. *(Öğretmen sunumu 49-55. slayt)*. Etkinlik sonunda öğrencilerin öğrendiklerini pekiştirmeleri adına "Sıra Sende" etkinliği yapılır. Etkinlik için gerekli malzemeler öğrencilere dağıtılır. *(Öğretmen sunumu 56-57. slayt)*

Öğrenciler problemin çözümü için kendi aralarında fikir alışverişi yapar ve grup olarak bir fikri gerçekleştirmek için karar alır. Öğrencilerden DENEME ve ÜRETME aşamasına başlamadan önce, hayal ettikleri ürünün taslak olarak planını çizim yapmaları istenir. **Not:** Üretme aşaması başlamadan önce tüm çizimler onaylanmalıdır. Öğrencilere bu aşamanın PLANLAMA aşaması olduğu hatırlatılır.

DENEME ve ÜRETME

Öğrencilerin bu aşamada, problemin çözümü adına ürün oluşturması sağlanmalıdır. Problem senaryosunda geçen kriterlere uymaları gerektiği öğrencilere hatırlatılır. Grupların tasarım ve özelliklerine uygun olarak trafik sinyalizasyonu yapabilmeleri için grupların seçtikleri malzemeler gruplara dağıtılır. Öğrencilere bu aşamanın DENEME ve ÜRETME aşaması olduğu hatırlatılır. **Sor:** Tasarımınızın ışık kirliğini azaltması adına nasıl önlemler almayı planlıyorsun?

TEST ETME

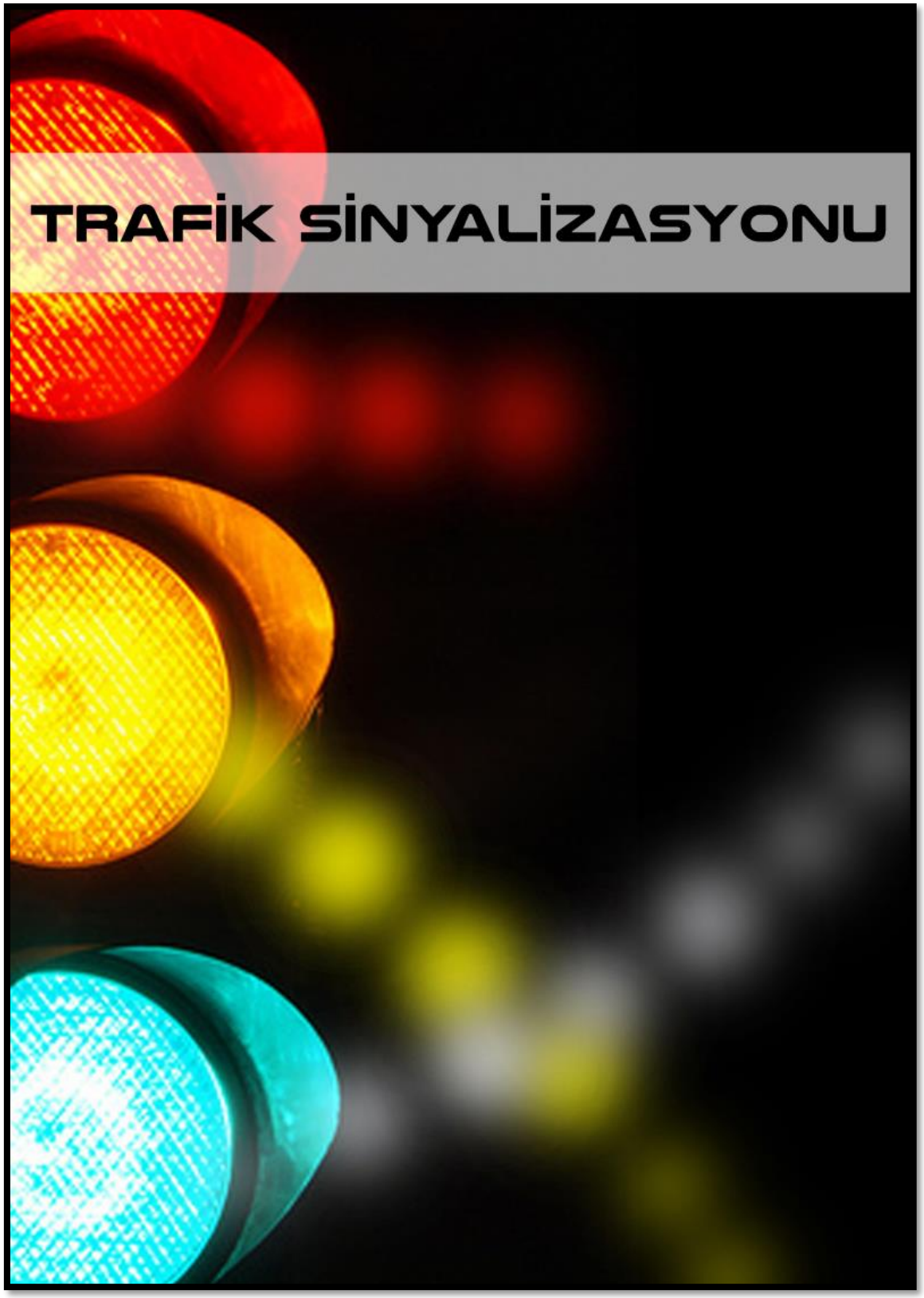
Gruplar tasarladıkları sistemleri hem problem senaryosunda bulunan kriterlere göre hem de öğrenci etkinlik sayfasında bulunan TEST ETME bölümünü takip ederek test eder. **Sor:** Şu an mühendislik tasarım sürecindeki hangi aşamadayız? (Test etme). Kriterlere uymayan ve problemin çözümü olmayan ürünler tekrar DENEME ve ÜRETME ya da PLANLAMA adımına yönlendirilir. İşlevsel çözümlere ise geliştirilmek için süre verilebilir. Tasarımını bitiren gruplara prototiplerini ve videolarını sunmaları için imkan ve süre verilir. Son olarak değerlendirme etkinlikleri öğrencilere yaptırılır. *(Öğretmen sunumu 58. slayt)*

KAPANIŞ TARTIŞMASI

Aşağıdaki soru sorularak öğrenciler için bir tartışma ortamı sağlanır:

- Çevrenizde gördüğünüz yanlış bir trafik sinyalizasyon örneği var mı?

EK 7. Trafik Sinyalizasyonu Ders Planı – Öğrenci



Etkinlik

1 Evden, Çocuk Parkına Nasıl Gidilir?

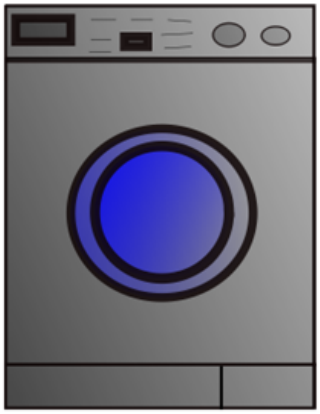
Evinde bulunan Leyla'nın çocuk parkına gitmesine yardım edebilir misin? Cevabınızı aşağıdaki kutucuğa yazabilirsiniz.

1

Etkinlik

2 Örnek Uygulama

Çamaşır makinesi ve bulaşık makinesi için bir algoritma oluşturacak olsanız nasıl bir algoritma oluştururdunuz? Cevabınızı kutuların içlerine yazabilirsiniz.

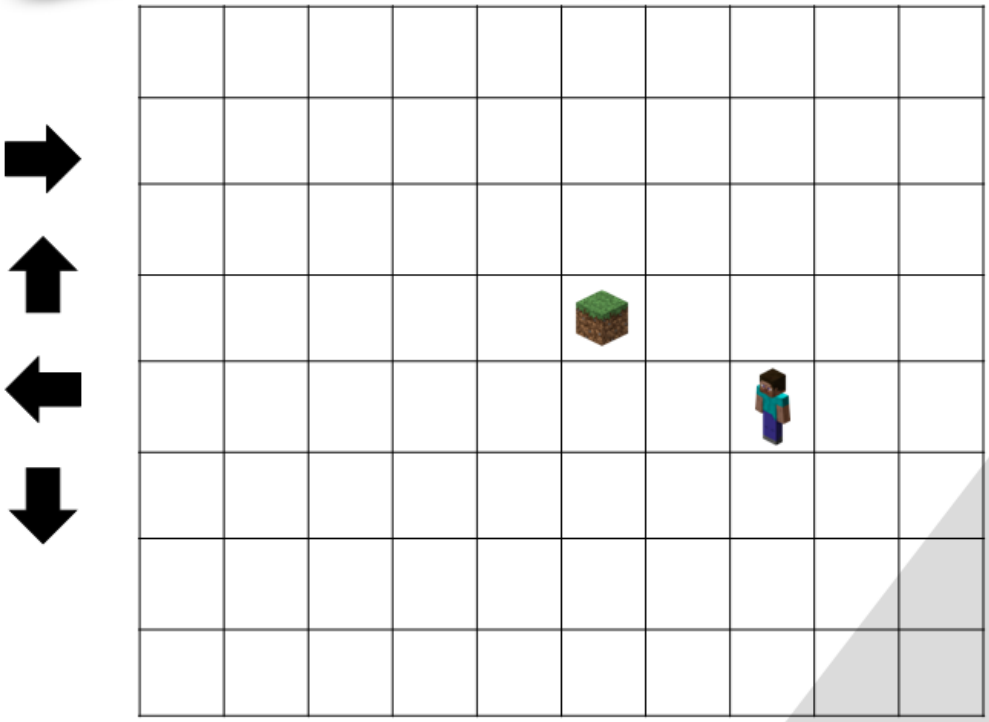


2

Etkinlik

3 Çim Bloğuna Ulaş – 1. Versiyon

Steve'in çim bloğuna ulaşması için aşağı, yukarı, sağ ve sol oklarını kullanarak algoritma oluşturun.

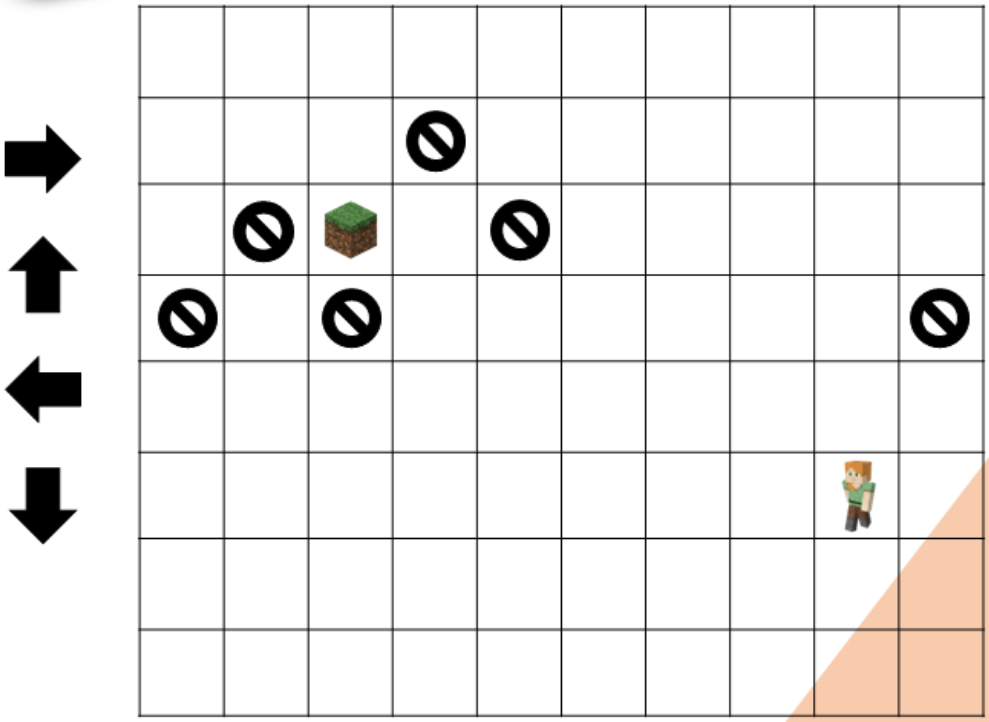


3

Etkinlik

4 Çim Bloğuna Ulaş – 2. Versiyon

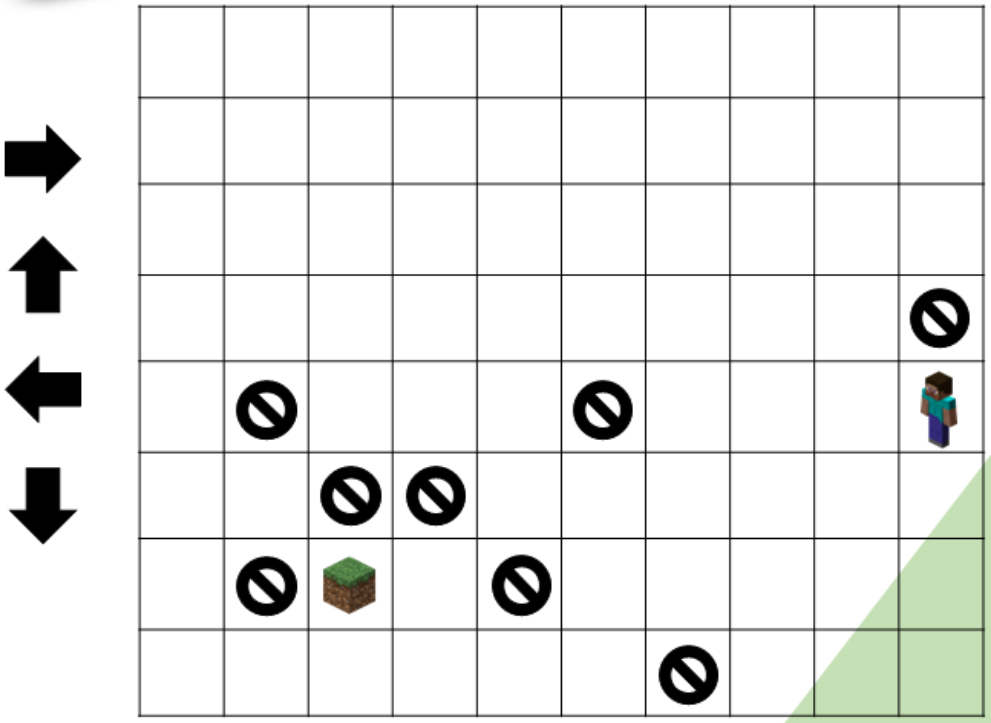
Alex'in çim bloğuna ulaşması için aşağı, yukarı, sağ ve sol oklarını kullanarak algoritma oluşturun.

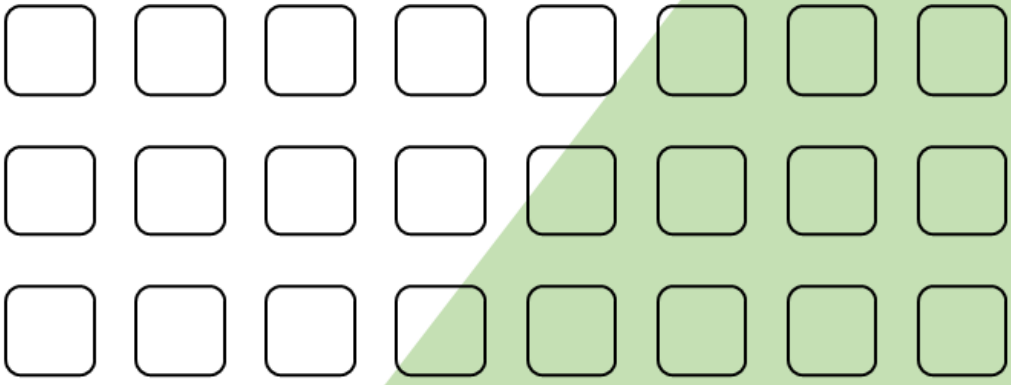


Etkinlik

5 Çim Bloğuna Ulaş – 3. Versiyon

Steve'in çim bloğuna ulaşması için aşağı, yukarı, sağ ve sol oklarını kullanarak algoritma oluşturun.

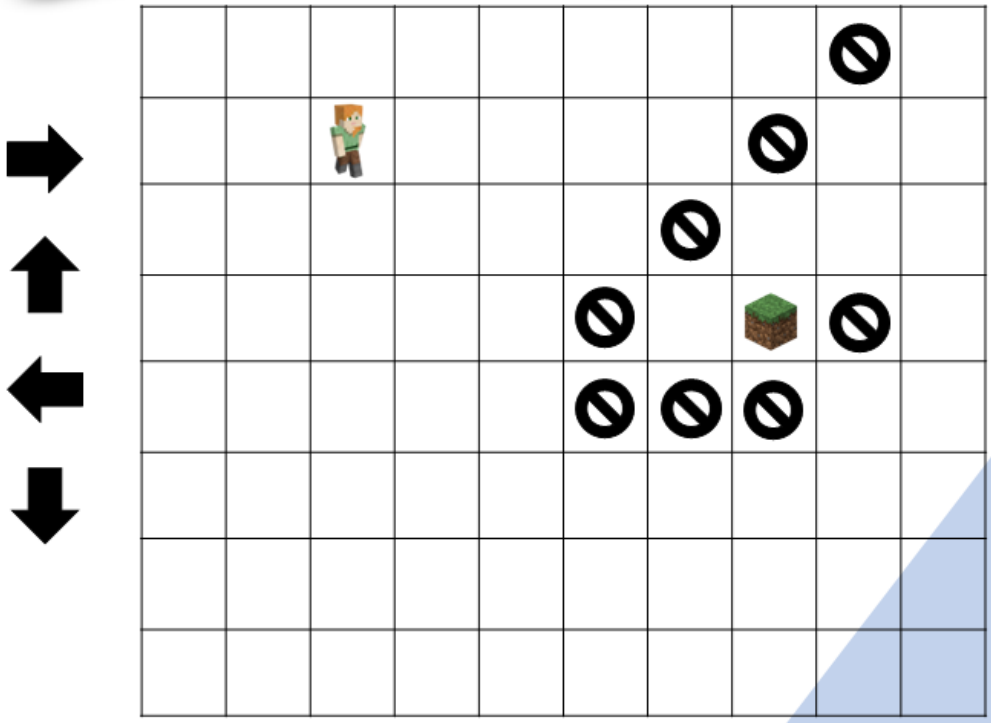


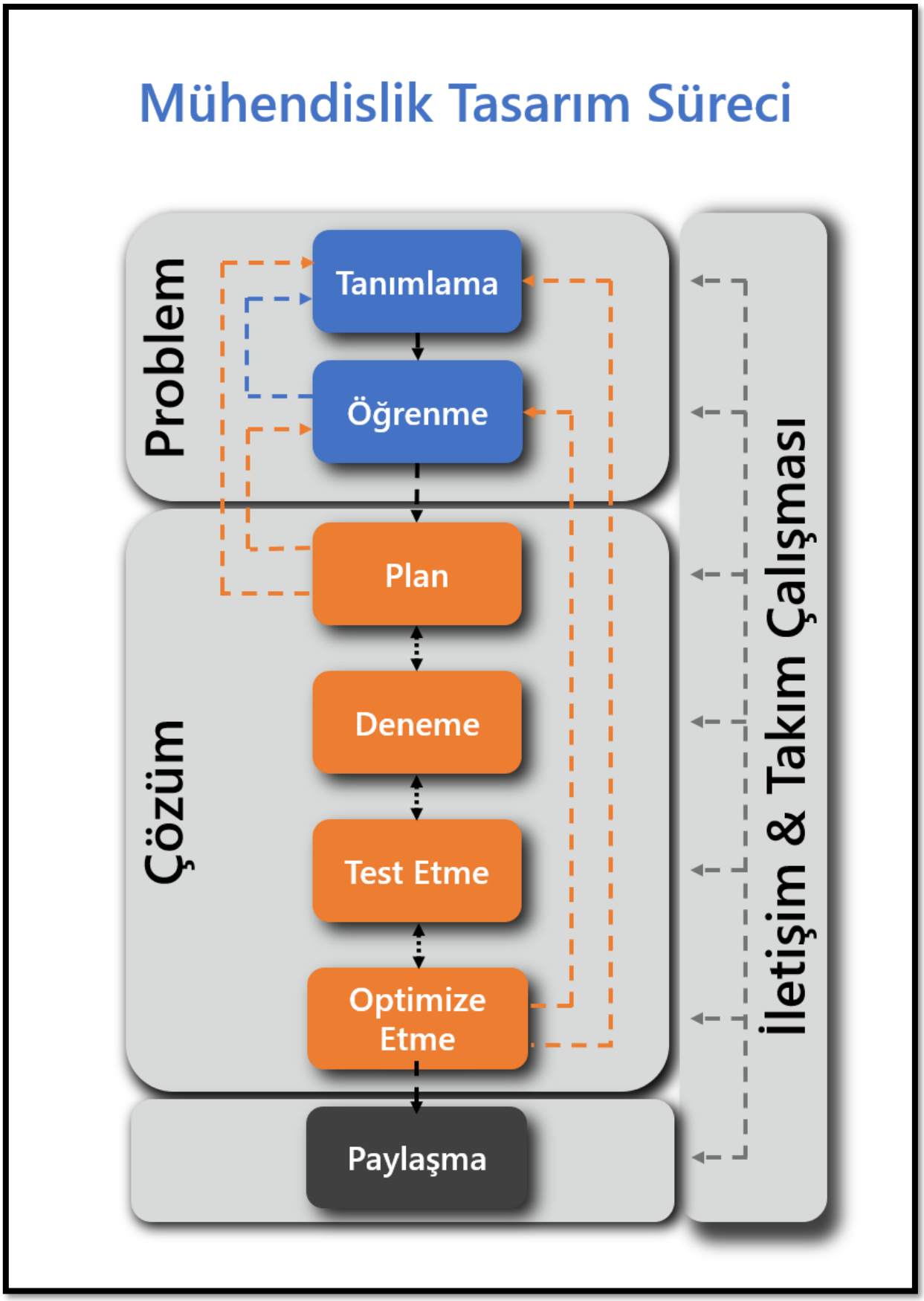


Etkinlik

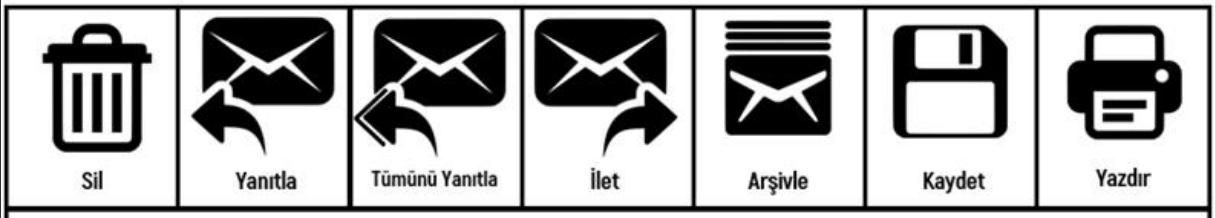
6 Çim Bloğuna Ulaş – 4. Versiyon

Alex'in çim bloğuna ulaşması için aşağı, yukarı, sağ ve sol oklarını kullanarak algoritma oluşturun.




Mühendislik Tasarım Süreci
Problem
Tanımlama
Öğrenme
Çözüm
Plan
Deneme
Test Etme
Optimize Etme
Paylaşma
İletişim & Takım Çalışması

Burak Bey'den Gelen 1. Mail



Kimden:
Kime: EngineeringForABetterFuture
CC:
Konu: Trafik Sinyalizasyonu

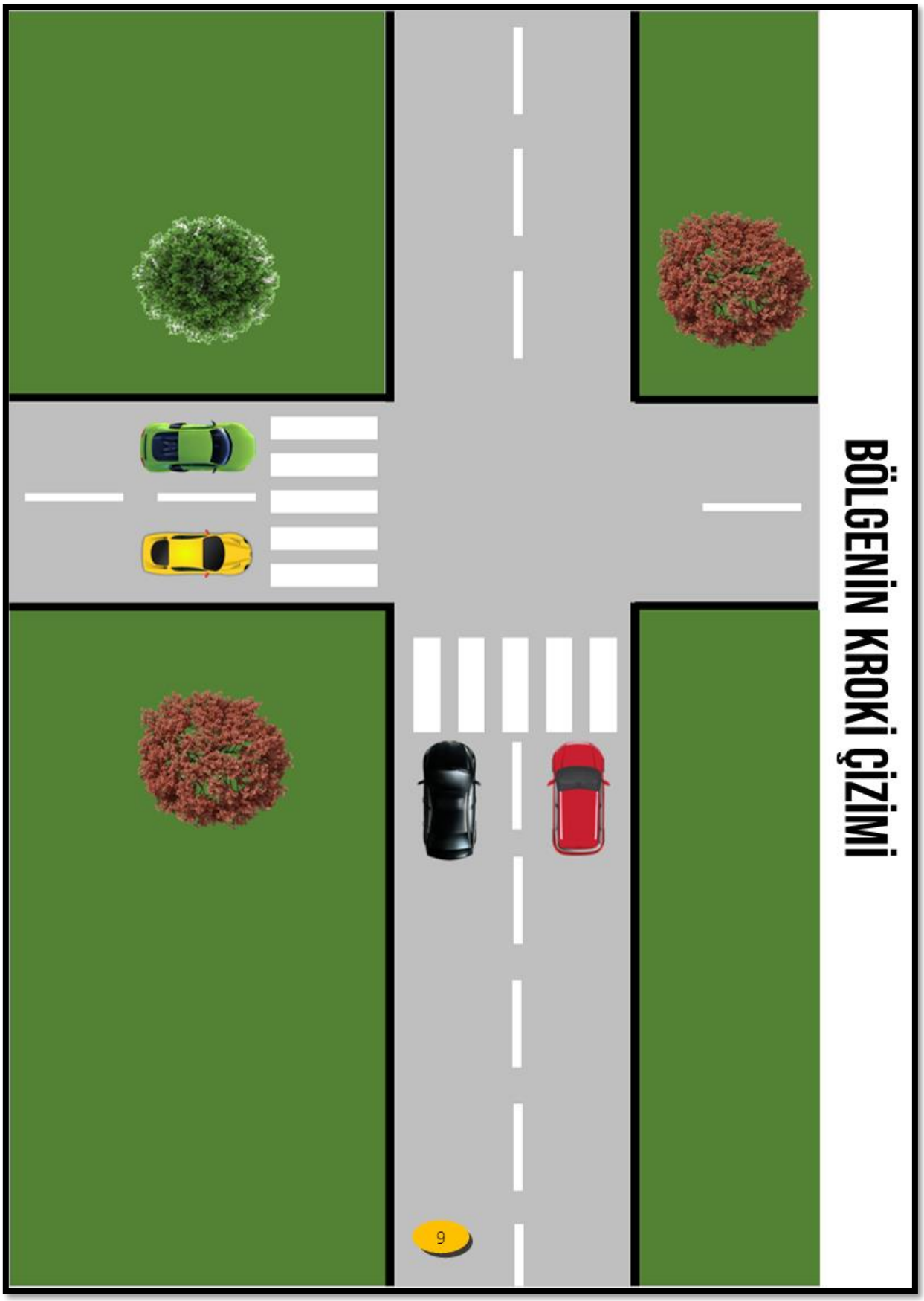
Geleceğin Mühendisleri,

Merhaba! Ben Sarıyer Belediyesi Trafik ve Sinyalizasyon Şube Müdürlüğü amiri Burak. Bölgedeki trafik sinyalizasyonu ile ilgilenmekteyim. Yakın zamanda yapılan yollar için sizlerden bazı fikirler bekliyoruz. Ekteki krokiden bölgenin durumunu görebilirsiniz. Aşağıda sizlere kriterlerimizi paylaşıyorum.

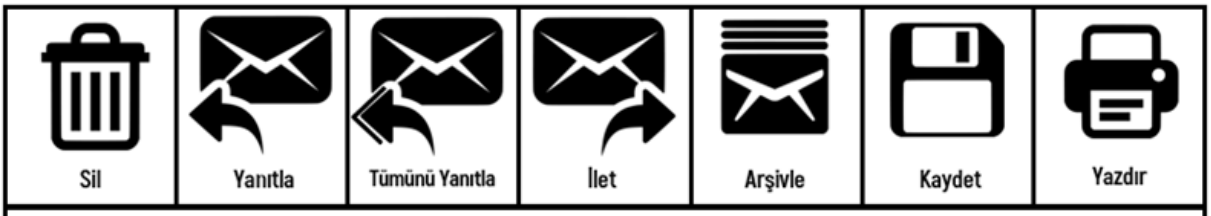
- Öncelikle trafik ışığı nerelere yerleştirilmesi gerektiğine karar vermelisiniz.
- Ardından kaç trafik ışığı ihtiyacımız olduğunu tespit etmelisiniz.

Sizden gelecek fikirlere göre 2. aşamaya geçeceğiz.

Kolaylıklar,
Burak.


BÖLGENİN KROKİ ÇİZİMİ
9

Burak Bey'den Gelen 2. Mail



Kimden:
Kime: EngineeringForABetterFuture
CC:
Konu: Trafik Sinyalizasyonu

Geleceğin Mühendisleri,

Sizlerden gelen fikirleri inceledim ve hepsini çok beğendim. Hepinizi tebrik ederim. Artık 2. aşamadayız ve sizlerden trafik ışıkları için prototip örnekleri bekliyoruz. Trafik ışıklarını tasarlarken sizlerden aşağıdaki kriterleri yerine getirmenizi bekliyoruz.

- Kullanacağınız LED'lerin ışınları ışık kirliliğine sebep olmamalıdır. Bu nedenle ışığın gökyüzüne kaçmasını engellemelisiniz.
- Trafik ışığınızın takip ettiği algoritmayı da bizimle paylaşmalısınız.
- Prototip için karton ya da tahtalar kullanabilirsiniz.
- Prototipiniz bittiğinde tanıtımını bir video hazırlayarak göndermelisiniz.

Unutmadan! Kırmızı ışık söner sönmez, sarı ışık yanmalı ve sarı ışık söner sönmez ise yeşil ışık yanmalıdır.

Kolaylıklar,
Burak.

Hayal Et, Öğren, Planla

Problemi kendi cümleleriniz ile yazınız.

Hangi bilgiye sahipsiniz, bu **TASARIM** ile ilgili neler biliyorsunuz?

Bugünkü **TASARIM** ile ilgili ne gibi soruların var?

Araştırma için kullandığınız kaynaklar nelerdir? Yazınız.

Meslek ve Sorumluluklar

Aşağıdaki bölüme bu çalışmadaki mesleğinizi ve sorumluklarınızı belirtiniz.

Seçtiğiniz meslekte çalışan kişilerin görevleri nelerdir?

Sizin bu projedeki göreviniz nedir?

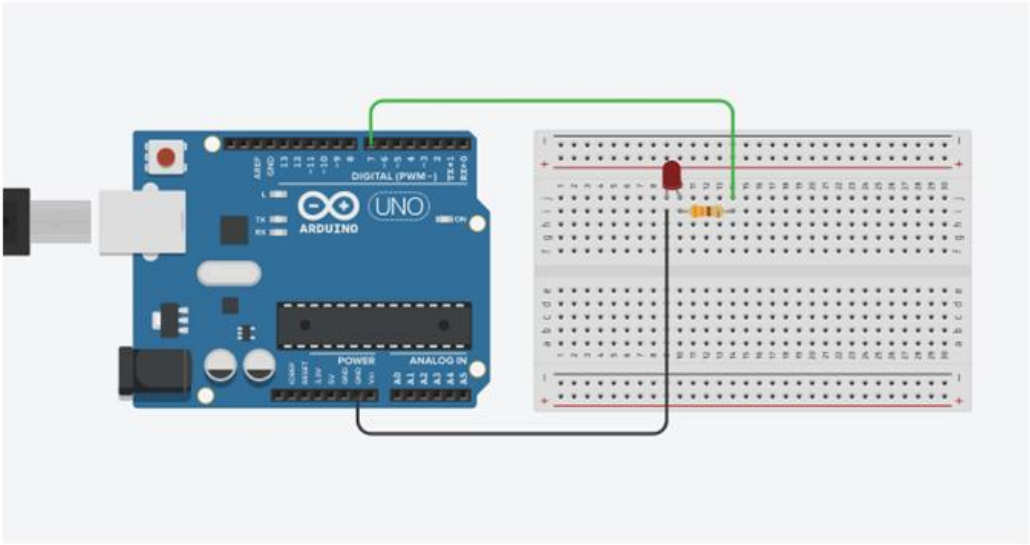
Etkinlik

7 Örnek Uygulama

Bir LED'i aşağıdaki devre şemasında gösterildiği gibi breadboard yardımıyla Arduino UNO kartınıza takınız. Ardından aşağıdaki mBlock kodlarını yazarak çalıştırınız

MALZEMELER

- Arduino UNO
- Breadboard
- Kırmızı LED
- 330 ohm direnç
- Jumper kablolar



Devre Şeması

mBlock Kodları

13

Etkinlik

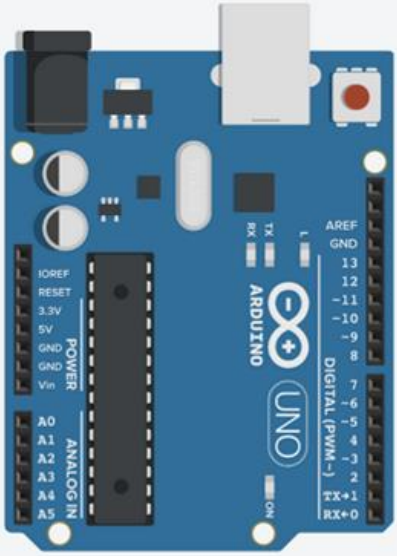
8 Sıra Sende

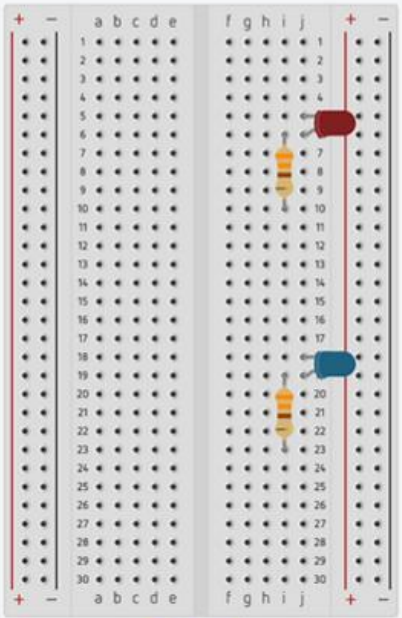
GÖREV

Kırmızı LED 1 saniye yanacak, söndüğünde mavi LED 1 saniye yanacak ve bu böyle devam edecek şekilde Arduino UNO kullanarak devre oluşturunuz ve algoritmasını mBlock üzerinden oluşturunuz.

MALZEMELER

- Arduino UNO
- Breadboard
- Kırmızı LED
- Mavi LED
- 2x 330 ohm direnç
- Jumper kablolar





Görsel üzerinde kalem ile Arduino'nun bağlantısını yapınız.

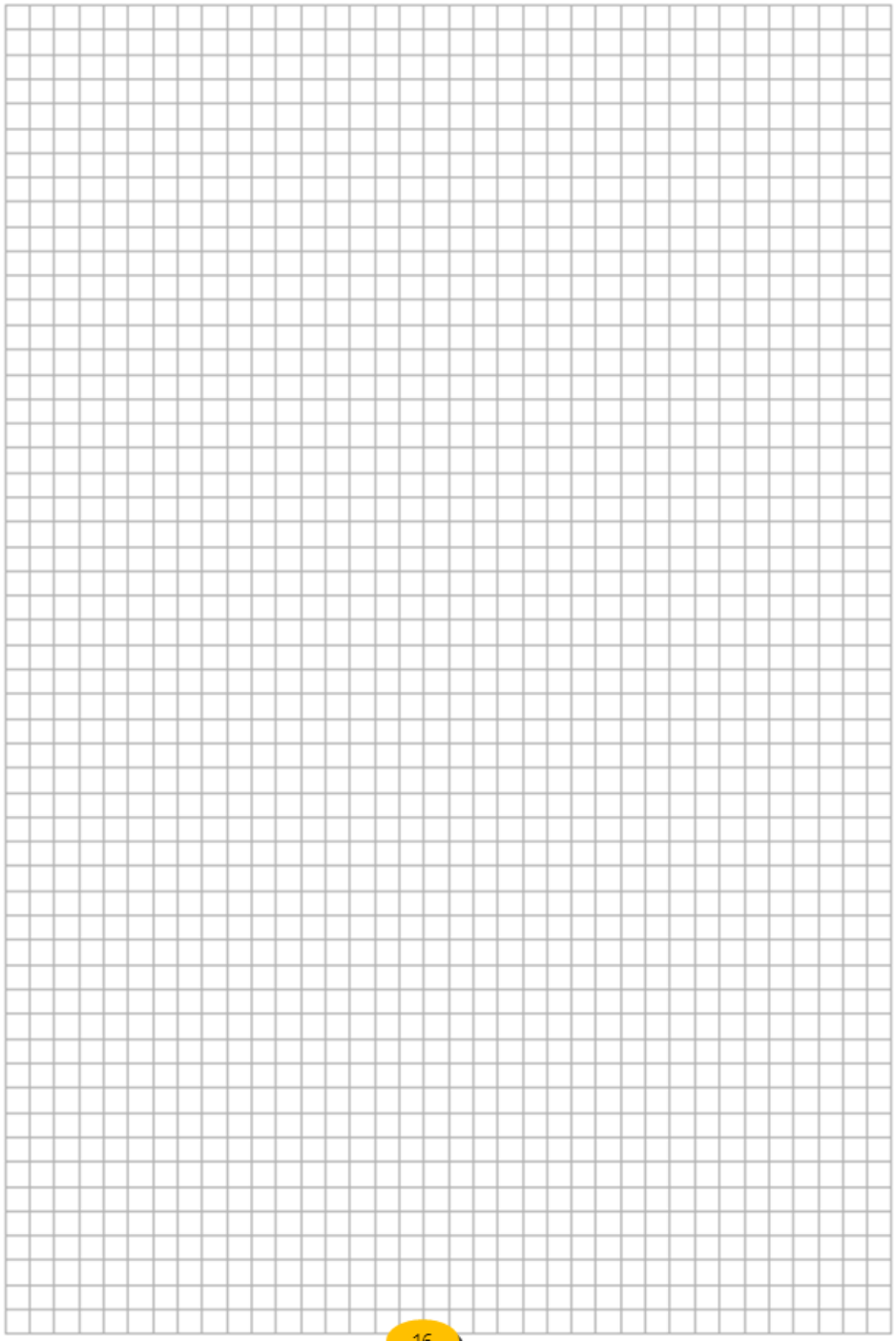
Hayal Et, Öğren, Planla

Grubunuzda ortaya çıkan tüm fikirler nelerdir?

Hangi fikri daha çok beğendiniz ve yapmaya karar verdiniz? Neden?

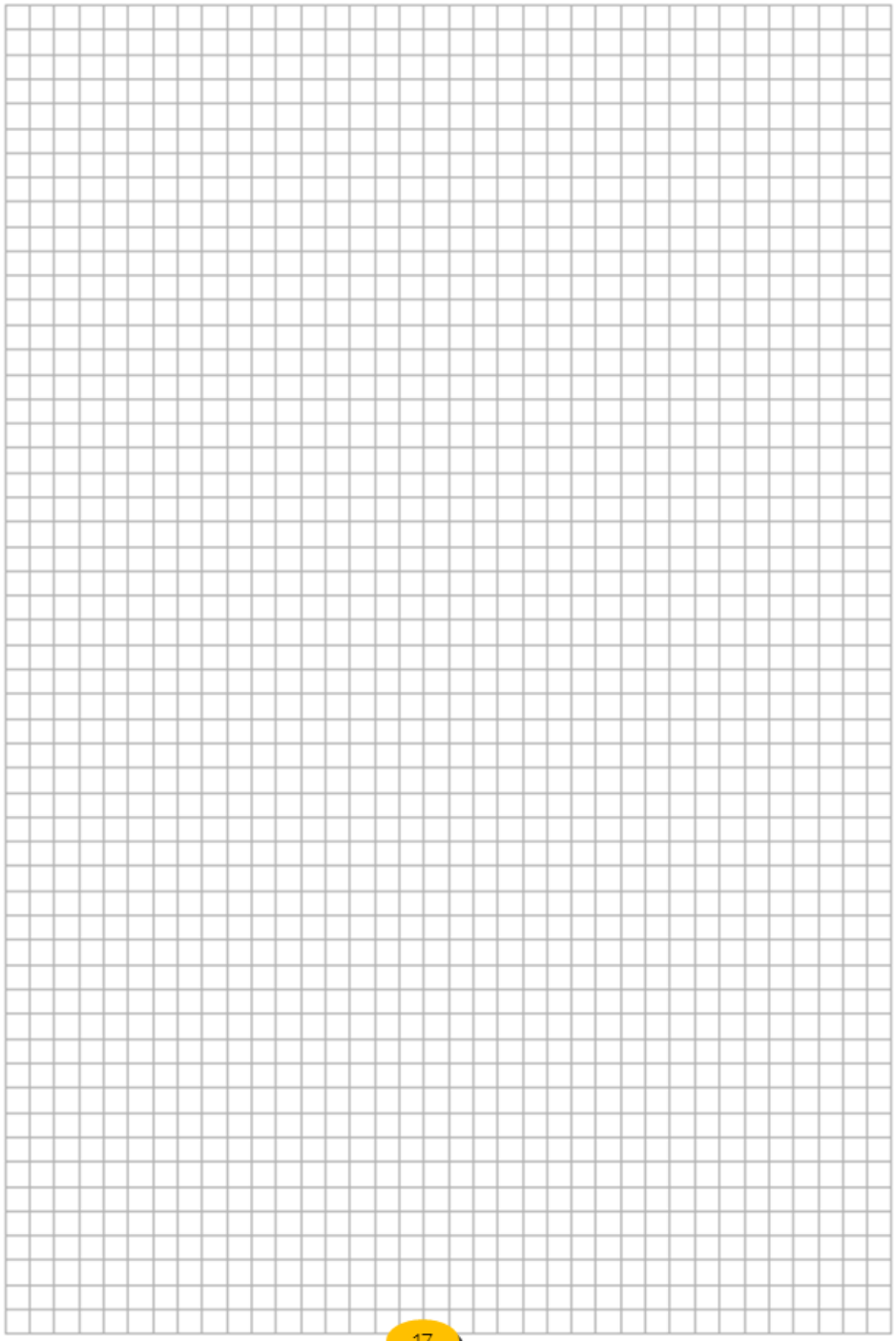
TASARIMınızı oluştururken hangi malzemeleri kullanmayı planlıyorsunuz?

Taslak Çizimi



16

Taslak Çizimi



Test Etme

	Evet	Hayır
Tasarımınız ışık kirliliğini engelliyor mu?	☐	☐
Tasarımınıza ait algoritma düzgün şekilde çalışıyor mu?	☐	☐

Sizce tasarımınızda geliştirilmesi gereken kısımlar nelerdir?

_____

_____

_____

_____

_____

Bu süreç sırasında yaşadığın zorluklar nelerdir?

_____

_____

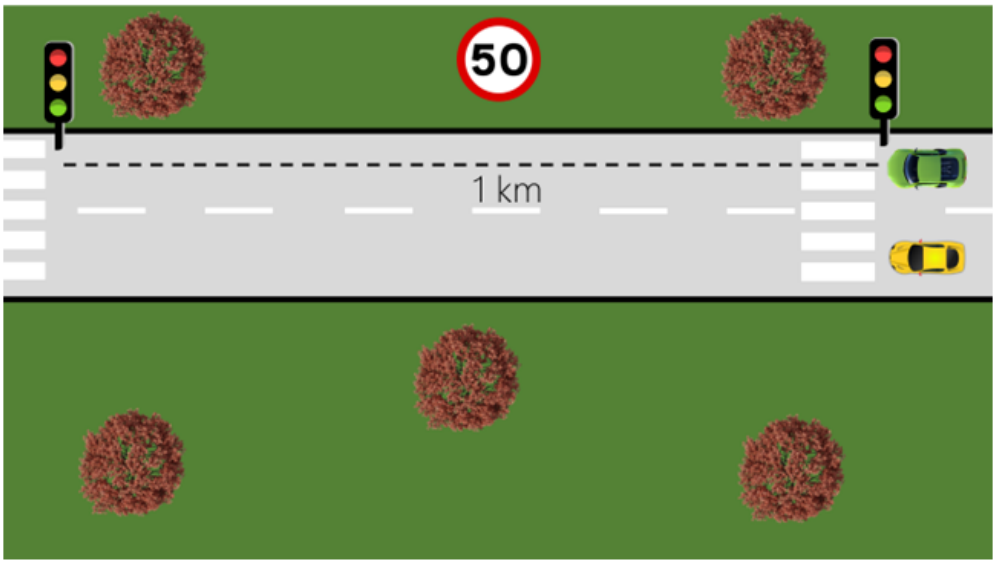
_____

_____

_____

Etkinlik

9 Yeşil Dalga Uygulaması



Görseldeki araçların ilk trafik lambası yeşil yandıktan sonra, saatte ortalama 50 km hızla gittiklerini ve trafik ışıkları arasındaki mesafenin 1 km olduğunu düşünürsek, birinci trafik lambası yeşil yandıktan kaç saniye sonra ikinci trafik ışığı yeşil yanmalı ki araçlar kırmızı ışığa takılmasın.

_____

_____

_____

Araçların sürekli kırmızı ışığa yakalanmamalarını sağlamak amacıyla tasarlanan bu sistemin adı nedir?

_____

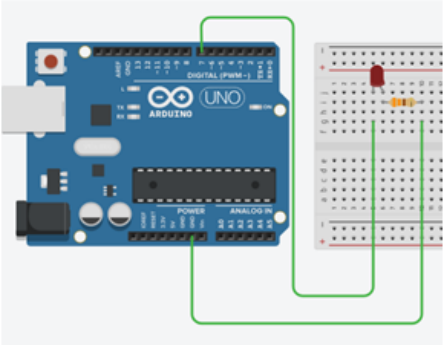
_____

_____

Etkinlik

10 Hata Ayıklama

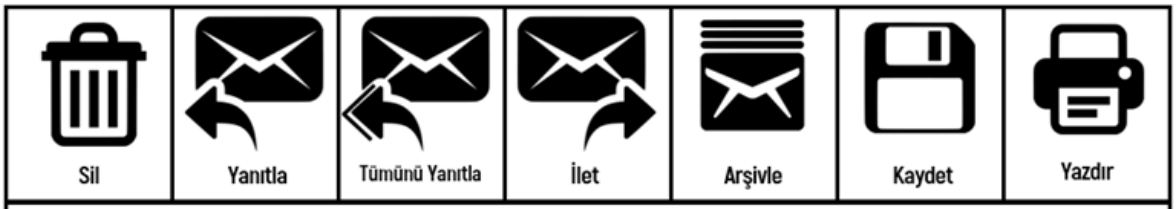
Aşağıdaki görseldeki hatayı bularak açıklayınız.



Aşağıdaki görseldeki algoritmanın açıklamasını yazınız.

20

Boş Mail Taslağı



Kimden: EngineeringForABetterFuture
Kime:
CC:
Konu: Ynt: Trafik Sinyalizasyonu

Bu mail taslağını kullanarak Burak Bey'e cevabınızı gönderebilirsiniz.

21

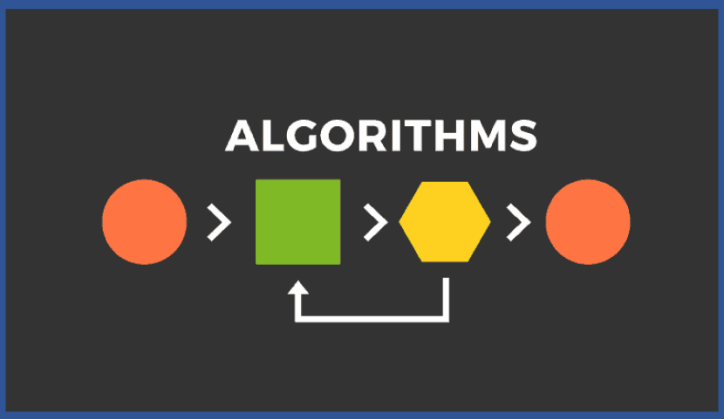
Fiyatlandırma Bölümü

Bu projede kullandığınız tüm malzemeleri aşağıdaki alana fiyatlandırmasını yapınız ve proje bütçesini belirleyiniz.

No	Malzeme	Birim	Fiyat

Toplam: _____

EK 8. Trafik Sinyalizasyonu Ders Planı - Öğretmen Sunumu

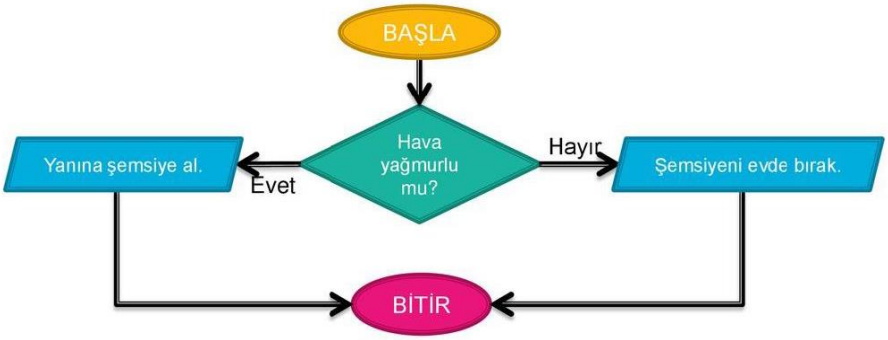


https://youtu.be/Ct-lOOUqmyY

Algoritma, belirli bir dizi eylemi gerçekleştirmeye dayanan bir sorunu çözmek için bir prosedür veya formüldür. Matematik ve bilgisayar bilimlerinde, algoritma bir sorunu çözen küçük bir prosedür anlamına gelir.

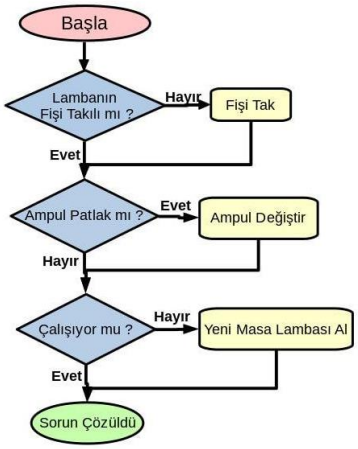
3

ALGORİTMA ÖRNEĞİ - 1



4

ALGORİTMA ÖRNEĞİ - 2



5

ALGORİTMANIN TARİHİ

Algoritma sözcüğü, Özbekistan'ın Harezm, bugünkü Türkmenistan'ın Hive kentinde doğmuş olan Ebu Abdullah Muhammed bin Musa el-Harezmi'den gelir. Harezmi, 9. yüzyılda cebir alanındaki algoritmik çalışmalarını kitaba dökerek matematiğe çok büyük bir katkı sağlamıştır. "Hisab el-cebir ve el-mukabala kitabı dünyanın ilk cebir kitabı ve aynı zamanda ilk algoritma koleksiyonunu oluşturur. Latince çevirisi Avrupa'da çok ilgi görür. Harezminin, ismini telaffuz edemeyen Avrupalılar "algorizm" sözcüğünü "Arap sayıları kullanarak aritmetik problemler çözme kuralları" manasında kullanırlar. Bu sözcük daha sonra "algoritma" kelimesine dönüşür ve genel kapsamda kullanılır.

https://youtu.be/oRkNaF0Qvnl

6

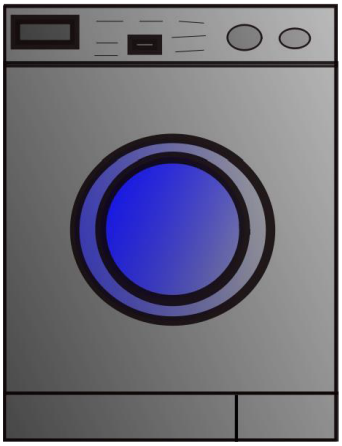
KENDİ ALGORİTMAMIZI KURALIM

7

EVDEN, ÇOCUK PARKINA NASIL GİDİLİR?

8

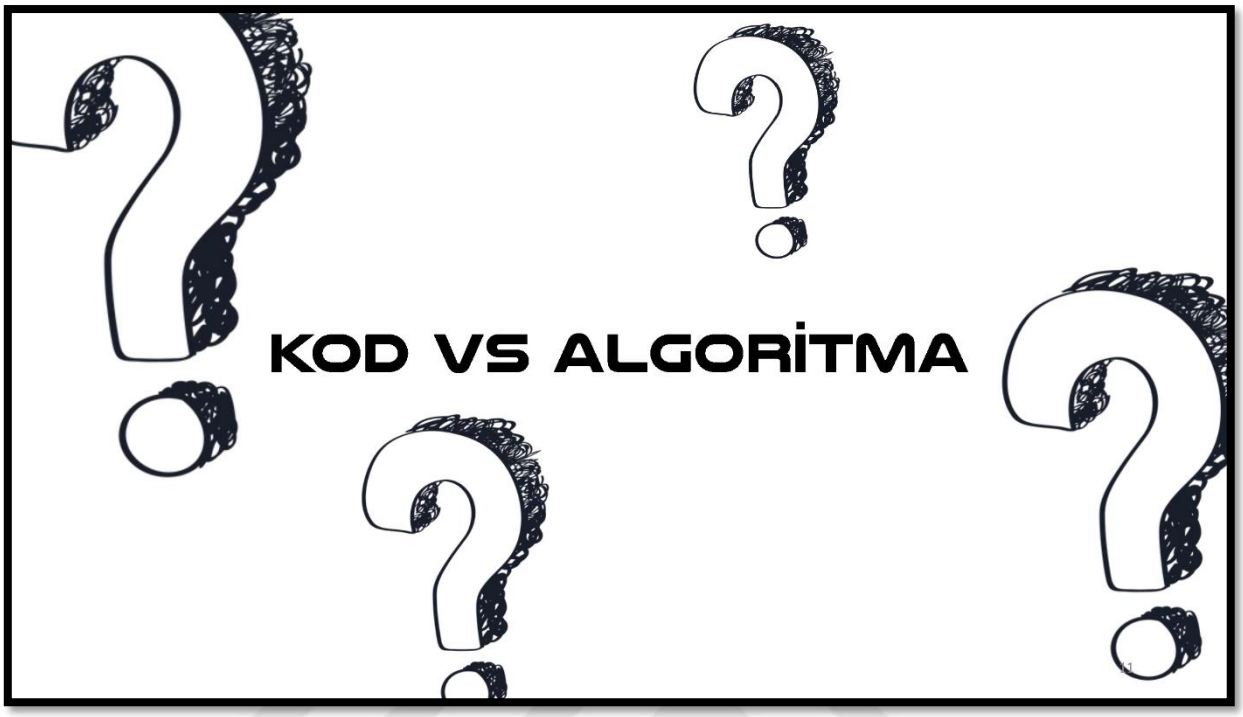
ALGORİTMASINI OLUŞTURALIM - 1

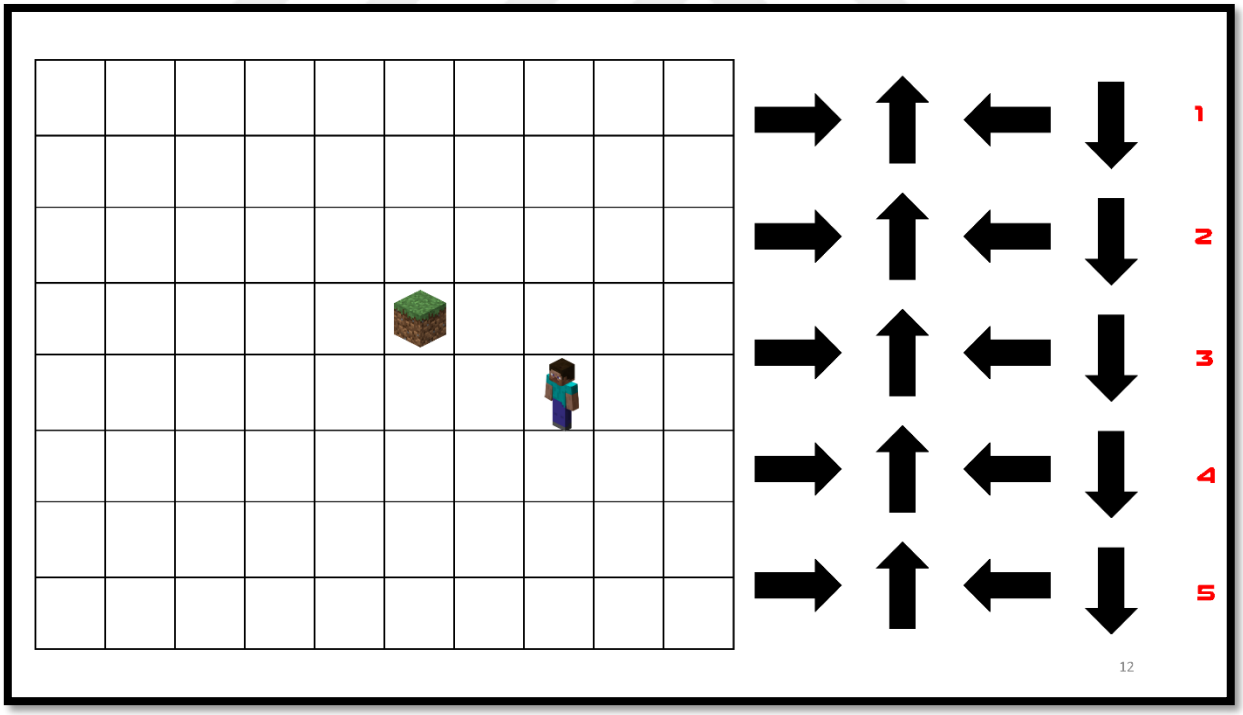


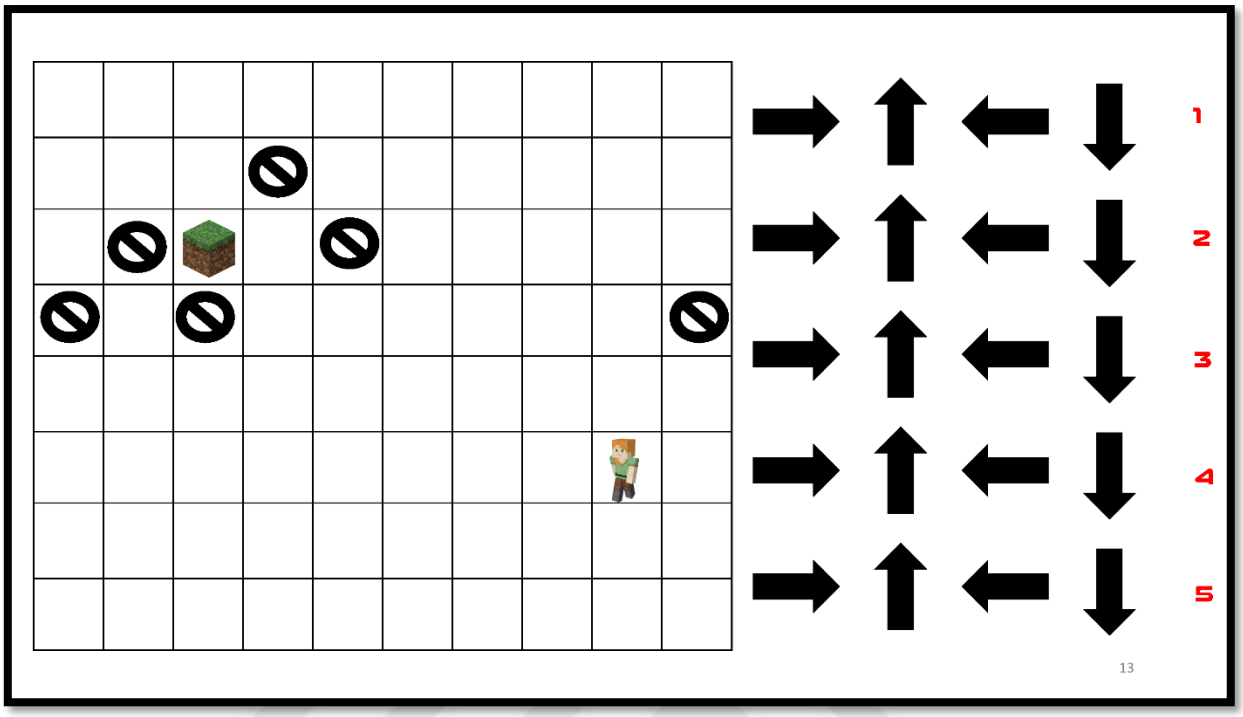
9

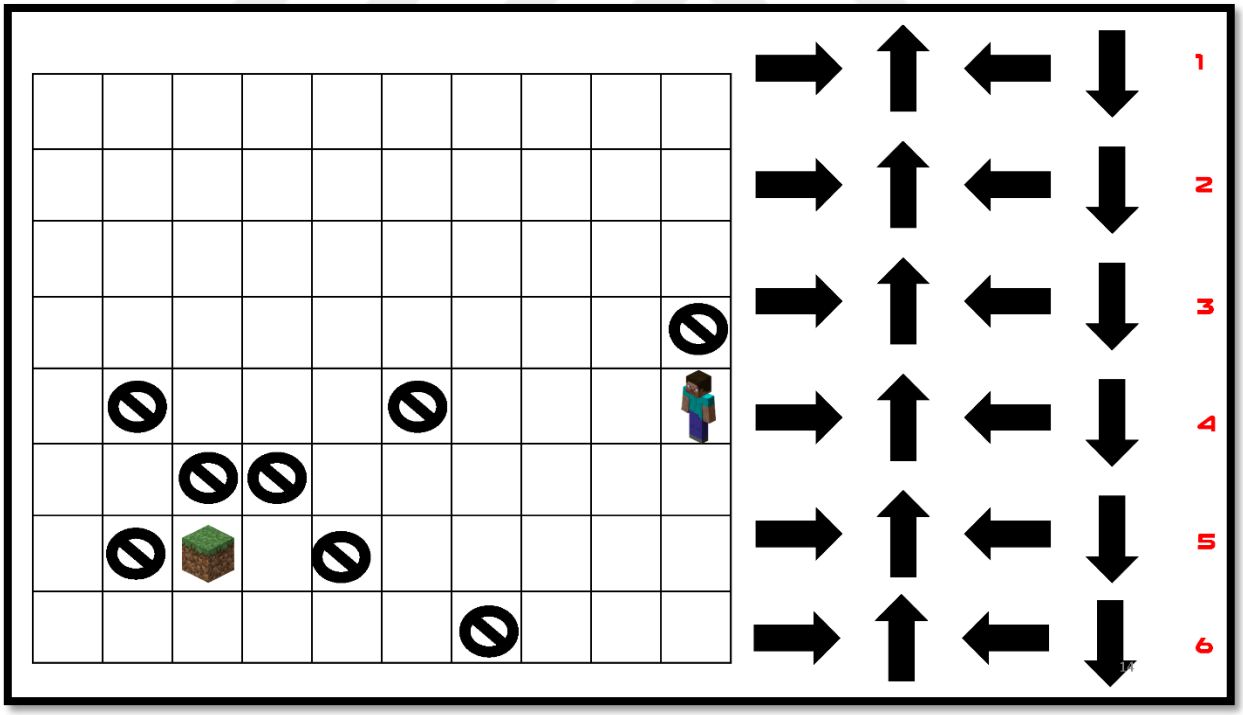
ALGORİTMASINI OLUŞTURALIM - 2

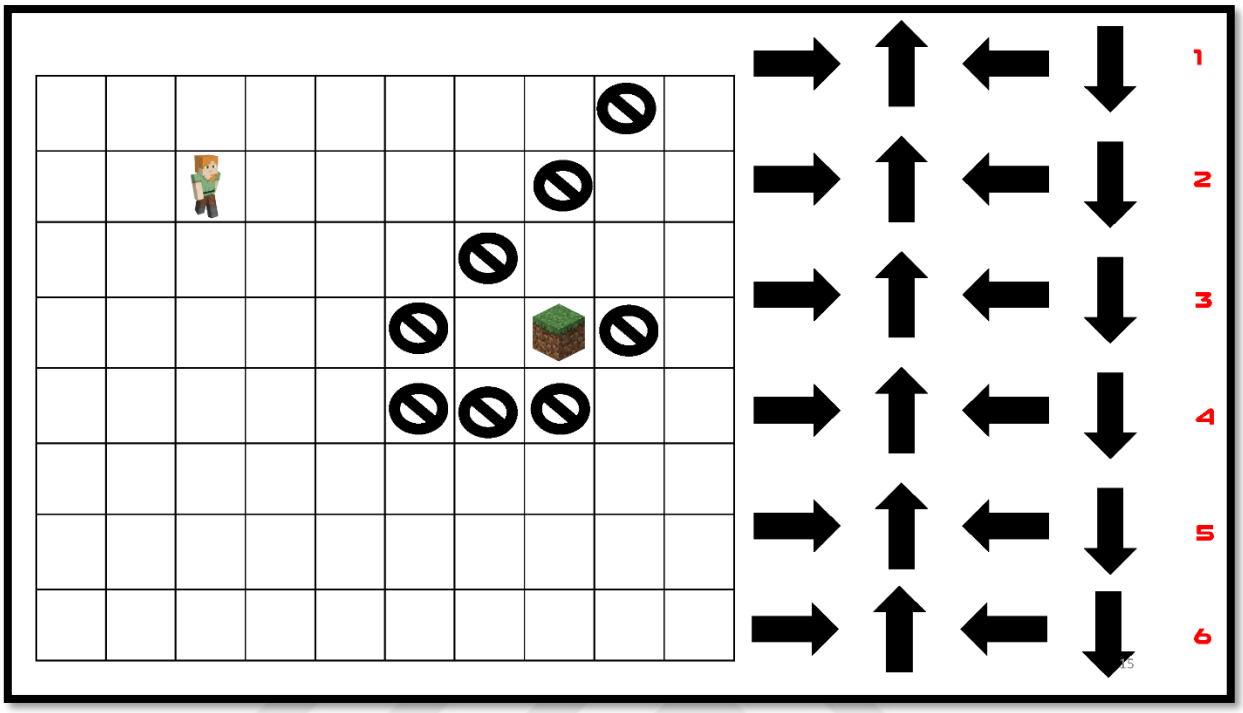
10

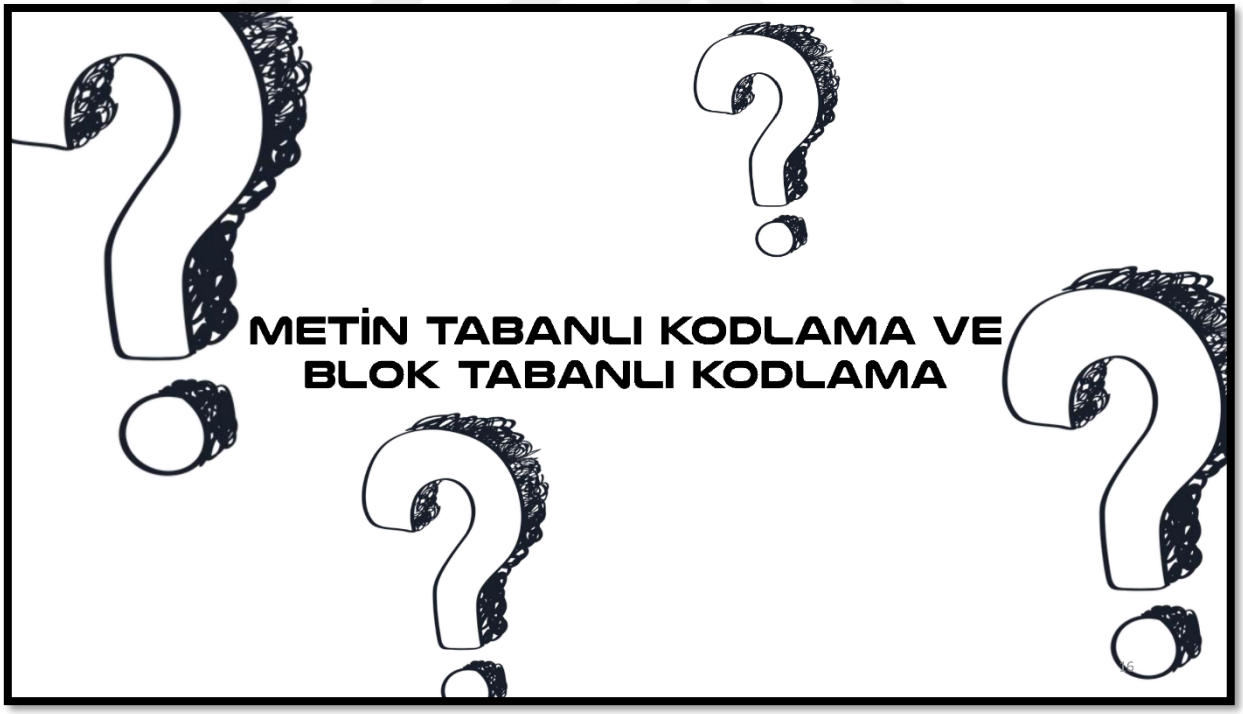

KOD VS ALGORİTMA


1
2
3
4
5


1
2
3
4
5
13

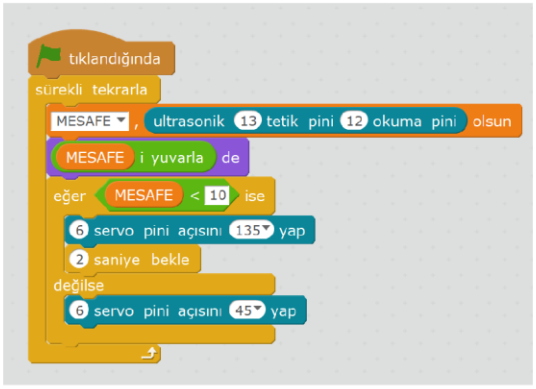

1
2
3
4
5
6


1
2
3
4
5
6


METİN TABANLI KODLAMA VE
BLOK TABANLI KODLAMA

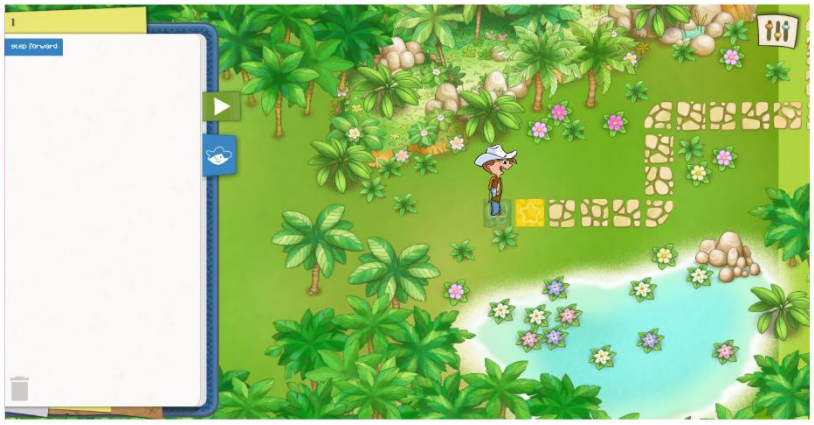
METİN TABANLI KODLAMA – BLOK TABANLI KODLAMA

```
int anaglogPin = A0;
float gerilimDegcr = 0;
float sensorDeger = 0;
float sicaklikDeger = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  sensorDeger = analogRead(anaglogPin);
  Serial.print("Sensor degeri: ");
  Serial.println(sensorDeger);

  gerilimDeger = (sensorDeger/1023)*5000;
  Serial.print("Gerilim degeri: ");
  Serial.println(gerilimDeger);

  sicaklikDeger = gerilimDeger / 10;
  Serial.print("Sicaklik degeri: ");
  Serial.println(sicaklikDeger);

  Serial.print("******************************");
  delay(1000);
}
```



17

RUN MARCO



https://runmarco.allcancode.com

18

CODE.ORG HESAP AÇMA

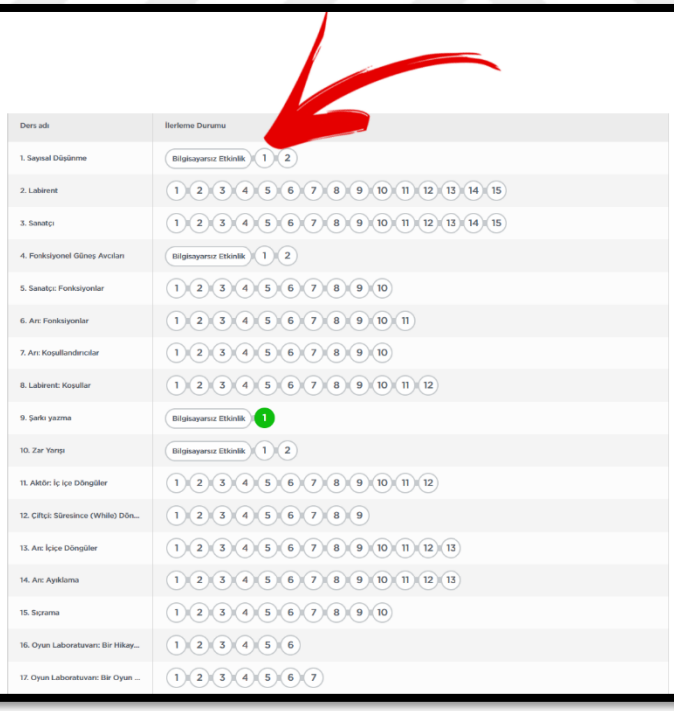
19

https://studio.code.org/users/sign_up

20

Sınıf Katılım Kodu: **GMKG****

21



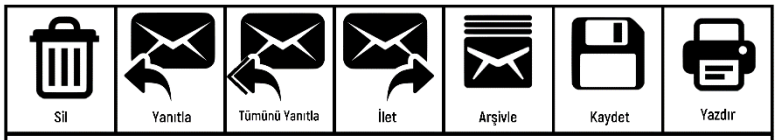
Ders adı	İlerleme Durumu
1. Sayısal Düşünme	Bilgisayarsız Etkinlik 1 2
2. Labirent	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
3. Sanatçı	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
4. Fonksiyonel Güneş Avcıları	Bilgisayarsız Etkinlik 1 2
5. Sanatçı: Fonksiyonlar	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
6. Arı: Fonksiyonlar	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
7. Arı: Koşullandırıcılar	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
8. Labirent: Koşullar	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
9. Şarkı yazma	Bilgisayarsız Etkinlik 1
10. Zar Yarışı	Bilgisayarsız Etkinlik 1 2
11. Aktör: İç içe Döngüler	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
12. Çiftçi: Süresince (While) Dön...	1 2 3 4 5 6 7 8 9
13. Arı: İçiçe Döngüler	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
14. Arı: Ayıklama	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
15. Sıçrama	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
16. Oyun Laboratuvarı: Bir Hikay...	1 2 3 4 5 6
17. Oyun Laboratuvarı: Bir Oyun ...	1 2 3 4 5 6 7

22

ERGİN İMRE ATÖLYESİ

TRAFİK SİNYALİZASYONU

23



Kimden:
Kime: EngineeringForABetterFuture
CC:
Konu: Trafik Sinyalizasyonu

Geleceğin Mühendisleri,

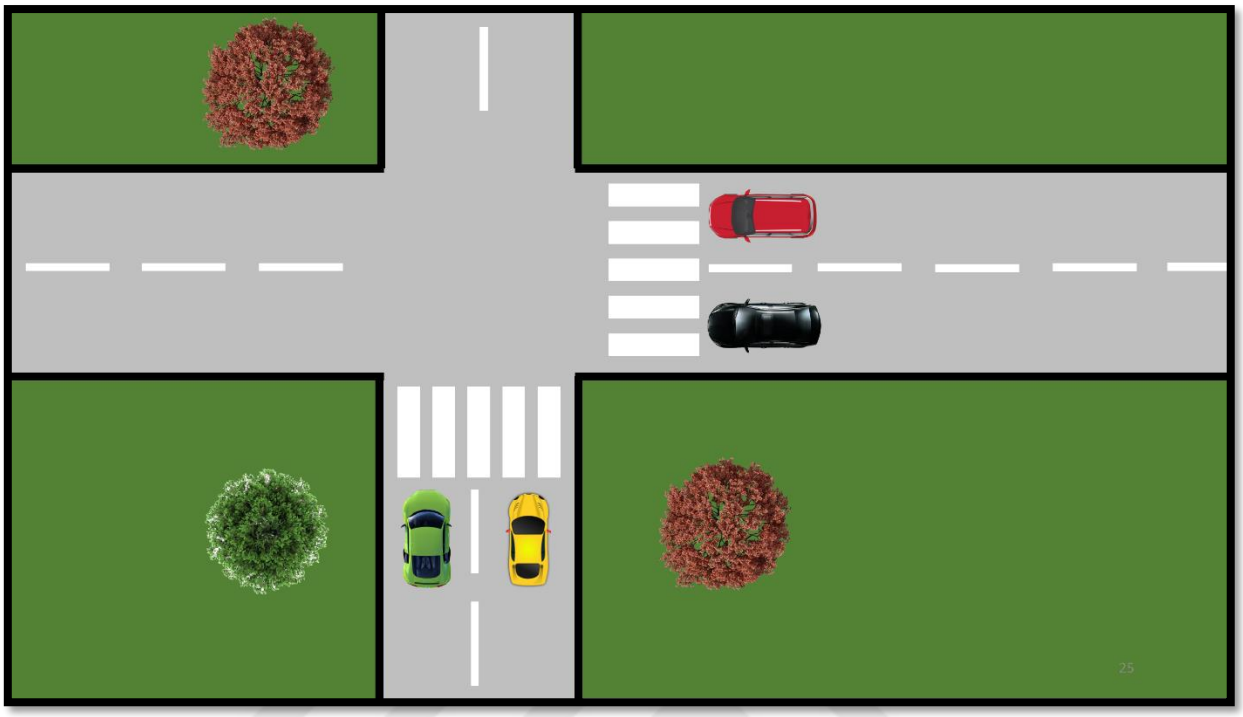
Merhaba! Ben Sarıyer Belediyesi Trafik ve Sinyalizasyon Şube Müdürlüğü amiri Burak. Bölgedeki trafik sinyalizasyonu ile ilgilenmekteyim. Yakın zamanda yapılan yollar için sizlerden bazı fikirler bekliyoruz. Ekteki krokiden bölgenin durumunu görebilirsiniz. Aşağıda sizlere kriterlerimizi paylaşıyorum.

- Öncelikle trafik ışığı nerelere yerleştirilmesi gerektiğine karar vermelisiniz.
- Ardından kaç trafik ışığı ihtiyacımız olduğunu tespit etmelisiniz.

Sizden gelecek fikirlere göre 2. aşamaya geçeceğiz.

Kolaylıklar,
Burak.

24



Sil | Yanıtla | Tümünü Yanıtla | İlet | Arşivle | Kaydet | Yazdır

Kimden:
Kime: EngineeringForABetterFuture
CC:
Konu: Trafik Sinyalizasyonu

Geleceğin Mühendisleri,

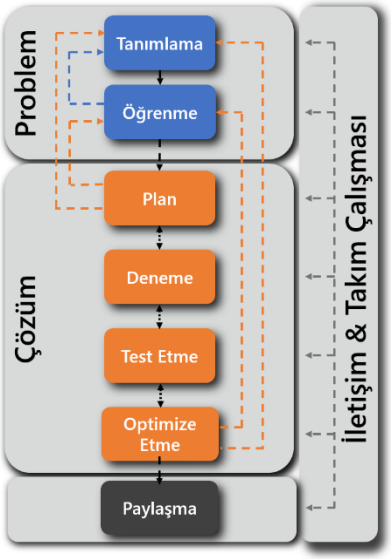
Sizlerden gelen fikirleri inceledim ve hepsini çok beğendim. Hepinizi tebrik ederim. Artık 2. aşamadayız ve sizlerden trafik ışıkları için prototip örnekleri bekliyoruz. Trafik ışıklarını tasarlarken sizlerden aşağıdaki kriterleri yerine getirmenizi bekliyoruz.

- Kullanacağınız LED'lerin ışınları ışık kirliliğine sebep olmamalıdır. Bu nedenle ışığın gökyüzüne kaçmasını engellemelisiniz.
- Trafik ışığınızın takip ettiği algoritmayı da bizimle paylaşmalısınız.
- Prototip için karton ya da tahtalar kullanabilirsiniz.
- Prototipiniz bittiğinde tanıtımını bir video hazırlayarak göndermelisiniz.

Unutmadan! Kırmızı ışık söner sönmez, sarı ışık yanmalı ve sarı ışık söner sönmez ise yeşil ışık yanmalıdır.

Kolaylıklar,
Burak.

Mühendislik Tasarım Süreci

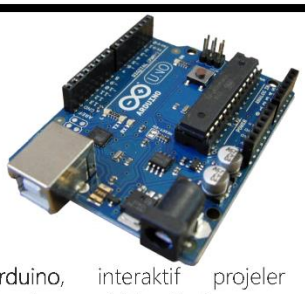


27

ERGİN İMRE ATÖLYESİ

ARDUİNO NEDİR? - SENSÖRLER

28



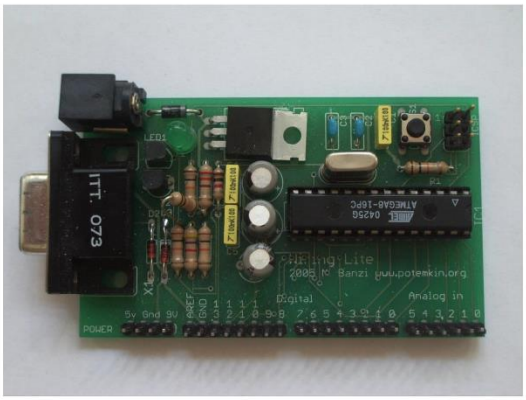
ARDUİNO NEDİR?

Arduino, interaktif projeler geliştirmek için tasarlanan, elektronik donanım ve yazılım temelli bir geliştirme platformudur. Arduino, İtalyan mühendisler tarafından geliştirilmiştir ve tamamen açık kaynak kodlu bir platformdur. Yani dilerseniz şık bir tasarıma sahip hazır Arduino kartlarını satın alabilir veya kendi komponentlerinizle kendi Arduino devrenizi yapabilir ve programlayabilirsiniz.

https://youtu.be/nL34zDTPkcs

29

İLK ARDUİNO PROTOTİPİ

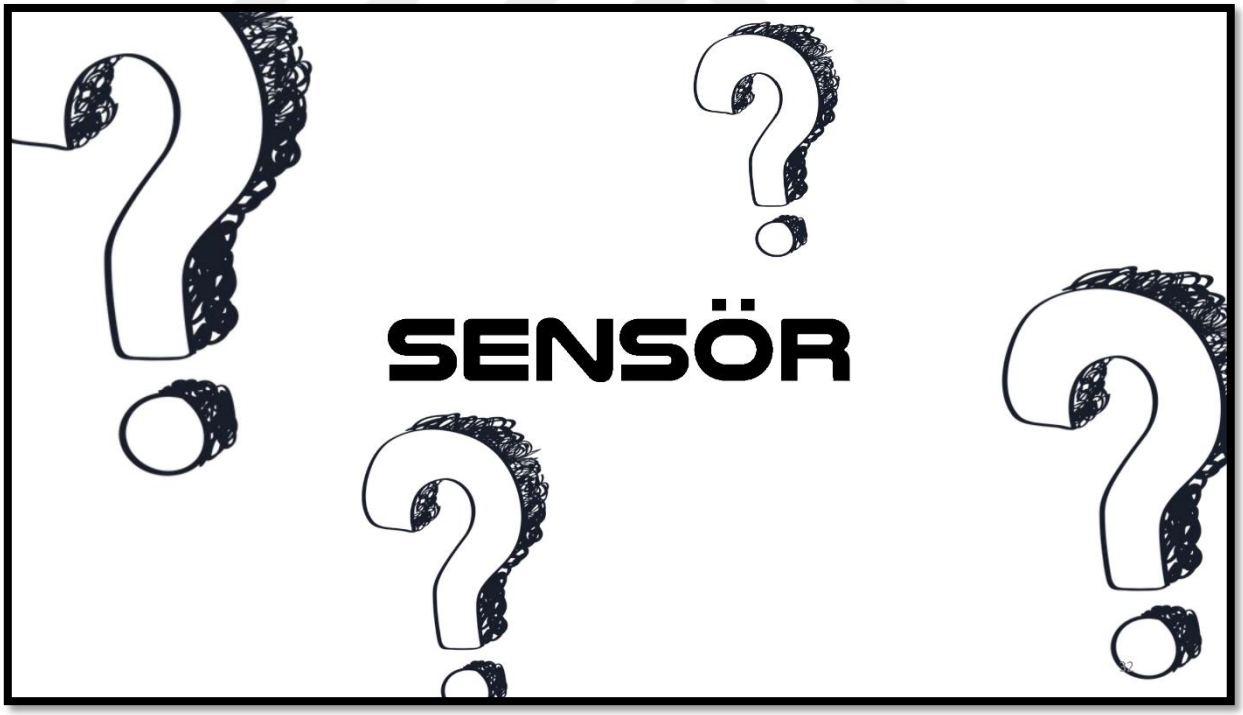


Tasarımcıları: Hernando Barragán (creator of Wiring), Massimo Banzi, David Cuartielles, Gianluca Martino and Tom Igoe

30

ARDUINO UNO

31



TEMEL SENSÖRLERİ TANIYALIM

33

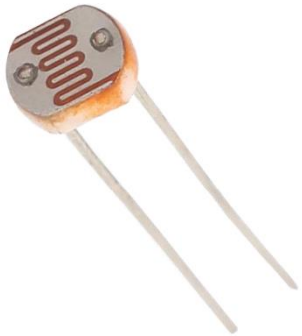
HC-SR04 ULTRASONİK SENSÖR (MESAFE SENSÖRÜ)

34

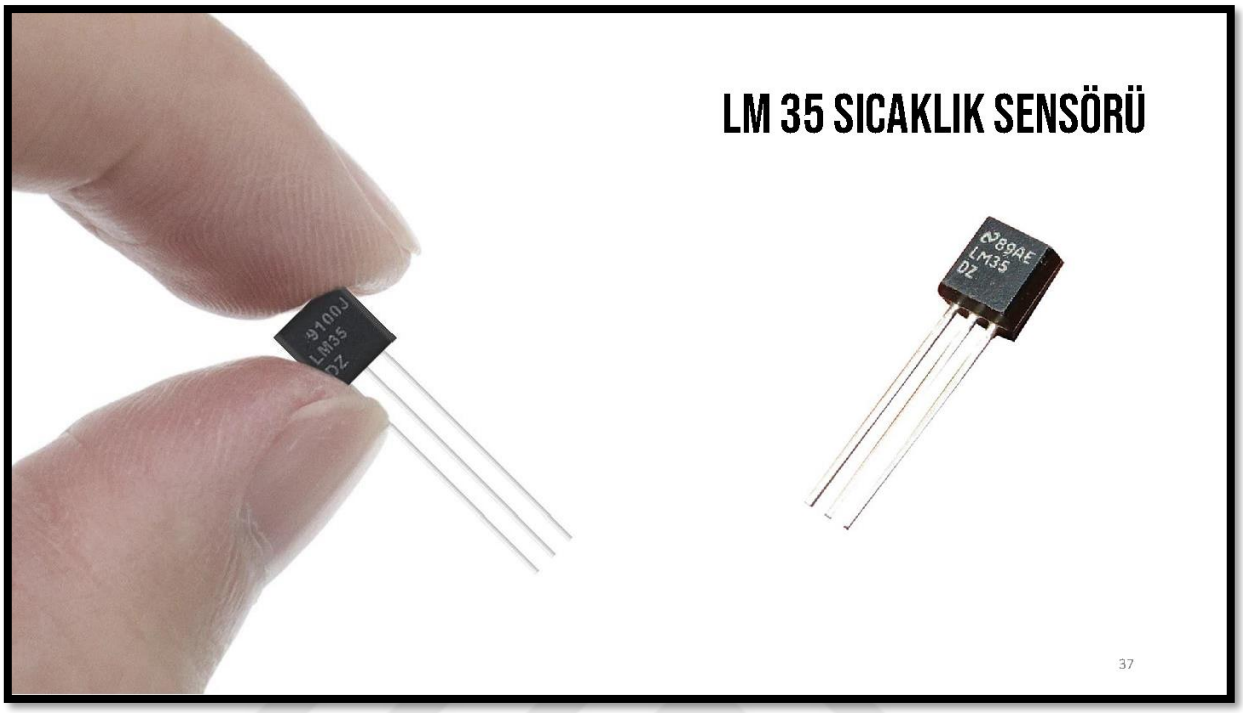
POTANSİYOMETRE (AYARLANABİLİR DİRENÇ)

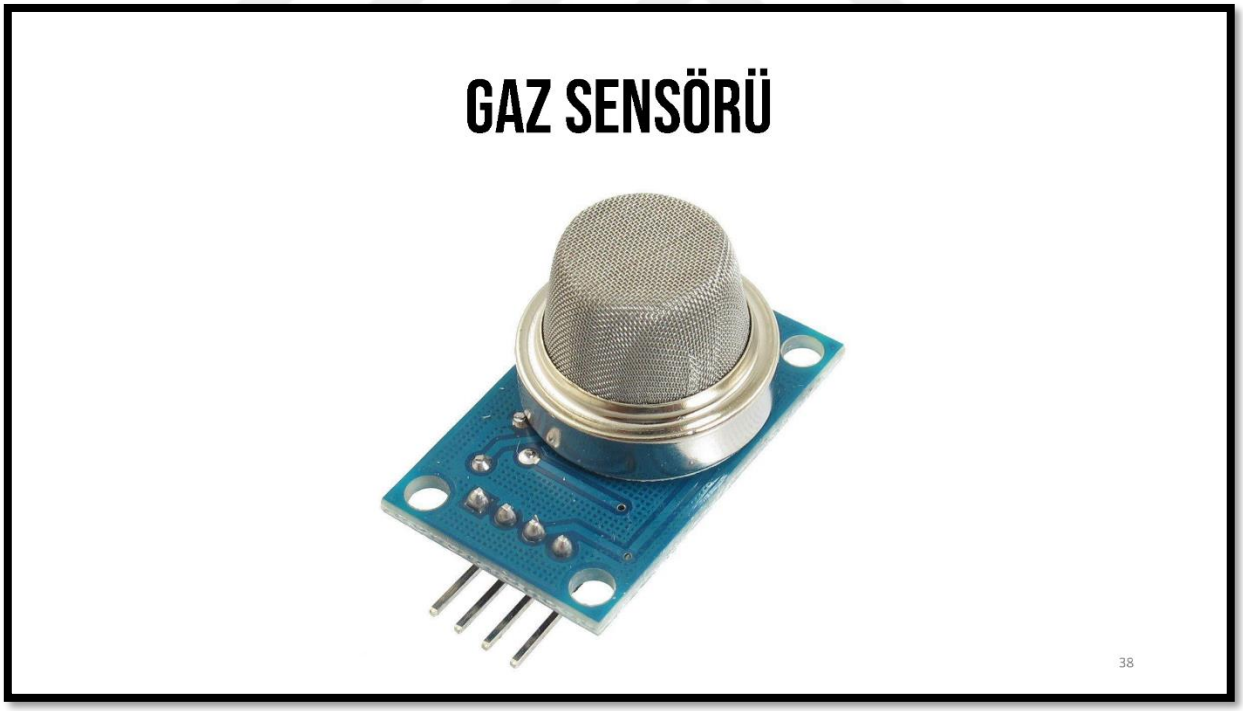
35

LDR (LIGHT DEPENDENT RESISTOR) – IŞIK SENSÖRÜ

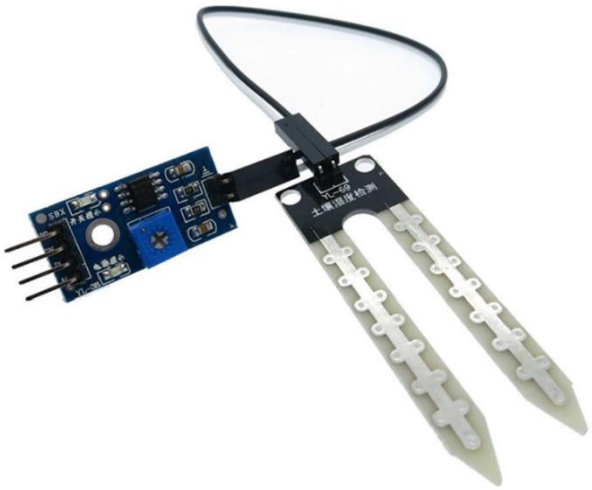


36


LM 35 SICAKLIK SENSÖRÜ
LM35
DZ
37


GAZ SENSÖRÜ
38

TOPRAK NEM SENSÖRÜ

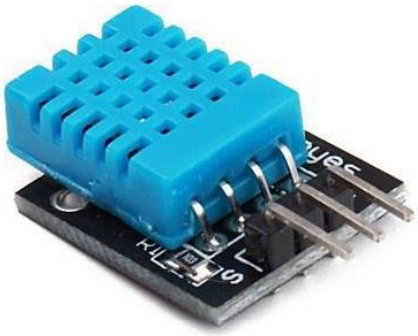


39

HC-SR501 HAREKET ALGILAMA SENSÖRÜ (PIR SENSOR)

40

DHT 11 SICAKLIK VE NEM SENSÖRÜ

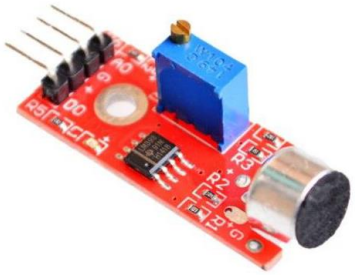


41

SU SEVİYESİ VE YAĞMUR SENSÖRÜ

42

SES ALGILAMA SENSÖRÜ



43

BUZZER (MİNİ HOPERLÖR)

44

YAĞMUR SENSÖRÜ

45

KIZILÖTESİ SENSÖR VE KUMANDA

46

XY JOYSTICK MODÜLÜ

47

RFID SENSÖR

48

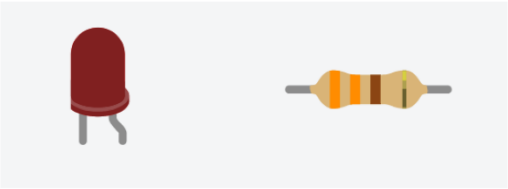
ERGİN İMRE ATÖLYESİ

ARDUİNO İLE LED YAKMA

49

ÖRNEK UYGULAMA – LED YAKMA

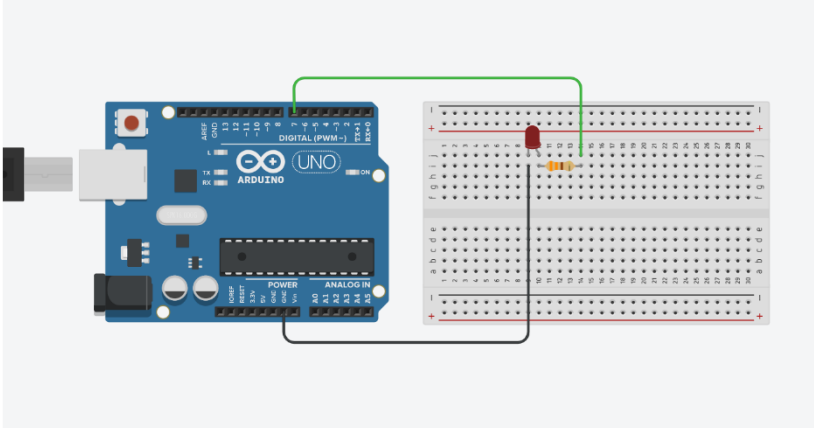
MALZEMELER



- Arduino UNO
- Breadboard
- Kırmızı LED
- 330 ohm direnç
- Jumper kablolar

50

DEVRE ŞEMASI



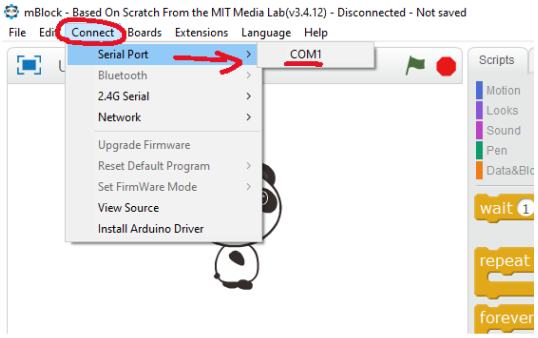
51

MBLOCK KODLARI

İndirme: https://dl.makeblock.com/mblock3/mBlock_win_V3.4.12.exe

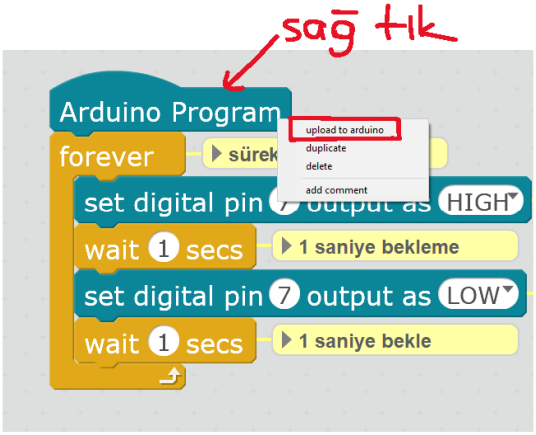
52

KODLARI YÜKLEME – 1. ADIM



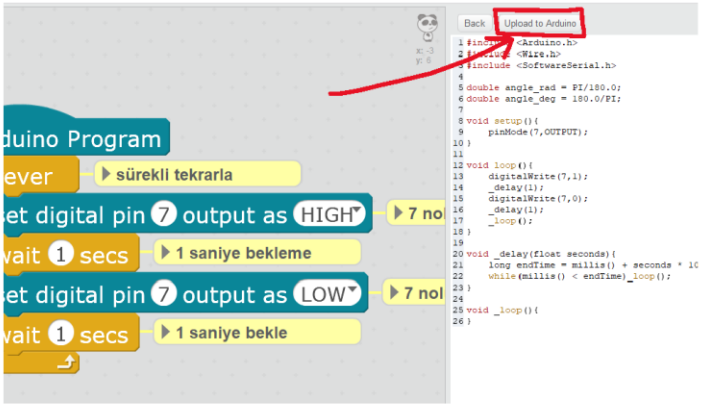
53

KODLARI YÜKLEME – 2. ADIM

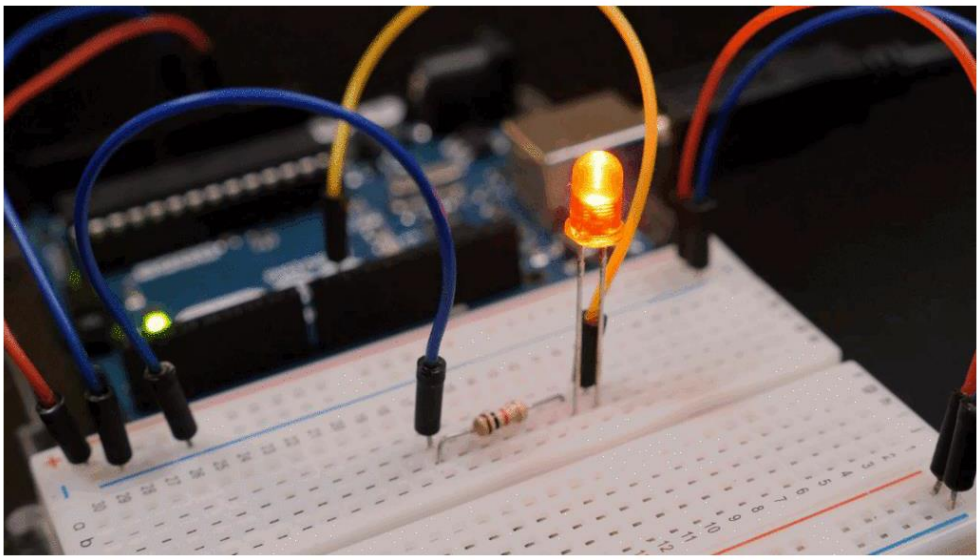


54

KODLARI YÜKLEME – 3. ADIM



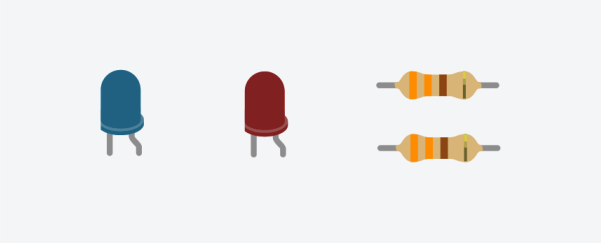
55



56

SIRA SENDE

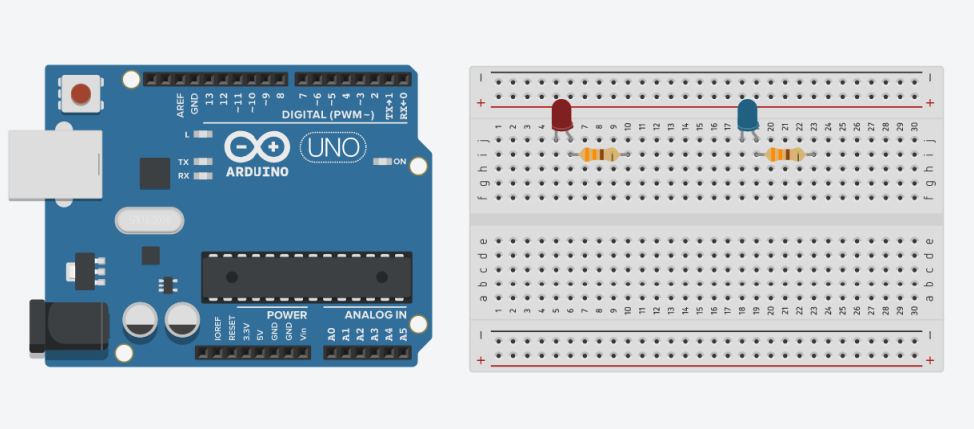
MALZEMELER



- Arduino UNO
- Breadboard
- Kırmızı LED
- Mavi LED
- 2x 330 ohm direnç
- Jumper kablolar

Görev: Kırmızı LED 1 saniye yanacak, söndüğünde mavi LED 1 saniye yanacak ve bu böyle devam edecek şekilde Arduino UNO kullanarak devre oluşturunuz ve algoritmasını mBlock üzerinden oluşturunuz.

57



Görsel üzerinde kalem ile Arduino'nun bağlantısını yapınız.

58

EK 9. Otopark Takip Sistemi Ders Planı – Öğretmen

Genel Bakış: Otopark Takip Sistemi

Sınıf Düzeyi

7. Sınıf

Dersin Süresi

8 Hafta (16 Ders Saati)

Dersin Özeti

YapayZeka AVM Yönetim Kurulu Başkanı olan Eylül Hanım, AVM otoparkı için bir takip sistemi yaptırmak istiyor. Böylece otopark içerisindeki boş ve dolu alanları daha kolay öğrenebilecek. Bu ders planında öğrenciler sesin farklı ortamlardaki süratini karşılaştırır, sesin yansıma ve soğurulmasına örnekler verir, enerjinin korunduğunu ve dönüşebildiğini öğrenir, teknoloji ile uzay araştırmaları arasındaki ilişkiyi açıklar ve Arduino UNO kartı kullanarak ultrasonik sensör ile mesafe ölçümü yapar.

Kazanımlar

T. C. Milli Eğitim Bakanlığı Öğretim Programı

Fen Bilimleri

- **F.6.5.3.1:** Sesin farklı ortamlardaki süratini karşılaştırır.
- **F.6.5.4.1:** Sesin yansıma ve soğurulmasına örnekler verir.
- Sesin bir enerji türü olduğunu öğrenir.
- Enerjinin bir biçimden diğerine dönüşebilir olduğunu fark eder.
- **F.7.1.1.3:** Teknoloji ile uzay araştırmaları arasındaki ilişkiyi açıklar.
- Dünya ile gök cisimleri arasındaki mesafenin nasıl ölçüldüğünü basitçe açıklar.

Matematik

- **M.7.1.1.1:** Tam sayılarla toplama ve çıkarma işlemlerini yapar, ilgili problemleri çözer.
- **M.7.1.1.3:** Tam sayılarla çarpma ve bölme işlemlerini yapar.
- **M.7.1.1.5:** Tam sayılarla işlemler yapmayı gerektiren problemleri çözer.
- **M.6.1.7.3:** Aynı veya farklı birimlerdeki iki çokluğun birbirine oranını belirler.

Teknoloji ve Tasarım

- **TT.7.B.1.13:** Tasarımı değerlendirdikten sonra elde ettiği verilerden hareketle tasarımını yeniden yapılandırır.
- **TT.7.B.1.14:** Tasarımını kullanıcıya ulaştırmak üzere tanıtım ve pazarlama imkânlarını değerlendirir.
- **TT.7.B.2.1:** Tasarımı için taslak çizimler yapar.
- **TT.7.C.2.1:** Tasarımın kullanıcının ihtiyacına ve beğenisine göre şekillendirildiğini ifade eder.
- **TT.7.C.2.6:** Günlük hayatta kullanılan bir ürünü mekanik tasarım özelliklerini dikkate alarak yeniden tasarlar.
- **TT.7.D.1.1:** Tasarım problemini söyler.
- **TT.7.D.1.2:** Tasarım probleminin çözümüne yönelik araştırma basamaklarını uygular.
- **TT.7.D.1.3:** Tasarım planı hazırlar.
- **TT.7.D.1.4:** Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.
- **TT.7.D.1.5:** Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir.
- **TT.7.D.1.6:** Tasarladığı ürünü değerlendirme sonuçlarına göre yeniden yapılandırır.

Genel Bakış: Otopark Takip Sistemi

Kazanımlar

Yeni Nesil Fen Standartları (Next Generation Science Standards)

OO. Dalgalar ve Elektromanyetik Radyasyon (MS.Waves and Electromagnetic Radiation)

- **MS-PS4-2:** Dalgaların çeşitli malzemelerden yansıdığını, emildiğini veya iletildiğini açıklamak için bir model geliştirin ve kullanın.
- **MS-PS4-3:** Sayısallaştırılmış sinyallerin analog sinyallerden daha güvenilir bir bilgi kodlama ve iletme yolu olduğu iddiasını desteklemek için nitel bilimsel ve teknik bilgileri entegre edin.

Mühendislik Tasarım (Engineering Design)

- **MS-ETS1-1:** İlgili bilimsel ilkeleri ve olası çözümleri sınırlayabilecek doğal çevre ve insanlar üzerindeki potansiyel etkileri dikkate alarak, başarılı bir çözüm sağlamak için bir tasarım sorununun kriterlerini ve sınırlılıklarını yeterli hassasiyetle tanımlar.
- **MS-ETS1-2:** Problemin kriterlerini ve sınırlılıklarını ne kadar iyi karşıladıklarını belirlemek için sistematik bir süreç kullanarak tasarım çözümlerini değerlendirir.
- **MS-ETS1-3:** Başarı kriterlerini daha iyi karşılamak için yeni bir çözümde birleştirilebilecek her birinin en iyi özelliklerini belirlemek için çeşitli tasarım çözümleri arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları belirlemek için testlerden elde edilen verileri analiz eder.
- **MS-ETS1-4:** Önerilen bir nesnenin, aracın veya işlemin yinelemeli test edilmesi ve değiştirilmesi için bir model geliştirir ve böylece optimal bir tasarımı elde eder.

Fen ve Mühendislik Uygulamaları (Science and Engineering Practices)

- **SEP1:** Soru Sormak ve Sorunları Tanımlamak
- **SEP2:** Model Geliştirme ve Kullanma
- **SEP3:** Araştırma ve Soruşturmaların Planlanması ve Yürütülmesi
- **SEP4:** Verileri Analiz Etme ve Yorumlama
- **SEP5:** Matematiği ve Bilgi İşlemsel Düşünmeyi Kullanma
- **SEP6:** Açıklamalar Oluşturma ve Çözümler Tasarlama
- **SEP7:** Kanıtlardan Argümana Girmek
- **SEP8:** Bilgi Edinme, Değerlendirme ve İletme

Bilgisayar Bilimleri Öğretmenleri Derneği K-12 Bilgisayar Bilimleri Standartları (Computer Science Teachers Association K-12 Computer Science Standards)

- **2-AP-10:** Karmaşık sorunları algoritma olarak ele almak için akış şemalarını ve/veya sözde kodu kullanın.
- **2-AP-13:** Programların tasarımını, uygulanmasını ve gözden geçirilmesini kolaylaştırmak için sorunları ve alt problemleri parçalara ayırın.
- **2-AP-15:** Kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayan bir çözümü geliştirmek için ekip üyelerinden ve kullanıcılardan geri bildirim alın ve dahil edin.
- **2-AP-17:** Bir dizi test senaryosunu kullanarak programları sistematik olarak test edin ve iyileştirin.
- **2-AP-18:** Hesaplama yapılarını işbirliği içinde geliştirirken görevleri dağıtın ve bir proje zaman çizelgesini koruyun.
- **2-AP-19:** Programları takip etmeyi, test etmeyi ve hata ayıklamayı kolaylaştırmak için belgeleyin.
- **3-AP-13:** Hesaplama sorunlarını çözmek için algoritmalar kullanan prototipler oluşturun.

Genel Bakış: Otopark Takip Sistemi

Kazanımlar

Girişimcilik (European Commision/EACEA /Eurydice)

Bilgi

- **K1 - Fırsatları Değerlendirme:** Yerel düzeyde sağlanan ürünleri ve hizmetleri tanıma veya bazı (iş) fikirlerin işe yaradığını, bazılarının yaramadığını anlama.
- **K2 - Toplumda Girişimcilerin Rolü:** Bir girişimcinin rolünü anlama.
- **K3 - Girişimcilikle İlgili Kariyer Seçenekleri:** Bir bireyin bir iş kurmasının farklı nedenlerinin olduğunu (para kazanma, diğerlerine yardım etme veya farklı bir şey yapma) anlama.

Beceri

- **S1 - Yaratıcılık:** Yaratıcı fikirler geliştirme ve değerlerini tanıma.
- **S2 - Planlama:** Basit planlama becerilerini uygulama ve sınırlı kaynaklar konusunda anlayış gösterme.
- **S3 - Finansal Okuryazarlık:** Ürünlerin fiyatını ve ederini anlama ve karşılaştırma.
- **S4 - Kaynakları Organize Etme:** Kaynakları basit bir şekilde anlamaya başlama.
- **S5 - Belirsizlik/Risk Yönetimi:** Riskin farkına varmaya ve kendi eylemlerinin sorumluluğunu almaya başlama.
- **S6 - Takım Çalışması:** Diğerleriyle çalışmaya başlama.

Tutum

- **A1 - Kendine Güven:** Kendisi hakkında daha güvenli hissetmeye ve gelecek için daha yüksek isteklere sahip olmaya başlama.
- **A2 - Girişim Duygusu:** Basit bir problem için çözümler aramaya başlama.

OTOPARK TAKİP SİSTEMİ

MALZEMELER

- Arduino UNO
- Breadboard
- 2x HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü
- JSN-SR04T ultrasonik mesafe sensörü
- Kırmızı LED
- Yeşil LED
- 2x 330 ohm direnç
- Jumper kablolar
- mBlock programı

ÖĞRETMEN SUNUMU

- 59. slayt – 77. slayt

ÖĞRENCİ SAYFALARI

- Örnek Uygulama
- Sıra Sende
- Sesin Yansıması
- Eylül Hanım'dan Gelen Mail
- Hayal Et, Öğren, Planla
- Taslak Çizimi
- Test Etme
- Boş Mail Taslağı
- Sesin Farklı Ortamlardaki Sürati

DERS ÖNCESİ HAZIRLIK

Ders öncesinde gruplar için malzemeler hazırlanır.

DERSE GİRİŞ

Söyle: Bu dersimizde HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörünü inceleyeceğiz. **Sor:** Ultrasonik ne demektir? **Söyle:** İngilizce 'ultra' ve 'sonic' kelimelerinin birleşimi olan ultrasonik kelimesi 'daha yüksek ses' anlamına gelmektedir. *(Öğretmen sunumu 60. slayt)*

Öğretmen sunumunda bulunan HC-SR04 sensörünün çalışma prensibi basit anlamda öğrencilere anlatılır. Ardından "Ultrasonic Sensor HC-SR04 and Arduino Tutorial" (https://youtu.be/ZejQOX69K5M) videosunun 30 ile 50. saniye arası izletilir. *(Öğretmen sunumu 61. slayt)* **Sor:** Daha önce "biyomimikri" kelimesini duydunuz mu? (Gelen cevaplar değerlendirilir). **Söyle:** Biyomimikri kısaca doğadan ilham alan insan teknoloji olarak tanımlanabilir. Yarasa ya da balina gibi canlıların mesafeleri ve engelleri algılama şekilleri taklit edilerek buna benzer teknolojiler üretilmiştir. Bunlardan biri de bugün incelediğimiz mesafe sensörüdür. En temelinde yüksek frekanslı bir ses dalgasının engele çarparak geri gelmesi sonucunda ölçülen sürenin matematiksel formüller yardımıyla (yol=hız x zaman) mesafeleri ölçebiliriz. *(Öğretmen sunumu 62. slayt)*

Öğrencilere "Örnek Uygulama" etkinliği yaptırılarak, HC-SR04 sensörünü Arduino UNO kartına nasıl bağlandığını ve mBlock ile nasıl kodlamasının yapıldığını araştırmaları için süre verilir. Süre sonunda desteğe ihtiyaç duyan öğrencilere destek sağlanır. Ardından öğretmen mBlock programı ile sensörün nasıl çalıştığını anlatabilir. *(Öğretmen sunumu 63-65. slayt)*

Ardından öğrencilerin öğrendiklerini pekiştirmeleri adına "Sıra Sende" etkinliği yapılır. Bu etkinlikte öğrencilerden mesafe sensörünü bir kitap eğer 20 cm'den yakınsa kırmızı LED, eğer uzaksa yeşil LED yakmaları için kodlamaları istenir. Bu sayede ana problem için bir alıştırma yapılır. Etkinlik devre şeması ve kodlaması öğretmen sunumu 68 ve 69. sayfalarda gösterilmiştir. Öğrencilerin sensörün oluşturduğu ses dalgalarını ve yansıyan ses dalgalarını çizebilmeleri için "Sesin Yansıması" etkinliği yaptırılır. *(Öğretmen sunumu 70. slayt)*

PROBLEMİ TANIMLAMA

Problem durumu için Eylül Hanım'dan gelen mail öğrencilerle paylaşılır. *(Öğretmen sunumu 71-72. slayt)* Öğrencilerin problemi ve kriterleri anlama durumunu tespit etmek için sorular sorulur. **Sor:** Handan Hanım'dan gelen mailde hangi problemden bahsediliyor?

Handan Hanım'ın gönderdiği eklerde bulunan görseller gösterilir ve "AKE Indoor Ultrasonic Parking Guidance System" (https://youtu.be/yepT9YOUKjs) videosu öğrencilere izletilir.

OTOPARK TAKİP SİSTEMİ

HAYAL ET, ÖĞREN, PLANLA

Öğrencilerin soru sormalarını, grup hâlinde beyin fırtınası yapmalarını sağlamak adına sınıf 4-5 kişilik gruplara ayrılır. Ardından, öğretmen problemin çözümünü araştırmaları için öğrencilere süre verir.

Öğrenciler problemin çözümü için kendi aralarında fikir alışverişi yapar ve grup olarak bir fikri gerçekleştirmek için karar alır. Öğrencilerden DENEME ve ÜRETME aşamasına başlamadan önce, hayal ettikleri ürünün taslak olarak planını çizim yapmaları istenir. **Not:** Üretme aşaması başlamadan önce tüm çizimler onaylanmalıdır. Öğrencilere bu aşamanın PLANLAMA aşaması olduğu hatırlatılır.

Öğrencilerin araştırmalarını gruplar halinde sunmaları için birkaç dakika süre verilir. **Sor:** Tasarımınızı ultrasonik mesafe sensörü ya da Arduino UNO kartı kullanmadan yapacak olsaydınız nasıl bir ürün planlardınız?

DENEME ve ÜRETME

Öğrencilerin bu aşamada, problemin çözümü adına ürün oluşturması sağlanmalıdır. Problem senaryosunda geçen kriterlere uymaları gerektiği öğrencilere hatırlatılır. Grupların tasarım ve özelliklerine uygun olarak otopark takip sistemi yapabilmeleri için grupların seçtikleri malzemeler gruplara dağıtılır.

Öğrencilere bu aşamanın DENEME ve ÜRETME aşaması olduğu hatırlatılır.

TEST ETME

Gruplar tasarladıkları sistemleri hem problem senaryosunda bulunan kriterlere göre hem de öğrenci etkinlik sayfasında bulunan TEST ETME bölümünü takip ederek test eder. **Sor:** Şu an mühendislik tasarım sürecindeki hangi aşamadayız? (Test etme). Kriterlere uymayan ve problemin çözümü olmayan ürünler tekrar DENEME ve ÜRETME ya da PLANLAMA adımına yönlendirilir. İşlevsel çözümlere ise geliştirilmek için süre verilebilir.

Tasarımını bitiren gruplara prototiplerini ve videolarını sunmaları için imkan ve süre verilir.

Bu bölümün sonunda sesin farklı ortamlardaki süratinin karşılaştırılması adına "Sesin Farklı Ortamlardaki Sürati" etkinliği yapılır. (*Öğretmen sunumu 73-75. slayt)* Etkinlik öncesinde öğretmen tarafından bir sonraki sayfadaki kodlar Arduino UNO kartına yüklenmelidir.

KAPANIŞ TARTIŞMASI

Aşağıdaki soru sorularak öğrenciler için bir tartışma ortamı sağlanır:

- Ultrasonik sensör ile Dünya ile Venüs arasındaki mesafeyi ölçebilir misiniz? Neden?
- Sizce Dünya ile diğer gök cisimleri arasındaki mesafelerin ölçülmesi teknolojinin gelişimi ile nasıl etkilenmiştir? (*Öğretmen sunumu 76-77. slayt)*

ÖĞRETMEN NOTLARI

SESİN FARKLI ORTAMLARDAKİ SÜRATİ

KODLAR

Buradaki kodlara aynı zamanda https://bit.ly/3iSq5AI adresinden de ulaşabilirsiniz.

https://www.arduino.cc/en/software adresinden Arduino IDE programı bilgisayara indirilir.

SesHizi | Arduino 1.8.13

File Edit Sketch Tools Help

SesHizi

```
int trigPin = 7;
int echoPin = 6;

int sure;

void setup(){
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  sure = pulseIn(echoPin, HIGH);

  Serial.print("Sesin gidis ve gelis suresi toplami ");
  Serial.print(sure);
  Serial.println(" mikrosaniye olarak olculmustur.");
  delay(1000);
}
```

EK 10. Otopark Takip Sistemi Ders Planı – Öğrenci

Eylül Hanım'dan Gelen Mail

Sil	Yanıtla	Tümünü Yanıtla	İlet	Arşivle	Kaydet	Yazdır

Kimden:
Kime: EngineeringForABetterFuture
CC:
Konu: Otopark Takip Sistemi

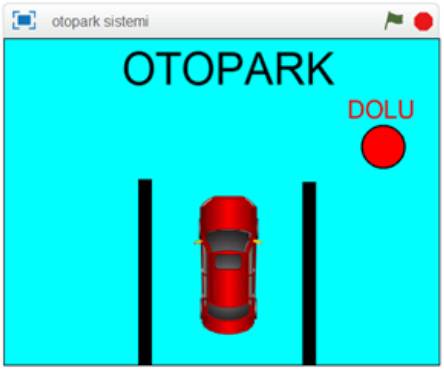
Geleceğin Mühendisleri,

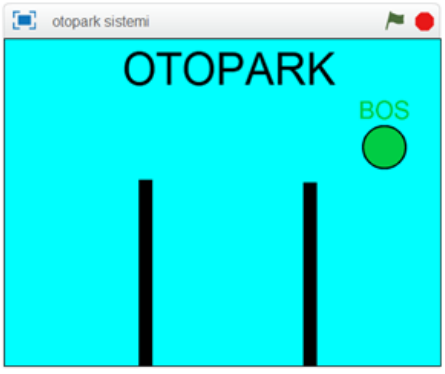
Yaptığınız tasarımları yakından takip ediyor ve sizleri kutluyoruz. Yeni projemiz olan YapayZeka AVM otoparkı için bir takip sistemine ihtiyaç duymaktayız. Aşağıda sizlere kriterlerimizi paylaşıyorum.

- Otopark alanına araç park edildiğinde kırmızı LED ile boş olduğu durumlarda ise yeşil LED ile takip etmek istiyoruz.
- Prototipte üreteceğiniz tasarım en az 2 araçlık bir kapasitesi olmalıdır.
- Prototip için ultrasonik sensör kullanmalısınız.
- Araçların hangi park alanlarına park ettiklerini "mBlock" programıyla anlık olarak görmek istiyoruz. *(Ekteki görseller size yardımcı olacaktır.)*

İyi çalışmalar,
Eylül
YapayZeka AVM Yönt. Kurulu Başkanı

https://youtu.be/yepT9YOUKjs





Hayal Et, Öğren, Planla

Problemi kendi cümleleriniz ile yazınız.

Hangi bilgiye sahipsiniz, bu **TASARIM** ile ilgili neler biliyorsunuz?

Bugünkü **TASARIM** ile ilgili ne gibi soruların var?

Araştırma için kullandığınız kaynaklar nelerdir? Yazınız.

Meslek ve Sorumluluklar

Aşağıdaki bölüme bu çalışmadaki mesleğinizi ve sorumluklarınızı belirtiniz.

Seçtiğiniz meslekte çalışan kişilerin görevleri nelerdir?

Sizin bu projedeki göreviniz nedir?

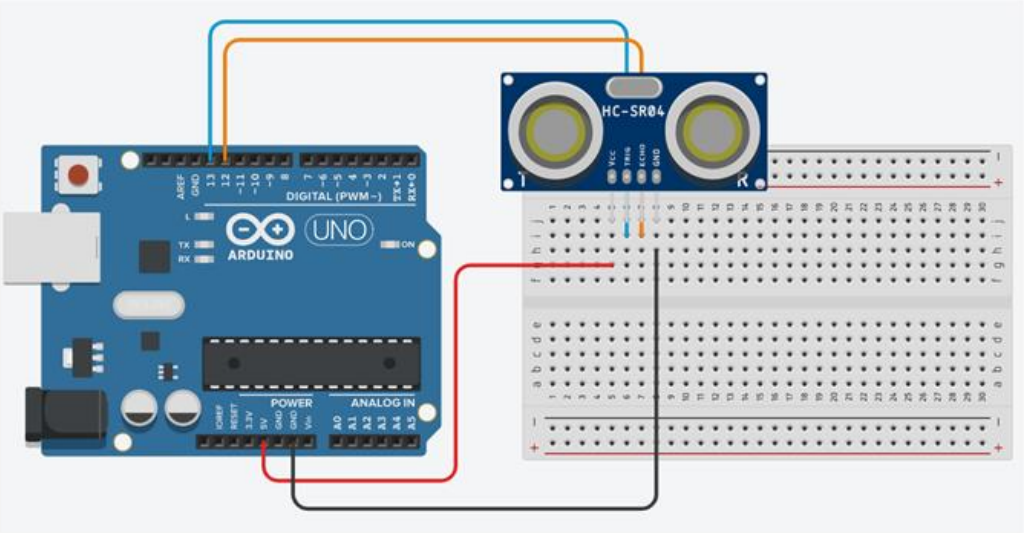
Etkinlik

1 Örnek Uygulama

HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörünü aşağıdaki devre şemasında gösterildiği gibi breadboard yardımıyla Arduino UNO kartına takınız. Ardından aşağıdaki mBlock kodlarını yazarak çalıştırınız. Bu sayede etrafınızdaki cisimlerin uzaklığını ölçebilirsiniz.

MALZEMELER

- Arduino UNO
- Breadboard
- HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü
- Jumper kablolar



Devre Şeması

mBlock Kodları

4

Etkinlik

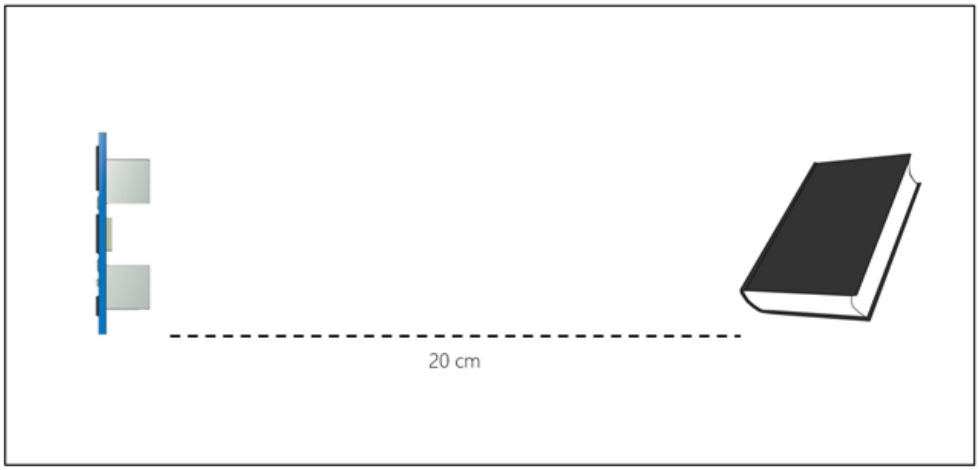
2 Sıra Sende

GÖREV

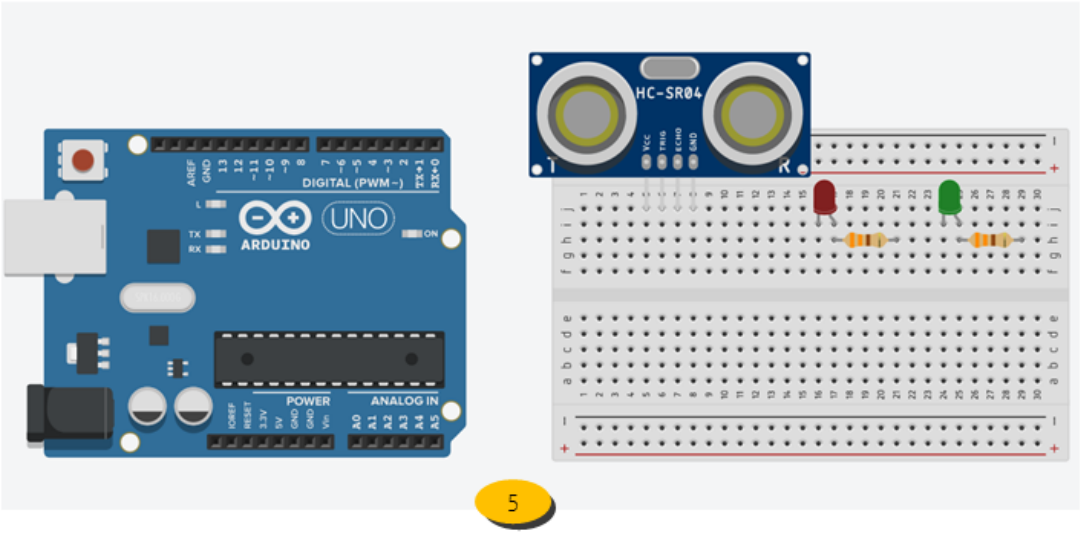
Mesafe sensörünü, bir kitap eğer 20 cm'den yakınsa kırmızı LED, eğer uzaksa yeşil LED yanacak şekilde devre tasarlayınız ve mBlock üzerinden kodlamasını yapınız.

MALZEMELER

- Arduino UNO
- Breadboard
- HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü
- Kırmızı LED
- Mavi LED
- 2x 330 ohm direnç
- Jumper kablolar



Görsel üzerinde kalem ile Arduino'nun bağlantısını yapınız.

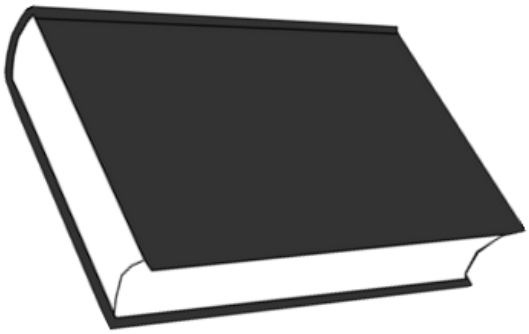


5

Etkinlik

3 Sesin Yansıması

Aşağıdaki bölümde sensörden çıkan ses dalgalarını ve engele çarptıktan sonra yansıyan ses dalgalarını çizerek gösteriniz.



6

Hayal Et, Öğren, Planla

Grubunuzda ortaya çıkan tüm fikirler nelerdir?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Hangi fikri daha çok beğendiniz ve yapmaya karar verdiniz? Neden?

_____

_____

_____

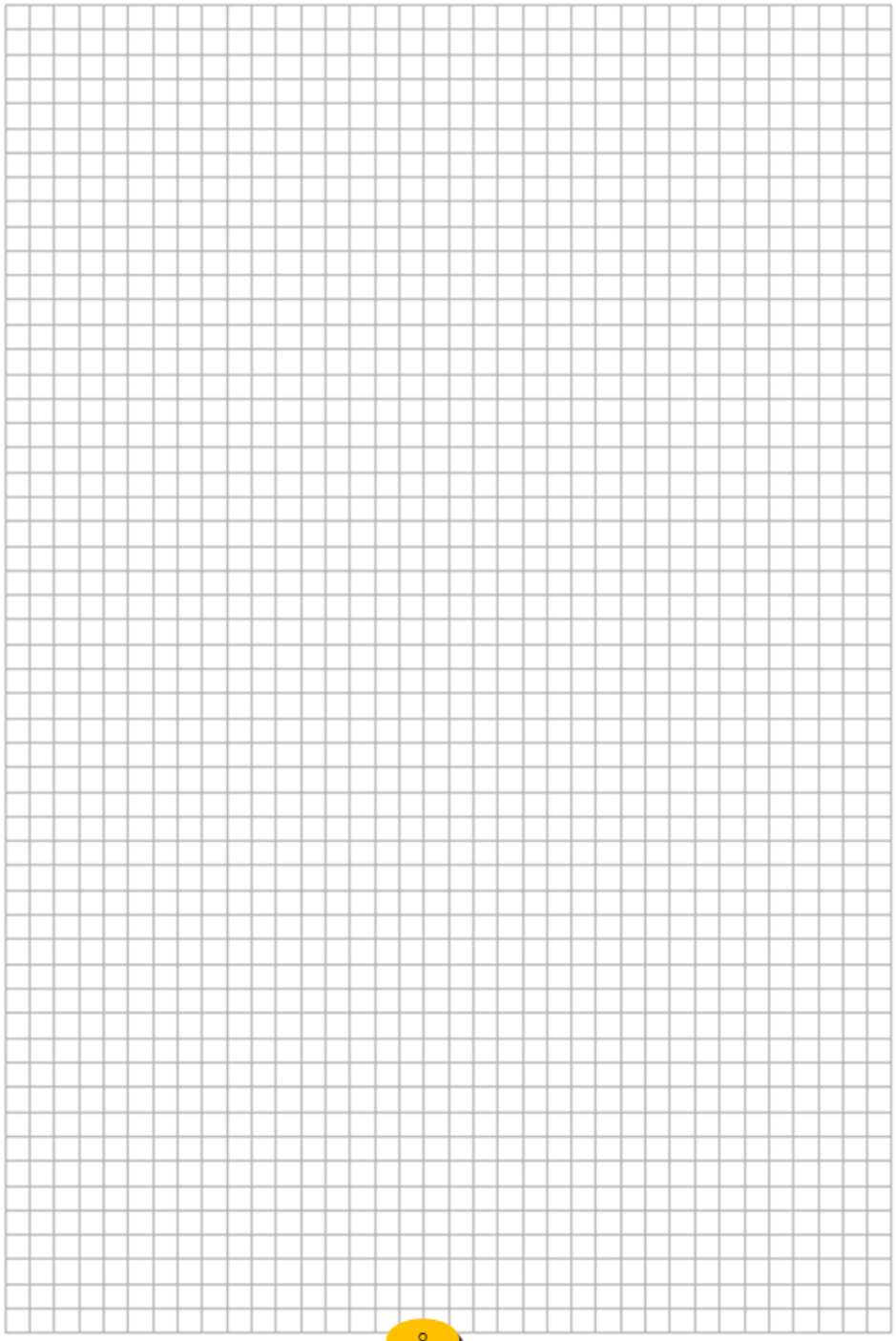
TASARIMınızı oluştururken hangi malzemeleri kullanmayı planlıyorsunuz?

_____

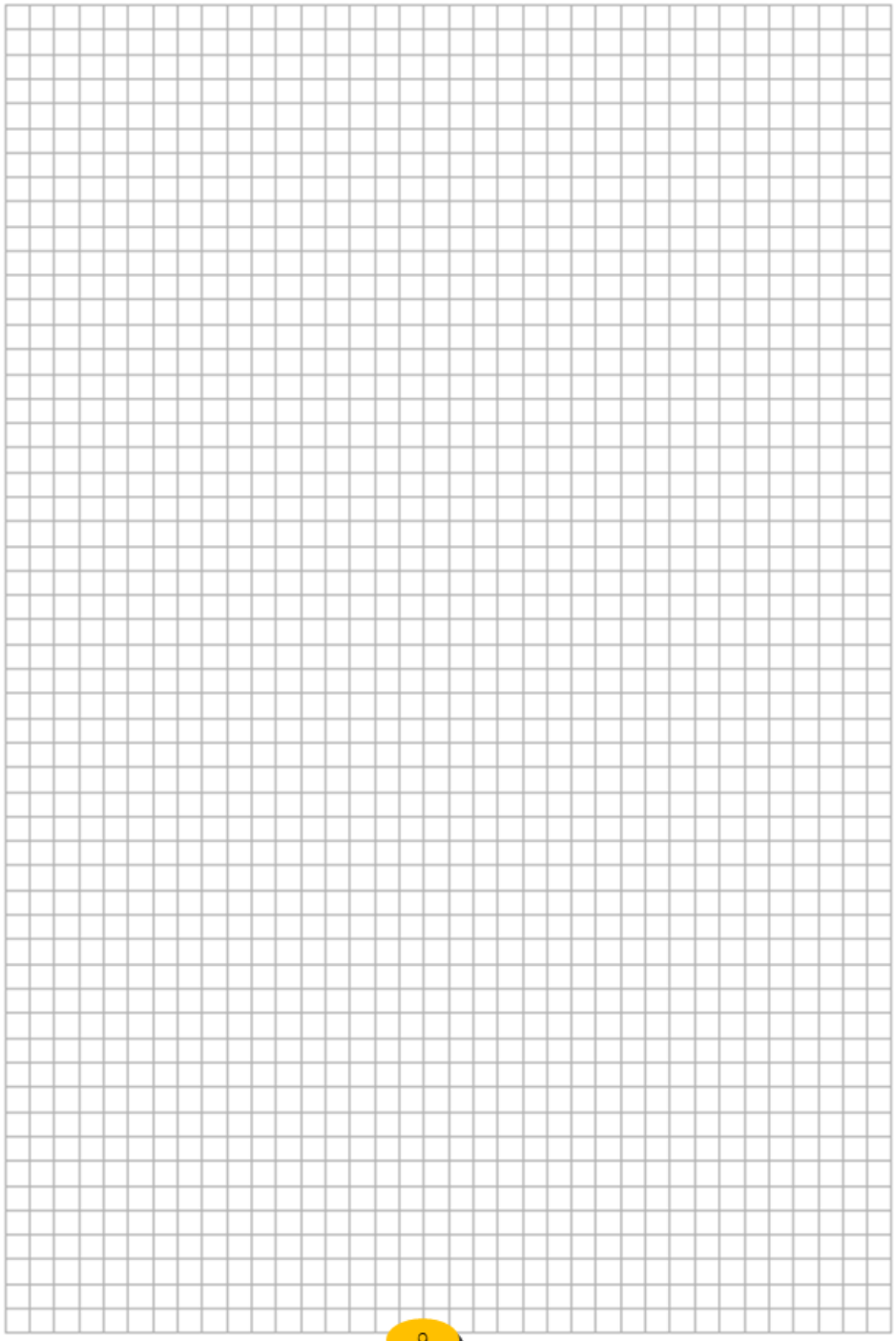
_____

_____

Taslak Çizimi



Taslak Çizimi



Test Etme

	Evet	Hayır
Otopark alanına araç park edildiğinde kırmızı LED ile boş olduğu durumlarda ise yeşil LED yanıyor mu?	☐	☐
Prototipiniz en az 2 araç kapasitesine sahip mi?	☐	☐
Araçların hangi park alanlarına park ettiklerini "mBlock" programıyla anlık olarak görebiliyor musunuz?	☐	☐

Sizce tasarımınızda geliştirilmesi gereken kısımlar nelerdir?

_____

_____

_____

_____

_____

Bu süreç sırasında yaşadığın zorluklar nelerdir?

_____

_____

_____

_____

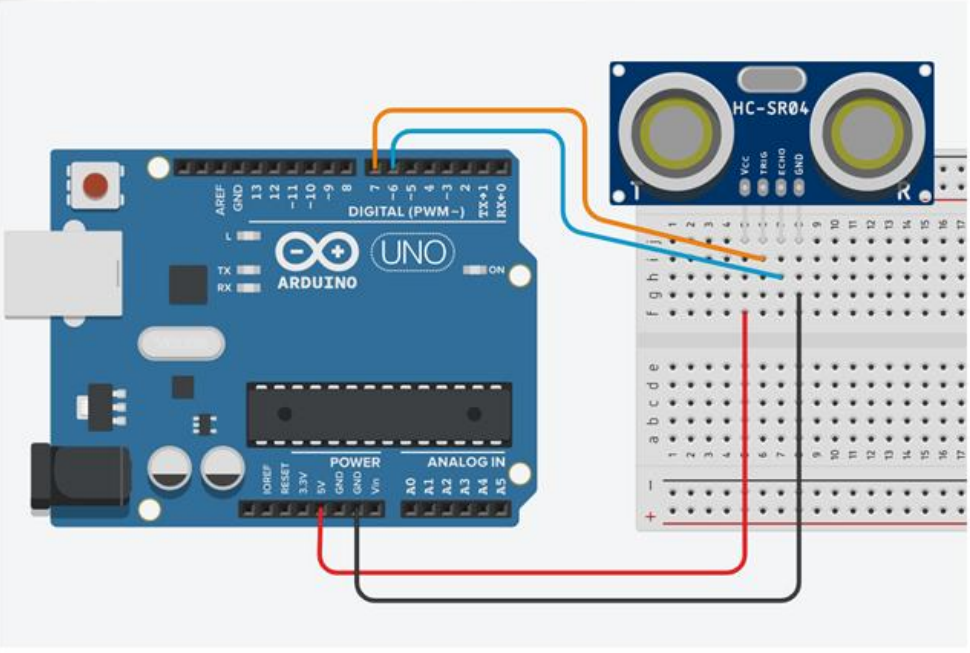
_____

Etkinlik

4 Sesin Farklı Ortamlardaki Sürati

JSN-SR04T

Bir akvaryum ve su geçirmez ultrasonik mesafe sensörü (JSN-SR04T) yardımıyla aşağıdaki devreyi tasarlayarak sesin hava-su ortamlardaki sürati karşılaştırınız.



11

Etkinlik

4 Sesin Farklı Ortamlardaki Sürati (Hava)

Öğretmeninizden içerisine kodlar yüklenmiş olan Arduino UNO kartını alarak bir cetvel ya da metre yardımıyla bir engeli sırasıyla 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm ve 50 cm olarak ölçüm yaparak "toplam süre" bölümüne yazınız ve sesin havadaki süratini hesaplayınız.

Uzunluk	Toplam Süre/2	Sürat = Yol / Süre
10 cm		
20 cm		
30 cm		
40 cm		
50 cm		
Ortalama Sürat		

Etkinlik

4 Sesin Farklı Ortamlardaki Sürati (Su)

Öğretmeninizden içerisine kodlar yüklenmiş olan Arduino UNO kartını alarak bir cetvel ya da metre yardımıyla bir engeli sırasıyla 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm ve 50 cm olarak ölçüm yaparak "toplam süre" bölümüne yazınız ve sesin sudaki süratini hesaplayınız.

Uzunluk	Toplam Süre/2	Sürat = Yol / Süre
10 cm		
20 cm		
30 cm		
40 cm		
50 cm		
Ortalama Sürat		

Boş Mail Taslağı

Sil	Yanıtla	Tümünü Yanıtla	İlet	Arşivle	Kaydet	Yazdır

Kimden: EngineeringForABetterFuture
Kime:
CC:
Konu:

Bu mail taslağını kullanarak Eylül Hanım'a cevabınızı gönderebilirsiniz.

14

Fiyatlandırma Bölümü

Bu projede kullandığınız tüm malzemeleri aşağıdaki alana fiyatlandırmasını yapınız ve proje bütçesini belirleyiniz.

No	Malzeme	Birim	Fiyat

Toplam: _____

15

EK 11. Otopark Takip Sistemi Ders Planı - Öğretmen Sunumu

ERGİN İMRE ATÖLYESİ

OTOPARK TAKİP SİSTEMİ

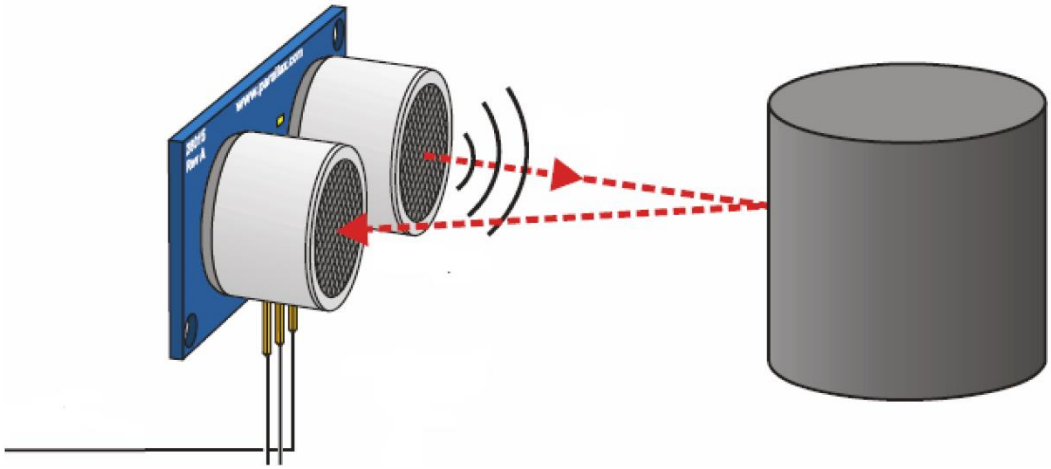
60

HC-SR04 ULTRASONİK SENSÖR

İngilizce 'ultra' ve 'sonic' kelimelerinin birleşimi olan ultrasonik kelimesi 'daha yüksek ses' anlamına gelmektedir. Bu ultrasonik ses dalgaları, insan kulağının duyamayacağı 20 kHz – 500 kHz frekans bandına sahiptir. Ultrasonik ses dalgalarını kullanan sensörler ile nesnelerle herhangi bir temas halinde olmadan mesafe ölçümleri yapılabilmektedir.

61

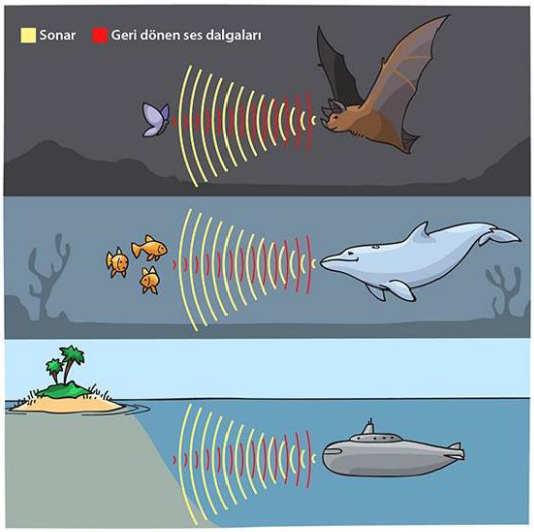
ÇALIŞMA PRENSİBİ



https://youtu.be/ZejQOX69K5M

62

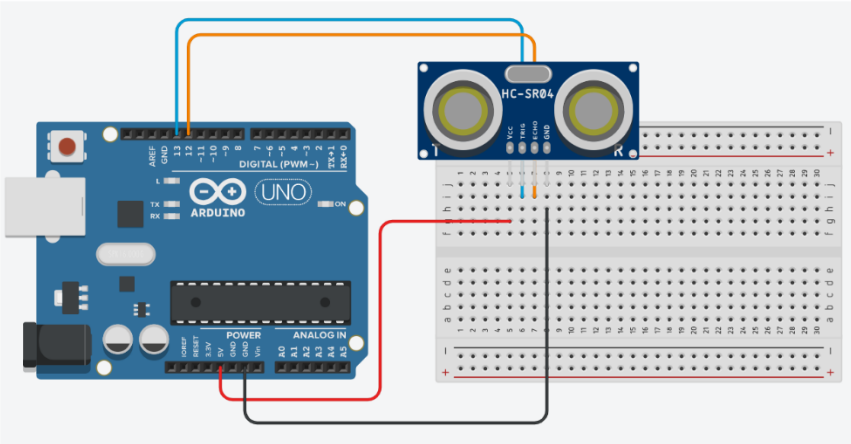
BİYOMİMİKRİ



Biyomimikri (kelimenin tam anlamıyla: canlıların taklidi), doğa tarafından benimsenen doğal seleksiyon çözümlerinden ilham almayı ve ilkeleri insan mühendisliğine çevirmeyi amaçlar. Biyomimikri yaklaşımı, neyin en iyi neyin işe yarayıp neyin yaramadığını anlamak için milyonlarca yıl süren doğa tarafından test edilen "seçimleri" tercih etmeyi amaçlar.

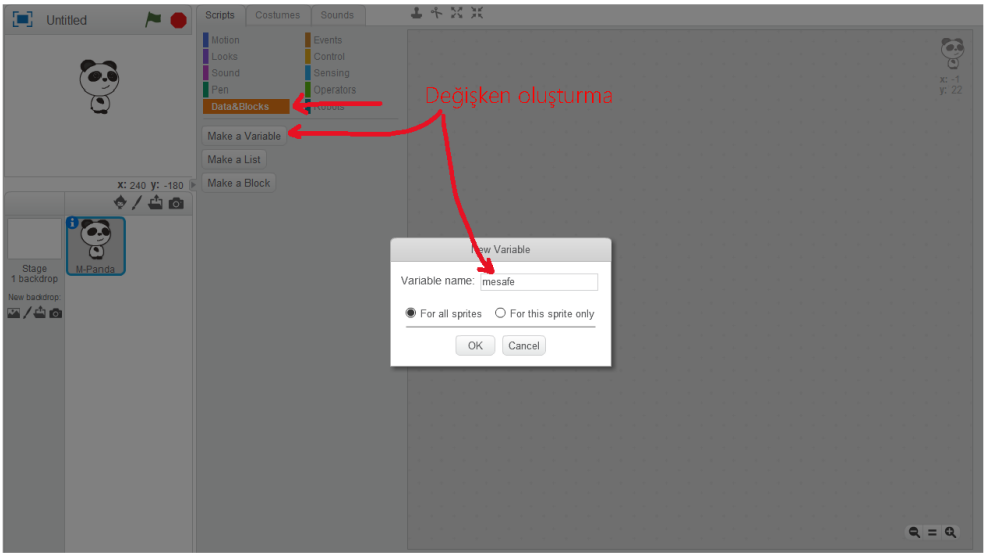
63

DEVRE ŞEMASI

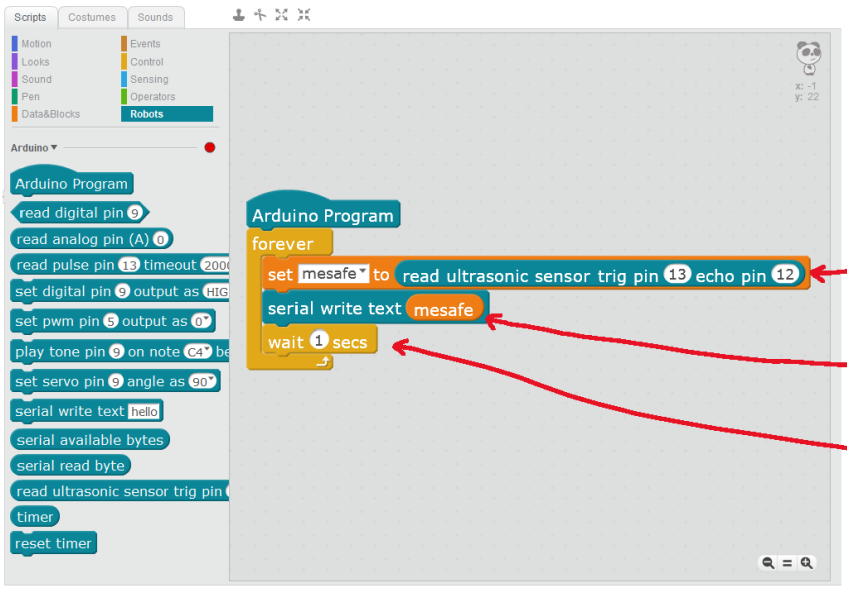


64

KODLAMA



65



Değişkenimizi ultrasonik sensörü okuması için ayarlıyoruz

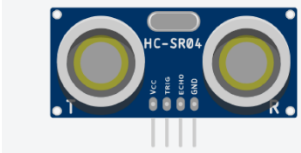
Seri port ekranına "mesafe" değişkeninden aldığı verileri yazıyoruz

Bir saniye bekleme ekliyoruz

66

SIRA SENDE

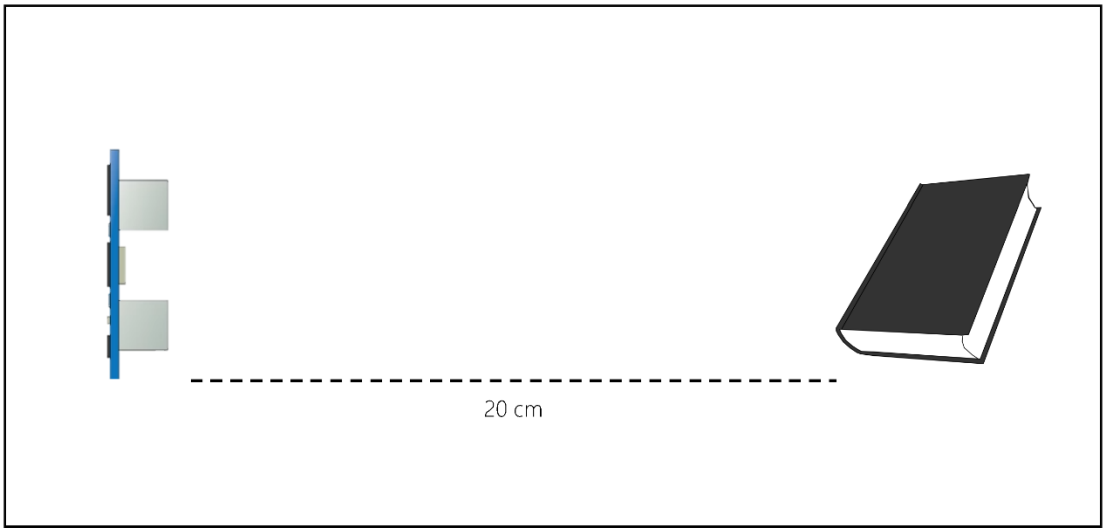
MALZEMELER



- Arduino UNO
- Breadboard
- HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü
- Kırmızı LED
- Yeşil LED
- 2x 330 ohm direnç
- Jumper kablolar

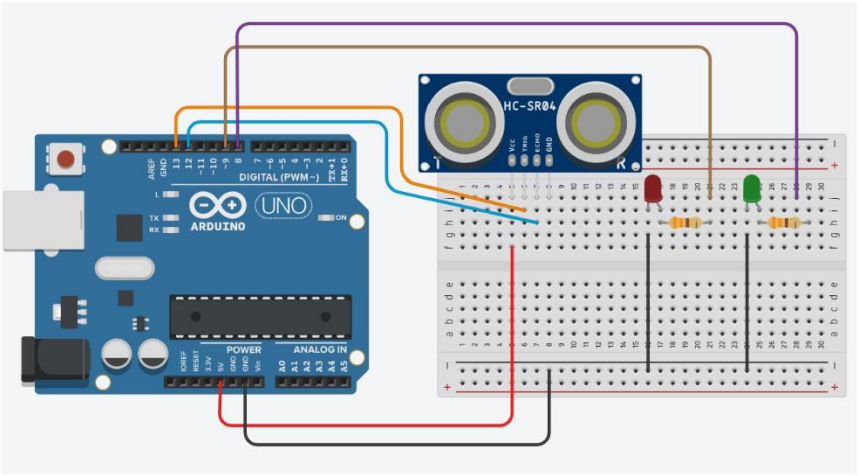
67

Görev: Bir masa üzerine aşağıdaki düzenek kurulur ve kitap ile sensör arasındaki uzaklık ölçülür. Ardından eğer kitap 20 cm'den yakında kırmızı LED, 20 cm'den uzaksa yeşil LED yanması sağlanır.



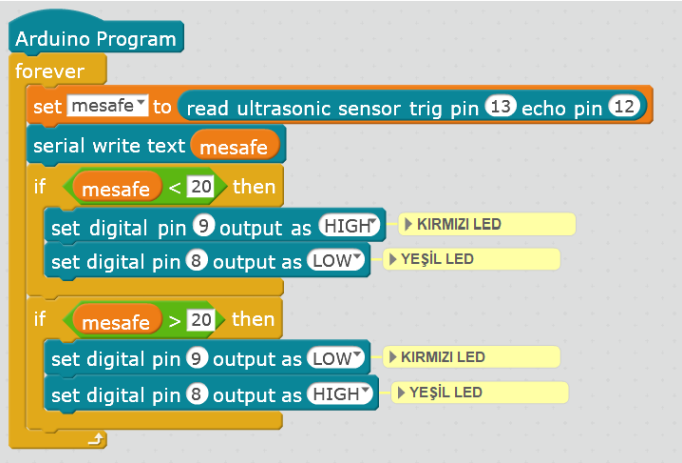
68

DEVRE ŞEMASI



69

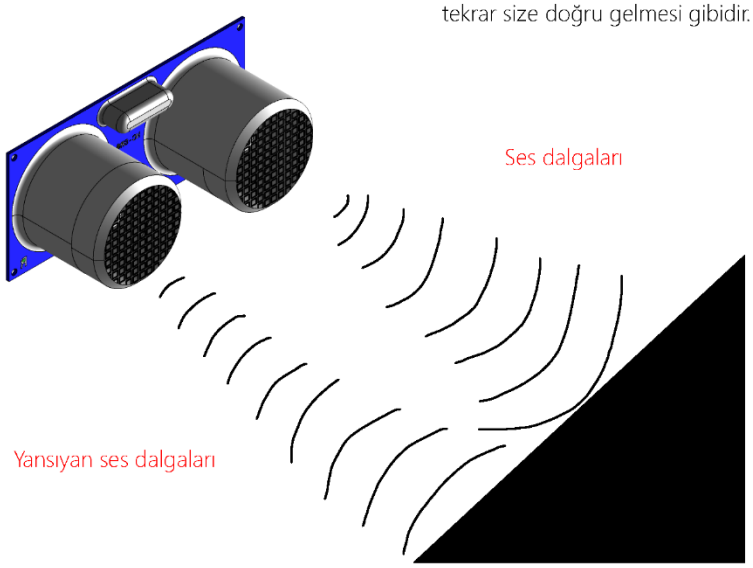
MBLOCK KODLARI



HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörünün trip pini 13, echo pini 12 ve kırmızı LED'in 9. pine, yeşil LED'in 8. pine bağlandığı varsayılarak hazırlanmıştır.

70

Ses dalgaları, sert bir engele çarptığında yön değiştirerek yansımaya uğrar. Bu olay, karşı duvara doğru attığınız topun tekrar size doğru gelmesi gibidir.



71

Sil | Yanıtla | Tümünü Yanıtla | İlet | Arşivle | Kaydet | Yazdır

Kimden:
Kime: EngineeringForABetterFuture
CC:
Konu: Otopark Takip Sistemi

Geleceğin Mühendisleri,

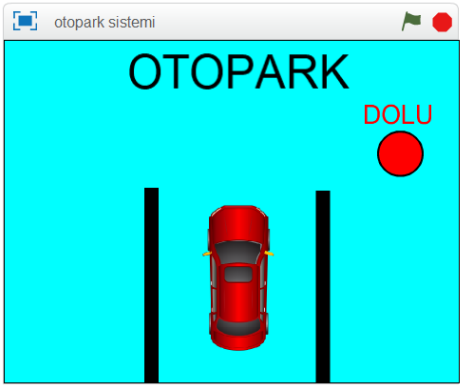
Yaptığınız tasarımları yakından takip ediyor ve sizleri kutluyoruz. Yeni projemiz olan YapayZeka AVM otoparkı için bir takip sistemine ihtiyaç duymaktayız. Aşağıda sizlere kriterlerimizi paylaşıyorum.

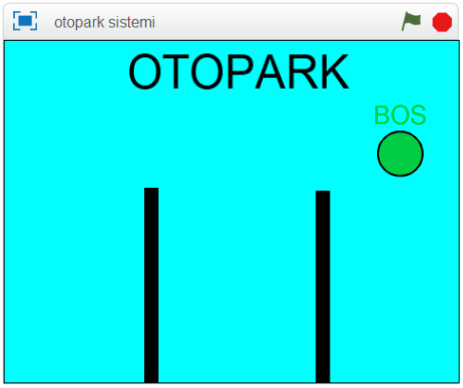
- Otopark alanına araç park edildiğinde kırmızı LED ile boş olduğu durumlarda ise yeşil LED ile takip etmek istiyoruz.
- Prototipte üreteceğiniz tasarım en az 2 araçlık bir kapasitesi olmalıdır.
- Prototip için ultrasonik sensör kullanmalısınız.
- Araçların hangi park alanlarına park ettiklerini "mBlock" programıyla anlık olarak görmek istiyoruz. *(Ekteki görseller size yardımcı olacaktır.)*
- Prototip için sizlerden gerçeğe en yakın olacak şekilde video istiyoruz.

İyi çalışmalar,
Eylül
YapayZeka AVM Yönt. Kurulu Başkanı

72

ARAÇ TAKİP SİSTEMİ (EK)

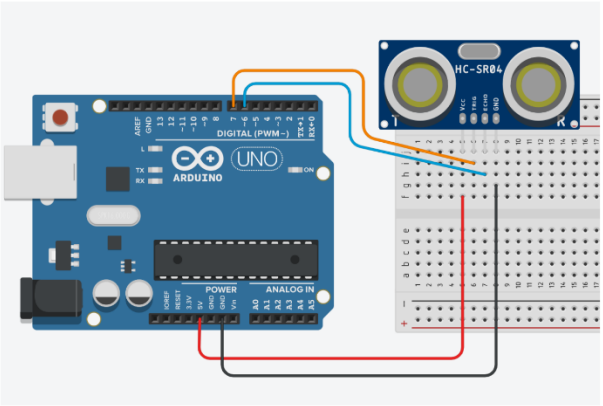




https://youtu.be/yepT9YOUKjs

73

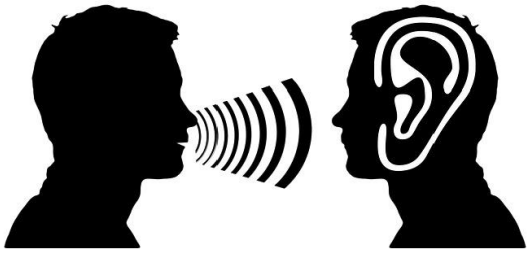
SESİN FARKLI ORTAMLARDA YAYILMASI



JSN-SR04T

74

SES NASIL OLUŞUR?

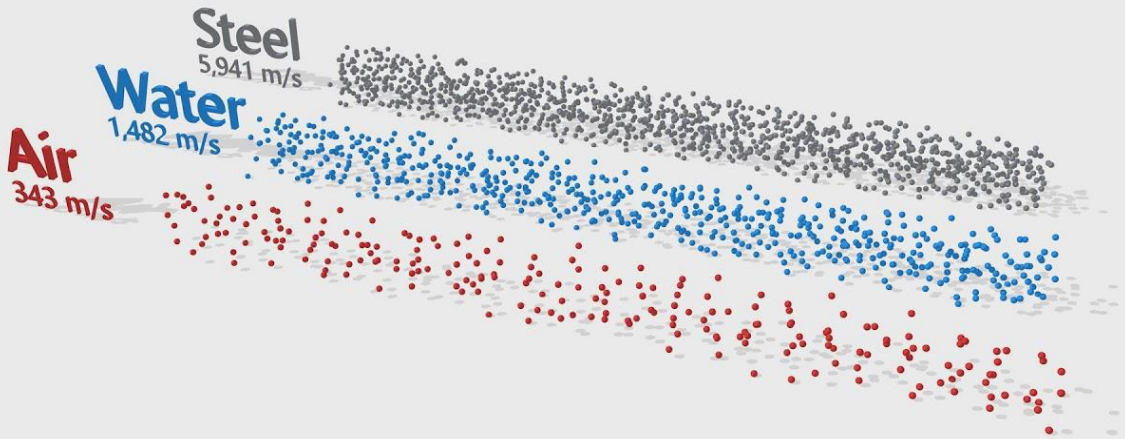


Bir sesin oluşabilmesi için **titreşim** hareketi gereklidir. Titreşim bir nesnenin ileri geri hareketidir.

İnsan sesinin oluşabilmesi içinde bir titreşimin oluşması gerekmektedir. Nefes verirken akciğerlerden gelen hava gırtlağımızda yer alan ses tellerine titreştirerek ham sesi oluşturur.

Ses bir **enerji** türüdür. Ses titreşimle oluşur, titreşimi enerjiye dönüştürür. Sesin kuvvetine gürlük denir ve "Desibel (dB)" ile ölçülür. Örneğin kalkış yapan füze 120 desibel ses üretir. Yüksek sesli müzik 90 desibel üretir. Normal insanın konuşması 50-60 desibel gücüne eşittir.

75

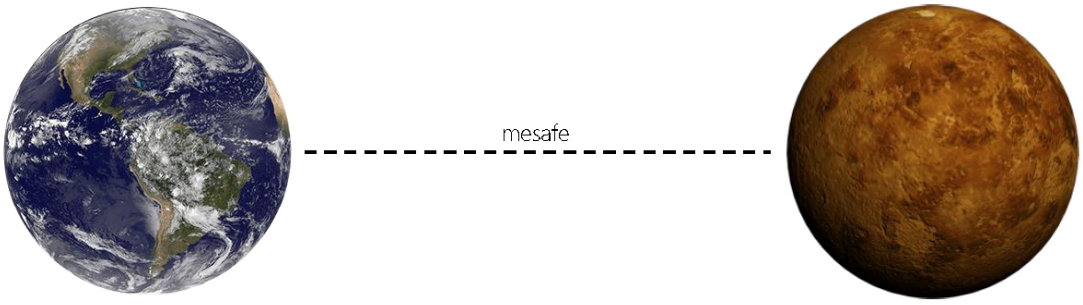


76

Soru:

1- Ultrasonik sensör ile Dünya ile Venüs arasındaki mesafeyi ölçebilir misiniz? Neden?

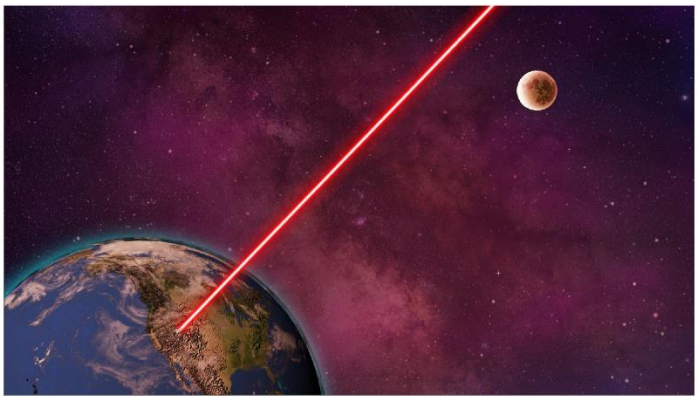
2- Sizce Dünya ile diğer gök cisimleri arasındaki mesafelerin ölçülmesi teknolojinin gelişimi ile nasıl etkilenmiştir?



Dünya

Venüs

77



Ses dalgaları yerine ışık dalgalarını kullanarak uygulanan sonar yöntemiyle astronomlar, gök cisimlerine sinyaller gönderip, bu sinyallerin gök cisminden yansıyarak geri gelme süresini ölçmek suretiyle gök cisimleri **arasındaki** mesafeyi ölçebilmektedirler. Bu teknolojiden önceyse, çok daha az isabetli olan geometrik yöntemlere başvurmak zorundaydık. Yani Dünya ile gök cisimleri arasındaki mesafeye yönelik bilgilerimiz, her yeni teknolojik atılımla biraz daha gelişti ve netleşti.

78

EK 12. Tıbbi Akıllı Çöp Kovası Ders Planı – Öğretmen

Genel Bakış: Tıbbi Akıllı Çöp Kovası

Sınıf Düzeyi

7. Sınıf

Dersin Süresi

8 Hafta (16 Ders Saati)

Dersin Özeti

Gelecek Hastanesi Başhekimi Hikmet Bey, çalıştığı hastanede maskeleri el değmeden çöp kovalarına atabilmek için akıllı bir çöp kovası tasarlatmak istiyor. Bu ders planında öğrenciler evsel katı ve sıvı atıkları öğrenir, atıkların geri dönüşümüne ait proje fikirlerini sunar. Ayrıca geri dönüşüm kaynaklarının etkili kullanımı açısından sorgular, yakın çevresinde atık kontrolüne özen gösterir ve Arduino UNO kartı ile çeşitli sensörleri kullanarak tıbbi atıkların özenli şekilde toplanması adına proje tasarlar.

Kazanımlar

T. C. Milli Eğitim Bakanlığı Öğretim Programı

Fen Bilimleri

- Evsel katı ve sıvı atıkları tanır.
- Evsel katı ve sıvı atıkların geri dönüşümüne ilişkin proje fikirlerini sunar.
- **F.7.4.5.3:** Geri dönüşümü, kaynakların etkili kullanımı açısından sorgular.
- Geri dönüşüm tesislerinin ekonomiye katkısı vurgulanır.
- **F.7.4.5.4:** Yakın çevresinde atık kontrolüne özen gösterir.
- Tıbbi atıkların özenli şekilde toplanması adına proje tasarlar.

Matematik

- **M.5.2.5.1:** Dikdörtgenler prizmasını tanır ve temel elemanlarını belirler.
- **M.5.2.5.3:** Dikdörtgenler prizmasının yüzey alanını hesaplamayı gerektiren problemleri çözer.
- **M.6.3.4.4:** Dikdörtgenler prizmasının hacim bağıntısını oluşturur, ilgili problemleri çözer.
- **M.6.3.4.5:** Dikdörtgenler prizmasının hacmini tahmin eder.
- Dikdörtgenler prizmasının hacmini hesaplar.
- Yaptığı projeye göre servo motorun kaç derecelik bir açı ile dönmesi gerektiğini hesaplar.

Teknoloji ve Tasarım

- **TT.7.B.1.13:** Tasarımı değerlendirdikten sonra elde ettiği verilerden hareketle tasarımını yeniden yapılandırır.
- **TT.7.B.1.14:** Tasarımını kullanıcıya ulaştırmak üzere tanıtım ve pazarlama imkânlarını değerlendirir.
- **TT.7.B.2.1:** Tasarımı için taslak çizimler yapar.
- **TT.7.C.2.1:** Tasarımın kullanıcının ihtiyacına ve beğenisine göre şekillendirildiğini ifade eder.
- **TT.7.C.2.6:** Günlük hayatta kullanılan bir ürünü mekanik tasarım özelliklerini dikkate alarak yeniden tasarlar.
- **TT.7.D.1.1:** Tasarım problemini söyler.
- **TT.7.D.1.2:** Tasarım probleminin çözümüne yönelik araştırma basamaklarını uygular.
- **TT.7.D.1.3:** Tasarım planı hazırlar.
- **TT.7.D.1.4:** Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.
- **TT.7.D.1.5:** Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir.
- **TT.7.D.1.6:** Tasarladığı ürünü değerlendirme sonuçlarına göre yeniden yapılandırır.

Genel Bakış: Tıbbi Akıllı Çöp Kovası

Kazanımlar

Yeni Nesil Fen Standartları (Next Generation Science Standards)

OO. MS. Ekosistemlerde Birbirine Bağlı İlişkiler (MS.Interdependent Relationships in Ecosystems)

- **MS-LS2-5:** Biyoçeşitlilik ve ekosistem hizmetlerini sürdürmek için tasarım çözümlerini değerlendirin.

Mühendislik Tasarım (Engineering Design)

- **MS-ETS1-1:** İlgili bilimsel ilkeleri ve olası çözümleri sınırlayabilecek doğal çevre ve insanlar üzerindeki potansiyel etkileri dikkate alarak, başarılı bir çözüm sağlamak için bir tasarım sorununun kriterlerini ve sınırlılıklarını yeterli hassasiyetle tanımlar.
- **MS-ETS1-2:** Problemin kriterlerini ve sınırlılıklarını ne kadar iyi karşıladıklarını belirlemek için sistematik bir süreç kullanarak tasarım çözümlerini değerlendirir.
- **MS-ETS1-3:** Başarı kriterlerini daha iyi karşılamak için yeni bir çözümde birleştirilebilecek her birinin en iyi özelliklerini belirlemek için çeşitli tasarım çözümleri arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları belirlemek için testlerden elde edilen verileri analiz eder.
- **MS-ETS1-4:** Önerilen bir nesnenin, aracın veya işlemin yinelemeli test edilmesi ve değiştirilmesi için bir model geliştirir ve böylece optimal bir tasarımı elde eder.

Fen ve Mühendislik Uygulamaları (Science and Engineering Practices)

- **SEP1:** Soru Sormak ve Sorunları Tanımlamak
- **SEP2:** Model Geliştirme ve Kullanma
- **SEP3:** Araştırma ve Soruşturmaların Planlanması ve Yürütülmesi
- **SEP4:** Verileri Analiz Etme ve Yorumlama
- **SEP5:** Matematiği ve Bilgi İşlemsel Düşünmeyi Kullanma
- **SEP6:** Açıklamalar Oluşturma ve Çözümler Tasarlama
- **SEP7:** Kanıtlardan Argümana Girmek
- **SEP8:** Bilgi Edinme, Değerlendirme ve İletme

Bilgisayar Bilimleri Öğretmenleri Derneği K-12 Bilgisayar Bilimleri Standartları (Computer Science Teachers Association K-12 Computer Science Standards)

- **2-AP-10:** Karmaşık sorunları algoritma olarak ele almak için akış şemalarını ve/veya sözde kodu kullanın.
- **2-AP-13:** Programların tasarımını, uygulanmasını ve gözden geçirilmesini kolaylaştırmak için sorunları ve alt problemleri parçalara ayırın.
- **2-AP-15:** Kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayan bir çözümü geliştirmek için ekip üyelerinden ve kullanıcılardan geri bildirim alın ve dahil edin.
- **2-AP-17:** Bir dizi test senaryosunu kullanarak programları sistematik olarak test edin ve iyileştirin.
- **2-AP-18:** Hesaplama yapılarını işbirliği içinde geliştirirken görevleri dağıtın ve bir proje zaman çizelgesini koruyun.
- **2-AP-19:** Programları takip etmeyi, test etmeyi ve hata ayıklamayı kolaylaştırmak için belgeleyin.
- **3-AP-13:** Hesaplama sorunlarını çözmek için algoritmalar kullanan prototipler oluşturun.

Genel Bakış: Tıbbi Akıllı Çöp Kovası

Kazanımlar

Girişimcilik (European Commision/EACEA /Eurydice)

Bilgi

- **K1 - Fırsatları Değerlendirme:** Kar ve gideri karşılaştırma.
- **K2 - Toplumda Girişimcilerin Rolü:** Bir girişimcinin rolünü açıklayabilme.
- **K3 - Girişimcilikle İlgili Kariyer Seçenekleri:** İş ve sosyal girişimcilik arasındaki girişimcilikle ilgili kariyer seçeneklerini tanımlama.

Beceri

- **S1 - Yaratıcılık:** Problemleri çözen yaratıcı fikirler geliştirme ve işletmelerdeki ve/veya toplumdaki fırsatları fark etme.
- **S2 - Planlama:** Hedefleri planlama ve denetimli bir proje uygulama.
- **S3 - Finansal Okuryazarlık:** Proje ile ilgili zor veya olağandışı problemleri ele almak için uygun mali ve dijital araçları kullanma.
- **S4 - Kaynakları Organize Etme:** Var olan kaynaklardan katma değer oluşturma.
- **S5 - Belirsizlik/Risk Yönetimi:** Riski tanımlama ve eylemler ve kararlar için sorumluluk alma.
- **S6 - Takım Çalışması:** Onaylanan birimlerle birlikte çalışma, problemlerle baş etme ve çözümleri görüşme.

Tutum

- **A1 - Kendine Güven:** Bir probleme çözüm önerme ve ona göre davranma.
- **A2 - Girişim Duygusu:** Basit bir problem için çözümler aramaya başlama.

TIBBİ AKILLI ÇÖP KOVASI

MALZEMELER

- Arduino UNO
- Breadboard
- HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü
- Mini servo motor
- Jumper kablolar
- mBlock programı

ÖĞRETMEN SUNUMU

- 78. slayt – 96. slayt

ÖĞRENCİ SAYFALARI

- Örnek Uygulama
- Sıra Sende
- Sesin Yansıması
- Eylül Hanım'dan Gelen Mail
- Hayal Et, Öğren, Planla
- Taslak Çizimi
- Test Etme
- Boş Mail Taslağı
- Sesin Farklı Ortamlardaki Sürati

DERS ÖNCESİ HAZIRLIK

Ders öncesinde gruplar için malzemeler hazırlanır.

DERSE GİRİŞ

Söyle: Bu dersimizde atıkların geri dönüşümü üzerine tartışmalar yapacağız. **Sor:** Geri dönüşüm ne demektir? **Söyle:** Demir, çelik, kâğıt, plastik, cam ve elektronik atıklar yeniden kullanılması mümkün olan atıklardır. Bu atıklar çeşitli işlemlerden geçirilerek ham madde hâline getirilir ve yeniden üretime kazandırılır. Buna geri dönüşüm denir. *(Öğretmen sunumu 79-80. slayt)*

Sor: Sizce evsel atık ne demektir? Bu atıkları genel anlamda kaça ayırabiliriz? (Gelen cevaplar değerlendirilir) Ardından "How Recycling Works" (https://youtu.be/b7GMpjx2jDQ) videosunun izletilir. *(Öğretmen sunumu 81. slayt)* **Sor:** Evsel katı ve sıvı atıklar nelerdir? (Gelen cevaplar değerlendirilir). **Söyle:** Meyve suyu, süt, su gibi içeceklerin şişeleri; plastik deterjan kutuları veya poşetler; kırılan cam eşyalar ya da bozulan plastik eşyalar evsel katı atıklardır. Ayrıca kullanılamaz hâlde olan televizyon, telefon, bilgisayar gibi elektronik araçlar ve bitmiş piller de evsel birer katı atıktır. Kızartma yapıldıktan sonra yanmış olan yağlar ise evsel sıvı atıklardandır. *(Öğretmen sunumu 82. slayt)*

PROBLEMİ TANIMLAMA

Problem durumu için Hikmet Bey'den gelen mail öğrencilerle paylaşılır. *(Öğretmen sunumu 83. slayt)* Öğrencilerin problemi ve kriterleri anlama durumunu tespit etmek için sorular sorulur.

Sor: Hikmet Bey'den gelen mailde nasıl bir problemden bahsediliyor? **Sor:** Sizce tıbbi atıklar nelerdir? Neden bu tür atıkları ayrı olarak toplamamız gerekmektedir? **Söyle:** Çevrenizde açığa çıkan bir atık türü de enjeksiyon, serum atıkları, ilaçlar, kimyasal ve radyoaktif maddeleri kapsayan tıbbi atıklardır. Tıbbi atıklar miktar olarak az olmalarına rağmen, yüksek oranda risk taşıyan çok önemli bir atık grubudur. Bu atıklar çok miktarda tehlikeli madde içerdiğinden, sağlık personeli, hastalar, toplum sağlığı ve çevre açısından büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Tıbbi atık işaretinin bulunduğu alanlarda dikkatli olunmalı, bu atıklara kesinlikle temas edilmemelidir.

HAYAL ET, ÖĞREN, PLANLA

Öğrencilerin soru sormalarını, grup hâlinde beyin fırtınası yapmalarını sağlamak adına sınıf 4-5 kişilik gruplara ayrılır. Ardından, öğretmen problemin çözümünü araştırmaları için öğrencilere süre verir.

Öğrenciler problemin çözümü için kendi aralarında fikir alışverişi yapar ve grup olarak bir fikri gerçekleştirmek için karar alır. Öğrencilerden DENEME ve ÜRETME aşamasına başlamadan önce, hayal ettikleri ürünün taslak olarak planını çizim yapmaları ve Tinkercad (https://www.tinkercad.com) üzerinden tasarımın bağlantılarını yapmaları istenir.

TIBBİ AKILLI ÇÖP KOVASI

HAYAL ET, ÖĞREN, PLANLA

Not: Üretme aşaması başlamadan önce tüm çizimler onaylanmalıdır. Öğrencilere bu aşamanın Mühendislik Tasarım Sürecindeki PLANLAMA aşaması olduğu hatırlatılır.

Öğrencilerin tasarım çizimlerini gruplar halinde sunmaları için birkaç dakika süre verilir.

DENEME ve ÜRETME

Öğrencilerin bu aşamada, problemin çözümü adına ürün oluşturması sağlanmalıdır. Öğrencilere "Örnek Uygulama" etkinliği ile kriterlerinde geçen servo motorun Arduino UNO ile nasıl kontrol edildiği ve kodlamasının nasıl yapıldığı anlatılır (*Öğretmen sunumu 86-88. slayt)*. Ardından "Sıra Sende" etkinliği yapılır (*Öğretmen sunumu 89-91. slayt)*.

Problem senaryosunda geçen kriterlere uymaları gerektiği öğrencilere hatırlatılır. Grupların tasarım ve özelliklerine uygun olarak tıbbi akıllı çöp kovası yapabilmeleri için grupların seçtikleri malzemeler gruplara dağıtılır.

Öğrencilere bu aşamanın Mühendislik Tasarım Sürecindeki DENEME ve ÜRETME aşaması olduğu hatırlatılır.

TEST ETME

Gruplar tasarladıkları sistemleri hem problem senaryosunda bulunan kriterlere göre hem de öğrenci etkinlik sayfasında bulunan TEST ETME bölümünü takip ederek test eder. **Sor:** Şu an mühendislik tasarım sürecindeki hangi aşamadayız? (Test etme). Kriterlere uymayan ve problemin çözümü olmayan ürünler tekrar DENEME ve ÜRETME ya da PLANLAMA adımına yönlendirilir. İşlevsel çözümlere ise geliştirilmek için süre verilebilir.

Tasarımını bitiren gruplara prototiplerini ve videolarını sunmaları için imkan ve süre verilir.

KAPANIŞ TARTIŞMASI

Öğretmen sunumu 92. sayfadaki görsel öğrencilere gösterilir. **Sor:** Bu görsele baktığınızda neler düşünüyorsunuz? (Gelen cevaplar değerlendirilir). **Sor:** Sera gazı, küresel ısınma, biyoçeşitlilik, ekosistem kavramlarının ne demek olduklarını araştırınız. (Gelen cevaplar değerlendirilir). **Söyle:** Gün geçtikçe dünyamızı kirletmeye devam ediyoruz. Ekosistemler ve biyoçeşitlilik tehlike altında. Sera gazları nedeniyle yeryüzünün sıcaklığı gün geçtikçe artmakta (küresel ısınma) ve iklim değişikliğine sebep olmaktadır (*Öğretmen sunumu 93-95. slayt)*

Aşağıdaki soru sorularak öğrenciler için bir tartışma ortamı sağlanır:

- Sizce evsel katı ve sıvı atıkların geri dönüşümüne ilişkin neler yapılabilir?

ÖĞRETMEN NOTLARI

EK 13. Tıbbi Akıllı Çöp Kovası Ders Planı – Öğrenci

Hikmet Bey'den Gelen Mail

Kimden:
Kime: EngineeringForABetterFuture
CC:
Konu: Tıbbi Akıllı Çöp Kovası

Merhaba Geleceğin Mühendisleri,

Ben Gelecek Hastanesi Başhekimi Hikmet. Covid sürecinde bir ihtiyaç tespit ettik. Bunun tasarımı ve prototipi için sizlerden destek beklemekteyiz. Kullanılmış maskelerin tıbbi atık çöp kovalarına atmaktayız ancak dijital dönüşüm ile bu çöp kovalarının sensörler ile açılıp kapanmasını istiyoruz. Aşağıda sizlere kriterlerimizi paylaşıyorum.

- Tasarımda bir mikrodenetleyici ve servo motor kullanmanızı istiyoruz.
- Elimizi 10 cm yaklaştırdığımızda atık maskelerimizi atmak için çöp kovasının açılmasını ve 2 saniye boyunca açık kalmasını bekliyoruz.
- Tasarımınız dikdörtgenler prizması şeklinde olmalıdır.
- Prototipte üreteceğiniz tıbbi akıllı çöp kovasını kartonlar ve atık malzemeler kullanarak tasarlayabilirsiniz.

Sevgiler,
Hikmet
Gelecek Hastanesi Başhekimi

1

Hayal Et, Öğren, Planla

Problemi kendi cümleleriniz ile yazınız.

Hangi bilgiye sahipsiniz, bu **TASARIM** ile ilgili neler biliyorsunuz?

Bugünkü **TASARIM** ile ilgili ne gibi soruların var?

Araştırma için kullandığınız kaynaklar nelerdir? Yazınız.

Meslek ve Sorumluluklar

Aşağıdaki bölüme bu çalışmadaki mesleğinizi ve sorumluklarınızı belirtiniz.

Seçtiğiniz meslekte çalışan kişilerin görevleri nelerdir?

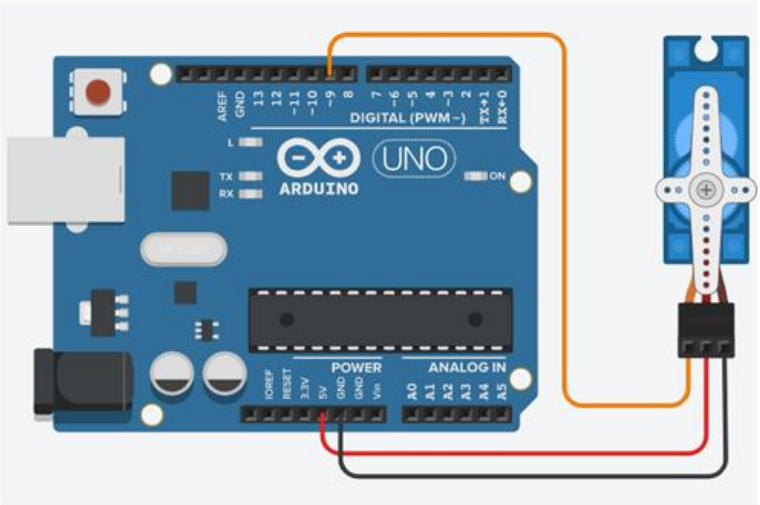
Sizin bu projedeki göreviniz nedir?

Etkinlik

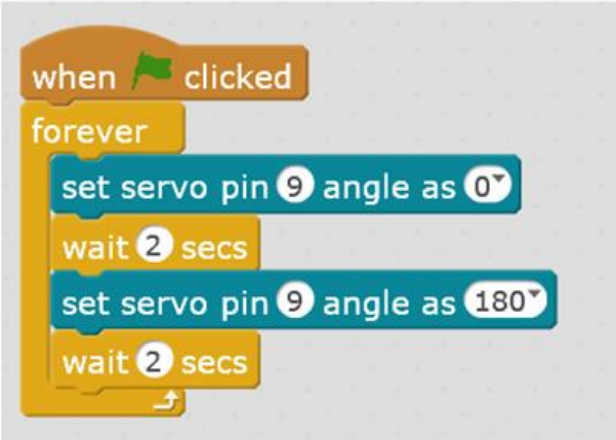
1 Örnek Uygulama

Mini servo motoru aşağıdaki devre şemasında gösterildiği gibi breadboard yardımıyla Arduino UNO kartına takınız. Ardından aşağıdaki mBlock kodlarını yazarak çalıştırınız. Bu sayede motorunuz 0 ile 180 derece arasında gidip gelmeye başlayacaktır.

MALZEMELER
- Arduino UNO
- Servo motor
- Jumper kablolar



Devre Şeması



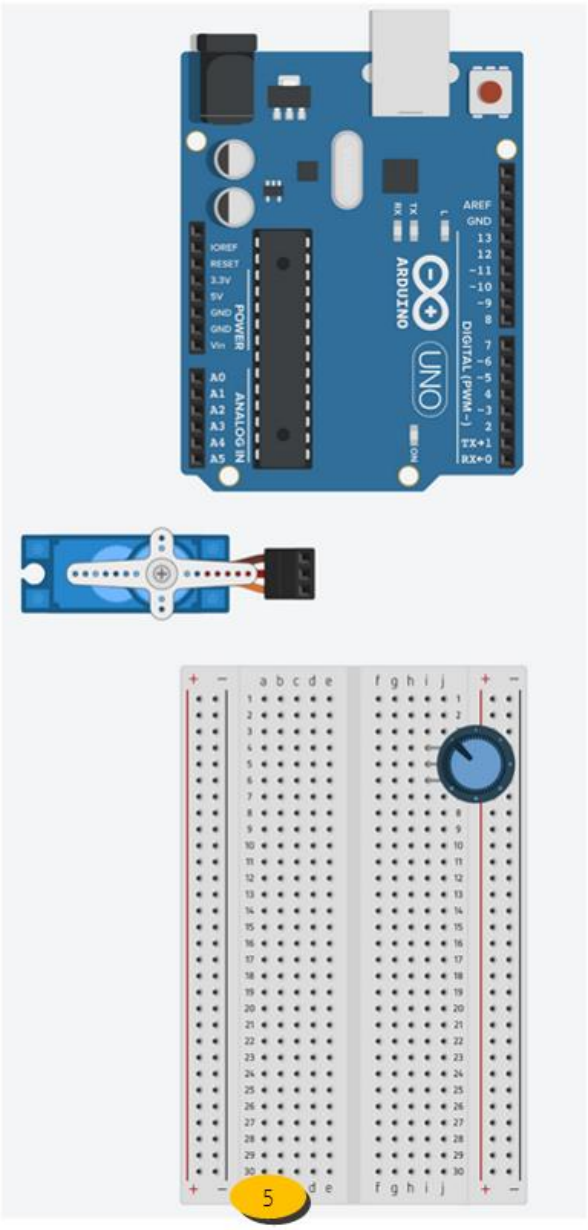
mBlock Kodları

Etkinlik

2 Sıra Sende

GÖREV
Potansiyometre ile ölçtüğünüz değerin 500'ün üzerine çıktığında servo motorun 180 derece dönmesini sağlayınız.

MALZEMELER
- Arduino UNO
- Breadboard
- Potansiyometre
- Servo motor
- Jumper kablolar



Görsel üzerinde kalem ile Arduino'nun bağlantısını yapınız.

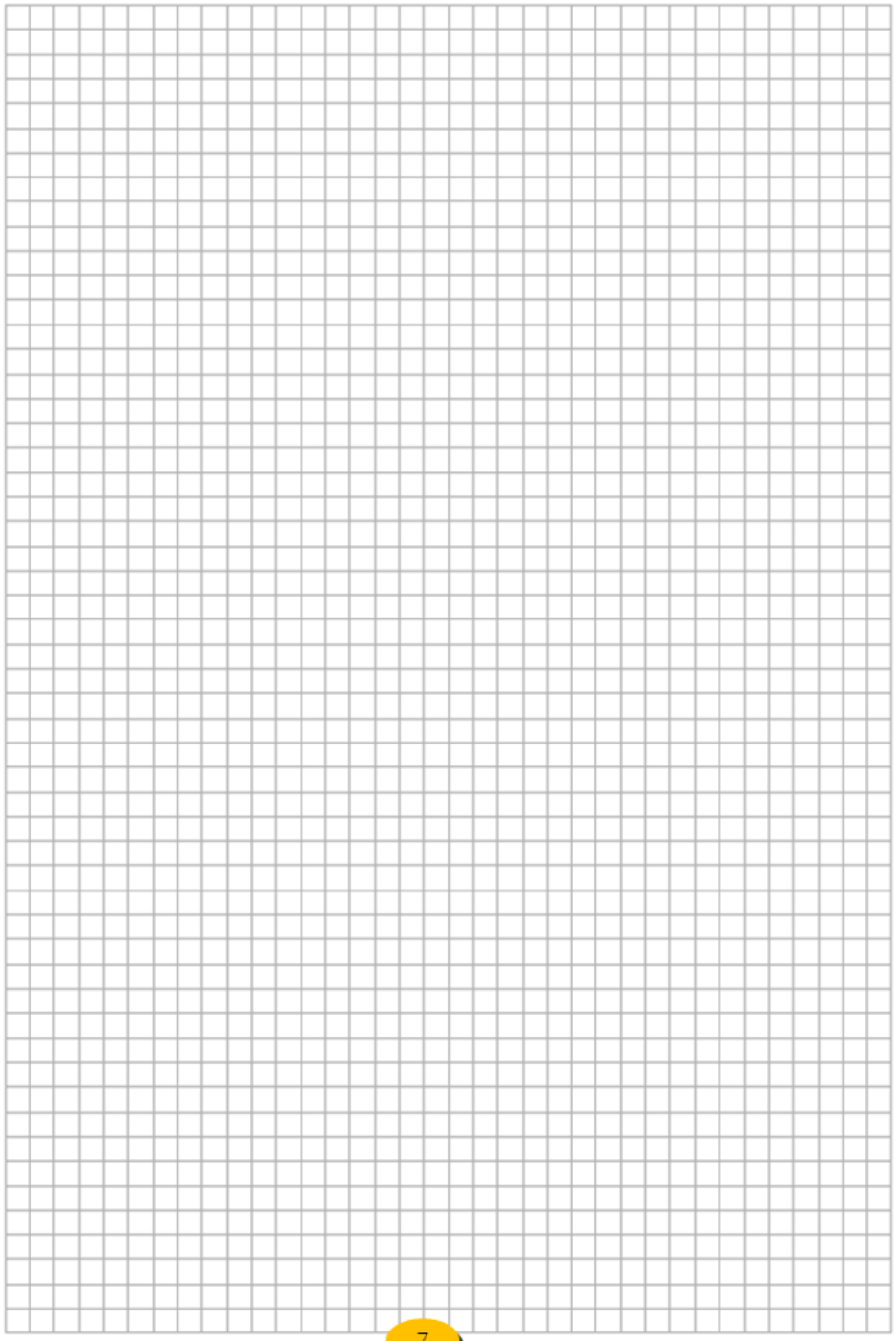
Hayal Et, Öğren, Planla

Grubunuzda ortaya çıkan tüm fikirler nelerdir?

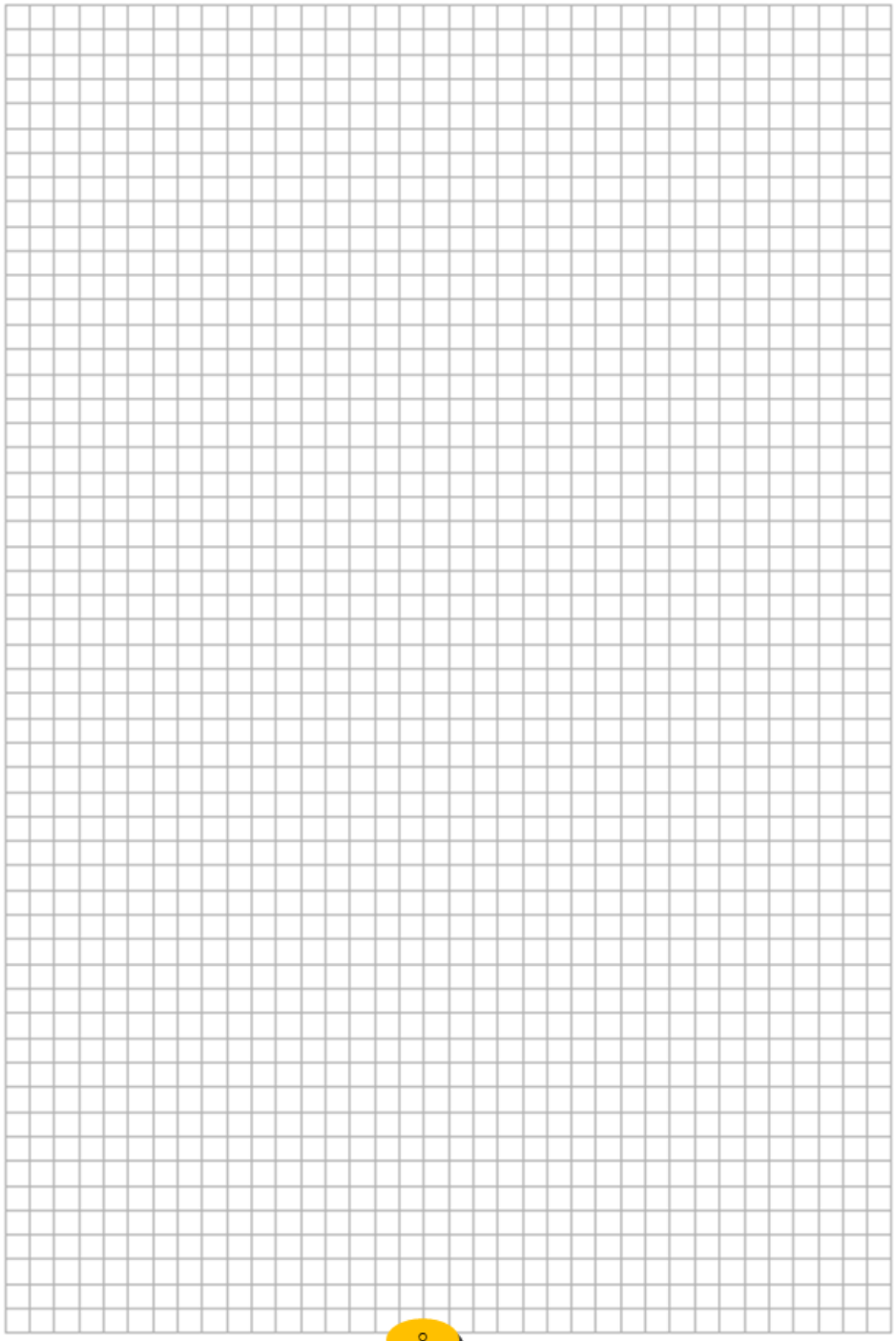
Hangi fikri daha çok beğendiniz ve yapmaya karar verdiniz? Neden?

TASARIMınızı oluştururken hangi malzemeleri kullanmayı planlıyorsunuz?

Taslak Çizimi



Taslak Çizimi



Test Etme

	Evet	Hayır
Tasarımda bir mikrodenetleyici ve servo motor kullandınız mı?	☐	☐
Elimizi 10 cm yaklaştırdığımızda çöp kovası açılıyor mu?	☐	☐
Çöp kovası açıldığında iki saniye boyunca açık kalıyor mu?	☐	☐

Sizce tasarımınızda geliştirilmesi gereken kısımlar nelerdir?

_____

_____

_____

_____

_____

Bu süreç sırasında yaşadığın zorluklar nelerdir?

_____

_____

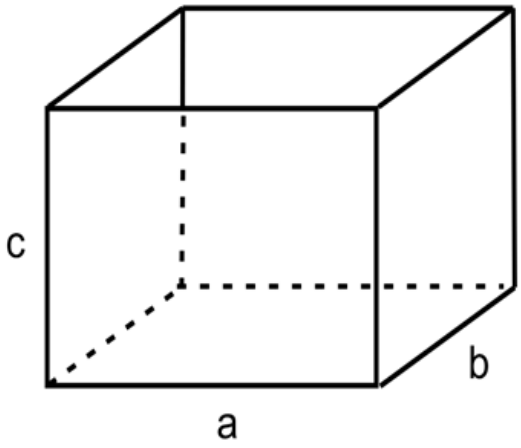
_____

_____

_____

Etkinlik

3 Hacim ve Alan Hesaplama



Tasarladığınız çöp kovanızın uzunluklarını yazınız.

a:_____ b :_____ c:_____

Tasarladığınız çöp kovasının yüzey alanını hesaplayınız.

Tasarladığınız çöp kovasının hacmini hesaplayınız.

Boş Mail Taslağı

Sil	Yanıtla	Tümünü Yanıtla	İlet	Arşivle	Kaydet	Yazdır

Kimden: EngineeringForABetterFuture
Kime:
CC:
Konu:

Bu mail taslağını kullanarak Hikmet Bey'e cevabınızı gönderebilirsiniz.

11

Fiyatlandırma Bölümü

Bu projede kullandığınız tüm malzemeleri aşağıdaki alana fiyatlandırmasını yapınız ve proje bütçesini belirleyiniz.

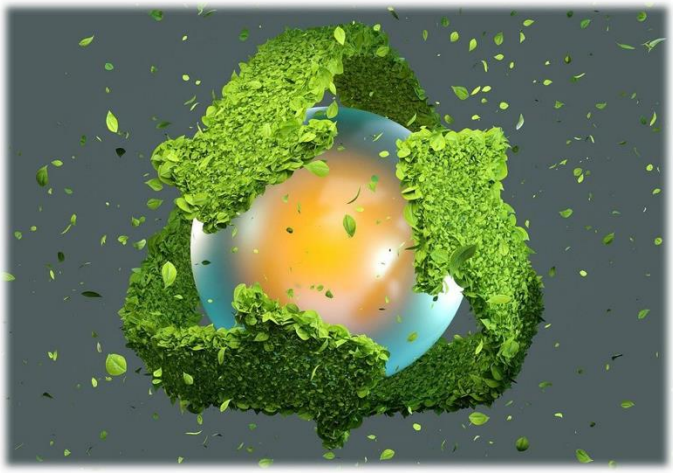
No	Malzeme	Birim	Fiyat

Toplam: _____

EK 14. Tıbbi Akıllı Çöp Kovası Ders Planı - Öğretmen Sunumu.

Demir, çelik, kâğıt, plastik, cam ve elektronik atıklar yeniden kullanılması mümkün olan atıklardır. Bu atıklar çeşitli işlemlerden geçirilerek ham madde hâline getirilir ve yeniden üretime kazandırılır. Buna geri dönüşüm denir.

81



https://youtu.be/b7GMpjx2jDQ

82

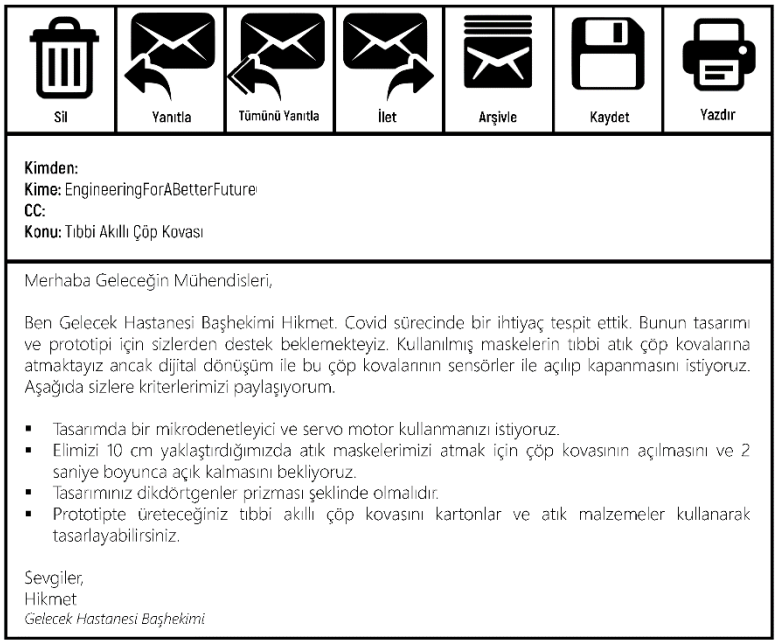
EVSEL KATI ATIKLAR

Meyve suyu, süt, su gibi içeceklerin şişeleri; plastik deterjan kutuları veya poşetler; kırılan cam eşyalar ya da bozulan plastik eşyalar evsel katı atıklardır. Ayrıca kullanılamaz hâlde olan televizyon, telefon, bilgisayar gibi elektronik araçlar ve bitmiş piller de evsel birer katı atıktır.

EVSEL SIVI ATIKLAR

Kızartma yapıldıktan sonra yanmış olan yağlar ise evsel sıvı atıklardandır.

83



84

Çevrenizde açığa çıkan bir atık türü de enjeksiyon, serum atıkları, ilaçlar, kimyasal ve radyoaktif maddeleri kapsayan tıbbi atıklardır. Tıbbi atıklar miktar olarak az olmalarına rağmen, yüksek oranda risk taşıyan çok önemli bir atık grubudur. Bu atıklar çok miktarda tehlikeli madde içerdiğinden, sağlık personeli, hastalar, toplum sağlığı ve çevre açısından büyük bir tehlike oluşturmaktadır.

Tıbbi atık işaretinin bulunduğu alanlarda dikkatli olunmalı, bu atıklara kesinlikle temas edilmemelidir.

86

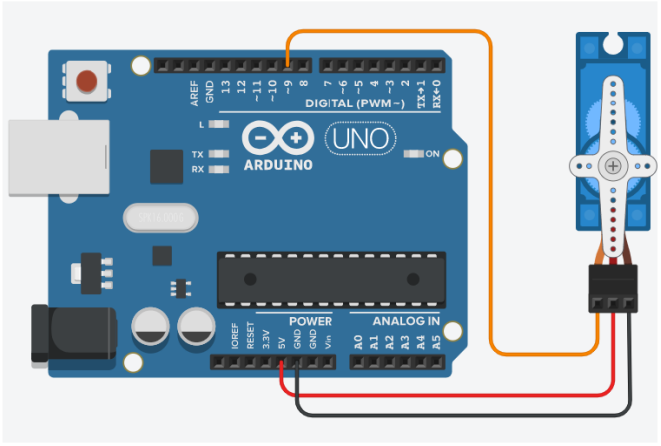
SERVO MOTOR

Servo, mekanizmalardaki açısal-doğrusal pozisyon, hız ve ivme kontrolünü hatasız bir şekilde yapan tahrik sistemi olarak tanımlanır. Yani hareket kontrolü yapılan bir düzenektir.

Servo motorların içerisinde motorun hareketini sağlayan bir DC motor bulunmaktadır. Bu motorun dışında bir dişli mekanizması, potansiyometre ve bir motor sürücü devresi bulunmaktadır. Potansiyometre, motor milinin dönüş miktarını ölçmektedir. Servo içerisindeki DC motor hareket ettikçe potansiyometre döner ve kontrol devresi motorun bulunduğu pozisyon ile istenilen pozisyonu karşılaştırarak motor sürme işlemi yapar. Yani, servolar diğer motorlar gibi harici bir motor sürücüye ihtiyaç duymadan çalışmaktadırlar. Genellikle çalışma açıları 180 derece ile sınırlıdır fakat 360 derece çalışma açısına sahip özel amaçlı servo motorlar da vardır.

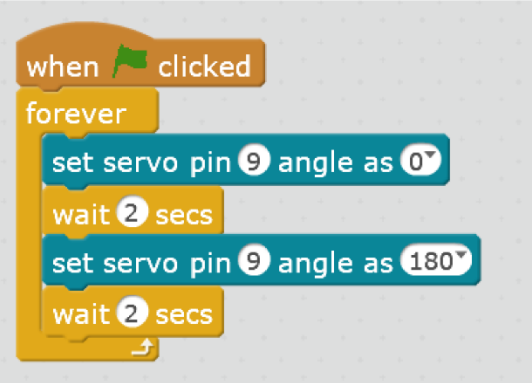
87

DEVRE ŞEMASI



88

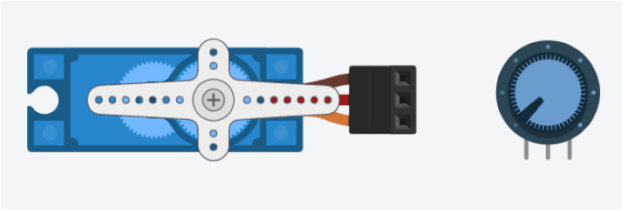
MBLOCK KODLARI



89

SIRA SENDE

MALZEMELER

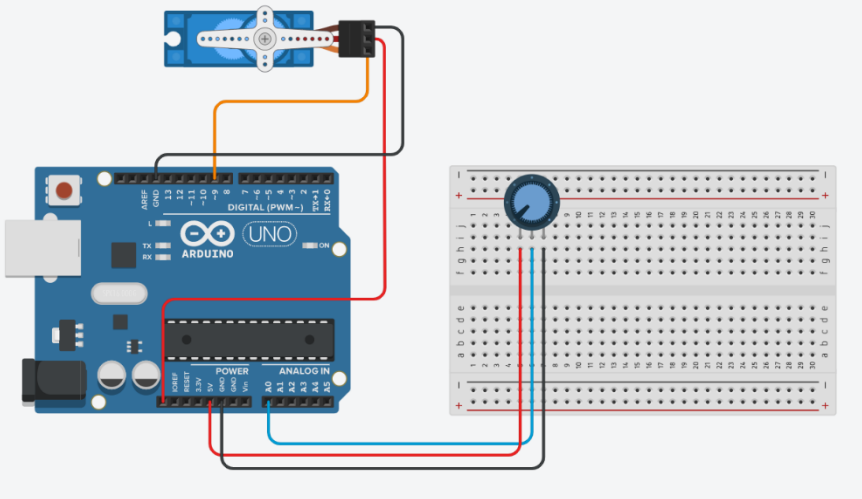


- Arduino UNO
- Breadboard
- Servo motor
- Potansiyometre
- Jumper kablolar

Görev: Potansiyometre ile ölçtüğünüz değerin 500'ün üzerine çıktığında servo motorun 180 derece dönmesini sağlayınız.

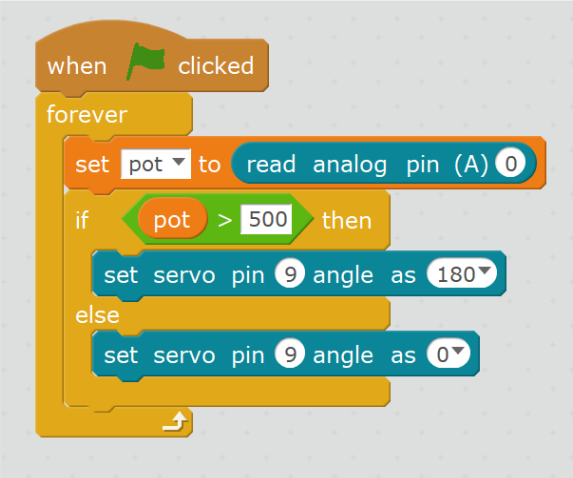
90

DEVRE ŞEMASI



91

MBLOCK KODLARI



92

Canlıların yaşam faaliyetlerini (beslenme, barınma vb.) en iyi şekilde gerçekleştirdiği yaşam alanlarına habitat denir.

Belli bir bölgede canlı ve cansız çevrenin karşılıklı ilişkileri ile meydana gelen sistemler ise ekosistem olarak adlandırılır.

Bir bölgede yaşayan canlıların çeşitlerinin sayıca zenginliğine biyoçeşitlilik denir.

94

BİYOÇEŞİTLİLİĞİ TEHDİT EDEN FAKTÖRLER

Doğal kaynakların bilinçsiz kullanımı

Hızlı nüfus artışı

Sanayileşme

Plansız kentleşme

Aşırı avlanma

Çevre kirliliği

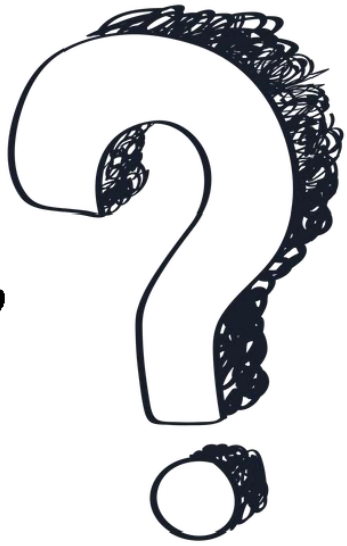
95

UNUTMA!

Doğaya zarar veren tek canlı insandır.

96

SİZCE EVSEL KATI VE SIVI ATIKLARIN GERİ DÖNÜŞÜMÜNE İLİŞKİN NELER YAPILABİLİR?



97

EK 15. Oyun Tasarımı Ders Planı – Öğretmen

Genel Bakış: Oyun Tasarımı

Sınıf Düzeyi

7. Sınıf

Dersin Süresi

8 Hafta (16 Ders Saati)

Dersin Özeti

PeakGamess'den Ada Hanım, ofis içerisindeki aralarını daha eğlenceli geçirmek için ofis içerisinde oynanabilecek bir oyun tasarımı istiyor. Bu ders planında öğrenciler, bir kaynaktan çıkan ışığın her yöne ve doğrusal bir yol izlediğini gözlemleyerek çizimle gösterir, tasarımında kullandığı servo motorun kaç derecelik bir açı ile dönmesini gerektiğini hesaplayarak Arduino UNO kartı ile çeşitli sensörleri kullanarak bir oyun tasarlar.

Kazanımlar

T. C. Milli Eğitim Bakanlığı Öğretim Programı

Fen Bilimleri

- **F.5.5.1.1:** Bir kaynaktan çıkan ışığın her yönde ve doğrusal bir yol izlediğini gözlemleyerek çizimle gösterir.
- LDR(Light Dependent Resistor)'nin ışığa duyarlı bir direnç(foto direnç) olduğunu kavrar.

Matematik

- Yaptığı projeye göre servo motorun kaç derecelik bir açı ile dönmesi gerektiğini hesaplar.

Teknoloji ve Tasarım

- **TT.7.B.1.13:** Tasarımı değerlendirdikten sonra elde ettiği verilerden hareketle tasarımını yeniden yapılandırır.
- **TT.7.B.1.14:** Tasarımını kullanıcıya ulaştırmak üzere tanıtım ve pazarlama imkânlarını değerlendirir.
- **TT.7.B.2.1:** Tasarımı için taslak çizimler yapar.
- **TT.7.C.2.1:** Tasarımın kullanıcının ihtiyacına ve beğenisine göre şekillendirildiğini ifade eder.
- **TT.7.D.1.1:** Tasarım problemini söyler.
- **TT.7.D.1.2:** Tasarım probleminin çözümüne yönelik araştırma basamaklarını uygular.
- **TT.7.D.1.3:** Tasarım planı hazırlar.
- **TT.7.D.1.4:** Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.
- **TT.7.D.1.5:** Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir.
- **TT.7.D.1.6:** Tasarladığı ürünü değerlendirme sonuçlarına göre yeniden yapılandırır.

Genel Bakış: Oyun Tasarımı

Kazanımlar

Yeni Nesil Fen Standartları (Next Generation Science Standards)

OO. Dalgalar ve Elektromanyetik Radyasyon (MS.Waves and Electromagnetic Radiation)

- **MS-PS4-2:** Dalgaların çeşitli malzemelerden yansıdığını, emildiğini veya iletildiğini açıklamak için bir model geliştirin ve kullanın.
- **MS-PS4-3:** Sayısallaştırılmış sinyallerin analog sinyallerden daha güvenilir bir bilgi kodlama ve iletme yolu olduğu iddiasını desteklemek için nitel bilimsel ve teknik bilgileri entegre edin.

Mühendislik Tasarım (Engineering Design)

- **MS-ETS1-1:** İlgili bilimsel ilkeleri ve olası çözümleri sınırlayabilecek doğal çevre ve insanlar üzerindeki potansiyel etkileri dikkate alarak, başarılı bir çözüm sağlamak için bir tasarım sorununun kriterlerini ve sınırlılıklarını yeterli hassasiyetle tanımlar.
- **MS-ETS1-2:** Problemin kriterlerini ve sınırlılıklarını ne kadar iyi karşıladıklarını belirlemek için sistematik bir süreç kullanarak tasarım çözümlerini değerlendirir.
- **MS-ETS1-3:** Başarı kriterlerini daha iyi karşılamak için yeni bir çözümde birleştirilebilecek her birinin en iyi özelliklerini belirlemek için çeşitli tasarım çözümleri arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları belirlemek için testlerden elde edilen verileri analiz eder.
- **MS-ETS1-4:** Önerilen bir nesnenin, aracın veya işlemin yinelemeli test edilmesi ve değiştirilmesi için bir model geliştirir ve böylece optimal bir tasarımı elde eder.

Fen ve Mühendislik Uygulamaları (Science and Engineering Practices)

- **SEP1:** Soru Sormak ve Sorunları Tanımlamak
- **SEP2:** Model Geliştirme ve Kullanma
- **SEP3:** Araştırma ve Soruşturmaların Planlanması ve Yürütülmesi
- **SEP4:** Verileri Analiz Etme ve Yorumlama
- **SEP5:** Matematiği ve Bilgi İşlemsel Düşünmeyi Kullanma
- **SEP6:** Açıklamalar Oluşturma ve Çözümler Tasarlama
- **SEP7:** Kanıtlardan Argümana Girmek
- **SEP8:** Bilgi Edinme, Değerlendirme ve İletme

Bilgisayar Bilimleri Öğretmenleri Derneği K-12 Bilgisayar Bilimleri Standartları (Computer Science Teachers Association K-12 Computer Science Standards)

- **2-AP-10:** Karmaşık sorunları algoritma olarak ele almak için akış şemalarını ve/veya sözde kodu kullanın.
- **2-AP-13:** Programların tasarımını, uygulanmasını ve gözden geçirilmesini kolaylaştırmak için sorunları ve alt problemleri parçalara ayırın.
- **2-AP-15:** Kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayan bir çözümü geliştirmek için ekip üyelerinden ve kullanıcılardan geri bildirim alın ve dahil edin.
- **2-AP-17:** Bir dizi test senaryosunu kullanarak programları sistematik olarak test edin ve iyileştirin.
- **2-AP-18:** Hesaplama yapılarını işbirliği içinde geliştirirken görevleri dağıtın ve bir proje zaman çizelgesini koruyun.
- **2-AP-19:** Programları takip etmeyi, test etmeyi ve hata ayıklamayı kolaylaştırmak için belgeleyin.
- **3-AP-13:** Hesaplama sorunlarını çözmek için algoritmalar kullanan prototipler oluşturun.

Genel Bakış: Oyun Tasarımı

Kazanımlar

Girişimcilik (European Commision/EACEA /Eurydice)

Bilgi

- **K1 - Fırsatları Değerlendirme:** Kar ve gideri karşılaştırma.
- **K2 - Toplumda Girişimcilerin Rolü:** Bir girişimcinin rolünü açıklayabilme.
- **K3 - Girişimcilikle İlgili Kariyer Seçenekleri:** İş ve sosyal girişimcilik arasındaki girişimcilikle ilgili kariyer seçeneklerini tanımlama.

Beceri

- **S1 - Yaratıcılık:** Problemleri çözen yaratıcı fikirler geliştirme ve işletmelerdeki ve/veya toplumdaki fırsatları fark etme.
- **S2 - Planlama:** Hedefleri planlama ve denetimli bir proje uygulama.
- **S3 - Finansal Okuryazarlık:** Proje ile ilgili zor veya olağandışı problemleri ele almak için uygun mali ve dijital araçları kullanma.
- **S4 - Kaynakları Organize Etme:** Var olan kaynaklardan katma değer oluşturma.
- **S5 - Belirsizlik/Risk Yönetimi:** Riski tanımlama ve eylemler ve kararlar için sorumluluk alma.
- **S6 - Takım Çalışması:** Onaylanan birimlerle birlikte çalışma, problemlerle baş etme ve çözümleri görüşme.

Tutum

- **A1 - Kendine Güven:** Bir probleme çözüm önerme ve ona göre davranma.
- **A2 - Girişim Duygusu:** Basit bir problem için çözümler aramaya başlama.

OYUN TASARIMI

MALZEMELER
- Arduino UNO
- Breadboard
- LDR direnç
- LED
- Mini servo motor
- Jumper kablolar
- mBlock programı

ÖĞRETMEN SUNUMU
- 97. slayt – 106. slayt

ÖĞRENCİ SAYFALARI
- Örnek Uygulama
- Sıra Sende
- Işığın Yansıması
- Ada Hanım'dan Gelen Mail
- Hayal Et, Öğren, Planla
- Taslak Çizimi
- Test Etme
- Boş Mail Taslağı

DERS ÖNCESİ HAZIRLIK
Ders öncesinde gruplar için malzemeler hazırlanır.

DERSE GİRİŞ
Söyle: Önümüzdeki bu süreçte oyun tasarımı ile ilgili çalışmalar yapacağız. **Sor:** Hangi oyunu seviyorsunuz? Neden? **Sor :** Sizce bir oyunu, oyun yapan kavramlar nelerdir?. *(Öğretmen sunumu 98. slayt)*

PROBLEMİ TANIMLAMA
Problem durumu için Ada Hanım'dan gelen mail öğrencilerle paylaşılır. *(Öğretmen sunumu 99. slayt)* Öğrencilerin problemi ve kriterleri anlama durumunu tespit etmek için sorular sorulur. **Sor:** Ada Hanım'dan gelen mailde hangi problemden bahsediliyor?

Ada Hanım'ın gönderdiği ekteki link https://youtu.be/YxziWdOhFo8 öğrencilere gösterilir. *(Öğretmen sunumu 100. slayt)*

HAYAL ET, ÖĞREN, PLANLA
Öğrencilerin soru sormalarını, grup hâlinde beyin fırtınası yapmalarını sağlamak adına sınıf 4-5 kişilik gruplara ayrılır. Ardından, öğretmen problemin çözümünü araştırmaları için öğrencilere süre verir.

Öğrencilerin araştırmalarını gruplar halinde sunmaları için birkaç dakika süre verilir.

Projede muhtemel kullanacakları malzeme olan LDR direncin devreye nasıl bağlanacağı ve kodlamasının yapılacağı konusunda destek gereken gruplara destek verilir. *(Öğretmen sunumu 101-103. slayt)* Ardından LDR direncin kavranıp kavranmadığını anlamak adına "Sıra Sende" etkinliği yapılır. *(Öğretmen sunumu 104-106. slayt)*

DENEME ve ÜRETME
Öğrencilerin bu aşamada, problemin çözümü adına ürün oluşturması sağlanmalıdır. Problem senaryosunda geçen kriterlere uymaları gerektiği öğrencilere hatırlatılır. Grupların tasarım ve özelliklerine uygun olarak otopark takip sistemi yapabilmeleri için grupların seçtikleri malzemeler gruplara dağıtılır.

Öğrencilere bu aşamanın DENEME ve ÜRETME aşaması olduğu hatırlatılır.

OYUN TASARIMI

TEST ETME

Gruplar tasarladıkları sistemleri hem problem senaryosunda bulunan kriterlere göre hem de öğrenci etkinlik sayfasında bulunan TEST ETME bölümünü takip ederek test eder. **Sor:** Şu an mühendislik tasarım sürecindeki hangi aşamadayız? (Test etme). Kriterlere uymayan ve problemin çözümü olmayan ürünler tekrar DENEME ve ÜRETME ya da PLANLAMA adımına yönlendirilir. İşlevsel çözümlere ise geliştirilmek için süre verilebilir.

Tasarımını bitiren gruplara prototiplerini sunmaları için imkan ve süre verilir.

KAPANIŞ TARTIŞMASI

Aşağıdaki soru sorularak öğrenciler için bir tartışma ortamı sağlanır:

Sor: Oyunuzu geliştirmek için daha çok zamanınız olsaydı, neler eklemek isterdiniz?

ÖĞRETMEN NOTLARI

EK 16. Oyun Tasarımı Ders Planı – Öğrenci

Ada Hanım'dan Gelen Mail

Sil	Yanıtla	Tümünü Yanıtla	İlet	Arşivle	Kaydet	Yazdır

Kimden:
Kime: EngineeringForABetterFuture
CC:
Konu: Oyun Tasarımı

Merhaba Geleceğin Mühendisleri,

Bizler ofis içerisinde uzun süreler geçiriyoruz. Ofisteki bu zamanları eğlenceli hale getirmek için sizlerden, ofis içerisinde oynayabileceğimiz küçük bir oyun tasarlamanızı istiyoruz. Ekip arkadaşlarımın "Laser Tag" benzeri bir oyun istediğini duydum. Aşağıda kriterlerimizi paylaşıyorum.

- Oyunu tasarlarken Arduino UNO kartını kullanmanızı bekliyoruz.
- Bir lazer ile hedefin işaretlenmesini ve hedefte ise meyve ya da sebzelerin yer almasını istiyoruz.
- En az üç hedefi olan bir oyun bekliyoruz.

Ayrıca ekte size yardımcı olması adına bir video linki paylaşıyorum.

İyi çalışmalar,
Ada

https://youtu.be/YxziWdOhFo8

1

Hayal Et, Öğren, Planla

Problemi kendi cümleleriniz ile yazınız.

Hangi bilgiye sahipsiniz, bu **TASARIM** ile ilgili neler biliyorsunuz?

Bugünkü **TASARIM** ile ilgili ne gibi soruların var?

Araştırma için kullandığınız kaynaklar nelerdir? Yazınız.

Meslek ve Sorumluluklar

Aşağıdaki bölüme bu çalışmadaki mesleğinizi ve sorumluklarınızı belirtiniz.

Seçtiğiniz meslekte çalışan kişilerin görevleri nelerdir?

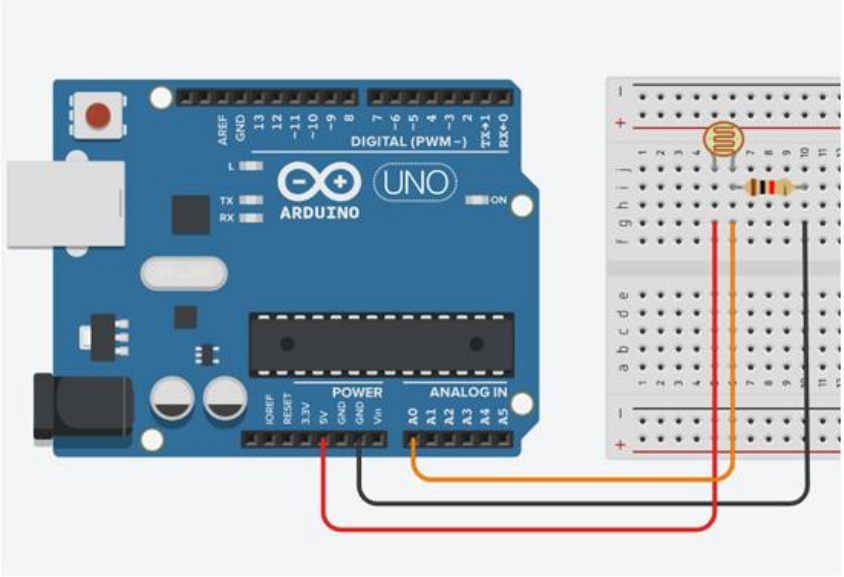
Sizin bu projedeki göreviniz nedir?

Etkinlik

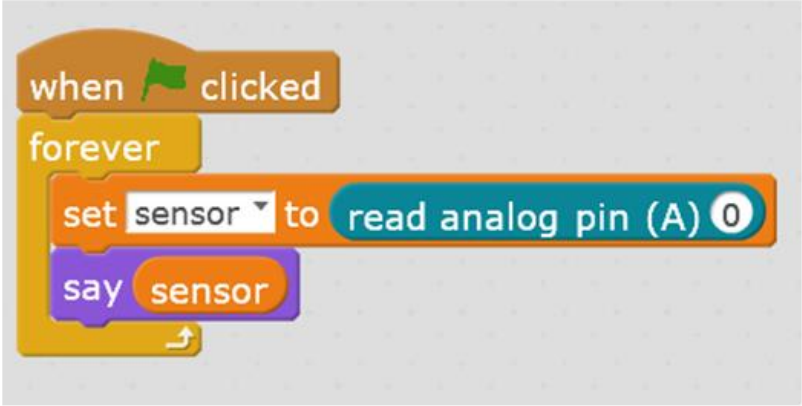
1 Örnek Uygulama

Fotodirenci (LDR) aşağıdaki devre şemasında gösterildiği gibi breadboard yardımıyla Arduino UNO kartına takınız. Ardından aşağıdaki mBlock kodlarını yazarak çalıştırınız.

MALZEMELER
- Arduino UNO
- LDR
- 1k ohm direnç
- Jumper kablolar



Devre Şeması



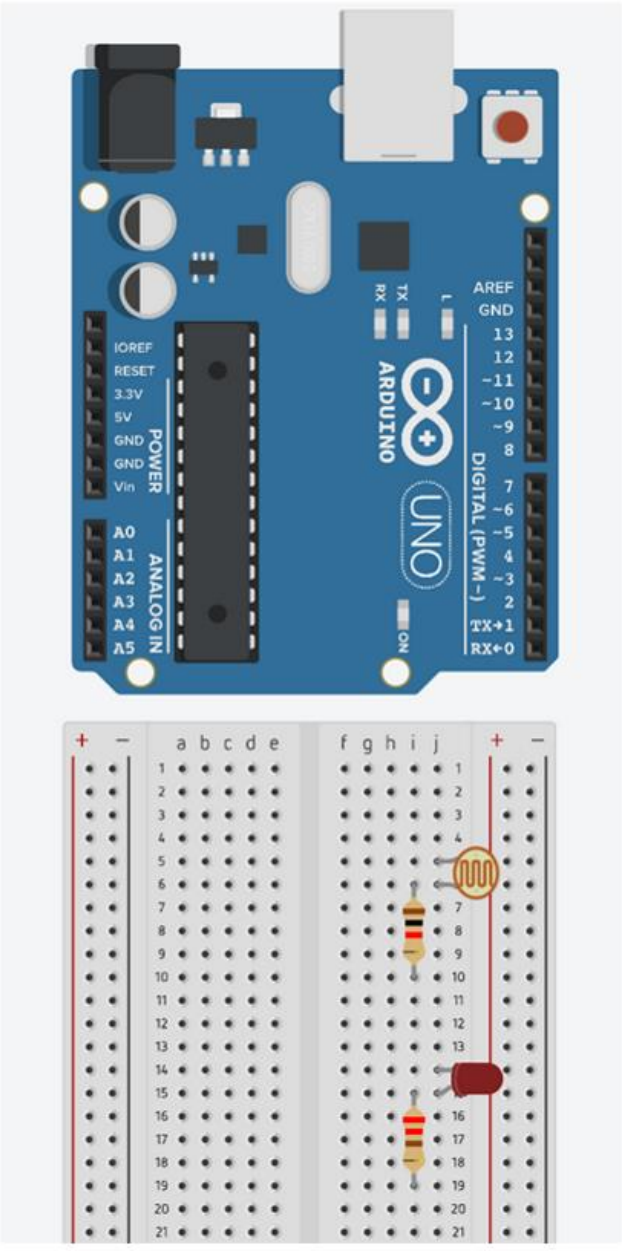
mBlock Kodları

Etkinlik

2 Sıra Sende

GÖREV
LDR kullanarak bir LED'in karanlıkta yanmasını sağlayınız.

MALZEMELER
- Arduino UNO
- RGB LED
- 220 ohm direnç
- 1k ohm direnç
- Jumper kablolar

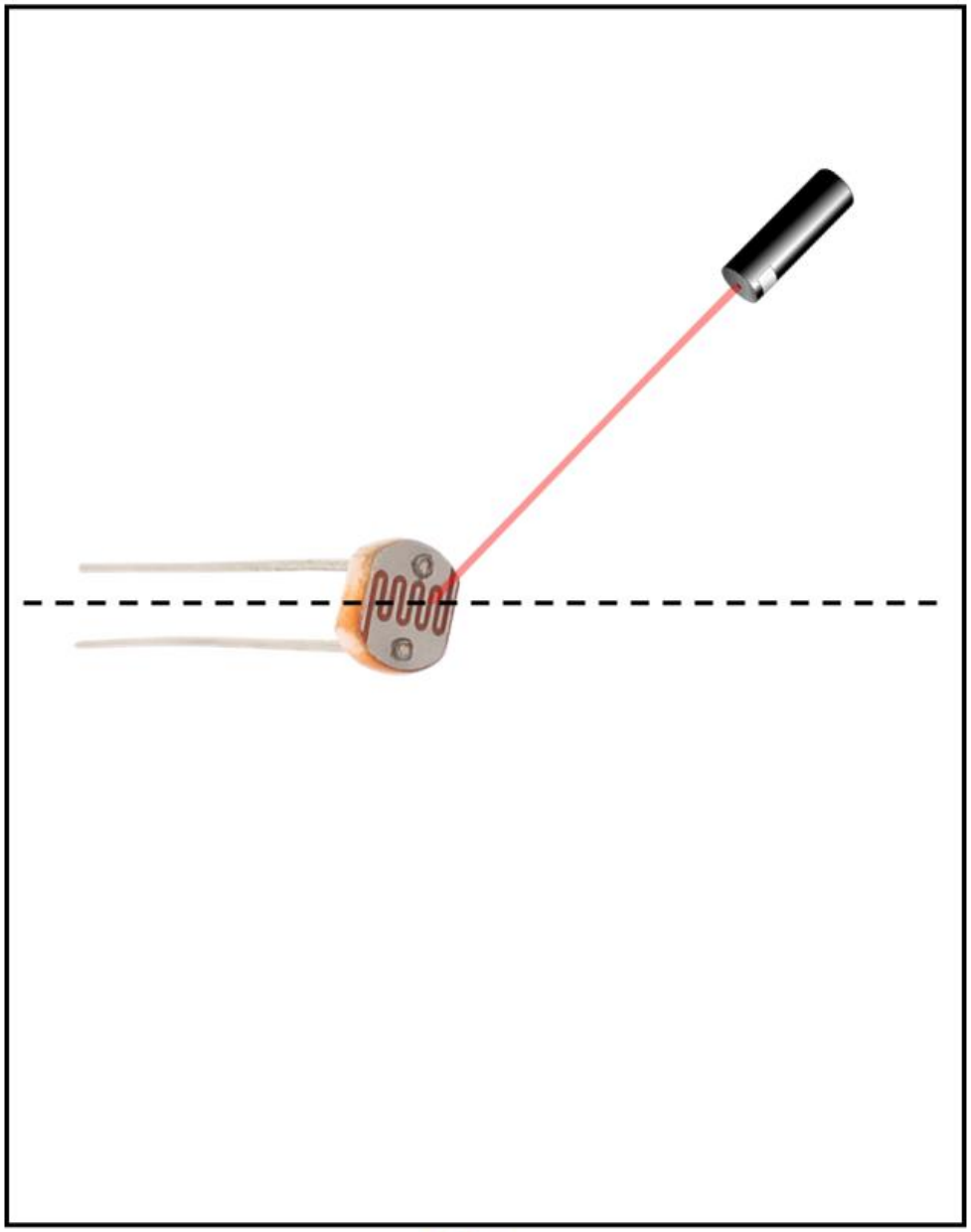


Görsel üzerinde, kurşun kalem ile Arduino'nun bağlantısını yapınız.

Etkinlik

3 Işığın Yansıması

Aşağıdaki bölümde lazerden çıkan ışığın kaç derece geldiğini bir açıölçer ile keşfederek yansıma çizerek açısını hesaplayınız.



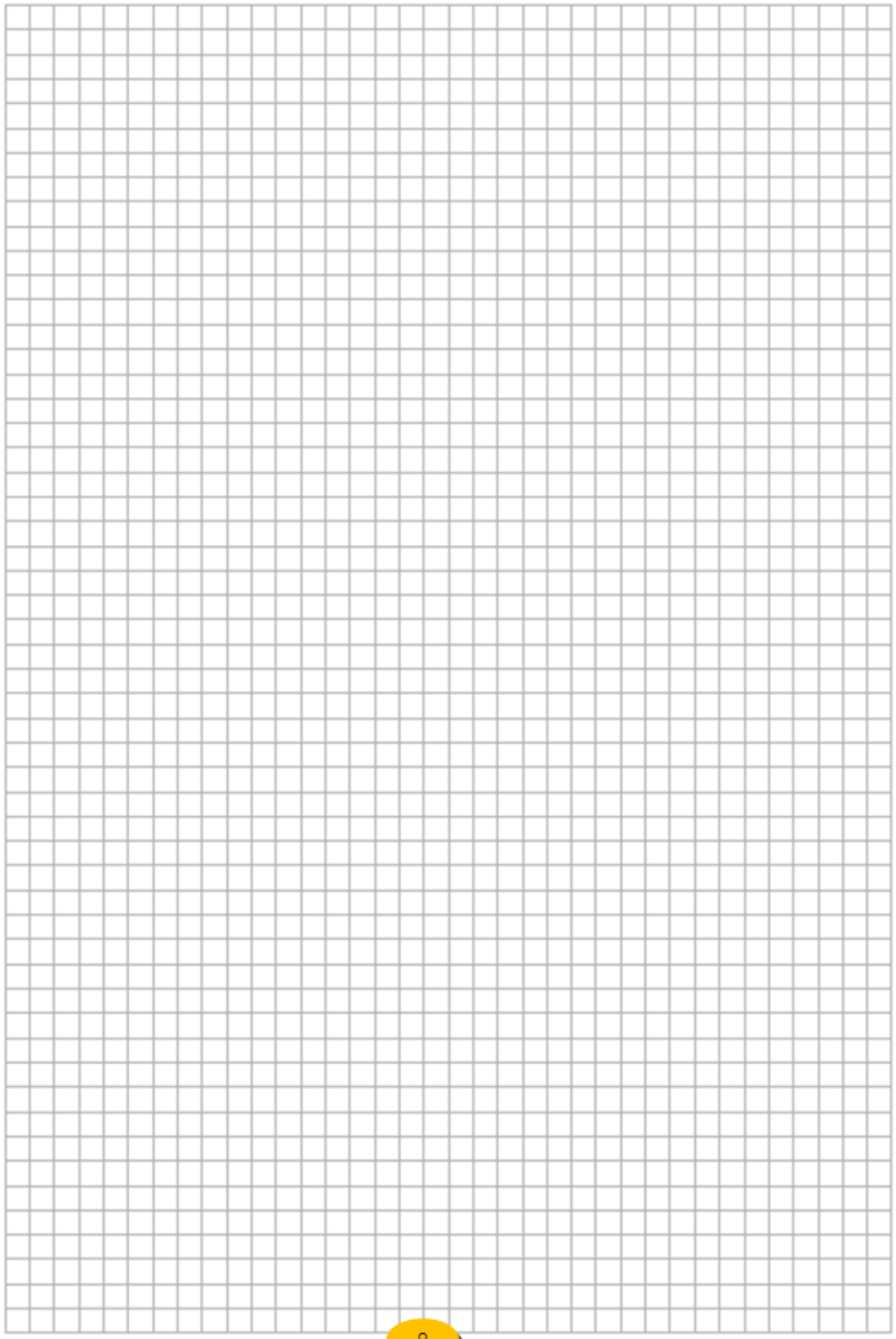
Hayal Et, Öğren, Planla

Grubunuzda ortaya çıkan tüm fikirler nelerdir?

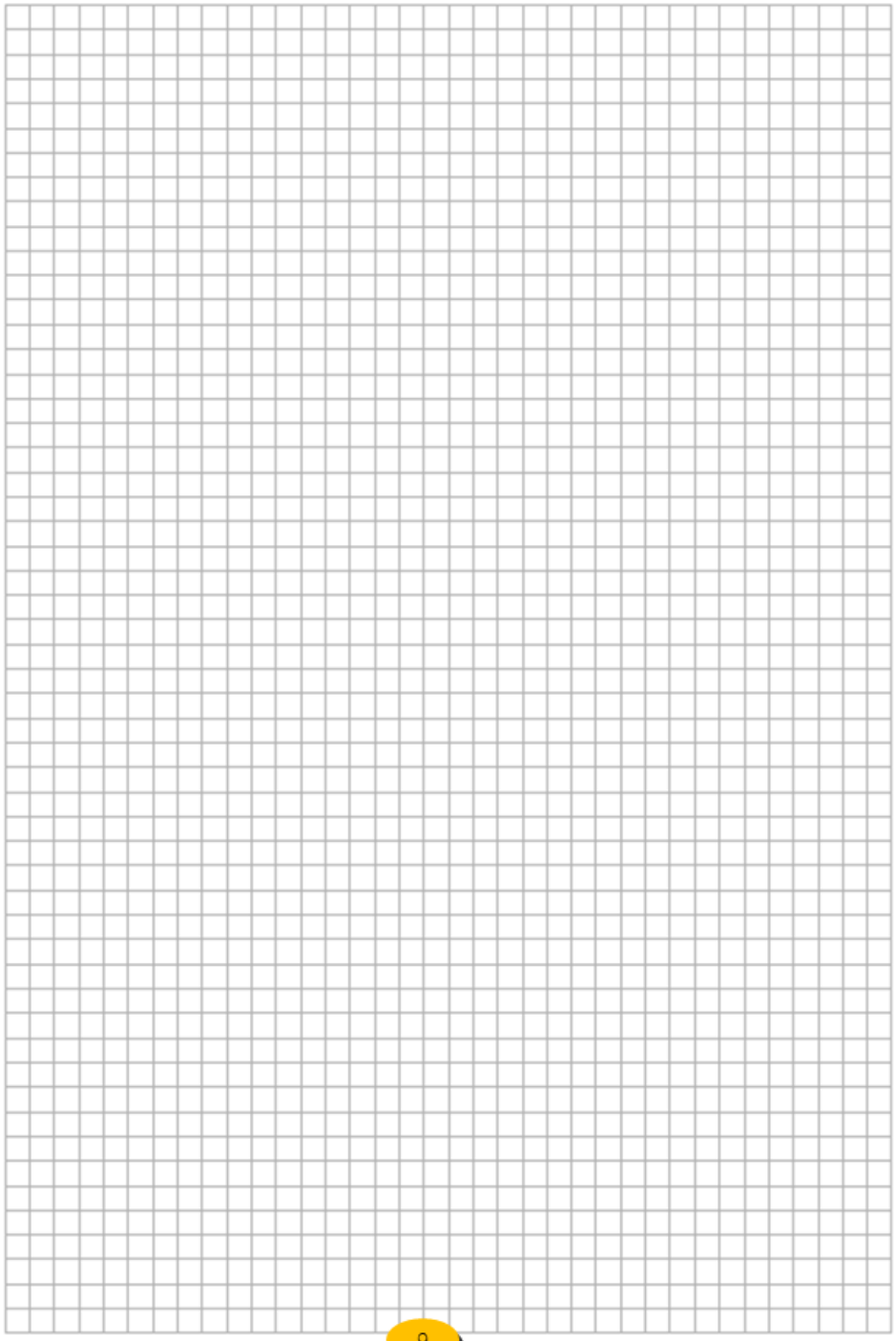
Hangi fikri daha çok beğendiniz ve yapmaya karar verdiniz? Neden?

TASARIMınızı oluştururken hangi malzemeleri kullanmayı planlıyorsunuz?

Taslak Çizimi



Taslak Çizimi



Test Etme

	Evet	Hayır
Arduino UNO kart kullandınız mı?	☐	☐
Oyununuz bir lazer ile hedef alıyor mu?	☐	☐
En az üç hedef var mı?	☐	☐

Sizce tasarımınızda geliştirilmesi gereken kısımlar nelerdir?

_____

_____

_____

_____

_____

Bu süreç sırasında yaşadığın zorluklar nelerdir?

_____

_____

_____

_____

_____

Boş Mail Taslağı

Sil	Yanıtla	Tümünü Yanıtla	İlet	Arşivle	Kaydet	Yazdır

Kimden: EngineeringForABetterFuture
Kime:
CC:
Konu:

Bu mail taslağını kullanarak Ada Hanım'a cevabınızı gönderebilirsiniz.

11

Fiyatlandırma Bölümü

Bu projede kullandığınız tüm malzemeleri aşağıdaki alana fiyatlandırmasını yapınız ve proje bütçesini belirleyiniz.

No	Malzeme	Birim	Fiyat

Toplam: _____

EK 17. Oyun Tasarımı Ders Planı - Öğretmen Sunumu

Sil | Yanıtla | Tümünü Yanıtla | İlet | Arşivle | Kaydet | Yazdır

Kimden:
Kime: EngineeringForABetterFuture
CC:
Konu: Oyun Tasarımı

Merhaba Geleceğin Mühendisleri,

Bizler ofis içerisinde uzun süreler geçiriyoruz. Ofisteki bu zamanları eğlenceli hale getirmek için sizlerden, ofis içerisinde oynayabileceğimiz küçük bir oyun tasarlamanızı istiyoruz. Ekip arkadaşlarımın "Laser Tag" benzeri bir oyun istediğini duydum. Aşağıda kriterlerimizi paylaşıyorum.

- Oyunu tasarlarken Arduino UNO kartını kullanmanızı bekliyoruz.
- Bir lazer ile hedefin işaretlenmesini ve hedefte ise meyve ya da sebzelerin yer almasını istiyoruz.
- En az üç hedefi olan bir oyun bekliyoruz.

Ayrıca ekte size yardımcı olması adına bir video linki paylaşıyorum.

İyi çalışmalar,
Ada

100

https://youtu.be/YxziWdOhFo8

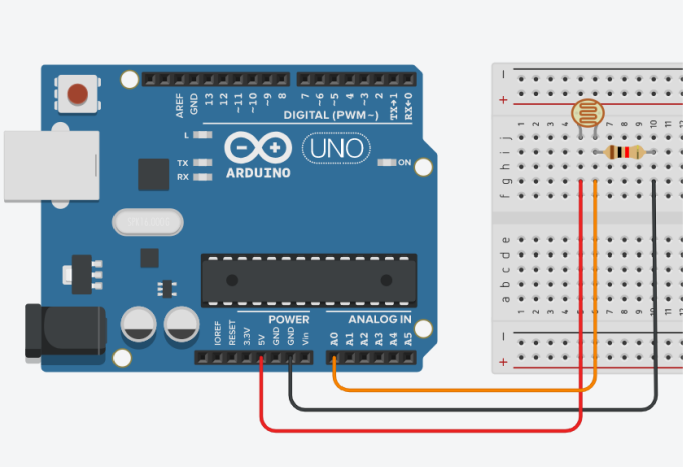
101

LDR (FOTODİRENÇ, LIGHT DEPENDENT RESISTANCE)

LDR (Light Dependent Resistor), Türkçede "Işığa Bağımlı Direnç" anlamına gelmektedir. Bir diğer adı da foto dirençtir. LDR her ne kadar bir direnç çeşidi olsa da aynı zamanda pasif bir sensördür. LDR'ler bulundukları devrelerde değişen direnç değerleri ile bir çıkış sağlarlar fakat bu işlemi dış ortamdan aldıkları fiziksel bir değişim ile gerçekleştirdiklerinden dolayı bir sensör görevi görmüş olurlar.

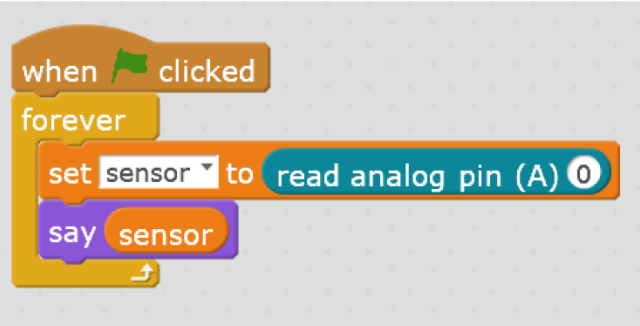
102

ÖRNEK - DEVRE ŞEMASI



103

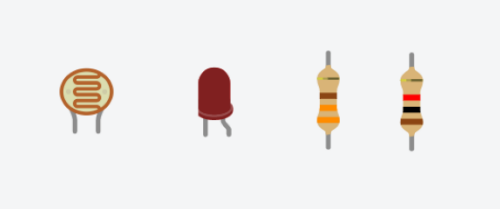
MBLOCK KODLARI



104

SIRA SENDE

MALZEMELER

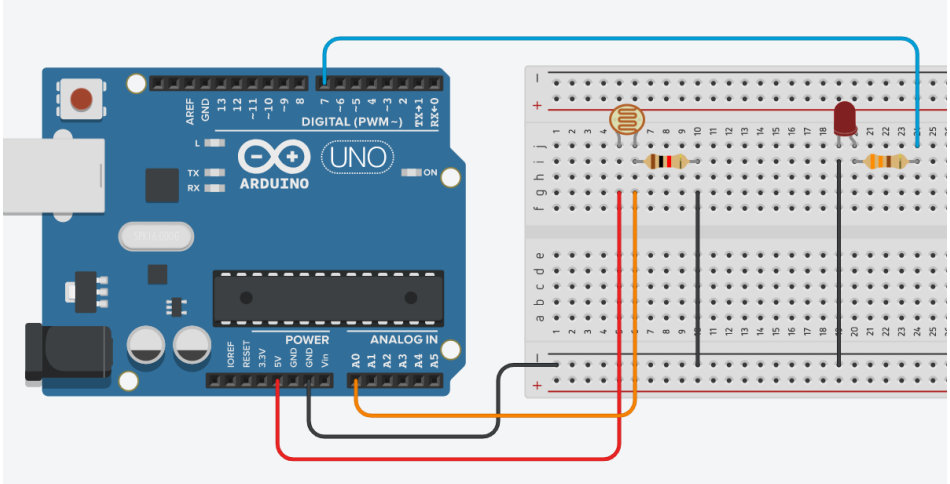


- Arduino UNO
- Breadboard
- LDR Sensor
- Kırmızı LED
- 330 ohm direnç
- 1k ohm direnç
- Jumper kablolar

Görev: Ortam karanlık olduğunda bir LED'in otomatik olarak yanmasını sağlayınız.

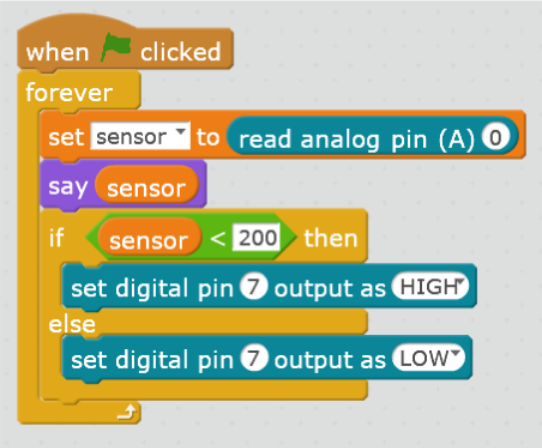
105

DEVRE ŞEMASI



106

MBLOCK KODLARI



107

EK 18. Öğrenci Çalışmaları