

T. C.
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı
Fen Bilgisi Öğretmenliği

TERSİNE MÜHENDİSLİK UYGULAMALARININ
8. SINIF ÖĞRENCİLERİNDE
AKADEMİK BAŞARILARINA, PROBLEM ÇÖZME
BECERİLERİNE, STEM TUTUM VE ALGILARINA
ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Merve TAŞÇI
(Yüksek Lisans Tezi)

İstanbul, 2019

**T. C.
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı
Fen Bilgisi Öğretmenliği**

**TERSİNE MÜHENDİSLİK UYGULAMALARININ
8. SINIF ÖĞRENCİLERİNDE
AKADEMİK BAŞARILARINA, PROBLEM ÇÖZME
BECERİLERİNE, STEM TUTUM VE ALGILARINA
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Merve TAŞÇI
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Danışman
Prof. Dr. Fatma ŞAHİN**

İstanbul, 2019

**Tüm kullanım hakları
M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne aittir.**

© 2019

ONAY

MERVE TAŞÇI tarafından hazırlanan "Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde Akademik Başarılarına, Problem Çözme Becerilerine, STEM Tutum ve Algılarına Etkisinin İncelenmesi" konulu bu çalışma, 16 Ağustos 2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda jüri tarafından başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

ADI SOYADI

İMZA

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Fatma SAHİN

JÜRI ÜYESİ

Prof. Dr. Filiz KABADINAR

JÜRI ÜYESİ

Doç. Dr. Elif İNCE

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Merve TAŞÇI
Doğum Yeri ve Tarihi : Kadıköy / 23.03.1993

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Marmara Üniversitesi / Fen Bilgisi Öğretmenliği (2012 - 2016)
Yüksek Lisans Öğrenimi : Marmara Üniversitesi / Fen Bilgisi Öğretmenliği (2016 - 2019)
Yayınlanan Bildiriler : 8'inci Uluslararası Eğitimde Yeni Yönelimler Kongresi /
Mühendislik Uygulaması Kullanarak Kahve Makinesi Tasarlama

İş Deneyimi

Çalıştığı Kurum : Mehmet Hacıbozanoğlu Ortaokulu / Şanlıurfa (2017 – hâlen)

İletişim

e-Posta Adresi : mervetasci@marun.edu.tr

Alınan Eğitimler

STEM ve STEAM Konulu Eğitimler : Ulusal STEAM Çalıştayı / Şanlıurfa İl Millî Eğitim
Müdürlüğü
STEM / Üsküdar İlçe Millî Eğitim Müdürlüğü
Proje Tabanlı STEM Eğitimi / Üsküdar İlçe Millî Eğitim
Müdürlüğü



Biricik annem Fatma TAŞÇI,

Canım babam İbrahim Ethem TAŞÇI

ve

Değerli hocam Prof. Dr. Fatma ŞAHİN'e ithâfen

ÖNSÖZ

Yurt dışında uygulama ve alan çalışması yapılan fakat ülkemizde eğitim alanında pek duyulmayan ve bu sebeple fen eğitime katkı sağlanacağı düşüncesiyle tersine mühendislik uygulamaları konusunda araştırma yapmam noktasında bana öncülük eden, çalışma diliminde bana yol gösteren, araştırma sürecinde desteğini, tecrübelerini ve emeğini hiç eksik etmeyen, beni hep destekleyip yüreklendiren ve öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyacağım saygıdeğer danışmanım ve hocam Prof. Dr. Fatma ŞAHİN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin şekillenmesinde katkısı olan tez jüri üyeleri değerli hocalarım sayın Prof. Dr. Filiz KABAPINAR ve Doç. Dr. Elif İNCE'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

Lisans ve yüksek lisans eğitimimde bilgileriyle ışık tutan, öğretmenliği sevdiren ve farklı ufuklar açtıran Marmara Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümündeki tüm hocalarıma şükranlarımı sunuyorum.

Araştırmada kullanılan ölçekler konusunda yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Zehra Betül ALP'e, pilot çalışmasında öğrencileriyle birlikte destek veren Fen Bilimleri öğretmeni Ayşegül KARAKUŞ'a teşekkür ederim.

Araştırma hakkındaki bilgi paylaşımlarını ve manevi desteklerini esirgemeyen Fen Bilimleri öğretmen arkadaşlarım Aslı HAVADAR'a, Buse YAŞIT'a ve Sema GÜL'e, Okul Öncesi öğretmen arkadaşım Zeynep BAYRAM'a, Matematik öğretmen arkadaşlarım Güler KOCAOĞLU'na, Hamide YAVAŞ'a ve Şüheda MAYDA'ya, İngilizce öğretmen arkadaşlarım Hilal ÜNLÜ'ye, Ayşenur KORKMAZ'a ve aynı dönemde yürüttüğümüz, tez sürecimizle ilgili fikir alışverişinde bulunduğumuz Fen Bilimleri öğretmen arkadaşlarım Canan VURUCU ŞAHİN'e ve Songül KARDAŞ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca hayatımın her döneminde yanımda olan, benim için her türlü fedakârlığı yapan ve yapmaya hazır olan, her konuda bana azim ve cesaret veren biricik annem Fatma TAŞÇI'ya, canım babam İbrahim Ethem TAŞÇI'ya ve kıymetli kardeşlerim Ferhat TAŞÇI ve Esra TAŞÇI'ya çok teşekkür ederim.

Bu tezin mimarisi olan, büyük özveri ve çokça emek veren, çalışmaya canı gönülden katılan tüm öğrencilerime ve de ailemden uzakta olmama rağmen ikinci ailem olan Şanlıurfa’da öğrenim gören canım öğrencilerime bana öğretmenliği damarlarıma kadar hissettirdikleri, gözlerimin içine tüm sevecenlikleriyle baktıkları için teşekkür ederim.

Merve TAŞÇI

Şanlıurfa - 2019



ÖZET

Bu çalışmada tersine mühendislik uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinde akademik başarılarına, problem çözme becerileri, STEM tutum ve algılarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmanın çalışma grubunu 28'i deney, 28'i kontrol grubu olmak üzere toplam 56 öğrenci oluşturmaktadır. Kontrol grubunda dersler programın önerdiği yapılandırmacı yaklaşım yöntem ve teknikleriyle işlenirken, deney grubunda programın önerdiği yöntem ve tekniklerin yanında tersine mühendislik uygulamaları da eklenerek işlenmiştir. Dersler 10 hafta süresince araştırmacı tarafından yürütülmüştür.

Araştırmanın verileri nitel ve nicel yöntemlerle elde edilmiştir. Nicel veriler Serin, Serin ve Saygılı (2010) tarafından geliştirilen Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri ve Gülhan (2016) tarafından geliştirilen STEM Tutum ve Algı Testi ve araştırmacı Taşçı tarafından hazırlanan toplam 60 soruluk Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi ile toplanmıştır. Nitel veriler ise araştırmacı tarafından hazırlanan Bir Mühendisin Araştırma Defteri, Mühendislik Alanı Bilgi Formu ve Mühendislik Tasarımı Değerlendirme Rubriği ile toplanmıştır. Tersine mühendislik uygulamalarının etkililiğini karşılaştırmak amacıyla deney ve kontrol grubu öğrencilerine ilgili testler ön ve son test olarak uygulanmış olup gruplar arası puanlar karşılaştırılmıştır.

Araştırmanın nicel verilerinin çözümlenmesi ile elde edilen bulgular doğrultusunda tersine mühendislik uygulamaları destekli eğitimin 8. sınıf öğrencilerinde akademik başarılarına, problem çözme becerileri, STEM tutum ve algılarını geliştirmede yapılandırıcı öğretimden daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın nitel verilerinin çözümlenmesinde mühendislik alanı bilgi formundan elde edilen bulgular doğrultusunda uygulamalar öncesinde kariyer planlamaları açısından mühendisliği düşünmeyen bazı öğrencilerin uygulamalar sonrasında mühendisliği düşündükleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin çizmiş oldukları kahve makine prototipleri incelendiğinde ön çizimlerinde bütüncül düşünme yaklaşımı görülürken son çizimleri analitik düşünme yaklaşımının ön planda olduğu analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tersine Mühendislik, Problem Çözme Becerisi, STEM

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effect of reverse engineering applications on 8th Grade students' academic achievement, problem solving skills, STEM attitudes and perceptions.

The study group consists of 56 students, 28 of them are the experimental in the control group and 28 of them are the control group. In the control group, while the lessons are taught by the methods and techniques of constructivist approach proposed by the program, in the experimental group, besides the methods and techniques proposed by the program, reverse engineering applications are added. Lessons are conducted by the researcher for 10 weeks.

The data were obtained from the qualitative and quantitative methods. The quantitative data were collected by the Problem Solving Inventory for Children, which was developed by Serin, Serin and Saygılı (2010) and the Stem Attitude and Perception Test developed by the Gülhan (2016) and Science Academic Achievement Test with a total of 60 questions prepared by Taşçı. Qualitative data were collected by the an Engineer's Reserarch Book, Engineering Area Information Forn and Engineering Design Assesment Rubric. In order to compare the effectiveness of reverse engineering applications, the relevant tests applied to the control and experimental group students as a pre and post test and the scores were compared between groups.

In line with the findings obtained by analyzing the quantitative data of the study, it was concluded that reverse engineering applications supported education was more effective than constructivist teaching in improving 8th grade students academic achievement, problem solving skills, STEM attitudes and perceptions.

In the analysis of the qualitative data of the research, it was determined that some students who did not think about engineering in terms of career planning prior to the applications were thinking about engineering after the applications. When the coffee machine prototypes drawn by the students were examined, it was analyzed that the holistic thinking approach was seen in the preliminary drawings while the analytical thinking approach was in the forefront.

Keywords: Reserve Engineering, Problem Solving Skills, STEM

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xvi
GRAFİKLER	xvii
KISALTMA VE SEMBOLLER	xviii
BÖLÜM I	
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Problem Cümlesi ve Alt Problemler	2
1.2.1. Problem Cümlesi	2
1.2.2. Alt Problemler	2
1.3. Araştırmanın Amacı	3
1.4. Araştırmanın Önemi	3
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	4
1.6. Araştırmanın Sayıltıları	4
1.7. Tanımlar	4
BÖLÜM II	
İLGİLİ ALANYAZIN	5
2.1. Fen Bilimleri Öğretim Programları	5
2.2. Yirmi Birinci Yüzyıl Becerileri	21
2.3. K-12 Fen Eğitimi	27
2.3.1. K-12 Düzeyinde Mühendislik Tasarımı	28
2.4. Yeni Nesil Fen Standartları (NGSS)	28
2.2.1. Yeni Nesil Fen Standartlarında Mühendislik Tasarımı	31
2.5. İlköğretimde STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) Eğitimi	32
2.6. Mühendislik Tasarım Süreci	35

2.7. Tersine Mühendislik Uygulamaları	43
2.8. İlgili Çalışmalar	48
2.8.1. Tersine Mühendislik ile İlgili Çalışmalar	48
2.8.2. STEM ile İlgili Çalışmalar	50
2.8.3. Tersine Mühendislik ve STEM ile İlgili Çalışmalar	53

BÖLÜM III

YÖNTEM	56
3.1. Araştırma Deseni.....	56
3.1.1. Deneysel Desen	57
3.1.2. Durum Çalışması.....	58
3.2. Çalışma Grubu.....	58
3.3. Veri Toplama Araçları	60
3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları	60
3.3.1.1. Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi (FBABT)	60
3.3.1.2. Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri (ÇPÇE)	60
3.3.1.3. STEM Tutum Testi.....	61
3.3.1.4. STEM Algı Testi	61
3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları	61
3.3.2.1. Mühendislik Alanı Bilgi Formu (MABF)	61
3.3.2.2. Bir Mühendisin Araştırma Defteri (BMAD)	62
3.3.2.3. Mühendislik Tasarımı Değerlendirme Rubriği (MTDR)	62
3.4. Uygulama.....	64
3.4.1. Araştırmanın Pilot Uygulanması	65
3.4.2. Araştırmanın Uygulanması	67
3.4.2.1. Kontrol Grubundaki Uygulama	68
3.4.2.2. Deney Grubundaki Uygulama.....	71
3.5. Verilerin Çözümlemesi.....	82
3.5.1. Nicel Verilerin Çözümlemesi	82
3.5.1.1. Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi.....	82
3.5.1.2. Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri.....	82
3.5.1.3. STEM Tutum Testi.....	82
3.5.1.4. STEM Algı Testi	83
3.5.2. Nitel Verilerin Çözümlemesi.....	83
3.5.2.1. Mühendislik Alanı Bilgi Formu	83

3.5.2.2. Bir Mühendisin Araştırma Defteri.....	84
3.5.2.3. Mühendislik Tasarımı Değerlendirme Rubriği	84
3.6. Araştırmacının Rolü	85
3.7. Etik Değerler	86

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM	87
4.1. Fen Bilimleri Akademik Başarıya İlişkin Bulgular	87
4.1.1. Deney ve Kontrol Grubu Ön Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	87
4.1.2. Deney ve Kontrol Grubu Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	89
4.1.3. Deney Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	90
4.1.4. Kontrol Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	93
4.2. Çocuklar İçin Problem Çözme Envanterine İlişkin Bulgular	95
4.2.1. Deney ve Kontrol Grubu Ön Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	95
4.2.2. Deney ve Kontrol Grubu Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	96
4.2.3. Deney Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	97
4.2.4. Kontrol Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	98
4.3. STEM Tutum Testine İlişkin Bulgular	100
4.3.1. Deney ve Kontrol Grubu Ön Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	100
4.3.2. Deney ve Kontrol Grubu Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	101
4.3.3. Deney Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	102
4.3.4. Kontrol Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	103
4.4. STEM Algı Testine İlişkin Bulgular	104
4.4.1. Deney ve Kontrol Grubu Ön Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	104
4.4.2. Deney ve Kontrol Grubu Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	105
4.4.3. Deney Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	106
4.4.4. Kontrol Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular	107
4.5. Mühendislik Alanı Bilgi Formuna İlişkin Bulgular	108
4.6. Bir Mühendisin Araştırma Defterine İlişkin Bulgular	130

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	143
5.1. Sonuç ve Tartışma	143

5.1.1. Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde Akademik Başarılarına Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışmalar.....	143
5.1.2. Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde Problem Çözme Becerisi Üzerine Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışmalar.....	144
5.1.3. Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde STEM Tutumlarına Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışmalar.....	145
5.1.4. Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde STEM Algılarına Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışmalar	146
5.1.5. Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde Mühendislik Alanına Yönelik Sonuç ve Tartışmaları.....	147
5.2. Öneriler	149
5.2.1. Araştırmacılara ve Öğretmenlere Yönelik Öneriler	149
5.2.2. Uygulama Sürecinde Yönelik Öneriler	151
KAYNAKÇA.....	152
EKLER.....	159

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2. 1: Yirmi Birinci Yüzyıl Becerilerinin Sınıflandırılması.....	25
Tablo 2.2: Ulusal Fen Eğitimi Standartları.....	30
Tablo 2.3: Mühendislik Tasarım Süreci Adımları (Li et al., 2015).....	39
Tablo 2.4: Mühendislik Tasarım Süreci Adımları.....	42
Tablo 3.1: Araştırmanın Deneysel Deseni.....	58
Tablo 3.2: Araştırmanın Deney Grubunun Cinsiyete Göre Dağılımı.....	59
Tablo 3.3: Araştırmanın Kontrol Grubunun Cinsiyete Göre Dağılımı.....	59
Tablo 3.4: Veri Toplama Araçlarının Araştırmanın Alt Problemlerine Göre Dağılımı .	64
Tablo 3.5: Pilot Uygulama Çalışması Analiz Sonuçları.....	65
Tablo 3.6: Pilot Uygulama Çalışması “Karışımlar” Testi Analiz Sonuçları.....	66
Tablo 3.7: Pilot Uygulama Çalışması “Isı ve Sıcaklık” Testi Analiz Sonuçları.....	66
Tablo 3.8: Pilot Uygulama Çalışması “Basit Makineler” Testi Analiz Sonuçları.....	67
Tablo 3.9: Uygulama Zaman / Çalışma Çizelgesi.....	72
Tablo 3.10: Deney Grubundaki Öğrencilerin Uygulama Anında Oluşturdıkları Grupların Adları ve Öğrenci Kodları.....	73
Tablo 4.1: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Karışımlar” Konusu Ön Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları.....	87
Tablo 4.2: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” Konusu Ön Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları.....	88
Tablo 4.3: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Basit Makineler” Konusu Ön Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları.....	88
Tablo 4.4: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Karışımlar” Konusu Son Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları.....	89
Tablo 4.5: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” Konusu Son Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları.....	89
Tablo 4.6: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Basit Makineler” Konusu Son Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları.....	89
Tablo 4.7: Deney Grubu Öğrencilerinin “Karışımlar” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları.....	90

Tablo 4.8: Deney Grubu Öğrencilerinin “Karışımlar” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları	91
Tablo 4.9: Deney Grubu Öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları	91
Tablo 4.10: Deney Grubu Öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları	91
Tablo 4.11: Deney Grubu Öğrencilerinin “Basit Makineler” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları	92
Tablo 4.12: Deney Grubu Öğrencilerinin “Basit Makineler” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları	92
Tablo 4.13: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Karışımlar” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları	93
Tablo 4.14: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Karışımlar” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları	93
Tablo 4.15: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları	93
Tablo 4.16: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Karışımlar” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları	94
Tablo 4.17: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Basit Makineler” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları	94
Tablo 4.18: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Karışımlar” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları	94
Tablo 4.19: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Çocuklar İçin Problem Çözme Envanterinin Ön Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları	95
Tablo 4.20: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Çocuklar İçin Problem Çözme Envanterinin Son Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları	96
Tablo 4.21: Deney Grubu Öğrencilerinin Çocuklar İçin Problem Çözme Envanterinin Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları	97
Tablo 4.22: Deney Grubu Öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları	98
Tablo 4.23: Kontrol Grubu Öğrencilerinin Çocuklar İçin Problem Çözme Envanterinin Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları	99

Tablo 4.24: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları	99
Tablo 4.25: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin STEM Tutum Ön Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları.....	100
Tablo 4.26: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin STEM Tutum Son Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları.....	101
Tablo 4.27: Deney Grubu Öğrencilerinin Çocuklar İçin STEM Tutum Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları	102
Tablo 4.28: Deney Grubu Öğrencilerinin “STEM Tutum” Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları	102
Tablo 4.29: Kontrol Grubu Öğrencilerinin Çocuklar İçin STEM Tutum Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları	103
Tablo 4.30: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “STEM Tutum” Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları	103
Tablo 4.31: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin STEM Algı Ön Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları.....	104
Tablo 4.32: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin STEM Algı Son Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları.....	105
Tablo 4.33: Deney Grubu Öğrencilerinin STEM Algı Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları	106
Tablo 4.34: Deney Grubu Öğrencilerinin “STEM Algı” Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları	106
Tablo 4.35: Kontrol Grubu Öğrencilerinin STEM Algı Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları	107
Tablo 4.36: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “STEM Algı” Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları	107
Tablo 4.37: Mühendislik Tanımı Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları	110
Tablo 4.38: Mühendislik Mesleği Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları.....	111
Tablo 4.39: Mühendislik Alan Bilgisi Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları	112
Tablo 4.40: Meslek Tahmini Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları.....	116
Tablo 4.41: Mesleklerin Benzerlik ve Farkları Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları.....	117

Tablo 4.42: Mühendislik Alanı İçin Matematiğin Önemi Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları	119
Tablo 4.43: Teknolojinin Mühendislerin İşini Kolaylaştırmasına Yönelik Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları	120
Tablo 4.44: Tersine Mühendislik Tanımı Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları	121
Tablo 4.45: Makinelerin İçindeki Mekanizmaların Neler Olduğunu ve Nasıl Çalıştığını Merak Etmeye Yönelik Ön Test Öğrenci Frekansları, Yüzdeleri ve Cevapları	122
Tablo 4.46: Makinelerin İçindeki Mekanizmaların Neler Olduğunu ve Nasıl Çalıştığını Merak Etmeye Yönelik Son Test Öğrenci Frekansları, Yüzdeleri ve Cevapları.....	122
Tablo 4.47: Günlük Yaşamda Bozulan veya Kırılan Bir Ürünü Onarmaya Yönelik Ön Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları	122
Tablo 4.48: Günlük Yaşamda Bozulan veya Kırılan Bir Ürünü Onarmaya Yönelik Son Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları	123
Tablo 4.49: Mühendislerin Tasarladığı Ürünler ile İlgili Ön Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları.....	124
Tablo 4.50: Mühendislerin Tasarım Yaparken Dikkat Etmesi Gereken Özellikler Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları	125
Tablo 4.51: Öğrenim Hayatı Boyunca Tasarım Yapmaya Yönelik Ön Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları	126
Tablo 4.52: Öğrenim Hayatı Boyunca Tasarım Yapmaya Yönelik Son Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları	126
Tablo 4.53: Ailede veya Çevrede Mühendisin Var Olması Ön Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları	127
Tablo 4.54: Ailede veya Çevrede Mühendisin Var Olması Son Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları	127
Tablo 4.55: Mühendislik Mesleğini Gelecekte Seçme Ön Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları	128
Tablo 4.56: Mühendislik Mesleğini Gelecekte Seçme Ön Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları	128
Tablo 4.57: Gelecekte Seçilmek İstenen Mühendislik Alanları Ön Test Öğrenci Frekansları ve Yüzdesi.....	129

Tablo 4.58: Bir Mühendisin Araştırma Defteri "Karışımlar" Etkinliğine Ait Deney Grubu Bulguları	134
Tablo 4.59: Bir Mühendisin Araştırma Defteri "Isı ve Sıcaklık" Etkinliğine Ait Deney Grubu Bulguları	135
Tablo 4.60: Bir Mühendisin Araştırma Defteri "Basit Makineler" Etkinliğine Ait Deney Grubu Bulguları	136
Tablo 4.61: Mühendislik Tasarımına İlişkin Öğrencilerin Kahve Makinesi Prototipi Ön ve Son Çizimleri	137
Tablo 4.62: Mühendislik Tasarımına İlişkin Öğrencilerin Kahve Makinesi Prototipi Ön ve Son Çizim Puanları	142

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı'nda ünite kazanımları ile FTTÇ, BSB ve TD öğrenme alanlarına ait kazanımlar birbiri ile örtüşmesi (MEB, 2005)	5
Şekil 2.2: Fen Bilimleri Öğretim Programı Öğrenme Alanları (MEB, 2013)	6
Şekil 2.3: Fen Bilimleri Dersi Taslak Öğretim Programının Boyutları (MEB, 2017).....	7
Şekil 2.4: Fen Bilimleri Öğretim Programı Alana Özgü Beceriler (MEB, 2018b)	8
Şekil 2.5: Üçüncü Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri (MEB, 2018b)	9
Şekil 2.6: Ürün Tasarım Basamakları (Yiğit, 2018, s. 183)	9
Şekil 2.7: Dördüncü Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri (MEB, 2018b)	10
Şekil 2.8: Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları (Yaman, Akan, Doğan ve Sarı, 2018, s. 14)	10
Şekil 2.9: Ürün Tasarlama Basamakları (Yaman, Akan, Doğan ve Sarı, 2018, s. 224)	12
Şekil 2.10: Beşinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri (MEB, 2018b)	13
Şekil 2.11: Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları (Özkan ve Mısırlıoğlu, 2018, s. 23-24).....	14
Şekil 2.12: Altıncı Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri (MEB, 2018b)	14
Şekil 2.13: Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları (Çiğdem, Minoğlu Balçık ve Karaca, 2018, s. 21)	16
Şekil 2.14: Yedinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri (MEB, 2018b)	17
Şekil 2.15: Bilimsel Süreç Becerileri ve Mühendislik Tasarım Süreci (Demirkazan, Kalık ve Öcal, 2018, s. 15-16)	18
Şekil 2.16: Sekizinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri (MEB, 2018b)	19

Şekil 2.17: Tasarım Süreç Döngüsü (Aytac, Türker, Bozkaya ve Üçüncü, 2018, s. 13)	19
Şekil 2.18: Bilimsel Süreç Döngüsü (Aytac, Türker, Bozkaya ve Üçüncü, 2018, s. 13)	20
Şekil 2.19: Yirmi Birinci Yüzyıl Öğrenci Çıktıları (P21, 2008, 2009)	22
Şekil 2.20: Yirmi Birinci Yüzyıl Becerileri (P21, 2008, 2009; Akgündüz, 2018b)	23
Şekil 2.21: Yirmi Birinci Yüzyıl Öğrenci Çıktıları ve Destek Sistemleri (P21, 2019)	27
Şekil 2.22: NGSS'nin bileşenleri (NGSS Lead States, 2013)	31
Şekil 2.23: Bütünleşik STEM Eğitimi Yaklaşımı (Akgündüz, 2018a, s. 171)	33
Şekil 2.24: STEM eğitiminin öne çıkan avantajları (Akgündüz, 2018b, s. 42)	34
Şekil 2.25: Mühendislik Tasarım Süreci Döngüsü (Engineering is Elementary, t.y.)	37
Şekil 2.26: Massachusetts mühendislik tasarım süreci (Massachusetts Dept. of Education, 2006)	38
Şekil 2.27: Mühendislik Tasarım Döngüsü (NASA, 2014)	40
Şekil 2.28: Ürünler ve Süreçler için Mühendislik Tasarım Döngüsü (McCue, 2017)	40
Şekil 2.29: Tersine Mühendislik Aşamaları (Thayer, 2017)	47
Şekil 2.30: Tersine Mühendislik Süreci (Kennedy, Lee & Fontecchio, 2016)	48
Şekil 3.1: Araştırma Modelinin Şeması	56
Şekil 3.2: Bir Mühendisin Araştırma Defteri Örnek Sayfa	62
Şekil 3.3: Mühendislik Tasarımı Değerlendirme Rubriği	63
Şekil 3.4: EBA Ders "Karışımlar" Konusu	68
Şekil 3.5: EBA Ders "Isı ve Sıcaklık" Konusu	69
Şekil 3.6: EBA Ders "Basit Makineler" Konusu	69
Şekil 3.7: Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları (MEB, 2018, s. 164)	70
Şekil 3.8: Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları Proje Değerlendirme Formu (MEB, 2018b)	70
Şekil 3.9: Kontrol Grubu Öğrencilerinin Tasarladığı Basit Makine Projeleri	71
Şekil 3.10: "Yıkılmaz Mühendisler" grubu "Isı ve Sıcaklık" etkinliği ile ilgili olası çözüm yolları geliştirirken	75
Şekil 3.11: Deney Standları	76
Şekil 3.12: "Karışımlar" Etkinliği Prototipin Test Edilmesi	78
Şekil 3.13: "Isı ve Sıcaklık" Etkinliği Prototipin Test Edilmesi	79
Şekil 3.14: "Basit Makineler" Etkinliği Prototipin Test Edilmesi	80
Şekil 3.15: Kahve Makinesi Prototipi	81

Şekil 4.1: Problem Bulma Bölümü Yıkılmaz Mühendisler Grubuna Ait Verilen Öğrenci Cevapları.....	130
Şekil 4.2: Olası Çözümleri Geliştirme Bölümü Geleceğin Fencileri Grubuna Ait Verilen Öğrenci Cevapları.....	131
Şekil 4.3: En Uygun Çözümü Kararlaştırma Bölümü Siber Kimyacılar Grubuna Ait Verilen Öğrenci Cevapları.....	131
Şekil 4.4: Prototip Oluşturma Bölümü Geleceğin Mühendisleri Grubuna Ait Verilen Öğrenci Cevapları.....	132
Şekil 4.5: Prototipi Test Etme Yıkılmaz Mühendisler Grubuna Ait Verilen Öğrenci Cevapları.....	132
Şekil 4.6:Disiplinler Arası Alan İlişkisine Yönelik Mühendisler Grubuna Ait Verilen Öğrenci Cevapları.....	133
Şekil 4.7: Disiplinler Arası Alan İlişkisine Yönelik Mühendis Kızlar Grubuna Ait Verilen Öğrenci Cevapları.....	133

GRAFİKLER

Grafik 4.1: Deney ve Kontrol Grubu “Karışımlar”, “Isı ve Sıcaklık” ve “Basit Makineler” Ön Test Karşılaştırması	88
Grafik 4.2: Deney ve Kontrol Grubu “Karışımlar”, “Isı ve Sıcaklık” ve “Basit Makineler” Son Test Karşılaştırması	90
Grafik 4.3: Deney Grubu “Karışımlar”, “Isı ve Sıcaklık” ve “Basit Makineler” Ön ve Son Test Karşılaştırması	92
Grafik 4.4: Kontrol Grubu “Karışımlar”, “Isı ve Sıcaklık” ve “Basit Makineler” Ön ve Son Test Karşılaştırması	95
Grafik 4.5: Deney ve Kontrol Grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” Ön Test Karşılaştırması	96
Grafik 4.6: Deney ve Kontrol Grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” Son Test Karşılaştırması	97
Grafik 4.7: Deney Grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” Ön ve Son Test Karşılaştırması	98
Grafik 4.8: Kontrol Grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” Ön ve Son Test Karşılaştırması	99
Grafik 4.9: Deney ve Kontrol Grubu “STEM Tutum” Ön Test Karşılaştırması	100
Grafik 4.10: Deney ve Kontrol Grubu “STEM Tutum” Son Test Karşılaştırması	101
Grafik 4.11: Deney Grubu “STEM Tutum” Ön ve Son Test Karşılaştırması	102
Grafik 4.12: Kontrol Grubu “STEM Tutum” Ön ve Son Test Karşılaştırması	104
Grafik 4.13: Deney ve Kontrol Grubu “STEM Algı” Ön Test Karşılaştırması	105
Grafik 4.14: Deney ve Kontrol Grubu “STEM Algı” Son Test Karşılaştırması	105
Grafik 4.15: Deney Grubu “STEM Algı” Ön ve Son Test Karşılaştırması	107
Grafik 4.16: Kontrol Grubu “STEM Algı” Ön ve Son Test Karşılaştırması	108

KISALTMA VE SEMBOLLER

ATCS: Assessment and Teaching of 21st Century Skills [21. Yüzyıl Becerilerinin Değerlendirilmesi ve Öğretimi]

BMAD: Bir Mühendisin Araştırma Defteri

BSB: Bilimsel Süreç Becerileri

BTHP: Bilgi Temelli Hayat Problemi

ÇPÇE: Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri

EBA: Eğitim Bilişim Ağı

En Gauge: North Central Regional Educational Laboratory [Kuzey Merkez Bölgesel Eğitim Laboratuvarı]

EU: European Union [Avrupa Birliği]

FBABT: Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi

FTTÇ: Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre İlişkileri

ISTE: International Society for Technology in Education [Uluslararası Eğitimde Teknoloji Derneği]

K-12: 12 yıllık ilk-orta-lise eğitim süreci

LGS: Liselere Giriş Sınavı

MABF: Mühendislik Alanı Bilgi Formu

MTDR: Mühendislik Tasarımı Değerlendirme Rubriği

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

NAP: Ulusal Akademik Basını

NGSS: Yeni Nesil Fen Standartları

NRC: Ulusal Araştırma Kurulu

NSF: National Science Foundation [Ulusal Bilim Vakfı]

OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development [Ekonomik

Kalkınma ve İşbirliği Teşkilatı]

P21: Partnership for 21 st Century Skills

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences [Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi]

STEAM: Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics [Fen, Teknoloji, Mühendislik, Sanat, Matematik]

STEM: Science, Technology, Engineering, Mathematics [Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik]

TD: Tutum ve Değerler

TM: Tersine Mühendislik

?: yüzde

f: frekans

N: örneklem sayısı

p: anlamlılık düzeyi

$\bar{X}$: ortalama

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde, araştırmanın gerekçesi ve nedenleri ele alınarak; araştırmanın problem durumu, problem cümlesi ve alt problemleri, amacı, önemi, sınırlılıkları (varsayımları), tanımlar açıklanmaktadır.

1.1. Problem Durumu

Ülkemizin uluslararası fen ve matematik eğitimi başarıları incelendiğinde uluslararası ortalamaların gerisinde olduğu görülmektedir. Bu başarısızlığın en önemli nedenlerinden biri öğrenme ve öğretme ortamında klasik bazı yöntem ve tekniklerin kullanılması gösterilebilir. Çağımızda fen eğitiminin artık klasik yollarla yapılması sonucunda başarının elde edilemeyeceği, öğrencilerin öğrenme ortamında ancak bir bilim insanı gibi çalışması durumunda fen konularını daha iyi anlayabileceği düşünülmektedir (Çavaş, Bulut, Holbrook ve Miia, 2013). Fen eğitimi ile öğrencilere kazandırılması beklenen yeterlikler içinde bulunan zamanın koşullarına göre şekillenmekte olup bu yeterliliklerden bazıları günlük yaşamda karşılaşılan problemlerde bilimsel yöntemleri kullanabilme, teknolojik gelişmelerin neden olduğu bilimsel prensipleri açıklayabilme, fen-teknoloji-toplum etkileşimini anlama olarak sıralanabilir. Bu yeterlilikler doğrultusunda teknoloji ve mühendislik disiplinlerinden birbirinden bağımsız olarak ele alınan bir fen eğitimi ile istenilen hedeflere ulaşılamayacağı görülmektedir (Ercan, 2014). 2013 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yer alan Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre (FTTÇ) öğrenme alanlarına Fen ve Mühendislik uygulamasının eklenmesiyle Fen-Mühendislik-Teknoloji-Toplum-Çevre (FMTTÇ) olarak değiştirilmiş ve STEM yaklaşımının 2017 yılı taslak Fen Bilimleri Öğretim Programına entegrasyonunun gerçekleştirilmesi planlanmıştır (MEB, 2017). 2018 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programında FTTÇ kazanımlarına Bilgi boyutunda “Fen ve Mühendislik Uygulamaları”, Biliş boyutunda “Mühendislik ve Tasarım Becerileri” eklenerek STEM yaklaşımına yer verilmiştir (MEB, 2018b). Yayınlanan raporlarda (NAE & NRC, 2009; NRC, 2012; NGGS, 2013) disiplinler arası eğitime vurgu yapılmış ve fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarıyla oluşan STEM eğitiminin entegrasyonuna odaklanılmıştır. Fakat yapılan çalışmalar ve program

hazırlıkları incelendiğinde STEM eğitim yaklaşımında mühendisliğin katkıları açıkça ifade edilmesine rağmen, mühendisliğin fen eğitime entegrasyonuna yönelik eğilimler eksik kalmıştır (Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2017). Mühendisliğin fen eğitime entegrasyonunu sağlamak için tersine mühendislik uygulamalarının yardımcı olacağı öngörülmektedir.

1.2. Problem Cümlesi ve Alt Problemler

Bu bölümde araştırmanın problem cümlesi ve alt problemlerine yer verilmiştir.

1.2.1. Problem Cümlesi

Tersine mühendislik uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinde akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, STEM tutum ve algılarına etkisi var mıdır?

1.2.2. Alt Problemler

Bu problem cümlesine bağlı olarak araştırmanın alt problemleri aşağıda ifade edilmiştir.

- 1) Tersine mühendislik uygulamasının 8. sınıf öğrencilerinde Fen Bilimleri dersindeki akademik başarıları üzerine etkisi var mıdır?
- 2) Tersine mühendislik uygulamasının 8. sınıf öğrencilerinde problem çözme becerisi üzerine etkisi var mıdır?
- 3) Tersine mühendislik uygulamasının 8. sınıf öğrencilerinde STEM tutumlarına etkisi var mıdır?
- 4) Tersine mühendislik uygulamasının 8. sınıf öğrencilerinde STEM algılarına etkisi var mıdır?
- 5) Tersine mühendislik uygulamasının 8. sınıf öğrencilerinde mühendislik alanına etkisi var mıdır?
- 6) Tersine mühendislik uygulamasının 8. sınıf öğrencilerinde mühendislik tasarımı üzerine etkisi var mıdır?

1.3. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı 8. sınıf öğrencilerinde tersine mühendislik uygulamalarının Fen Bilimleri dersi akademik başarısına, problem çözme becerisine, mühendislik tasarımına, STEM tutum ve algılarına etkisini incelemektir. Ayrıca bu çalışma 2018 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programı'na önceki programlarda bahsedilmeyen “Mühendislik Becerileri”nin durumunu tespit etmek ve bu becerilere farklı bir bakış açısı olan tersine mühendislik uygulamaları ile yapılması sonucu öğrencilerin yenilikçi (inovasyon) düşünme becerilerine sahip, problemlere disiplinler arası bakış açısıyla bakabilen, sahip oldukları ve öğrendikleri bilgi ve becerileri kullanarak ürün oluşturma ve bu ürünlere değer katma stratejilerinin geliştirebilen bireylere destek sağlamak amacıyla yapılmıştır.

1.4. Araştırmanın Önemi

Bu araştırmada 2018 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programında bulunan Mühendislik Becerileri'nin 8. sınıf öğrencilerinde tersine mühendislik uygulamasının fen bilimleri dersinde akademik başarı, mühendislik becerisi ve tasarımına, STEM tutum ve algılarına etkisini göstermesi açısından önemlidir.

Literatür çalışmaları incelendiğinde ülkemizde tersine mühendislik uygulamasının mühendislik ve teknik eğitim alanlarında ele alındığı görülmektedir. Tez çalışması olarak Fen Bilimleri dersinde tersine mühendislik uygulamasına ait çalışma olmadığı, uluslararası yayınlarda Fen Bilimleri dersi ile bağlantılı tersine mühendislik uygulamaları olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerden bir ürün veya sistem tasarımları beklendiğinde genellikle çekindikleri (başarılı bir tasarım oluşturmama, nasıl bir yol izleyeceğini bilmeme vb.) gözlemlenmiştir. Bu sebeple tersine mühendislik uygulamaları sayesinde var olan bir üründen yola çıkılacağı için öğrencilerin beklenen tasarımdaki başarı, beceri ve tutumun artması beklenmektedir. Buradan yola çıkarak bu çalışma planlanmış olup yapılan çalışmanın ileride gerçekleştirilecek olan çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Tersine mühendislik uygulamaları öğrencilerin akademik başarılarına, problem çözme becerileri, STEM tutum ve algıları üzerindeki gelişimine katkı sağlayabilir ve bu çerçevede öğretmenlere örnek materyal işlevi görebilir. Ayrıca bu çalışmanın ders kitabı yazarlarına ve öğretim programı geliştiricilerine tersine mühendislik uygulamaları hakkında bilgi sahibi nitelikte olması beklenmektedir.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma;

1. 2018-2019 Eğitim-Öğretim yılı,
2. Şanlıurfa ili Eyyübiye ilçesindeki bir ortaokulun 8. sınıfında okumakta olan 56 öğrenci,
3. 10 haftalık uygulama süresi,
4. Fen Bilimleri dersi ile sınırlıdır.

1.6. Araştırmanın Sayılıları

Araştırmada;

1. Öğrenciler veri toplama araçlarındaki sorulara samimi cevaplar vermişlerdir.
2. Çalışma grubunda yer alan öğrenciler çalışmaya katılmaya gönüllü olmuşlardır.
3. Araştırmacı verilerin analizini yaparken taraflı olmadığını ortaya koymak için gerekli önlemleri almıştır.

1.7. Tanımlar

Tersine Mühendislik: Mevcut bir ürünü inceleyen, ürünün nasıl yapıldığını ve nasıl çalıştığını öğrenmek için detaylı bilgi ve özellikleri belirleyen bir süreçtir (Thayer, 2017).

Problem Çözme Becerisi: Kişinin bir amaca erişmekte karşılaştığı güçlükleri hissedişinden ona çözüm bulana kadar geçirdiği bir düşünme ve problemi yenme sürecidir (Ülküer, 1988).

STEM: Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik eğitimi ile hedeflenen; matematik ve fen bilimlerine ait bilgi ve becerilerin, 21. Yüzyılın bilgi temelli hayatına uygun bağlamlar içerisinde ve disiplinler arası bakış açısı ile öğrenilmesi ve öğretilmesidir (Çorlu, 2016).

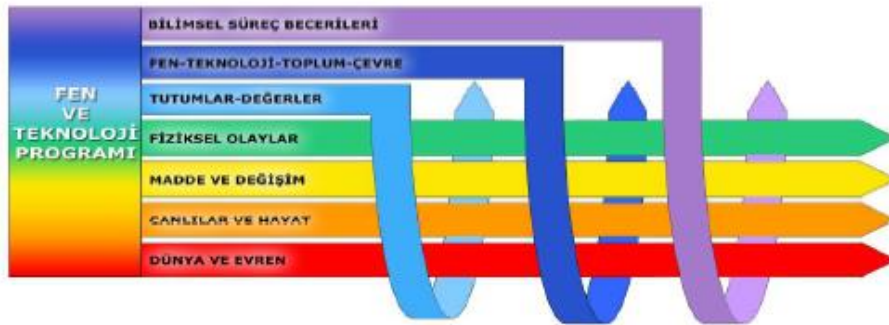
BÖLÜM II

İLGİLİ ALANYAZIN

2.1. Fen Bilimleri Öğretim Programları

Fen Bilimleri Öğretim Programları gelişmiş ülkelerde yürürlükte olan çok sayıda fen dersi programı incelenerek, uluslararası fen eğitimi literatürü izlenerek ve Türkiye’de değişik yörelerdeki koşul ve olanaklar dikkate alınarak hazırlanmış programlardır. 2018 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programı günümüzde Fen Bilimleri dersinde yol gösteren ve yenilenen en son öğretim programıdır. Bu öğretim programındaki yenilikler incelenmeye başlanmadan önce son on dört yılda değişen Fen Bilimleri Öğretim Programlarına ait bilgilere yer verilmiştir. Daha sonra 2018 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programı’na eklenen “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” Fen Bilimleri dersi 3 – 8. sınıf ders kitaplarındaki yeri incelenmiştir.

2005 yılı Fen ve Teknoloji Öğretim Programı’nda yapılandırmacı yaklaşım temel olarak alınmış olup programın vizyonu bireysel farklılıkları ne olursa olsun bütün öğrencilerin fen ve teknoloji okuryazarı olarak yetişmesidir. Öğretim programının öğrenme alanlarındaki üniteleri “Canlılar ve Hayat”, “Madde ve Değişim”, “Fiziksel Olaylar” ve “Dünya ve Evren”; öğrenme alanlarına ait kazanımlar ise “Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre İlişkileri (FTTÇ)”, “Bilimsel Süreç Becerileri (BSB)” ve “Tutum ve Değerler (TD)” olarak belirlenmiş olup Şekil 2.1’de gösterilmektedir (MEB, 2005).



Şekil 2.1: Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı’nda ünite kazanımları ile FTTÇ, BSB ve TD öğrenme alanlarına ait kazanımlar birbiri ile örtüşmesi (MEB, 2005)

Şekil 2.1 incelendiğinde belirlenen öğrenme alanlarına ait ünite kazanımları ve FTTÇ, BSB ve TD öğrenme alanlarına ait kazanımların birbiri ile örtüşmekte olduğu ifade edilmektedir.

2013 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programı’nda araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı temel olarak alınmış olup programın vizyonu tüm öğrencilerin fen okuryazarı bireyler olarak yetişmesidir. Öğretim programının öğrenme alanları “Bilgi”, “Beceri”, “Duyuş” ve “Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre” olarak belirlenmiş olup Şekil 2.2’de gösterilmektedir (MEB, 2013).

Bilgi	Beceri	Duyuş	Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre
a. Canlılar ve Hayat b. Madde ve Değişim c. Fiziksel Olaylar ç. Dünya ve Evren	a. Bilimsel Süreç Becerileri b. Yaşam Becerileri - Analitik düşünme - Karar verme - Yaratıcı düşünme - Girişimcilik - İletişim - Takım çalışması	a. Tutum b. Motivasyon c. Değerler ç. Sorumluluk	a. Sosyo-Bilimsel Konular b. Bilimin Doğası c. Bilim ve Teknoloji ilişkisi ç. Bilimin Toplumsal Katkısı d. Sürdürülebilir Kalkınma Bilinci e. Fen ve Kariyer Bilinci

Şekil 2.2: Fen Bilimleri Öğretim Programı Öğrenme Alanları (MEB, 2013)

Şekil 2.2 incelendiğinde fen okuryazarı bireyler; fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, duyuş ve fen bilimlerinin teknoloji-toplum-çevre ile olan ilişkisine yönelik anlayışa sahiptir.

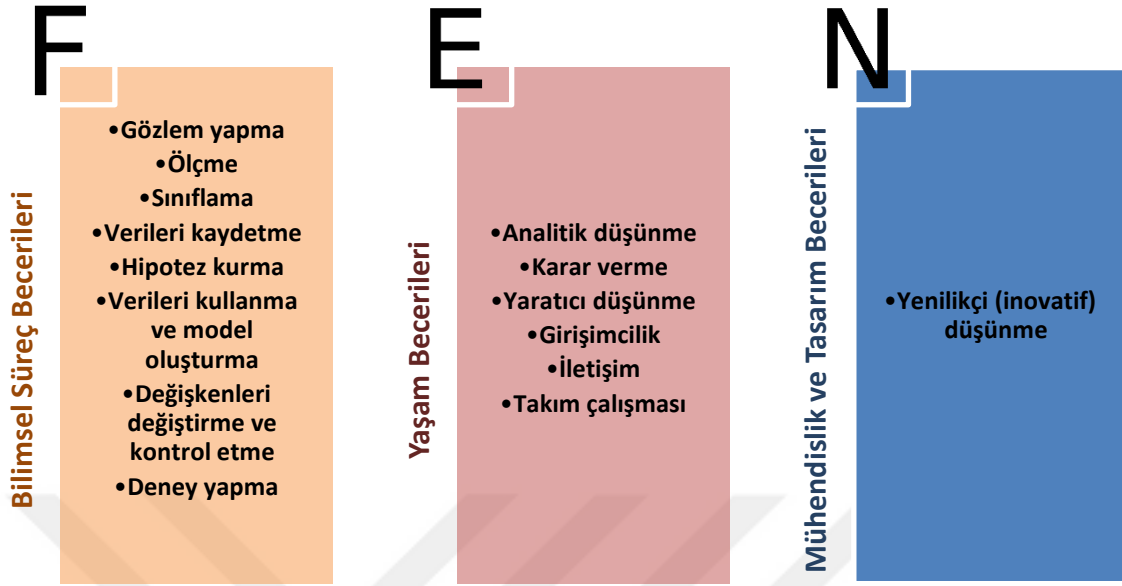
2017 yılı Fen Bilimleri Taslak Öğretim Programı’nda disiplinler arası bir bakış açısıyla araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı temel alınmış olup programın vizyonu öğrencileri fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirmektir. Öğretim programının boyutları “Bilgi”, “Beceri” ve “Duyuş” boyutlarıyla, bu boyutların ilişkilendirildiği “Fen-Mühendislik-Teknoloji-Toplum-Çevre (FMTTÇ)” bağlamından oluşmakta olup Şekil 2.3’te gösterilmektedir.

Bilgi	Beceri	Duyuş
a. Dünya ve Evren b. Canlılar ve Hayat c. Fiziksel Olaylar ç. Madde ve Değişim d. Fen ve Mühendislik Uygulamaları	a. Bilimsel Süreç Becerileri b. Yaşam Becerileri - Analitik düşünme - Karar verme - Yenilikçi düşünme - Girişimcilik - Yenilikçi Düşünme (İnovasyon) - İletişim - Takım çalışması c. Mühendislik ve Tasarım Becerileri	a. Tutum b. Motivasyon c. Değerler - Evrensel değerler - Millî ve kültürel değerler - Bilimsel etik ç. Sorumluluk
Fen-Mühendislik-Teknoloji-Toplum-Çevre (FMTTÇ)		
a. Sosyo-Bilimsel Konular b. Bilimin Doğası c. Fen, Mühendislik ve Teknoloji İlişkisi ç. Bilimin ve Teknolojinin Toplumla İlişkisi d. Sürdürülebilir Kalkınma Bilinci e. Fen ve Kariyer Bilinci		

Şekil 2.3: Fen Bilimleri Dersi Taslak Öğretim Programının Boyutları (MEB, 2017)

Şekil 2.3 incelendiğinde 2017 yılı Fen Bilimleri Taslak Öğretim Programı’ndan önceki programlarda bahsedilmeyen “Mühendislik” kavramı görülmektedir. Mühendislik kavramı “Bilgi” boyutunun alt basamağında “Fen ve Mühendislik Uygulamaları” olarak, “Beceri” boyutunun alt basamağında “Mühendislik ve Tasarım Becerileri” olarak ve “FMTTÇ” bağlamının alt basamağında “Fen, Mühendislik ve Teknoloji İlişkisi” olarak belirlenmiştir. Mühendislik kavramı insanın istek ve ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik objeleri, süreci ve sistemi tasarlamak için sistematik ve gelişime açık uygulamaları içermesi olarak tanımlanmaktadır. Teknoloji kavramı ise insan ihtiyaçlarını ve arzularını yerine getirmek için doğal dünyanın değiştirilmesi olarak tanımlanmıştır (MEB,2017).

2018 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programı’nda disiplinler arası bir bakış açısıyla araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı temel alınmış olup programın vizyonu bütün bireylerin fen okuryazarı olarak yetiştirmektir. Öğretim programına ait beceriler ele alındığında Şekil 2.4’de belirtildiği üzere “Öğretim Programında Temel Beceriler” başlığı altında olan Bilimsel Süreç Becerileri ve Yaşam Becerilerinin yanına üçüncü başlık olarak “Mühendislik ve Tasarım Becerileri”nin de eklendiği görülmektedir.



Şekil 2.4: Fen Bilimleri Öğretim Programı Alana Özgü Beceriler (MEB, 2018b)

Şekil 2.4 incelendiğinde Bilimsel Süreç Becerileri alanı 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 kapsamakta; Yaşam Becerileri alanı bilimsel bilgiye ulaşılması ve bilimsel bilginin kullanılmasına ilişkin analitik düşünme, karar verme, yaratıcılık, girişimcilik, iletişim ve takım çalışması gibi temel yaşam becerilerini kapsamakta; Mühendislik ve Tasarım Becerileri alanı ise fen bilimlerinin matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirilmesi sağlanarak, problemlere disiplinler arası bakış açısıyla, öğrencileri buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırarak, edindikleri bilgi ve becerileri kullanarak ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırılacakları konusunda stratejileri kapsamaktadır (MEB, 2018b).

Bu kapsamda incelenen Fen Bilimleri Öğretim Programı (2018)'nin yapısında 3,4,5,6,7, ve 8. sınıfları kapsadığı görülmektedir. Her bir sınıf için konu alanları, ünite başlıkları, kazanım sayıları, öngörülen süre / ders saatleri ve ders saati yüzdeleri ve programa eklenen “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları”nın hangi ünite ve konularda olduğunu belirlenmiştir. Elde edilen bilgiler şekil ve tablolarla açıklanmıştır.

Şekil 2.5'te Üçüncü Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri gösterilmektedir.

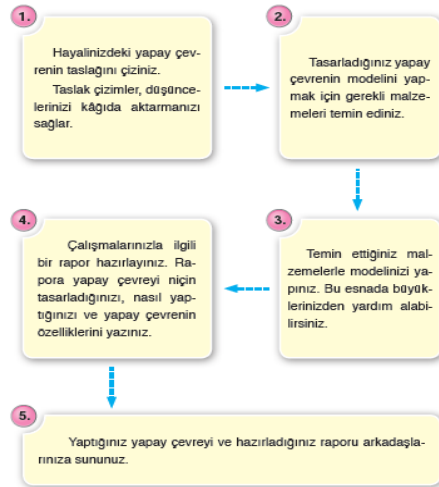
3. SINIF					
No	Ünite Adı	Konu Alanı Adı	Kazanım Sayısı	Süre	
				Ders Saati	Yüzde %
1	Gezegeneimizi Tanıyalım	Dünya ve Evren	5	9	8,3
2	Beş Duyumuz	Canlılar ve Yaşam	3	6	5,6
3	Kuvveti Tanıyalım	Fiziksel Olaylar	4	15	13,9
4	Maddeyi Tanıyalım	Madde ve Doğası	4	17	15,7
5	Çevremizdeki Işık ve Sesler	Fiziksel Olaylar	8	21	19,4
6	Canlılar Dünyasına Yolculuk	Canlılar ve Yaşam	8	18	16,7
7	Elektrikli Araçlar	Fiziksel Olaylar	4	22	20,4
Toplam			36	108	100

Şekil 2.5: Üçüncü Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri (MEB, 2018b)

Üçüncü sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı'ndan bir tane yayına (Anadol Yayıncılık) ait ders kitabı tespit edilip incelenmiştir. Şekil 2.5 incelendiğinde Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda üçüncü sınıflar için Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları bulunmamakta olup ders kitabında da “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” başlığına yer verilmediği tespit edilmiştir.

Anadol Yayıncılık'a ait üçüncü sınıf Fen Bilimleri Kitabı (2018) incelendiğinde ders kitabında “Mühendislik” kavramı ile ilgili “Elektrikli Araçlar” ünitesinin “Elektriğin Güvenli Kullanımı” bölümünde “Meslekleri Tanıyalım” başlığı altında elektrik mühendisi kavramı tanımlanmaktadır (Yiğit, 2018, s. 226).

Yapay çevrenin insanların ilgi, istek ve ihtiyaçları doğrultusunda oluşturulduğunu öğreniniz. Siz de yapay bir çevre tasarlayabilirsiniz. Bu amaçla aşağıda aşamalar halinde verilen uygulamaları yapınız.



Şekil 2.6 incelendiğinde tasarım etkinliği olarak da Üçüncü Sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı'nda tasarım ile ilgili “Canlılar Dünyasına Yolculuk” ünitesinin “Ben ve Çevrem” bölümünde yapay çevre tasarımı etkinliği bulunmaktadır (Yiğit, 2018, s. 183).

Şekil 2.6: Ürün Tasarım Basamakları (Yiğit, 2018, s. 183)

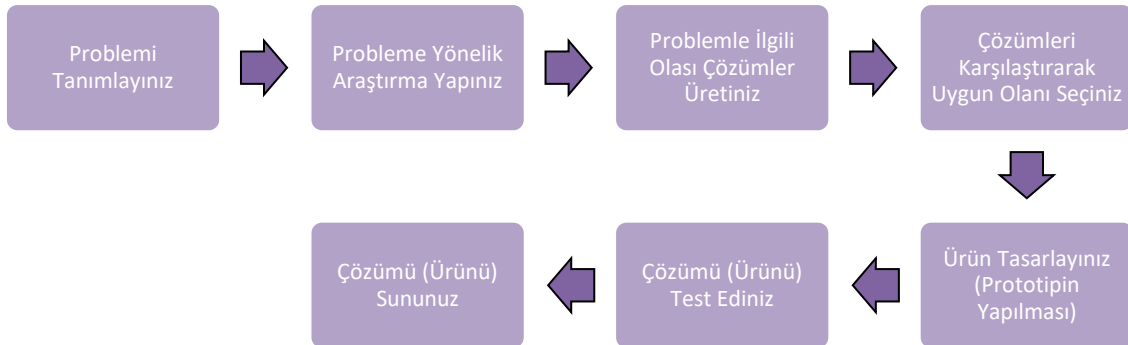
Şekil 2.7’de Dördüncü Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri gösterilmektedir.

4. SINIF						
No	Ünite Adı	Konu Alanı Adı	Kazanım Sayısı	Süre		
				Ders Saati	Yüzde %	
0 Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları	* Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları bölümündeki yönergelere göre öğrencilerden yıl içerisinde uygulamalar yapması beklenir.					
	1	Yer Kabuğu ve Dünya'mızın Hareketleri	Dünya ve Evren	5	15	13,9
	2	Besinlerimiz	Canlılar ve Yaşam	6	18	16,7
	3	Kuvvetin Etkileri	Fiziksel Olaylar	5	12	11,1
	4	Maddenin Özellikleri	Madde ve Doğası	10	21	19,4
	5	Aydınlatma ve Ses Teknolojileri	Fiziksel Olaylar	12	21	19,4
	6	İnsan ve Çevre	Canlılar ve Yaşam	2	6	5,6
	7	Basit Elektrik Devreleri	Fiziksel Olaylar	3	6	5,6
	Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları: Yıl Sonu Bilim Şenliği (Öğrencilerin yıl içerisinde ortaya çıkardıkları ürünü etkili bir şekilde sunmaları beklenir.)				9	8,3
Toplam			46	108	100	

Şekil 2.7: Dördüncü Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri (MEB, 2018b)

Dördüncü sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı’ndan iki farklı yayına (Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları ve Ata Yayıncılık) ait ders kitabı tespit edilip incelenmiştir. Şekil 2.7 incelendiğinde Fen Bilimleri Öğretim Programı’nda dördüncü sınıflar için Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları yer almakta olup iki ders kitabında da “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” başlığına rastlanmamıştır.

Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları’na ait dördüncü sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı (2018) incelendiğinde ünitelere başlanmadan önce “Bilim Eğlencedir” başlığı altında mühendislik tasarım süreci ve örnek bir proje sunarak mühendislik tasarım süreci basamakları Şekil 2.8’de ifade edildiği gibi anlatılmaktadır.



Şekil 2.8: Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları (Yaman, Akan, Doğan ve Sarı, 2018, s. 14)

Ders kitabında “Besinlerimiz” ünitesi “Besinler ve Özellikleri” bölümünde gıda mühendisliği tanımına yer verilmiştir. “Aydınlatma ve Ses Teknolojileri” ünitesi “Ses Kirliliği” bölümünde inşaat mühendislerinin projelerinde komşu duvarlar ve katlar arasında ses yalıtım malzemeleri kullanımına yönelik bilgi verilmiştir. “Basit Elektrik Devreleri” ünitesinde “Evimizdeki ve Okulumuzdaki Devre Elemanları” hikayesinde elektrik mühendisi baba ve kızın basit elektrik devresi ile ilgili hikayesi anlatılmaktadır. Tasarım etkinliği olarak “Aydınlatma ve Ses Teknolojileri” ünitesinin değerlendirme kısmında Şekil 2.9’da belirtildiği gibi ünite ile ilgili günlük yaşantıda karşılaşılan bir problem yazılıp ürün tasarımı beklenmektedir (Yaman, Akan, Doğan ve Sarı, 2018).

Ata Yayıncılık’a ait dördüncü sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı (2018) incelendiğinde “Yer Kabuğu ve Dünya’mızın Hareketleri” ünite “Uygulamaları Bilim” bölümünde bilim insanı veya mühendis gibi düşünüp öğrenilen bilgilerden yola çıkarak bilimsel çalışma veya ürün tasarımı üzerine proje geliştirilmesi beklenmektedir. “Besinlerimiz” ünitesi “Uygulamalı Bilim” bölümünde proje, bilim insanı ve mühendis kavramları ve özellikleri tanımlanmış olup aşağıda ifade edilmiştir.

Bir problemin ne kadar sürede, ne kadar maliyetle ve hangi yöntemle çözülebileceğinin belirlendiği sürece proje adı verilir.

Bilim insanları, problemi belirledikten sonra o konu hakkında araştırma yaparlar. Sonra sorunun çözümüne dair tahminlerde bulunurlar. Tahminlerinin doğruluğunu ispatlamak için çeşitli deney ve gözlemler yaparlar. Deney sonuçlarına göre gerekirse tahminlerini tekrar gözden geçirirler.

Mühendisler, insanların ihtiyaçları doğrultusunda tasarım yaparak üretime geçirirler. Yani problemin çözümü bir araç gerecin ya da sistemin tekrar tasarlanmasına yönelik ise bu mühendislerin işidir. Problemi belirleyip problemle ilgili araştırma yaparak veri toplarlar. Topladıkları verilerden yararlanarak en uygun ürünü tasarlarlar. Daha sonra tasarımlarını ürün hâline getirirler. Ancak ürünün ekonomik, kullanışlı ve estetik olmasına önem verirler. Mühendisler, çalışmalarında tasarım döngü basamaklarını takip ederler (Çetin, Şatıroğlu ve Yanık, 2018, s.55).

Bilimsel yöntem basamakları ve proje döngüsüne de yer verilmiştir. “Kuvvetin Etkileri” ünitesi “Uygulamalı Bilim” bölümünde öğrencilere bir problem durumu verilip proje

yapım aşamalarına uygun senaryo örneği verilmiştir. Öğrencilerden kendi problemlerinden yola çıkarak proje yapması beklenmektedir. “Maddenin Özellikleri” ünitesi “Uygulamalı Bilim” bölümünde öğrencilerden proje adımlarını takip ederek karışımların ayrılmasının, kaynakların etkili kullanımına ve ülke ekonomisine katkılarıyla ilgili bir proje tasarlaması beklenmektedir. “Aydınlatma ve Ses Teknolojileri” ünitesi “Uygulamalı Bilim” bölümünde öğrencilerden proje adımlarını takip ederek verilen üç adet proje konusundan birinin yapılması beklenmektedir. Bu konular; gelecekte kullanılabilecek bir aydınlatma aracı tasarlama, ışık kirliliğini azaltmaya yönelik bir proje ve ses kirliliğini azaltmaya yönelik bir proje yapma olarak belirlenmiştir. “İnsan ve Çevre” ünitesi “Uygulamalı Bilim” bölümünde öğrencilerden proje adımlarını takip ederek verilen iki adet proje konusundan birinin yapılması beklenmektedir. Bu konular; kaynakların (elektrik, su, besin) tasarruflu kullanıma yönelik bir proje geliştirme ve yaşam için gerekli olan kaynakların geri dönüşümüne yönelik bir proje geliştirme olarak belirlenmiştir. “Basit Elektrik Devreleri” ünitesi “Uygulamalı Bilim” bölümünde bilim şenliğinde projeyi sunarken hazırlanan poster ve içeriği anlatılmakta, ürünün yanında sergilenen reklam afişleri ve panolardan bahsedilmektedir (Çetin, Şatıroğlu ve Yanık, 2018).

D) Ürün tasarlayınız.

1. Unitemizle ilgili günlük yaşamınızda karşılaştığınız bir problemi yazalım.

2. Probleme yönelik araştırma yapalım.

3. Problemi çözebilmek için ürettiğimiz çözüm yollarını yazalım.

4. Çözüm yolları için oluşturulan listeden en kısa süreli ve en düşük maliyetle olanını seçelim.

5. Ürünümüzün ufak bir modelini tasarlayalım.

6. Ürünün gerçek modelini oluşturalım. İşe yarayıp yaramadığını test edelim.

7. Ürünümüzü sunalım.

224

Şekil 2.9: Ürün Tasarlama Basamakları
(Yaman, Akan, Doğan ve Sarı, 2018, s. 224)

Şekil 2.10’da Beşinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri gösterilmektedir.

5. SINIF						
No	Ünite Adı	Konu Alanı Adı	Kazanım Sayısı	Süre		
				Ders Saati	Yüzde %	
0 Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları	* Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları bölümündeki yönergelere göre öğrencilerden yıl içerisinde uygulamalar yapması beklenir.					
	1	Güneş, Dünya ve Ay	Dünya ve Evren	7	24	16,6
	2	Canlılar Dünyası	Canlılar ve Yaşam	1	12	8,3
	3	Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme	Fiziksel Olaylar	5	12	8,3
	4	Madde ve Değişim	Madde ve Doğası	6	26	18,1
	5	Işığın Yayılması	Fiziksel Olaylar	6	22	15,3
	6	İnsan ve Çevre	Canlılar ve Yaşam	8	20	13,9
	7	Elektrik Devre Elemanları	Fiziksel Olaylar	3	16	11,1
	Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları: Yıl Sonu Bilim Şenliği (Öğrencilerin yıl içerisinde ortaya çıkardıkları ürünü etkili bir şekilde sunmaları beklenir.)				12	8,3
Toplam			36	144	100	

Şekil 2.10: Beşinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri (MEB, 2018b)

Beşinci sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı’ndan bir tane yayına (Ada Matbaacılık Yayıncılık) ait ders kitabı tespit edilip incelenmiştir. Şekil 2.10 incelendiğinde Fen Bilimleri Öğretim Programı’nda beşinci sınıflar için Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları yer almakta olup ders kitabında her ünitenin sonunda “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” başlığı altında projelere yer verildiği belirlenmiştir.

Ada Matbaacılık Yayıncılık’a ait beşinci sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı (2018) incelendiğinde Fen, Mühendislik ve Girişimcilik proje çalışmalarının konuları; “Güneş, Dünya ve Ay” ünitesinde “Ay’ın Evreleri Modeli” (Şekil 2.11’de gösterildiği üzere), “Canlılar Dünyası” ünitesinde “Canlıların Sınıflandırılması”, “Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme” ünitesinde “Paraşüt Yapımı”, “Madde ve Değişim” ünitesinde “Termometreler”, “Işığın Yayılması” ünitesinde “Güneş Saati Modeli”, “İnsan ve Çevre” ünitesinde “Ülkemizdeki Biyoçeşitlilik” ve “Elektrik Devre Elemanları” ünitesinde “Kapı Giriş Sistemi” olarak belirlenmiştir. Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamalarına ait proje tasarlarken gereken adımlar açıklanmıştır. Bu adımlar proje konusu bulmak, araştırma yapmak, hipotez kurmak, deney ve gözlem zamanı, veri toplama, değerlendirme ve sonuç basamaklarından oluşmaktadır. “Elektrik Devre Elemanları” ünitesinde “Görüşme Yapıyorum” etkinliğinde elektrik devrelerinde

kullanılan sembolleri ve elektrik devresinin nasıl çalıştığını elektrik teknisyeni veya elektrik mühendisine sorulabileceği belirtilmiştir (Özkan ve Mısırlıoğlu, 2018).

FEN, MÜHENDİSLİK VE GİRİŞİMCİLİK UYGULAMALARI

Proje Çalışmaları: Ay'ın Evreleri Modeli

İçerik	Beklenen Performans	Süre	Değerlendirme
Güneş, Dünya ve Ay	- Yaratıcı düşünce - Model oluşturma - Araştırma yapma	2 hafta	Dereceli Puanlama Anahtarı

Sevgili öğrenciler,

Bu çalışma, sizin yaratıcı düşünce, model oluşturma ve araştırma yapma becerilerinizin gelişmesine katkıda bulunacaktır.

Çalışmanızı yaparken 193. sayfadaki "Proje Nasıl Hazırlanır?" basamaklarını okumalısınız. Ayrıca aşağıdaki adımları izlemeniz modelinizi yapmanızda yardımcı olacaktır.

1. Modelinizi yaparken öğretmeninizden yardım alabilirsiniz. Öğretmeninizin rehberliğinde çalışma gruplarınızı oluşturunuz. Grup arkadaşlarınız arasında görev paylaşımı yapınız. Modeliniz için size aşağıda örnek bir model verilmiştir. Siz farklı malzemeler kullanarak farklı modeller oluşturunuz.

2. Ay'ın evrelerinin oluşumu hakkında araştırma yapınız. Yapacağınız model ile ilgili hipotezinizi kurunuz. Örneğin "Ay'ın evrelerinin oluşum nedeni Güneş'ten aldığı ışığı yansıtmasıdır." gibi.

3. Modelinizi yapmak için hangi malzemeleri seçeceğinizi belirleyiniz (Kapalı karton kutu, el feneri, ip, pinpon topu, makas, ocağı, yapıştırıcı bant).

4. Kapalı kutunun bir yüzüne el fenerinin girebileceği büyüklükte bir delik açınız. Pinpon topunu iple kutunun kapağına, pinpon topu kutu içinde olacak şekilde yapıştırıp serkediniz. Kutunun kapağını kapatınız.

5. Astığınız topu aynı hizaya kutunun her yüzüne gözetleme delikleri açınız. El fenerinin ışığını açarak onu el feneri için açılan deliğe yerleştiriniz. Gözetleme deliklerinden pinpon toplarına bakarak pinpon toplarının aydın ve karanlık kısımlarını gözlemleyiniz.

6. Gözlem sonuçlarınızı defterinize çizerek gösteriniz. Çalışmanız için bir rapor hazırlayınız.

7. Yaptığınız model öğretmeninizin belirlediği tarihte sınıfta arkadaşlarınıza sununuz.

Bu çalışmadaki performansınız "Dereceli Puanlama Anahtarı"ndaki ölçütleri göre öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

Yaptığınız bu model yıl sonunda bilim şenliğinde sunmak üzere saklayınız.

İçerik	Ünitelerde ele alınan konulara ilişkin problemi tanımlayarak ürün tasarlama			
Süre	12 ders saati			
Beceriler	Bilimsel okuryazarlık, yaratıcı düşünme, iş birliği, model oluşturma			
Beklenen Performans	Grup çalışması, araştırma yapma, ürün tasarlama, bölge çalışması yapma, rapor hazırlama, poster, bilgi iletişim teknolojilerini kullanma			
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı			
Ölçüt Kategorileri	Ölçütler	3 Beklenen Seviyenin Üstünde	2 Beklenen Seviyede	1 Beklenen Seviyenin Altında
Grup Çalışması	1. Grup üyeleri görevlerini eksiksiz yerine getirdi. 2. Grup üyeleri uyumlu çalıştı.			
Araştırma Yapma	1. En az üç kaynaktan yararlandı. 2. Farklı türde kaynaklardan yararlandı. 3. Toplanan bilgiler konuyla ilgilidir.			
Rapor Hazırlama	1. Raporda tüm konu başlıklarına yer verildi. 2. Raporda toplanan bilgiler anlaşılır şekilde açıklandı. 3. Yazım kuralları doğru kullanıldı. 4. Dil bilgisi kuralları doğru şekilde kullanıldı.			
Proje Tasarımı	1. Konuyla ilgili proje geliştirdi. 2. Ürün tasarımı yaratıcıydı. 3. Ürün tasarımı özgündü.			
Sunum	1. Ürün tasarımının tanıtımında poster/broşür veya elektronik sunum kullanıldı. 2. Yapılan çalışma anlaşılır şekilde ifade edildi.			

Şekil 2.11: Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları (Özkan ve Mısırlıoğlu, 2018, s. 23-24)

Şekil 2.12'de Altıncı Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri gösterilmektedir.

6. SINIF					
No	Ünite Adı	Konu Alanı Adı	Kazanım Sayısı	Süre	
				Ders Saati	Yüzde %
0 Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları	* Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları bölümündeki yönergelerle göre öğrencilerden yıl içerisinde uygulamalar yapması beklenir.				
	1	Güneş Sistemi ve Tutulumlar	Dünya ve Evren	5	14, 9,7
	2	Vücudumuzdaki Sistemler	Canlılar ve Yaşam	11	24, 16,7
	3	Kuvvet ve Hareket	Fiziksel Olaylar	5	14, 9,7
	4	Madde ve Isı	Madde ve Doğası	13	28, 19,4
	5	Ses ve Özellikleri	Fiziksel Olaylar	9	22, 15,3
	6	Vücudumuzdaki Sistemler ve Sağlığı	Canlılar ve Yaşam	11	18, 12,5
	7	Elektriğin İletimi	Fiziksel Olaylar	5	12, 8,3
Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları: Yıl Sonu Bilim Şenliği (Öğrencilerin yıl içerisinde ortaya çıkardıkları ürün etkilili bir şekilde sunmaları beklenir.)				12	8,3
Toplam			59	144	100

Şekil 2.12: Altıncı Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri (MEB, 2018b)

Altıncı sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı'ndan iki farklı yayına (Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları ve Sevgi Yayınları) ait ders kitabı tespit edilip incelenmiştir. Şekil 2.12 incelendiğinde Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda altıncı sınıflar için Fen,

Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları yer almakta olup bu uygulamalar Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları'nda "Uygulamalı Bilim", Sevgi Yayınları'nda "Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları" başlığı altında toplanmıştır.

Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları'na ait altıncı sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı (2018) incelendiğinde ünitelere başlanmadan önce "Uygulamalı Bilim" başlığı altında Bilimsel Araştırma Süreci ve Mühendislik Tasarım Döngüsü basamakları açıklanmıştır. Mühendislik Tasarım Döngüsü Basamaklar; (1) problemi belirlemek, (2) hayal etmek, (3) planlamak, (4) tasarlamak, (5) test etmek ve geliştirmek basamaklarından oluşmaktadır. Fen ve mühendislik uygulamalarını içeren projeler "Birlikte Tasarlayalım" bölümünde bulunmaktadır. Ders kitabında geçen proje konuları; "Güneş Sistemi ve Tutulmalar" ünitesi "Birlikte Tasarlayalım" bölümünde su roketi yapımı, "Vücudumuzdaki Sistemler" ünitesi "Birlikte Tasarlayalım" bölümünde stetoskop tasarlama, "Kuvvet ve Hareket" ünitesi "Birlikte Tasarlayalım" bölümünde proje konusu gemi tasarımı, "Madde ve Isı" ünitesi "Birlikte Tasarlayalım" bölümünde proje konusu binalarda ısı yalıtımını sağlayacak bir proje tasarlama, "Ses ve Özellikleri" ünitesi "Birlikte Tasarlayalım" bölümünde müzik aleti tasarlama, "Vücudumuzdaki Sistemler ve Sistemlerin Sağlığı" ünitesi "Birlikte Tasarlayalım" bölümünde engellilerin hayatını kolaylaştıracak bir proje tasarlama, "Elektriğin İletimi" ünitesi "Birlikte Tasarlayalım" bölümünde meyve ve sebze pili tasarlama olarak belirlenmiştir. Ayrıca "Ses ve Özellikleri" ünitesinde bina tasarımı yapılmadan önce akustikle ilgilenen bilim insanları ve mühendisler farklı cisimlerin sesle etkileşimini araştırdıklarından bahsedilmektedir (Demirçalı ve Alkan, 2018).

Sevgi Yayınları'na ait altıncı sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı (2018) incelendiğinde ünitelere başlanmadan önce "Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları" başlığına yer verilmiştir. Bu başlıkta Bilimsel Araştırma Süreci ve Mühendislik Araştırma Süreci basamakları anlatılmaktadır. Bilimsel Araştırma Süreci basamakları (1) problemi belirle, (2) araştırma yap, (3) hipotez kur, (4) deney yap, (5) deney sonuçlarını değerlendir; Mühendislik Araştırma Süreci basamakları (1) problemi belirle, (2) hayal et, (3) planla, (4) tasarla, (5) test et ve geliştir olarak belirlenmiştir (Çiğdem, Minoğlu Balçık ve Karaca, 2018, s. 12-13).



Şekil 2.13: Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları
(Çiğdem, Minoğlu Balçık ve Karaca, 2018, s. 21)

Ders kitabında geçen Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları; “Güneş Sistemi ve Tutulmalar” ünitesinin “Güneş Sistemi” konusunda “Güneş Sistemi Modeli Yapalım”, “Güneş ve Ay Tutulmaları” konusunda “Güneş ve Ay Nasıl Tutuluyor?”; “Vücudumuzdaki Sistemler ünitesi “Destek ve Hareket Sistemi” konusunda “Atık Maddelerden İskelet Modeli Yapma”; “Madde ve Isı” ünitesi “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunda “Nişastanın Gücü”, “Madde ve Isı” konusunda “İçeceğimi Soğuk İçmek İstiyorum”; “Ses ve Özellikleri” ünitesi “Sesin Sürati” konusunda “Farklı Sesler Oluşturalım”, “Sesin Maddeyle Etkileşmesi” konusunda “Sesin Yol Alışını Gözlemleyelim”; “Elektriğin İletimi” ünitesi “Elektriksel Direnç ve Bağlı Olduğu Faktörler” konusunda “Işıqla Uyarı Olta” olarak belirlenmiştir. Ayrıca Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları başlığı altında “Elektriğin İletimi” ünitesinde bulaşık makinesinin tasarımı ve buluşu anlatılmaktadır (Çiğdem, Minoğlu Balçık ve Karaca, 2018).

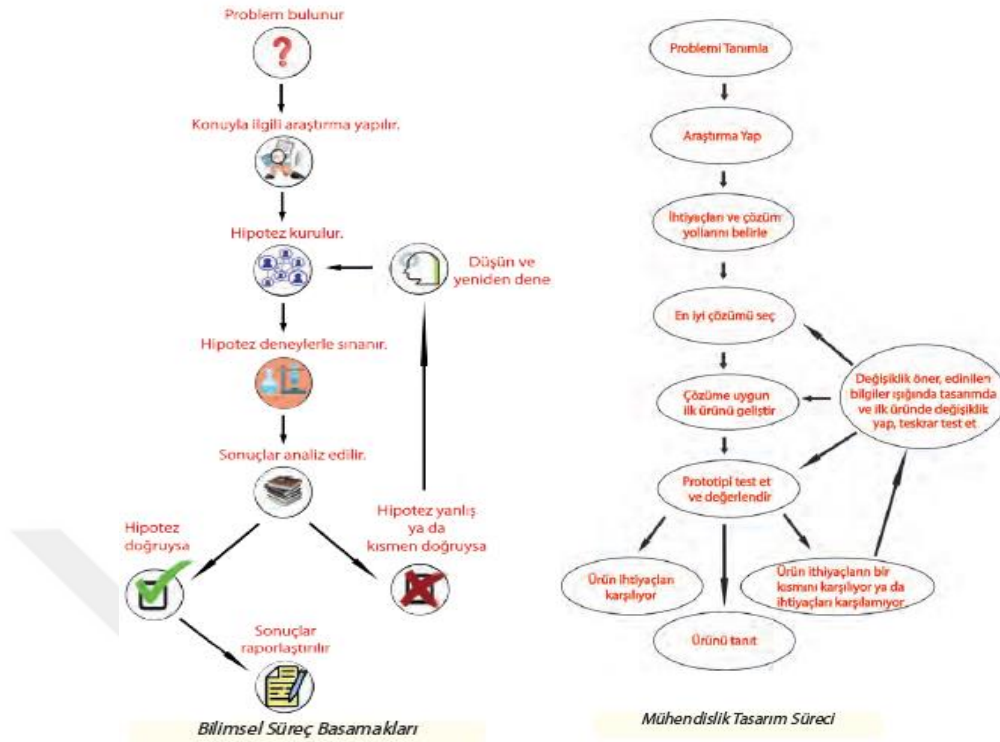
Şekil 2.14’te Yedinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri gösterilmektedir.

7. SINIF						
No	Ünite Adı	Konu Alanı Adı	Kazanım Sayısı	Süre		
				Ders Saati	Yüzde %	
0 Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları	* Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları bölümündeki yönergelere göre öğrencilerden yıl içerisinde uygulamalar yapması beklenir.					
	1	Güneş Sistemi ve Ötesi	Dünya ve Evren	10	16	11,1
	2	Hücre ve Bölünmeler	Canlılar ve Yaşam	8	16	11,1
	3	Kuvvet ve Enerji	Fiziksel Olaylar	8	20	13,9
	4	Saf Madde ve Karışımlar	Madde ve Doğası	16	28	19,4
	5	Işığın Madde ile Etkileşimi	Fiziksel Olaylar	12	26	18,05
	6	Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme	Canlılar ve Yaşam	7	18	12,5
	7	Elektrik Devreleri	Fiziksel Olaylar	6	8	5,6
	Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları: Yıl Sonu Bilim Şenliği (Öğrencilerin yıl içerisinde ortaya çıkardıkları ürünü etkili bir şekilde sunmaları beklenir.)			12	8,3	
	Toplam		67	144	100	

Şekil 2.14: Yedinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri (MEB, 2018b)

Yedinci sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı'ndan iki farklı yayına (Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları ve Aydın Yayınları) ait ders kitabı tespit edilip incelenmiştir. Şekil 2.14 incelendiğinde Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yedinci sınıflar için Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları yer almakta olup Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları'nda "Projeni Tasarla", Aydın Yayınları'nda "Fen Atölyesi" başlığı altında toplanmıştır.

Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları'na ait yedinci sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı (2018) incelendiğinde ünitelere başlanmadan önce Şekil 2.15'te Bilimsel Süreç Becerileri ve Mühendislik Tasarım Süreci basamaklarına yer verilmiştir. Ders kitabında "Hücre ve Bölünmeler" ünitesi "Projeni Tasarla" bölümünde öğrenilen konularla ilgili günlük hayatta karşılaşılan bir problem veya ihtiyaç belirleme, "Kuvvet ve Hareket ünitesi "Projeni Tasarla" bölümünde mühendislerin hava ve su direncini azaltmaya yönelik tasarladığı araçlara benzer bir araç tasarlama, "Saf Madde ve Karışımlar" ünitesi "Projeni Tasarla" bölümünde evsel katı veya sıvı atıkların geri dönüşümüne yönelik bir proje tasarlama ve yeniden kullanılabilir eşyaların, ihtiyacı olanlara iletilmesine yönelik bir proje geliştirme, "Işığın Madde ile Etkileşimi" ünitesi "Projeni Tasarla" bölümünde mercek (ince kenarlı, kalın kenarlı), ayna (düz, çukur, tümsek) ya da başka malzemeler kullanarak ihtiyaçlara yönelik bir görüntüleme aracı tasarlama, "Elektrik Devreleri" ünitesi "Projeni Tasarla" bölümünde özgün bir aydınlatma aracı projesi tasarlama olarak belirlenmiştir (Demirkazan, Kalik ve Öcal, 2018).



Şekil 2.15: Bilimsel Süreç Becerileri ve Mühendislik Tasarım Süreci
(Demirkazan, Kalik ve Öcal, 2018, s. 15-16)

Aydın Yayınları'na ait yedinci sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı (2018) incelendiğinde ünitelere başlanmadan önce Bilimsel Araştırma Süreci ve Mühendislik Tasarım Süreci basamakları açıklanmıştır. Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları için yönerge verilmiştir. Ders kitabında Fen, Mühendislik ve Girişimcilik mühendislik tasarım konuları şu şekilde belirlenmiştir; “Güneş Sistemi ve Ötesi ünitesi “Teleskop Modeli Tasarlayalım”, “Kuvvet ve Enerji” ünitesi “hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlayalım”, “Saf Maddeler ve Karışımlar” ünitesi “Evsel Atıklardan Araç Tasarlama”, “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesi “ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlama” ve “Elektrik Devreleri” ünitesi “Özgün Bir Aydınlatma Aracı Tasarlama” etkinlikleri bulunmaktadır (Gezer, 2018).

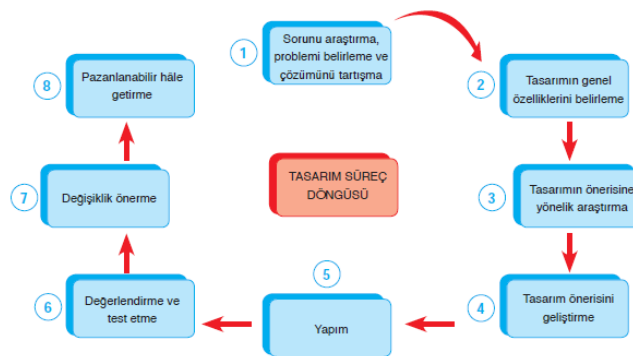
Şekil 2.16’te Sekizinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri gösterilmektedir.

8. SINIF						
No	Ünite Adı	Konu Alanı Adı	Kazanım Sayısı	Süre		
				Ders Saati	Yüzde %	
0 Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları	* Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları bölümündeki yönergelere göre öğrencilerden yıl içerisinde uygulamalar yapması beklenir.					
	1	Mevsimler ve İklim	Dünya ve Evren	3	14	9,7
	2	DNA ve Genetik Kod	Canlılar ve Yaşam	13	22	15,3
	3	Basınç	Fiziksel Olaylar	3	10	6,9
	4	Madde ve Endüstri	Madde ve Doğası	17	28	19,4
	5	Basit Makineler	Fiziksel Olaylar	2	10	6,9
	6	Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi	Canlılar ve Yaşam	12	24	16,7
	7	Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi	Fiziksel Olaylar	11	24	16,7
	Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları: Yıl Sonu Bilim Şenliği (Öğrencilerin yıl içerisinde ortaya çıkardıkları ürünü etkili bir şekilde sunmaları beklenir.)				12	8,3
Toplam			61	144	100	

Şekil 2.16: Sekizinci Sınıf Fen Bilimleri Dersi Konu Alanları, Ünite Başlıkları, Kazanım Sayıları, Öngörülen Süre / Ders Saatleri ve Ders Saati Yüzdeleri (MEB, 2018b)

Sekizinci sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı'ndan bir tane yayına (Tutku Yayıncılık) ait ders kitabı tespit edilip incelenmiştir. Şekil 2.16 incelendiğinde Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda sekizinci sınıflar için Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları yer almakta olup ders kitabında her ünitenin sonunda “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” başlığı altında projelere yer verildiği belirlenmiştir.

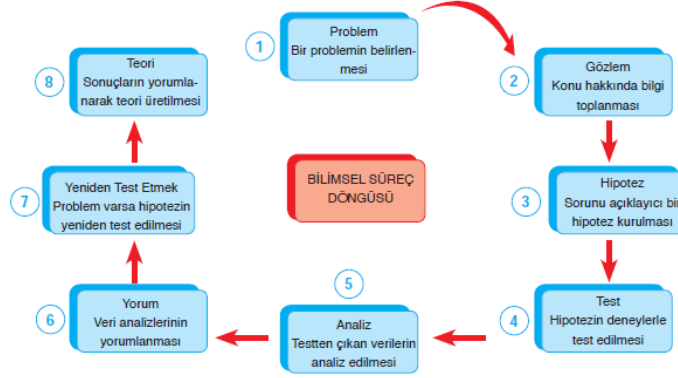
Tutku Yayıncılık'a ait sekizinci sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı (2018) incelendiğinde ünitelere başlanmadan önce “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” başlığı altında tasarım, tasarlama ve inovasyon kavramları açıklanıp mühendislerin özelliklerinden bahsedilmiştir. Bu bölümde öğrencilerden fen ve mühendislik bilgilerini günlük hayat ile ilişkilendirmeleri beklenmektedir. Şekil 17'da mühendislerin bir ürün tasarlarlarken geçirdikleri sürecin aşamaları ve bilimsel bir sürecin aşamaları verilmiştir.



Şekil 2.17: Tasarım Süreci Döngüsü (Aytac, Türker, Bozkaya ve Üçüncü, 2018, s. 13)

Şekil 2.17 incelendiğinde tasarım süreci döngüsü sekiz adımdan oluşmakta olup bunlar; (1) sorunu araştırma, problemi belirleme ve çözümünü tartışma, (2) tasarımın genel özelliklerini belirleme, (3) tasarımın önerisine yönelik araştırma, (4) tasarımın önerisini

geliştirme, (5) yapım, (6) değerlendirme ve test etme, (7) değişiklik önerme ve (8) pazarlanabilir hale getirme olarak belirlenmiştir.



Şekil 2.18: Bilimsel Süreç Döngüsü (Aytac, Türker, Bozkaya ve Üçüncü, 2018, s. 13)

Şekil 2.18 incelendiğinde bilimsel süreç döngüsü sekiz adımdan oluşmakta olup bunlar; (1) problem, (2) gözlem, (3) hipotez, (4) test, (5) analiz, (6) yorum, (7) yeniden test etmek ve (8) teori olarak belirlenmiştir. Her iki döngünün ortak olarak ilk adımında bir problem belirlenmektedir. Tasarım süreç döngüsündeki adımlarda tasarıma yönelik süreçler, bilimsel süreç döngüsündeki adımlar da ise hipoteze yönelik süreçlerden bahsedilmektedir.

Ders kitabında Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları; “Basit Makineler” ünitesinde basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlama, “Enerji Dönüşümleri ve Çevre bilimi” ünitesi “Sürdürülebilir Kalkınma” bölümünde kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik bir ürün tasarlamamız veya bir kampanya başlatma projesi, “Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi” ünitesi “Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” bölümünde elektrik enerjisinin ısı, ışık ve hareket enerjilerinden birine veya daha fazlasına dönüşümünü temel alan bir model ya da bir ürün tasarlama olarak belirlenmiştir. Ayrıca “DNA ve Genetik Kod” ünitesi “Biyoteknoloji” bölümünde genetik mühendisliğinden ve “Madde ve Endüstri” ünitesi “Türkiye’de Kimya Endüstrisi” bölümünde maden mühendisleri, petrol mühendisleri, kimya mühendisleri, gıda mühendisleri, ziraat mühendislerinden bahsedilmektedir (Aytac, Türker, Bozkaya ve Üçüncü, 2018).

Bilim ve teknolojide yaşanan değişimlerin bireyin ve toplumun değişen ihtiyaçları, öğrenme öğretme teori ve yaklaşımlarındaki yenilik ve gelişmelerin bireylerden

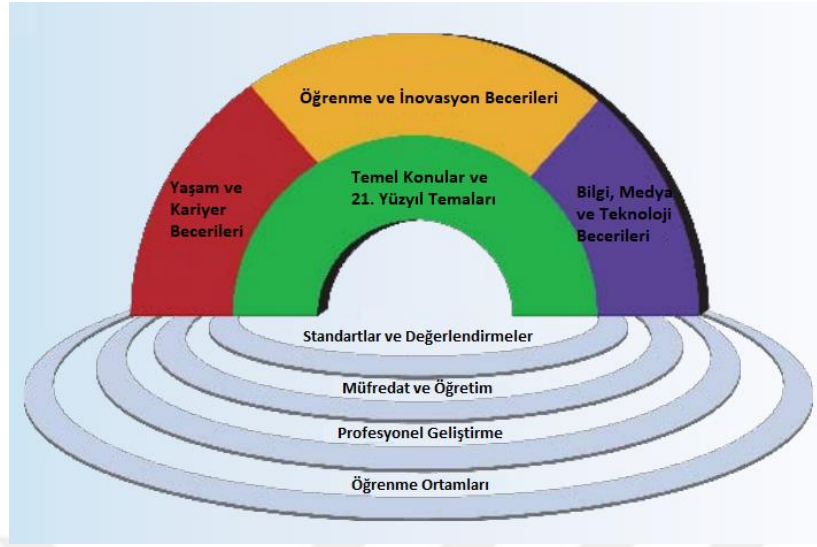
beklenen rollerini de doğrudan etkilemektedir. Bu değişim bilgiyi üreten, problem çözebilen, eleştirel düşünebilen, girişimci, kararlı, iletişim becerilerine sahip, empati yapabilen, topluma ve kültüre katkı sağlayan vb. niteliklerdeki bir bireyi ifade etmektedir. Bu zamana kadar geliştirilen ve yenilenen Fen Bilimleri öğretim programları incelendiğinde değişen ve gelişen bilim ve teknoloji çağında beklenen niteliklere sahip bireyler yetiştirmek için hizmet edecek öğretim programlarının sadece bilgiyi aktaran bir yapıdan daha ziyade bireysel farklılıklara dikkat eden, değer ve beceri kazandırma hedefli, sade ve anlaşılır bir yapıda hazırlandığı görülmektedir (MEB, 2018b).

2023 vizyonu hedeflerinde öğrencilerin ilgi, yetenek ve mizaçları doğrultusunda esnek, modüler ve uygulamalı olarak iyileştirileceği; zorunlu ders saatleri ve çeşitleri, tüm kademelerde azaltılarak temel derslerde derinleştirilebilmesi, kişiselleştirme yapılabilmesi ve uygulama etkinliklerinin yürütülebilmesi için gereken zamanın sağlanacağı belirtilmektedir (MEB, 2018a).

2.2. Yirmi Birinci Yüzyıl Becerileri

Günümüzün toplumu bilgi toplumu olarak adlandırılmaktadır. Bilgi toplumunda bireylerden bilim ve teknolojideki gelişmeleri takip etmeleri, hızlı bir şekilde üretilen bilgi yığınları arasında bilgiyi seçerek, analiz ederek ve değerlendirerek elde etmeleri, elde ettikleri bilgiyi günlük hayatlarında kullanabilmeleri ve ürüne dönüştürebilmeleri için temel becerilerinin yanı sıra üst düzey beceri ve yeterliliklere sahip olması da beklenmektedir. Bireylerin sahip olması gereken bu beceri ve yeterlilikler 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılmaktadır (Anagün, Atalay, Kılıç ve Yaşar, 2016, s.161).

21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılan beceriler P21 (Partnership for 21st Century Learning) tarafından tanımlanmıştır. P21; İngilizce, okuma veya dil sanatları, yabancı diller, sanat, matematik, ekonomi, bilim, coğrafya, tarih, devlet ve vatandaşlık gibi temel akademik derslerin öğretimine eleştirel düşünme, problem çözme ve iletişim gibi becerilerin entegrasyonunu savunan ulusal bir organizasyondur (P21, 2009). Şekil 19'da, P21 tarafından küresel ekonomide öğrenci başarısı için geliştirdikleri vizyon yer almaktadır.



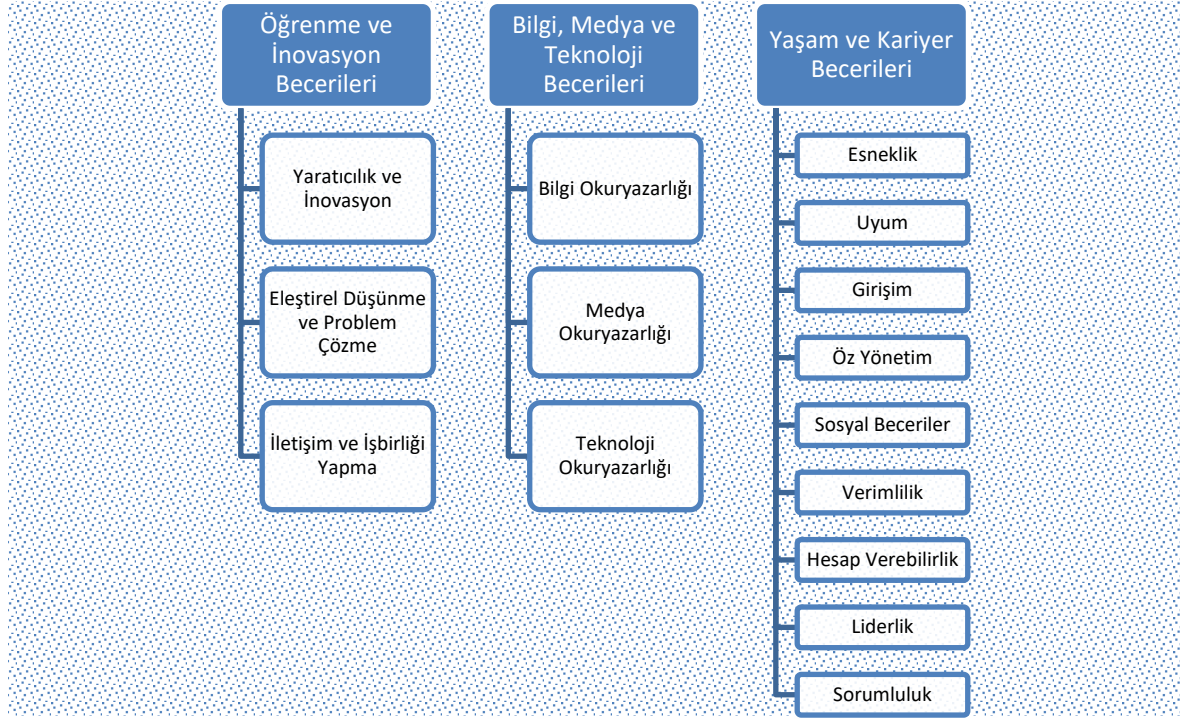
Şekil 2.19: Yirmi Birinci Yüzyıl Öğrenci Çıktıları (P21, 2008, 2009)

Şekil 2.19 incelendiğinde 21. yüzyılın öğrenci çıktıları “Temel Konular ve 21. Yüzyıl Temaları” ve “21. Yüzyıl Eğitimi Destek Sistemleri” olmak üzere iki ana başlık altında toplanmıştır (P21, 2008, s.13; 2009, s. 1).

Temel Konular ve 21. Yüzyıl Temaları ana başlığı beş alt başlıktan oluşmaktadır. Bunlar: temel konular, 21. yüzyıl temaları, yaşam ve kariyer becerileri, öğrenme ve inovasyon becerileri ve bilgi, medya ve teknoloji becerileridir. Temel konular; (1) ingilizce, okuma veya dil, (2) yabancı diller, (3) sanat, (4) matematik, (5) ekonomi, (6) bilim, (7) coğrafya, (8) tarihçe ve (9) Hükümet ve vatandaşlık konularını içermektedir. 21.Yüzyıl Temaları; (1) küresel farkındalık, (2) finansal, ekonomik, işletme ve girişimcilik okuryazarlığı, (3) sivil okuryazarlık, (4) sağlık okuryazarlığı temalarından içermektedir. Yaşam ve Kariyer Becerileri; (1) esneklik ve uyum, (2) girişim ve öz denetim, (3) sosyal ve kültürlerarası beceriler, (4) verimlilik ve hesap verebilirlik, (5) liderlik ve sorumluluk becerilerinden oluşmaktadır. Öğrenme ve İnovasyon Becerileri (1) yaratıcılık ve inovasyon, (2) eleştirel düşünme ve problem çözme (3) iletişim ve işbirliği becerilerinden oluşmaktadır. Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri; (1) bilgi okuryazarlığı, (2) medya okuryazarlığı, (3) teknoloji okuryazarlığı becerilerinden oluşmaktadır (P21, 2008, s.13; 2009, s. 2-7).

21. Yüzyıl Eğitimi Destek Sistemleri ana başlığı dört alt başlıktan oluşmaktadır. Bunlar; (1) 21. yüzyıl standartları ve değerlendirmeler, (2) müfredat ve öğretim, (3) mesleki gelişim ve (4) öğrenme ortamları olarak belirlenmiştir (P21, 2008, s.13; 2009, s. 7-9).

21. Yüzyıl Öğrenci Çıktıları olarak tanımlanan unsurlar, 21. yüzyılda iş ve yaşamda başarılı olmak için öğrencilerin öğrenmesi gereken bilgi, beceri ve uzmanlıkları içermektedir (P21, 2009, s. 4).



Şekil 2.20: Yirmi Birinci Yüzyıl Becerileri (P21, 2008, 2009; Akgündüz, 2018b)

Şekil 2.20’de 21. yüzyıl becerilerinin Öğrenme ve İnovasyon Becerileri; Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri; Yaşam ve Kariyer Becerilerinden oluşmaktadır (P21, 2008;2009; Akgündüz, 2018b). Dede (2009) göre 21. yüzyıl becerilerinin 20. yüzyıl becerilerinden farklı olmasının sebebi gelişmiş bilgi ve iletişim teknolojilerinin ortaya çıkmasıdır. 21. yüzyıla bakıldığında gelişen ve yenilenen teknoloji sayesinde bilgiye ulaşmak kolaylaşmıştır. Bireylerden beklenenler sadece bilen değil, sürekli öğrenen, eleştiren, düşünen, sorgulayan, yenilik getiren ve yeniliklere ayak uydurabilen, iş birlikli çalışabilen ve problem çözebilen kısacası 21. yüzyıl becerilerine sahip olmalarıdır (Olkun ve Toluk, 2003; aktaran: Atalay, Anagün, ve Kumtepe, 2016). 21. yüzyıl becerilerinin özü; öğrencilerin hangi bilgilere sahip olduğundan daha ziyade bilgiyle neler yapabileceğinin vurgulanmasıdır (Silva, 2009, s. 630).

21. yüzyıl becerilerini sadece Partnership for 21st Century Learning değil başka kurum ve kuruluşlar da tanımlayıp sınıflandırmışlardır. Bu kurum ve kuruluşlar; P21 (Partnership for 21st Century Learning), En Gauge (North Central Regional Educational

Laboratory), ATCS (Assessment and Teaching of 21st Century Skills), ISTE (International Society for Technology in Education), OECD (Organization for Economic Co-operation and Development), EU (European Union) olup 21. Yüzyıl becerilerini farklı şekillerde sınıflandırmışlardır (Voogt & Roblin, 2010, s.16-17; Anagün, Atalay, Kılıç ve Yaşar, 2016, s.161). Tablo 2.1’de 21. yüzyıl becerilerin sınıflandırılması ve bu sınıflandırmada yer alan beceriler gösterilmektedir



Tablo 2.1: Yirmi Birinci Yüzyıl Becerilerinin Sınıflandırılması

P21 (Partnership for 21st Century Skills)	En Gauge (North Central Regional Educational Laboratory)	ATCS (Assesment and Teaching of 21 Century Skills)	NETS/ISTE (National Educational Technology Standards)	EU (European Union)	OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development)
<u>Öğrenme ve İnovasyon Becerileri</u> 1. Eleştirel düşünme ve problem çözme; 2. Yaratıcılık ve inovasyon 3. İletişim ve işbirliği	<u>Yaratıcı Düşünme</u> 1. Uyumluluk, karmaşıklık ve özyönetimi yönetme 2. Merak, yaratıcılık ve risk alma 3. Üst düzey düşünme ve akıl yürütme	<u>Düşünme Yolları</u> 1. Yaratıcılık ve yenilikçilik 2. Eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme 3. Öğrenmek için liderlik, üst biliş	<u>Yaratıcılık ve İnovasyon</u> Yaratıcı düşünme, bilgiyi yapılandırma ve ürün geliştirme ve süreçte teknolojiyi kullanma Eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme	<u>Öğrenmeyi Öğrenme</u>	
	<u>Etkili İletişim</u> 1. Takım oluşturma, işbirliği ve kişilerarası beceriler 2. Kişisel, sosyal ve toplumsal sorumluluk 3. İnteraktif iletişim	<u>Çalışma Yolları</u> 1. İletişim 2. İşbirliği (ekip çalışması)	<u>İletişim ve İşbirliği</u> Öğrencilerin iletişim kurmak ve birlikte çalışmak için dijital medyayı ve ortamları kullanması	<u>İletişim</u> 1. Ana dilde iletişim 2. Yabancı dilde iletişim	Heterojen Gruplarda Etkileşim 1. Başkalarıyla iyi ilişki kurma 2. İşbirliği yapma, takım halinde çalışma 3. Karmaşık olayları yönetim ve çözme
<u>Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri</u> 1. Bilgi okuryazarlığı 2. Medya okuryazarlığı 3. Teknoloji okuryazarlığı	<u>Dijital Çağ Okuryazarlığı</u> 1. Temel, bilimsel, ekonomik ve teknoloji okuryazarlıkları 2. Görsel ve bilgi okuryazarlığı 3. Çok kültürlü okuryazarlık ve küresel farkındalık	<u>Çalışma Araçları</u> 1. Bilgi okuryazarlığı 2. BIT (Bilgi, iletişim, teknoloji) okuryazarlığı	<u>Teknolojik Uygulamalar ve Kavramlar</u> Teknolojinin anlamını, sistemlerini ve uygulamalarını kavrama	<u>Dijital Yeterlilik</u>	<u>Araçların Etkileşimli Olarak Kullanılması</u> 1. Dili, simgeleri ve metni etkileşimli olarak kullanma 2. Bilgiyi etkileşimli olarak kullanma 3. Teknolojiyi etkileşimli olarak kullanma
			<u>Araştırma ve Bilgi Akıcılığı</u> Bilgi toplamak, değerlendirmek ve kullanmak için dijital araçları kullanma		
<u>Yaşam ve Kariyer Becerileri</u> 1. Esneklik ve uyum 2. Girişim ve öz denetim 3. Sosyal ve kültürlerarası beceriler 4. Verimlilik ve hesap verebilirlik 5. Liderlik ve sorumluluk	<u>Yüksek Verimlilik</u> 1. Sonuçların önceliklendirilmesi, planlanması ve yönetilmesi 2. Gerçek dünya araçlarının etkin kullanımı 3. Yüksek kaliteli ürünler üretebilme	<u>Dünyada Yaşama</u> 1. Yerel ve küresel vatandaşlık 2. Yaşam ve kariyer 3. Kişisel ve sosyal sorumluluk (kültürel farkındalık ve yetenek)	<u>Dijital Vatandaşlık</u> Teknoloji ile ilgili insani, kültürel ve toplumsal sorunları anlama	<u>Kültürel Farkındalık</u> 1. Sosyal ve vatandaşlık yeterliliği 2. Girişimci anlayışı ve girişimcilik	<u>Özerk Davranmak</u> 1. Büyük resim içinde hareket 2. Yaşam planları ve kişisel projeler oluşturma ve uygulama 3. Hakları, ilgi alanlarını ve ihtiyaçları savunma
<u>Temel Konular</u> 1. İngilizce, okuma veya dil 2. Yabancı diller 3. Sanat 4. Matematik 5. Ekonomi 6. Bilim 7. Coğrafya 8. Tarihçe 9. Hükümet ve vatandaşlık		<u>Temel Müfredat</u> 1. Ana dil 2. Matematik 3. Bilim 4. Tarih 5. Sanat veya beşeri bilimler		1. Matematiksel 2. Bilimde temel yeterlilik 3. Teknolojide temel yeterlilik 4. Ana dilde iletişim 5. Yabancı dilde iletişim	
<u>Disiplinler arası Temalar</u> 1. Küresel farkındalık 2. Finansal, ekonomik, işletme ve girişimcilik okuryazarlığı 3. Sivil okuryazarlık 4. Sağlık ve çevre okuryazarlığı					

Tablo 2.1 incelendiğinde çerçevelerin vatandaşlık dahil olmak üzere ortak bir 21. yüzyıl becerilerine (işbirliği; iletişim; bilgi, iletişim, teknoloji okuryazarlığı; sosyal ve/veya kültürel yeterlilikler) sahip olduğu görülmektedir. Çoğu çerçeve aynı zamanda yaratıcılıktan, eleştirel düşünceden ve problem çözmekten de bahsetmektedir. Çerçevelerde Bilgi ve İletişim Teknolojisi (BİT)’nin 21. yüzyıl becerilerinin merkezinde olduğu görülmektedir. Özellikle BİT 21. yüzyıl becerilerine olan ihtiyaç için önemli bir alan ve bu becerilerin kazanılmasını ve değerlendirilmesini destekleyebilecek bir araç olarak kabul edilmektedir. Son olarak çerçevelerde 21. yüzyıla ait becerilerin gerekliliğine ve tanımına büyük önem vermiş, ancak sadece birkaç çerçeve uygulama ve değerlendirme ile ilgili daha pratik meselelerle açıkça ilgilenmiştir. Bu tür pratik meseleleri ele alan çerçeveler aynı zamanda üç ana zorluğa da atıfta bulunmaktadır: 21. yüzyıl becerilerinin müfredat entegrasyonu, mesleki gelişim ihtiyacı ve çeşitli sektörlerden (kamu, özel ve eğitimsel) paydaşların uygulama için kilit bir faktör olarak dahil edilmesidir. Bu sebeple, 21. yüzyıl becerilerinin müfredatlar arası ve karmaşık yapısına uygun olarak yeni değerlendirme modellerinin benimsenmesi, bu becerilerin uygulanmasını sağlamak adına önemli görülmektedir. Ayrıca tabloya UNESCO ve NAEP çerçeveleri dahil edilmemiştir. Çünkü iki çerçevede de 21. yüzyıl becerilerinin bir tanımı verilmemektedir. UNESCO, P21 tarafından tanımlanan becerilerden yararlanmaktadır ve NAEP, yalnızca teknolojik okuryazarlıkla ilgili becerilere odaklanmaktadır (Voogt & Roblin, 2010).

P21 (2019) tarafından 21. yüzyıl öğrenme çerçevesinde bazı değişiklikler yapılmıştır. Yapılan değişiklikler “Öğrenme & İnovasyon Becerileri” alt başlıklarında görülmektedir. P21 (2008;2009) tarafından “Öğrenme & İnovasyon Becerileri” (1) yaratıcılık ve inovasyon, (2) eleştirel düşünme ve problem çözme (3) iletişim ve işbirliği becerilerinden oluşmaktaydı. Şekil 2.21’de ifade edildiği gibi P21 (2019) “Öğrenme & İnovasyon Becerileri”ni eleştirel düşünme, iletişim, işbirliği ve yaratıcılık (4C) olarak yenilemiştir.



Şekil 2.21: Yirmi Birinci Yüzyıl Öğrenci Çıktıları ve Destek Sistemleri (P21, 2019)

P21 (2019), küresel ve dijital olarak birbirine bağlı bir dünyada başarıya ulaşmak, bilgi ve becerileri geliştirmek için tüm öğrencilerin okulda ve yaşamda, beşikten kariyere kadar eğitim deneyimlerine ihtiyaç duyduğunu ifade etmektedir.

2.3. K-12 Fen Eğitimi

Tüm öğrenciler -ister bir hastanede teknisyen, ister ileri teknoloji ürünü üreten biri veya isterse doktora araştırmacısı olsun- iyi bir şekilde K-12 fen eğitimine sahip olmalıdırlar (NGSS, 2013).

NRC (2012)'ye göre K-12 fen eğitimi vizyonunda iki büyük hedefi vardır:

Tüm öğrencileri bilim ve mühendislik alanlarında eğitmek

Gelecekte bilim insanı, mühendis, teknolog ve teknisyen olmak isteyenlere temel bilgi sağlamak (NRC, 2012, s. 12).

K-12 Fen Eğitimi, öğrencilere kaliteli bir fen eğitimi vermek için üç boyut belirlemiştir. Bu boyutlar;

- Uygulamalar
- Çapraz Kavramlar
- Temel Disiplin Fikirleri

olarak belirlenmiştir. Uygulamalar; (a) bilim insanlarının dünyayla ilgili model ve teorileri araştırırken ve oluştururken kullandıkları temel uygulamalar ve (b) mühendislerin sistemleri tasarlarken ve oluştururken kullandıkları temel mühendislik uygulamaları kümesi ile açıklanmaktadır. Çapraz Kavramlar; bilimin tüm alanlarında uygulanmaktadır. Temel Disiplin Fikirleri; disiplin fikirlerini dört ana alanda gruplandırılmıştır. Bu alanlar: fiziksel bilimler; yaşam bilimleri; yer ve uzay bilimleri; ve mühendislik, teknoloji ve bilim uygulamaları olarak belirlenmiştir. Bilimsel bilginin sürekli genişlemesi, K-12 yıl boyunca verilen bir disipline ilişkin tüm fikirleri ayrıntılı bir şekilde öğretmeyi imkansız kılmakta, fakat bugün mevcut olan bilgiyi fen eğitimi sayesinde yeterli temel bilgiye sahip öğrenciler hazırlanmaktadır (NGSS, 2013).

2.3.1. K-12 Düzeyinde Mühendislik Tasarımı

K-12 bağlamında “bilim” terimi genel olarak doğa bilimleri olan fizik, kimya, biyoloji, astronomi, yer bilimi ve çevre bilimini kapsar. “Mühendislik” terimi belirli insan sorunlarına çözüm üretmek için geniş kapsamlı sistematik bir tasarım uygulaması anlamında gelir.

Mühendislik ve teknoloji kavramının K-12 çerçevesine dahil edilmesinin sebepleri arasında öğrencilerin fen bilimini uygulamalı bir şekilde keşfetmesinin önemli olduğunun düşünülmesi, öğrencilerin bilimsel bilgilerini test edebilecekleri ve problemlere uygulayabilecekleri bir bağlam sağlaması ve bilim, mühendislik ve teknoloji arasındaki etkileşimi öğrenciler tanıdıkça bilime olan anlayışlarının ve çoğunlukla bilim alanındaki ilgilerinin artması sayılabilir. Ayrıca mühendislik ve teknoloji konuları müfredatın herhangi bir yerinde görülmezse fen öğretimine dahil edilmedikleri takdirde ihmal edilebilir (NRC, 2012, s. 11-12).

2.4. Yeni Nesil Fen Standartları (NGSS)

Güncel olayları anlamak, teknolojiyi kullanmak veya kişinin sağlık hizmetleri hakkında bilinçli karar vermesi gibi durumlar fen anlayışının anahtarıdır (NGSS, 2013). Bir bilim anlayışı, herkesin doğal dünyayı ön plana çıkarmanın zenginliğini ve heyecanını paylaşmasını mümkün kılmaktadır. Bilimsel okuryazarlık, insanlara bilimsel ilkeleri kullanma ve kişisel karar verme süreçlerini kullanma ve toplumu etkileyen bilimsel yazı tartışmalarına katılmalarını sağlar. Bilimde sağlam bir temel oluşturulduğunda problemleri yaratıcı bir şekilde çözme, eleştirel düşünme, işbirliği içinde çalışma,

teknolojiyi etkin bir şekilde kullanma ve yaşam boyu öğrenmeye değer verme gibi insanların her gün kullandıkları birçok beceriyi güçlenmektedir. Bu sebeple öğrencilerin bilimsel okuryazarlık kazanmaları gerektiğini hedeflenmiş ve bu hedefe ulaşmak için Ulusal Fen Eğitimi Standartları [National Science Education Standards] tasarlanmıştır (NRC, 1996). NRC (1996)'de Ulusal Fen Eğitimi Standartları altı bölümde ele alınmıştır. Bunlar;

- a) Fen öğretimi standartları
- b) Fen bilgisi öğretmenleri mesleki gelişim standartları
- c) Fen eğitiminde değerlendirme standartları
- d) Bilim içeriği standartlar
- e) Fen eğitimi programlarının standartları
- f) Fen eğitim sistemlerinin standartları

olarak belirlenmiştir.

Belirlenen Ulusal Fen Eğitimi Standartları bölümlerinin içerikleri ve alt başlıkları Tablo 2.2'de açıklanmaktadır.

Tablo 2.2: Ulusal Fen Eğitimi Standartları

Fen Öğretimi Standartları	Fen Bilgisi Öğretmenleri Mesleki Gelişim Standartları	Fen Eğitiminde Değerlendirme Standartları	Bilim İçeriği Standartları	Fen eğitimi programlarının standartları	Fen eğitim sistemlerinin standartları
- Sorgulamaya dayalı bilim programlarının planlanması - Öğrenci öğrenmesini yönlendirmek ve kolaylaştırmak için atılan adımlar - Öğretme ve öğrenci öğreniminde yapılan değerlendirmeler. - Öğrencilerin fen bilimlerini öğrenmelerini sağlayan ortamların gelişimi. - Fen öğrenen topluluklarının oluşturulması. - Okul bilim programının planlanması ve geliştirilmesi.	- Bilimsel içeriğin sorgulama yoluyla öğrenilmesi - Bilim ile ilgili bilginin öğrenme, pedagoji ve öğrenciler hakkında bilgi ile bütünleştirilmesi - Yaşam boyu öğrenmeye yönelik anlayış ve becerinin geliştirilmesi - Mesleki gelişim programlarının tutarlılığı ve entegrasyonu	- Bilim öğrenme başarısı ve fırsat hem de değerlendirilmesi - Toplanan verilerin teknik kalitesi ile bu veriler temelinde yapılan işlemlerin sonuçları arasındaki eşleşme - Değerlendirme uygulamalarının adilliği - Çıkarımların sağlamlığı, öğrencinin başarısı ve öğrenme fırsatı hakkındaki değerlendirmeler	- Bilimde kavram ve süreçlerin birleştirilmesi -Sorgu olarak bilim -Fizik -Hayat bilimi -Yer ve uzay bilimleri -Bilim ve Teknoloji -Kişisel ve sosyal açıdan bilim -Bilimin tarihi ve doğası	- Fen programının diğer standartlarla ve sınıflar arası tutarlılığı -Tüm içerik standartlarının, gelişimsel olarak uygun, öğrencinin hayatlarıyla ilgili, araştırma çevresinde düzenlenmiş ve diğer okul dersleriyle bağlantılı çeşitli müfredatlara dahil edilmesi -Fen programının matematik eğitimi ile koordinasyonu -Tüm öğrencilere uygun ve yeterli kaynakların sağlanması -Tüm öğrencilerin standartları öğrenmesi için eşit fırsatların sağlanması -Öğretmenleri teşvik eden, destekleyen ve sürdüren toplulukların gelişimi	- Fen eğitimi etkileyen politikaların öğretim, mesleki gelişim, değerlendirme, içerik ve program standartları ile uyumu - Kurum ve kuruluşlar içinde ve arasında fen eğitimi politikalarının koordinasyonu - Fen eğitimi politikalarının zaman içindeki devamlılığı - Fen eğitimi politikalarını destekleyecek kaynakların sağlanması - Fen eğitimi politikalarında bulunan eşitlik - Politikaların fen eğitimi üzerindeki olası beklenmeyen etkileri - Bireylerin fen eğitiminde yeni vizyon edinme sorumluluğu

2012 yılında ise Gelecek Nesil Fen Standartları (NGSS), tüm öğrenciler için fen eğitimini geliştirmek üzere geliştirilmiştir. NGSS, bir öğrencinin bilmesi ve yapması gerekenleri yansıtan standartlar veya hedefler olarak tanımlanmaktadır. Yeni nesil fen standartlarının Şekil 2.22’de ifade edildiği gibi üç boyutu vardır. Bunlardan ilk boyutu temel disiplin fikirleri olan içerik / alan bilgisi (DCI), ikinci boyutu fen eğitimi ve mühendislik alanındaki teorilerin ve sistemlerin entegrasyonu sonucu oluşturulan bilim ve mühendislik uygulamaları (SEP) ve üçüncü boyutu “tüm alanlar için uyarlanabilir kavramlar” adı verilen bilim alanında tüm disiplinlerdeki uygulamaları kapsayan ortak alanlar / ortak kavramlar (CC) olarak belirlenmiştir. İçerik ve uygulamanın entegrasyonu, bilim ve mühendisliğin gerçek dünyada nasıl uygulandığını yansıtır. NGSS’yi önceki standart belgelerden ayıran özelliği her bir performans beklentisinin bilim ve mühendislik alanlarından ilgili bir uygulamayla, öğrencilerin sınıf seviyelerine uygun temel disiplin fikri ve çapraz kavramlarla birleştirilmesini belirtmesidir (NGSS, 2013).



Şekil 2.22: NGSS’nin bileşenleri (NGSS Lead States, 2013)

2.2.1. Yeni Nesil Fen Standartlarında Mühendislik Tasarımı

Yeni Nesil Bilim Standartları mühendislik tasarımını, anaokulundan on ikinci sınıfa kadar her seviyede bir yandan bilim disiplinlerini öğretirken bir yandan mühendislik tasarımını bilimsel araştırmayla aynı seviyeye getirmek suretiyle fen eğitimi yapısına entegre eder (NGSS, 2013).

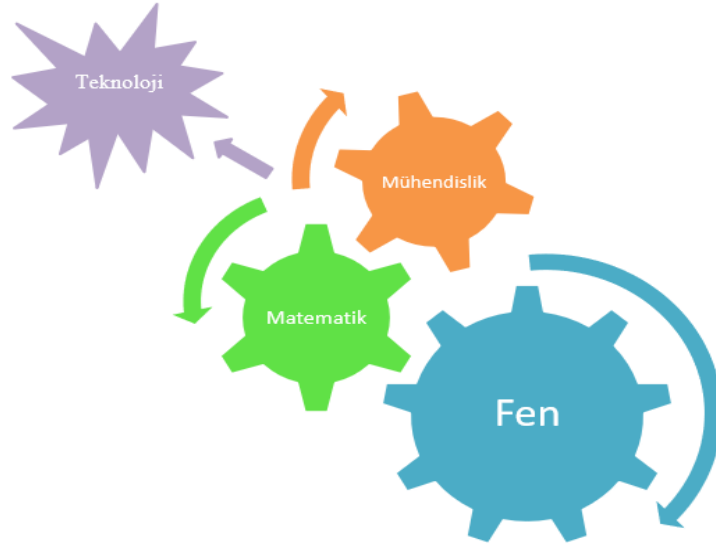
Fen ve mühendislik uygulamalarının sürekli entegrasyonu sayesinde öğrenciler her iki çalışma alanında da daha fazla yetkinlik geliştirebilirler (West, Sickel & Cribbs, 2015, s. 73). Fen ve mühendislik, mühendislik tasarımını her seviyede fen bilgisi dersinde bilimsel araştırma ile aynı seviyeye yükselterek ve mühendislik tasarımı ve teknoloji uygulamalarının temel fikirlerini vurgulayarak fen eğitime entegre edilmektedir (NGSS, 2013). NGSS (2012)'de okul öncesinden 5. Sınıfa kadar Mühendislik Tasarımı adı altında, Ortaokul ve lisede ise mühendislik, teknoloji ve fen bilimleri uygulamaları adı altında STEM eğitiminde yönelik eylemleri görülmektedir.

NGSS (2012)'de mühendislik tasarımının özünde, üç bileşeni kapsayan bir süreç olarak kavramsallaştırılabileceğini açıklamaktadır:

1. Mühendislik problemlerinin tanımlanması ve sınırlandırılması, net bir sorunun, başarı kriterlerinin ve kısıtlamaların veya sınırların belirlenmesini içerir.
2. Mühendislik problemlerine çözüm tasarlamak, sorunun kriterleri ve kısıtları ışığında olası tasarım çözümlerinin üretilmesi ve eleştirel olarak değerlendirilmesini içerir.
3. Tasarım çözümünün optimizasyonu, az çok önemli olduğu tespit edilen özellikler ışığında önerilen çözümlerin sistematik olarak test edilmesini ve rafine edilmesini içerir (NGSS, 2013).

2.5. İlköğretimde STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) Eğitimi

STEM eğitime yönelik eylemler ABD'nin 1996 yılı National Science Education Standarts (Ulusal Fen Eğitimi Standartları) ve 2012 yılı Next Generation Science Standarts (NGSS-Yeni Nesil Fen Standartları) müfredatlarında belirginleşmiştir (Akgündüz, 2017). STEM kavramını ilk olarak 1990'larda ABD'de NSF (Ulusal Bilim Vakfı) tarafından SMET olarak kullanılmış; 2001 yılında ise STEM olarak adlandırılmıştır (Akgündüz, 2018b; Sanders, 2009). STEM kelimesi baş harflerini temsil eden S (Science), T (Technology), E (Engineering) ve M (Mathematic) kavramlarının bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. STEM yaklaşımı ile fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanları entegrasyon edilerek eğitime sunulmakta böylece bütünsel bir yapıda ele alınmaktadır (Şekil 2.23).



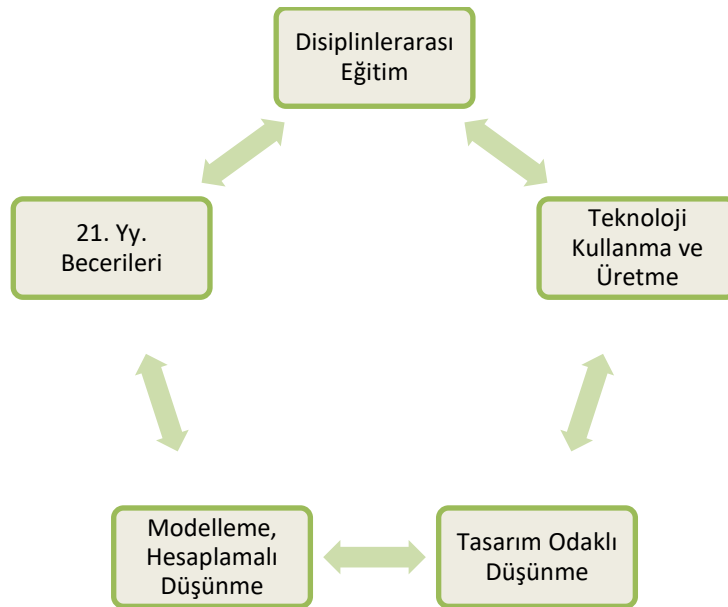
Şekil 2.23: Bütünleşik STEM Eğitimi Yaklaşımı (Akgündüz, 2018a, s. 171)

Bybee (2010)'a göre STEM Eğitimi, çoğunlukla fen ve matematik disiplinlerine odaklanan, ancak aynı zamanda teknoloji ve mühendisliği de içeren bir paradigmadır. Myers & Berkowicz (2015)'e göre STEM, öğrenciler tarafından grup şeklinde oluşturulan ve bilimsel yöntem kullanılarak çözülecek gerçek hayat problemlerine dayanan bilimsel olarak temellendirilmiş öğrenci odaklı öğretimi hedefleyen bir yaklaşımdır (Aktaran: Bender, 2018, s. 2) STEM Eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleştirilerek kullanılmasını içeren bir pedagojik yaklaşımdır (Akgündüz, 2018b, s. 37).

STEM dünyada ve Türkiye’de farklı şekillerde isimlendirilebilmekte ve yorumlanabilmektedir. Bu isimlerin ve yorumların Türkiye’deki örneklerinden birisi FeTeMM’dir (Corlu, 2014; Corlu, Capraro, & Capraro, 2014). FeTeMM eğitimi, öğrenci ve öğretmenlerin ilgi ve hayat deneyimleri sonucu şekillenmektedir ve merkezde bulunan disipline ait özel bilgi ve becerilerin en az bir diğer STEM disiplini ile bütünleştirilerek öğretilmesi olarak tanımlanmaktadır Bütünleşik FeTeMM (STEM) eğitimi bir kuram olarak yorumlanabilir. Bu gelişen kuram, köy enstitüleriyle başlayan ve öğretmen okulları ile devam eden bir geleneğe dayanmakta ve sınıf içinde öğretmen ve öğrencilerin ilgi ve deneyimleri ile şekillenmektedir. FeTeMM eğitimine göre, bu geleneğin 21. yy. şartlarına adapte edilmiş yorumu, idealize edilmiş bağlamlar yerine bilgi-temelli hayatın karmaşık problemlerine yoğunlaşılması gerektirmektedir.

STEM Eğitimi terimi yaygın olarak kullanılmasına rağmen çoğu kişi için teknoloji ve mühendislik ürünleri günlük yaşamı çok fazla etkilemiş olsa da sadece bilim ve matematik anlamına gelmektedir. Bu sebeple STEM eğitiminde, öğrencilerin çalışmaların nasıl yürüdüğünü anlamalarını ve teknoloji kullanımını geliştirmeyi sağlamalıdır (Bybee, 2010). Akgündüz (2018a) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bir araya gelip bütünleştirilmesinin STEM eğitimi için önemli ve gerekli olduğunu belirtmektedir. Çünkü STEM eğitimi sayesinde öğrencilerden daha iyi problem çözmeleri, yaşam becerilerini geliştirmeleri, temel fen bilimleri konularını anlamaları beklenmektedir.

STEM'in amacı akademik disiplinleri, gerçek hayattan konularla ilişki kurularak öğrencilerin Fen, Teknolojiyi, Mühendislik ve Matematik konularını okul, toplum, iş ve girişimlerinde kullanarak; küresel ekonomide iyi derecede rekabet edebilecek bilimsel yaratıcılığı yüksek, inovasyon yapabilecek bireyler yetiştirmektir (Sanders, 2009). STEM eğitimi ile 21. yüzyıl becerileri olan eleştirel ve analitik düşünebilen, iş birliği yapabilen, iletişim kurabilen ve problem çözebilen bireylerin yetişmesi için büyük önem taşımaktadır (Akgündüz, 2018, s. 41).



Şekil 2.24: STEM eğitiminin öne çıkan avantajları (Akgündüz, 2018b, s. 42)

STEM eğitimi, öğrencilerin problemlere disiplinler arası bakış açısıyla bakmasını, bütüncül bir eğitim yaklaşımıyla bilgi ve beceri kazanmasını hedeflemektedir (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014). STEM ile bilgi ve donanıma sahip olan bireyler edindikleri

bilgileri bilim ve bilimin doğasını, kendisinde var olan şemaların süzgecinden geçirerek kullanır. Günlük yaşamında karşılaştığı problemleri çözmeye çalışır, düşünceleri yardımıyla planlamalar, eleştiriler ve değerlendirmeler yapar. STEM öğrencileri cesaretlendiren, hayallerine ulaştıran ve öğrendiklerini kullanma fırsatı veren bir yaklaşımdır (Yıldırım ve Altun, 2015, s. 29-30).

Öğrenenleri gerçek hayatta karşılaşılabilecekleri, birden fazla çözümü bulunan ve disiplinlerin entegrasyonunu gerektiren problem durumları ile karşılaştırmak STEM eğitimi gerçekleştirmenin en önemli noktası olarak görülmektedir (Williams,2011). Böylece bu anlayış çerçevesinde öğrenilenler gerçek yaşama uygun, birden fazla disiplin içeren bilgi ve becerileri kullanmayı gerektiren çözümler aranacaktır. Bu anlayışın “probleme dayalı öğrenme”yi işaret etmesi, probleme dayalı öğrenmeyi STEM eğitimi gerçekleştirmenin önemli yollarından biri haline getirmektedir (Bozkurt Altan, 2017, s. 167).

Eleştirel düşünme, problem çözme ve iş birlikli çalışma gibi becerilerin, sanayi dönemi formatına sahip klasik eğitim anlayışı ile çocuklara kazandırılması pek de mümkün görünmemektedir. Mevcut eğitim yaklaşımı; fen, matematik ve teknoloji içeriklerini öğrencilere birbirinden kopuk olarak verilmektedir. Gardner’ın bahsettiği gibi “makinelere yapamadığı işleri yapan” nesillerin, fizik, kimya, biyoloji ve matematik gibi temel bilimlerin ortaya koyduğu kuramsal bilgileri alıp, teknoloji ve mühendisliğin pratiği ile harmanlayarak hayata değer katacak yenilikler yapması gerekmektedir (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Bilim, mühendislik ve teknoloji; modern yaşamın hemen hemen her yönüne etki eder ve aynı zamanda insanlığın mevcut ve gelecekteki zorluklarının çoğunun üstesinden gelmesinde bir anahtar rolündedir (NRC, 2012).

2.6. Mühendislik Tasarım Süreci

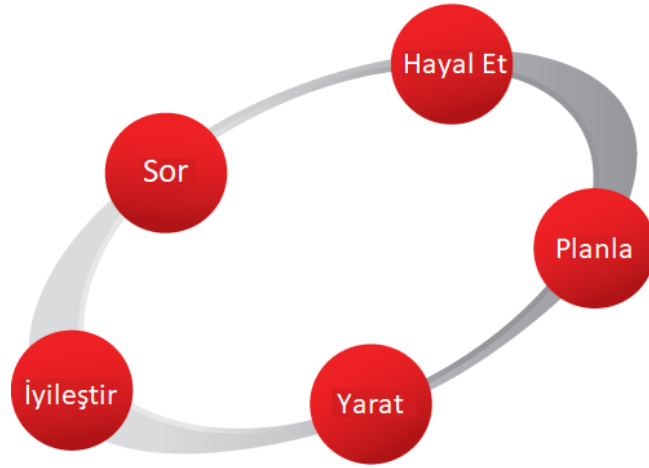
Eder (1995) tasarım kavramını “sezgisel, yenilikçi, ustaca, öngörülemez, çarpıcı, yeni, yenilikçi, zerafet aramak, güzellik” gibi kavramlar ile ifade edilen bir süreç olduğunu belirtmektedir.

Tasarım faaliyetleri beceri, bilgi ve daha iyi bir kavrayış geliştirmek için önemlidir. Tasarım kavramı analiz, sentez ve değerlendirmenin yinelenmesi ile ortaya çıkmıştır (Looijenga, Klapwijk & Vries, 2014, s. 1).

Mühendislik; ürün, yapı ve sistemlerin tasarım, imalat, inşa ve bakımı ile ilgilenen uzmanlık alanıdır (Türkücü ve Börklü, 2018). Mühendislik, insanoğlunun teknolojiyi üretilmesi için sahip olduğu üç temel kaynağı kullanan ve değiştiren bir meslektir. Bu kaynaklar; enerji, materyaller ve bilgidir (Feisel ve Rosa, 2005, s. 121). Mühendislik, her ülkenin gündeminde öncelikli iki tema olan problem çözme ve inovasyonla doğrudan ilgilidir (Bybee, 2010). Mühendislik temelli kariyerlere olan ihtiyaç giderek artmakta; bu sebeple mühendislik gelecekteki iş gücünü için hayati önem taşımaktadır (Kennedy, Lee & Fontecchio, 2016).

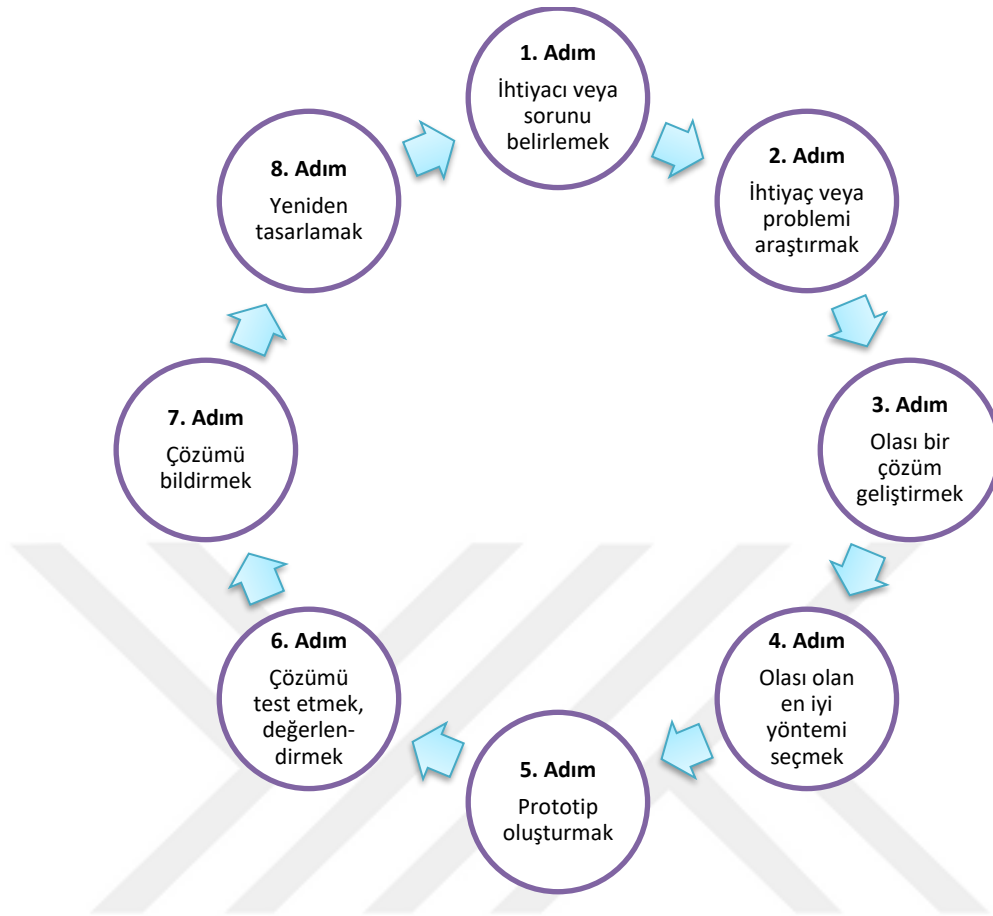
Mühendislik bileşenini fen bilimleri öğretim programına dahil etmek için en uygun yollardan biri, yapılacak olan fen etkinliklerinin mühendislik tasarım süreci ile bütünleştirilmesidir. Mühendislik bileşeninin fen bilimleri öğretim programı ile yapılandırılması öğrencilerin fen, matematik ve tasarım bağlantılarını kurmalarına ve amaç odaklı ürün tasarımlarına katkı sağlar (Çavaş ve Çavaş, 2018, s. 116). Mühendislik, öğrencilerin daha önce keşfedilen bilim fikirleri üzerinde yoğunlaşmaları için bir yol olarak kullanılmaktadır (West, Sickel & Cribbs, 2015, s.65).

Mühendislik tasarım süreci ile ilgili çalışmalar incelendiğinde mühendislik tasarım süreci basamakları veya döngüleri farklı şekilde ifade edilmektedir. Brunsell (2012) mühendislik tasarım süreci basamaklarını (1) problemin tanımlanması, (2) olası çözümlerin geliştirilmesi, (3) çözümlerin analiz edilmesi, (4) çözümlerin en uygun hale getirilmesi ve (5) iletişim olarak sıralamıştır. Engineering is Elementary (t.y.) odak noktası küçük çocuklar olduğu için öğrencilere mühendislik tasarım zorlukları konusunda rehberlik etmek için basit bir mühendislik tasarım süreci oluşturmaktadır. Mühendislik tasarım süreci beş adımdan oluşmakta ve çocukların anlayabileceği terimler kullanılmaktadır. Şekil 2.25'te belirtildiği gibi bu süreç; sor, hayal et, planla, yarat ve iyileştir adımlarından oluşmaktadır.



Şekil 2.25: Mühendislik Tasarım Süreci Döngüsü (Engineering is Elementary, t.y.)

Jolly (2014)'nin ifadesine göre mühendislik tasarım süreci (1) sorunu tanımlama, (2) çözüm için birden çok fikir geliştirmek üzere beyin fırtınası, (3) bir ön araştırma arka planı oluşturma ve özetleme, (4) hipotez oluşturma, (5) prototipleri oluşturma, (6) prototipleri değerlendirme ve (7) prototipi son ürün için yeniden tasarlamak üzere yedi aşamadan oluşmaktadır. Li et al. (2015) mühendislik tasarım sürecinin problemin tanımlanması ile başladığını; kavramsal tasarım, prototip oluşturma ve test geliştirme yoluyla devam ettiğini ve ilk sorunu çözmek için tasarlanmış pazarlanabilir bir ürünün oluşturulmasıyla sonuçlanan sürdürülebilir bir uygulama planıyla sonuçlandığını ifade etmişler ve mühendislik tasarım sürecini belirlerken Massachusetts K – 12 müfredat çerçevesi dahilinde mühendislik tasarım sürecinin (Massachusetts Eğitim Bakanlığı, 2006) kapsamlı bir sunumunu incelemişlerdir. Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education (2006) geliştirdiği mühendislik tasarım süreci sekiz aşamadan oluşmaktadır. Şekil 2.26'da belirtildiği üzere bu aşamalar; (1) ihtiyaç veya problemin belirlenmesi, (2) ihtiyaç veya problemin araştırılması (3) olası çözümlerin geliştirilmesi, (4) en uygun olası çözümlerin belirlenmesi, (5) prototipin oluşturulması, (6) çözümün test edilmesi ve değerlendirilmesi, (7) çözümün paylaşılması ve (8) yeniden tasarlamak olarak belirlenmiştir.



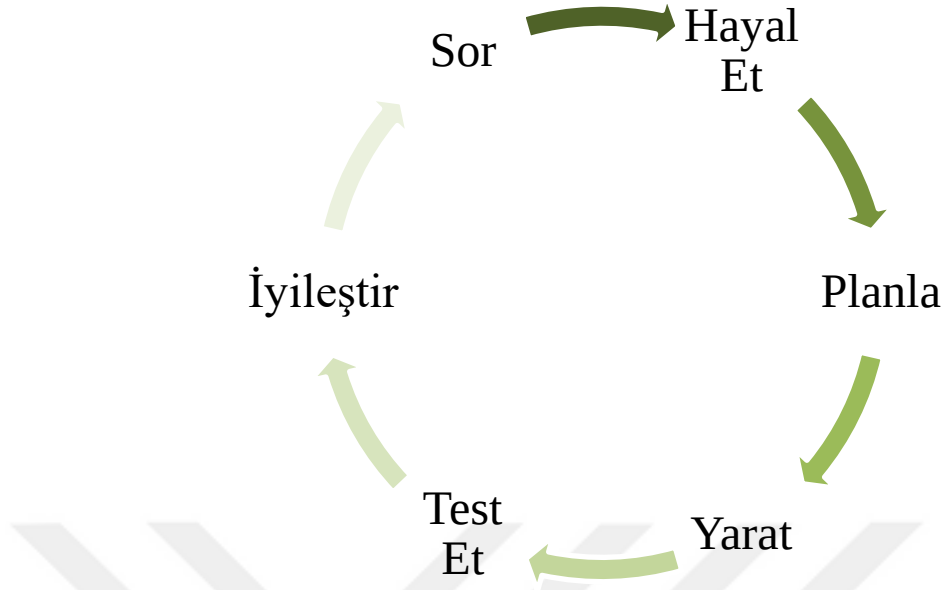
Şekil 2.26: Massachusetts mühendislik tasarım süreci (Massachusetts Dept. of Education, 2006)

Ancak müfredattaki kazanımlar ve dersin işleniş süresi göz önünde bulundurulduğunda öğrencilerin tüm döngüyü deneyimlemeleri zor olduğundan ve “çözümü iletme” ve “yeniden tasarlama” adımları tüm tasarım süreci boyunca devam ettiğinden dolayı Li et al. (2015) bu iki adımı yeniden inceleyip modelin sınıfta pratik kullanım için Tablo 2.3’de açıklandığı gibi mühendislik tasarım süreci beş aşamalı olarak yeniden düzenlenmiştir. Bu adımlar (1) problem bulma, (2) olası çözümleri geliştirme, (3) en uygun çözümü kararlaştırma, (4) prototip oluşturma ve (5) prototipi test etme olarak ele alınmaktadır. Ayrıca modelin özellikle “fikirleri tanımlamanın, üretmenin, test etmenin ve değerlendirmenin yinelenmeli ve iç içe geçmiş doğasını” görselleştirmede yardımcı olduğu belirtilmiştir (Li et al., 2015, s. 144-145).

Tablo 2.3: Mühendislik Tasarım Süreci Adımları (Li et al., 2015)

Adımlar	Mühendislik Tasarım Süreci	Açıklama
1	Problem Bulma	Öğrencilerden, mevcut mühendislik tasarım zorluklarını ve problemi, hangi koşulların mevcut olduğunu ve hala çözmek için neye ihtiyaçları olduğunu göz önünde bulundurarak açmaları istenir.
2	Olası Çözümleri Geliştirme	Öğrencilerin, genel tasarım için gerekli bilgi ve becerileri kullanan olası çözümler geliştirmeleri gerekmektedir.
3	En Uygun Çözümü Kararlaştırma	Öğrencilerin, bulgularının karar verme sürecini tüm olası çözümler için tasarım hakkında nasıl bilgilendirdiklerini dikkate almaları gerekir.
4	Prototip Oluşturma	Öğrenciler, genel tasarımın gerekliliklerini karşılayan bir yapı oluşturmak için gruplar halinde çalışır.
5	Prototipi Test Etme	Öğrencilerden, kapsamlı tasarıma yönelik çözümlerini test etmeleri ve geliştirmeleri istenir ve nasıl çalıştığı hakkında bir açıklama sunulur.

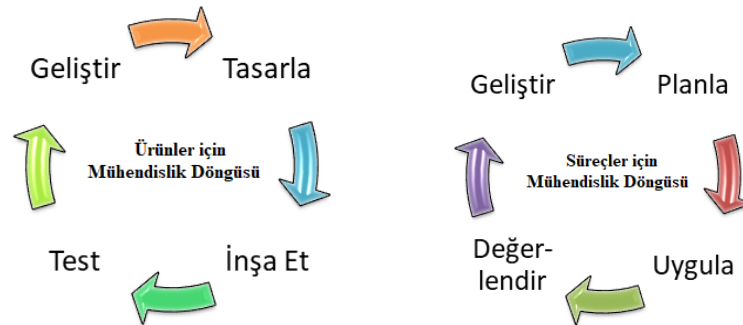
Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education (2016) mühendislik tasarım sürecini yeniden ele almış ve yedi adımda belirlemiştir. Bu adımlar; (1) bir ihtiyacın veya problem belirlemek. (2) araştırma, (3) tasarım, (4) prototip, (5) test et ve değerlendir, (6) geribildirim sağlamak ve (7) iletişim kur, açıkla ve paylaş olarak belirlenmiştir. Mentzer (2011)'in ele aldığı mühendislik tasarım sürecine bakılacak olunursa altı adım ile ifade edilmekte; problemin tanımlanması, çözümler, analiz / modelleme, deneme, karar verme ve takım çalışması adımlarından oluşmaktadır. NASA (2014)'nın belirlediği mühendislik tasarım döngüsü Şekil 2.27'de gösterildiği üzere sor, hayal et, planla, yarat, test et ve iyileştir adımlarından oluşmaktadır.



Şekil 2.27: Mühendislik Tasarım Döngüsü (NASA, 2014)

NRC (2012) mühendislik tasarım sürecini (1) problemin tanımlanması ve sınırlandırılması, (2) olası çözümlerin geliştirilmesi, (3) tasarım çözümünün en uygun hale getirilmesi olmak üzere üç adımda ifade etmektedir. Wendell et al. (2010) ise mühendislik tasarım sürecini (1) problemin tespit edilmesi, (2) olası çözümlerin geliştirilmesi, (3) en uygun çözümün belirlenmesi, (4) prototipin yapılması ve (5) prototipin test edilmesi olmak üzere beş adımda belirlemiştir.

McCue (2017)'ye göre mühendislik tasarım döngüsü, mühendisin bir fikir veya ihtiyaçtan, üretilen bir ürüne ya da sürece gitmek için takip ettiği basamaklar bütünü olarak tanımlanmakta; mühendislik tasarım döngüsünü Şekil 2.28'de ifade edildiği gibi ürünler için mühendislik döngüsü ve süreçler için mühendislik döngüsü olmak üzere ikiye ayırmaktadır.



Şekil 2.28: Ürünler ve Süreçler için Mühendislik Tasarım Döngüsü (McCue, 2017)

2023 vizyonunda ilkokuldan başlanarak tüm öğretim kademelerinde, çocukların sahip oldukları yetenek kümeleriyle ilişkilendirilmiş becerilerin uygulama düzeyinde kazandırılabilmesi için okullarda “Tasarım-Beceri Atölyeleri” kurulacağı ifade edilmekte ve Şubat 2019 tarihinden itibaren otuz okulda pilot çalışması yapıldığı bilinmektedir (MEB, 2018a).

İlgili alanyazın incelendiğinde Tablo 2.24’de gösterildiği üzere bulunan çeşitli kişi, kurum ve kuruluşların belirlediği mühendislik tasarım süreci adımları ifade edilmektedir.



Tablo 2.4: Mühendislik Tasarım Süreci Adımları

Yazar	Mühendislik Tasarım Süreci	Yazar	Mühendislik Tasarım Süreci
Brunsell (2012)	Problemin tanımlanması Olası çözümlerin geliştirilmesi Çözümlerin analiz edilmesi Çözümlerin en uygun hale getirilmesi İletişim	Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education (2016)	Bir ihtiyacın veya problem belirlemek Araştırma Tasarım Prototip Test et ve değerlendir Geribildirim sağlamak İletişim kur, açıkla ve paylaş
Engineering is Elementary (t.y.)	Sor Hayal Et Planla Yarat İyileştir	Mentzer (2011)	Problemin tanımlanması Çözümler Analiz / Modelleme Deneme Karar verme Takım çalışması
Jolly (2014)	Sorunu tanımlama Çözüm için birden çok fikir geliştirmek üzere beyin fırtınası Bir ön araştırma arka planı oluşturma ve özetleme Hipotez oluşturma Prototipleri oluşturma Prototipleri değerlendirme Prototipi son ürün için yeniden tasarlama	NASA (2014)	Sor Hayal Et Planla Yarat Test Et İyileştir
Li et al. (2015)	Problem bulma Olası çözümleri geliştirme En uygun çözümü kararlaştırma Prototip oluşturma Prototipi test etme	NRC (2012)	Problemin tanımlanması ve sınırlandırılması Olası çözümlerin geliştirilmesi Tasarım çözümünün en uygun hale getirilmesi
Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education (2006)	İhtiyaç veya problemin belirlenmesi İhtiyaç veya problemin araştırılması Olası çözümlerin geliştirilmesi En uygun olası çözümlerin belirlenmesi Prototipin oluşturulması Çözümün test edilmesi ve değerlendirilmesi Çözümün paylaşılması Yeniden tasarlama	Wendell et al. (2010)	Problemin tespit edilmesi Olası çözümlerin geliştirilmesi En uygun çözümün belirlenmesi Prototipin yapılması Prototipin test edilmesi

2.7. Tersine Mühendislik Uygulamaları

Mühendislik disiplini ileriye mühendislik ve tersine mühendislik (TM) olarak ikiye ayrılabilir. İleriye mühendislik bir sistemi soyutlama ve mantıksal tasarımdan fiziki gerçekleştirmeye dek gelişen bir süreç olup problemin tanımından çözümün üretilip test edilmesi ve iyileştirilmesi ile gelişmektedir. Tersine mühendislikte ise süreç, mevcut ürün ya da modele ait tasarım ve mühendislik bilgisinin incelenip analiz edilmesi ve ürünün yeniden tasarımı, geliştirilmesi veya imal edilmesi şeklinde gelişmektedir. Bazı durumlarda ileri mühendislik süreci zaman ve maliyet artışı gibi istenmeyen sonuçlara neden olmaktadır. Bu durumda mevcut ürün veya çözüm için yapılacak çalışmada TM avantaj sağlamaktadır (Türkücü ve Börklü, 2018).

Eilam (2005) tersine mühendisliğin uzun zaman önce, çok popüler bir hobi olduğunu, çok sayıda kişi tarafından uygulandığını (tersine mühendislik olarak da adlandırılmasa da) belirtmektedir. Modern elektroniklerin ilk günlerinde birçok insan radyo ve televizyon gibi modern cihazları ayırıp içlerinde neler olduğunu görmeye çalışmasıyla tersine mühendisliğe zemin hazırlamışlardır. Elektronik endüstrisindeki gelişmeler ise bu uygulamayı daha az ilgi haline getirmiştir. Boyette (t.y.) tersine mühendisliği bir malzemenin, ürünün veya sürecin; malzemesini, üretimini, işleyişini ve kullanımını mümkün olduğunca iyi anlamak için kapsamlı ve metodik bir inceleme olarak ifade etmektedir. Gabriele göre tersine mühendislik kavramı tasarım ekibi tarafından geliştirilen tasarım kararlarını ve bilgilerini yeniden oluşturmak için mevcut bir ürünün derinlemesine çalışması ve analizi olarak tanımlanmaktadır (Akt: Wood, Jensen, Bezdek & Otto, 2001, s. 364). Tersine mühendislik süreci ürün veya nesnenin boyutlarını, biçimini ve özelliklerini analiz ederek mevcut bir nesneyi çoğaltmayı amaçlar (Batni, Jain & Tiwari, 2010, s. 73). Dempere (2009) tersine mühendisliği bir ürünün yapısını, işleyişini ve işlenmesini aydınlatmak amacıyla ayrıntılı olarak analiz etme süreci olarak tanımlamaktadır.

Tersine mühendislik mevcut bir ürünü inceleyen, ürünün nasıl yapıldığını ve nasıl çalıştığını öğrenmek için detaylı bilgi ve özellikleri belirleyen bir süreçtir. Tersine mühendisliğin çalışma alanları mekanik bileşenler / düzenekler, elektronik bileşenler ve bilgisayar programları (yazılım) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca biyolojik, kimyasal ve organik maddeler de tersine çevrilebilir (Thayer, 2017).

Toptaş (2006) tersine mühendisliği var olan bir nesnenin tasarım bilgilerinin bulunmadığı durumlarda, nesneyi yeniden üretebilmek veya geliştirebilmek amacıyla, ürünün üç boyutlu uzayda sayısal tasarım bilgilerinin elde edilmesi olarak ifade etmektedir.

Günümüzde üretim faaliyetlerinin küreselleşmesinden ve pazar gereksinimlerindeki değişikliklerden kaynaklanan ihtiyaçları karşılamak için kısa sürede ürün geliştirilmesi beklenmektedir. Bu durumda tersine mühendislik ürün geliştirme döngüsünü önemli ölçüde azaltmak için etkili bir yaklaşım olarak görülmektedir (Zhang, 2003, s. 472; Rasovic & Obad, 2016, s. 0328).

Thayer (2017)'e göre tersine mühendislik uygulamalarının birçok yararı vardır. Bunlar:

- a) Eski ürünler - artık üretilmeyen ve bunları çoğaltmak için çizimleri olmayan ürünler
- b) Tasarım analizi ve geliştirme - tasarım iyileştirmeleri yapmak için bir ürünü analiz etmek
- c) Rekabetçi analiz araştırması veya olası patent ihlali için rakip ürünlerin incelemesi
- d) Belgeleme yapılamadığında ürünlerin servisi veya onarımı
- e) Suç önleme (örneğin, kötü amaçlı yazılımların tersine mühendislik)
- f) Başarısızlık analizi

olarak sıralanabilir.

Bir serbest ticaret dünyasında, geliştirmek için önemli bir yatırım gerektiren bir ürünün, geliştirme maliyetinin bir kısmını orijinal üründen daha iyi üretilmesi için tersine mühendislik yapılabilir (Boyette, t.y.).

Boyette (t.y.)'e göre tersine mühendislik uygulamalarının kullanılması için birçok neden vardır. Bunlar:

- a) Bir şirketin yeniden inşa edilmesi veya bakımı gereken hayati bir ekipmana sahip olabilir. Artık üretimde değildir ve yedek parça veya servis artık mevcut değildir. Tek alternatif ters mühendislik olabilir.

- b) Rekabetçi bir ürünün uygun lisans olmadan patentleri veya ürünleri kullandığından şüphelenildiğinde tersine mühendislik hem sağduyulu hem de uygundur.
- c) Suçlu bir grubu veya başka devletler bir silah geliştirdi. En iyi savunma, silahın zayıf yönlerini öğrenmek ve karşı önlemler geliştirmek için tersine mühendisliktir.
- d) Tersine mühendislik, adli çalışmalarda oldukça yaygındır ve kazalara veya doğal afetlerin sonuçlarına yol açan olayları tespit etmek için gerekli olabilir.
- e) Tersine mühendislik, zaman içinde teknolojinin gelişimini anlamak için arkeolojide sıklıkla kullanılmaktadır.
- f) Şirketler performansı geliştirmek ve / veya maliyeti düşürmek için sıklıkla kendi ürünlerini tasarlarlar.

Tersine mühendislik üretimdeki ve tasarımdaki hata ve eksikliklerin bulunmasında ve düzeltilmesine mühendislere yardımcı olmak için fırsatlar sunmaktadır (Berbercuma, 2006). Tersine mühendislik genellikle eksik, kayıp veya yok edilmiş bir bilgi, fikir ve tasarım felsefesinin içeriği elde edilemediği zaman bilgiye yeniden ulaşmak için uygulanmaktadır. Bir yandan tersine mühendisliğin paketlenmiş ürünlerin bozulması ve tasarım sırlarını ortaya çıkarmak için fiziksel olarak parçalanmasıyla ilgilendiği ifade edilebilir. Birçok endüstride tersine mühendislik, ürünü mikroskopta incelemek veya parçalamak ve her parçanın ne yaptığını bulmaktadır (Eilam, 2005).

Berbercuma (2006) tersine mühendisliği teknoloji transferinden teknoloji geliştirmeye geçişte en önemli araç olduğunu ifade etmektedir. Genellikle yeni malzemelerin veya üretim teknolojisinin basit bir şekilde uygulanması maliyetleri azaltabilir ve / veya bir ürüne değer katabilir; bu nedenle tersine mühendislik bu kadar güçlü bir araçtır (Boyette, t.y.).

Tersine mühendislik, bir tasarım sürecinin son ürününden başlayarak ve ardından ürünün nasıl çalıştığını anlamak için ürünü sistematik bir şekilde parçalara ayırarak sistem tasarımının temel bileşenlerini yeniden düzenler. Bir ürünü pazarlarken mühendislik tasarımının temel bileşenlerinin kullanıldığı varsayılırsa (örneğin, bir kahve makinesi) daha sonra ürünün sökülmesinin, nihai tasarımını düzenleyen orijinal problemi, kriterleri ve / veya kısıtlamaları potansiyel olarak gösterebileceği söylenebilir.

Tersine mühendislik, öğrencilere tasarım özellikleri hakkında eleştirel olarak soru sorma fırsatı sunar ve bunu yaparken de öğrencilerin tasarımın arkasındaki bilimi ve mühendislik tasarımının bileşenlerini daha iyi anlamalarına yardımcı olur (West, Sickel & Cribbs, 2015, s. 66).

Wood, Jensen, Bezdek & Otto (2001) makine mühendisliği tasarım müfredatında en az altı zorluk tespit etmişlerdir. Bu zorluklar ve çözüm önerileri şöyle sıralanabilir:

- a) Öğrenme döngüsünün ardından. Kolb'un somut deneyimler, gözlem ve yansıma, kavramsallaştırma-teori ve aktif deneyimlerden oluşan döngüsel öğrenme modeli, genellikle önceki ders yapılarında sadece kısmen yerine getirilir. Bunların yanında eleştirel düşünme ve yansıtma becerisine daha fazla önem verilmesi gerekir.
- b) Açık uçlu problemler zordur. Doğal olarak daha iyi biçimlendirilmiş problemlerin bir dizisini çözmek için bir sürecin geliştirilmesini gerektirir. Etkili bir öğretim yöntemi gerçekleştirmenin en iyi yollarından biri de örnek olarak göstermektir, ancak bunu bir tasarım sürecinde etkili bir şekilde yapmak zordur. İlk deneyim olarak, öğrencinin izlemesi için ayrıntılı bir tasarım süreci sağlamak etkili olabilir.
- c) Bazı öğrenciler karşılaştıkları ilk ödevlerdeki açık uçlu problemlere iyi uyum sağlayamazlar. Boş bir levha tasarımını doldurmak için kullanacak mekanik elemanlardan yoksundurlar. Bu nedenle, tasarım yöntemlerinin ve çözümlerinin aşamalı bir şekilde gelişmesini sağlanmalıdır.
- d) Tasarım yinelemeli bir süreçtir ve tasarım öğretimi bu özelliği yansıtmalıdır. Çoğu tasarım dersi çalışan bir prototip elde etmek için ilerler ve sonra durur.
- e) Tasarım herkes için eğlenceli ya da en azından ilginç ve merak uyandırıcı olmalıdır. Yeni bir yapı, öğrencileri çalışırken iyi vakit geçirmeleri için motive etmelidir.
- f) Tasarım modelleme, analiz ve deneme, öğretim yöntemleri için bir sınır olmaya devam etmektedir. Uygulamalı matematik ve fen dersleri, öğrencilerin analiz becerilerini geliştirirken, tasarım problemine katlanmak için gereken becerileri bir araya getirip getirme konusunda hala bir uçurum vardır.

Bu zorluklardan yola çıkarak, tasarım derslerinde Wood, Jensen, Bezdek & Otto (2001) bir bileşen olarak tersine mühendislik kavramını geliştirmeye ve uygulamaya çalışmışlardır. Öğrencilerin tersine mühendislik projelerine çok olumlu tepki verdiklerini, çünkü onların nasıl tasarlandıkları hakkında bir deneyim edinmelerini sağladıklarını tespit etmişlerdir. Bunun sonucunda tersine mühendislik ve yeniden tasarımı öğrencilerin derslerde heyecanını ve öğrenmelerini arttırmak için bir köşe taşı olarak görmüşlerdir.

Tersine mühendislik uygulamaları sayesinde öğrencilerin bir ev ödevi sorununa çözümü okuyarak ve çözüm yoluyla “geriye doğru” çalışarak birçok kez öğrenebilecekleri gibi, öğrencilere de tasarım sürecinin doruk noktasını göstermek ve onların başarıma adımları boyunca geriye doğru çalışmalarını sağlamak için yararlı olabilir. Ayrıca, öğrencilerin tasarım öğrenirken fiziksel bir ürünle çalışmalarına izin vermek daha önce almış oldukları teorik derslerden şu anda aldıkları tasarım derslerinin açık uçlu doğasına geçişini de kolaylaştırır (Wood, Jensen, Bezdek & Otto, 2001).

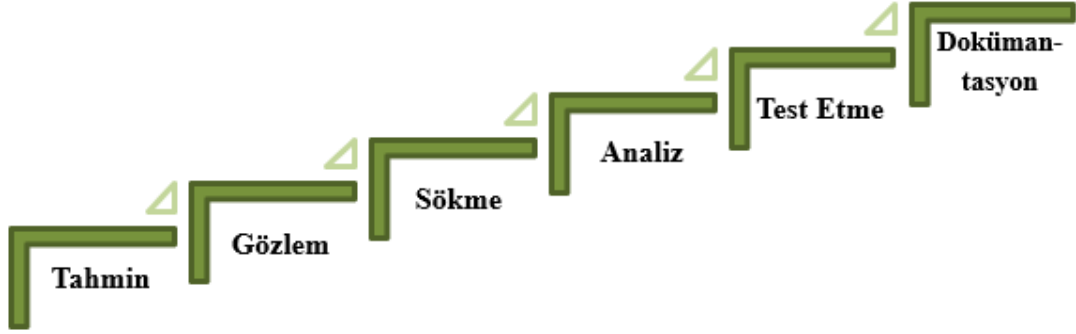
Thayer (2017) tersine mühendisliğin aşamalarını Şekil 2.29’da belirtmiştir.



Şekil 2.29: Tersine Mühendislik Aşamaları (Thayer, 2017)

Şekil 2.29 incelendiğinde tersine mühendisliğin bir döngü içerisinde olduğu görülmektedir. Tersine mühendisliğin aşamaları (1) tasarımın amacını belirlemek, (2) nasıl çalıştığını gözlemlemek, (3) sökmek / deforme etmek, (4) analiz yapmak, (5) rapor / yeniden tasarlamak olarak yer almaktadır.

Kennedy, Lee, & Fontecchio (2016) tersine mühendisliğin aşamalarını altı adımda olmak üzere Şekil 2.30'da ifade etmiştir.



Şekil 2.30: Tersine Mühendislik Süreci (Kennedy, Lee & Fontecchio, 2016)

Şekil 2.30 incelendiğinde tersine mühendislik sürecinin tahmin, gözlem, sökme, analiz, test etme ve dokümantasyon basamakları ile ilerlediği görülmektedir.

2.8. İlgili Çalışmalar

Bu bölümde tersine mühendislik uygulamaları, STEM ile tersine mühendislik ve STEM yaklaşımının bir arada kullanıldığı çalışmalara yer verilmiştir.

2.8.1. Tersine Mühendislik ile İlgili Çalışmalar

Boyette (t.y.) yürüttüğü çalışmada yaratıcılığı öğretmek için sınıfta tersine mühendisliği kullanmıştır. North Carolina State Üniversitesi Biyoloji ve Biyomedikal Mühendisliği bölümündeki iki dönemlik üst düzey tasarım dersinde uygulama gerçekleşmiştir. 2001 yılı sonbaharındaki kuruluşundan itibaren tersine mühendislik alanında 150'den fazla öğrenci bu alıştırmayı tamamlamıştır. Projede öğrencilerin görevlendirilmesinden önce, öğrencilere tersine mühendislik konusunda hazırlık dersleri verilmiştir. Bu hazırlık dersleriyle genç mühendislerin ürüne sadece bakması değil aynı zamanda görmesi de hedeflenmiştir. Hiçbir tasarımın mükemmel olmadığı ve mühendislik çözümlerinin aslında geçici olduğu söylenmiştir. Başlangıçta öğrencilere güç, ağırlık, şekil, yüzey kalitesi, yağlama, korozyon direnci, güvenilirlik, maliyet, aşınma, şekillendirme vb. gibi fiziksel özelliklerin bir listesi verilmiştir. Ancak öğrencilerden bir bölümün tek bir özneliliğine odaklanmaları sağlanmış ve neden bu şekilde yapıldığı sorulmuştur. Hazırlık derslerinden sonra öğrencilere her birine ucuz bir asma kilit verilmiştir ve laboratuvarında kilidin kafalarını nasıl dikkatlice taşılayacakları ve lamine gövdeyi bir

arada tutan pinleri nasıl çıkaracakları gösterilmiştir. Öğrenciler yavaş yavaş, düzenli bir şekilde ilerlemeye ve sökmenin her aşamasını fotoğraflamaya teşvik edilmiştir. Sökme işlemi sırasında çok dikkatli notlar almaları önerilmiştir. Ayrı bileşene tamamen demonte edildikten sonra, öğrencilerin parçaları bir çalışma kilidine tekrar monte etmeleri istenmiştir. Ayrıca öğrencilerden kilit parçalardan bir malzeme faturası yapmaları ve tüm demontaj ve iki haftalık sürede yeniden montaj işlemlerinin ayrıntılarını içeren resmi bir mühendislik raporu yazmaları istenmiştir. Rapor genellikle rakamlar, tablolar, malzeme listesi ve referansların bir listesini içeren sekiz ila on sayfa arasında olup anahtarlı kilitlerin geçmişi ve mühendislikle ilgili genel bilgiler içeren bir girişle başlamıştır. Raporda kilidin sökülmesini, tek tek bileşenlerin bir tanımını ve kilidin ana alt düzeneklerinin tartışılmasını açıklayan malzemeler ve yöntemler bölümünden oluşmakta olup bu bölüme kadar öğrenci yazılarının çoğunun benzer olduğu tespit edilmiştir. Takip eden bölümde sonuçlar ve tartışmada benzerliklerin çoğu sona ermiştir. Bunun nedeni, öğrencilerin kilit tasarımının bir veya daha fazla anahtar yönünü seçmeye ve onları detaylı olarak genişletmeye teşvik edilmelerine bağlanmıştır. Öğrencilerin, kelepçeyi kilit gövdesinden çekmesi için gerekli kuvveti hesapladığı, kilit üzerinde etki eden kuvvetleri bir mermiden modellediği, otomatik bir montaj ve envanter kontrol senaryosu geliştirdiği ve kilit için olası bir hizmet ömrü hesapladığı tespit edilmiştir. Sonuçta çoğu öğrencinin, anahtar pinlerinin doğru ölçülmesi ile anahtar kombinasyon sayısını doğru bir şekilde belirlediği görülmüştür. Bu çalışmanın değerlendirme verisi öznel olmuştur. Daha sonra tersine mühendislik projesi ile aynı dönemde öğrenci takımlarına eleştirel düşünme, yaratıcılık ve detaylara dikkat gerektiren bir tasarım projesi verilmiştir. Bu çalışmadan önce öğrencilerin yüzde 85'inden fazlası mühendislik sınavının temellerini alıp geçmesine rağmen çoğu öğrencilerin mühendislik alanında kariyer yapmak istemediği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda tersine mühendislik konusundaki uygulamalar yardımıyla neredeyse tüm öğrencilerin bu çalışmayı çok faydalı bir alıştırma olarak gördüğü tespit edilmiştir.

Wood, Jensen, Bezdek ve Otto (2001) yürüttükleri çalışmada tasarımı sistematik olarak öğreten kurslar sayesinde tersine mühendisliği ve yeniden tasarlamayı incelemişlerdir. Texas Üniversitesi MIT ve Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetleri Akademisi'nde yeni kurslar geliştirip test etmişlerdir. Amacı, sadece öğrencilere endüstriyel bir ürünü (genellikle 10 \$ - 100 \$ aralığında) parçalama fırsatını vermek değil, aynı zamanda

uygulamalı bir düzeyde bir kavramsal ürün tasarımını somutlaştırmada yer alan konuları anlamalarına yardımcı olmaktır. Süreç üç aşamadan oluşmaktadır; tersine mühendislik, modelleme ve analiz ve yeniden tasarım. Konu belirlenirken şu soru sorulmuştur; “Her zaman yapmak istediğiniz ama asla vaktiniz olmayan bir şey. . . ” (örneğin; mekanik oyuncaklar). Kurslar birinci sınıf ve ikinci sınıftakiler ile üst ve yüksek lisanstakiler olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Tersine mühendisliğin her iki düzeyde de etkili olduğu kanıtlanmıştır.

West, Sickel & Cribbs (2015) yaptıkları çalışmada mühendislik tasarım ilkelerini bilimsel kavramların geliştirilmesinde kullanılması amacıyla 5E modeli desteğiyle ders planı hazırlamışlardır. Öğrenciler, tasarım özellikleri için bilimsel açıklamalar (örneğin; çözünürlük hızına etki eden faktörler) önermek amacıyla halihazırda tasarlanmış cihazları (örneğin; farklı kahve makineleri) analiz etmek için mühendislik ilkelerini kullanmışlardır. Öğrencilerin hali hazırda tasarlanmış bir kahve makinesini yapılandırarak bilimsel kavramlara ve mühendislik tasarımlarına daha fazla aşina olmalarını sağlanmıştır. Sonuç olarak bu yaklaşımın yüksek düzeyde öğrenci katılımını sağladığı ve çözünürlükle ilgili bilimi daha da genişletilebilecek bir temel oluşturduğu kanısına varılmıştır. Bu çalışmayla öğrencilerin bilim ve mühendislik ilişkisi hakkındaki görüşlerini genişletilmiştir. Fen ve mühendislik uygulamalarının sürekli entegrasyonu sayesinde öğrencilerin her iki çalışma alanında da daha fazla yetkinlik geliştirebileceği belirtilmiştir.

2.8.2. STEM ile İlgili Çalışmalar

Gülhan (2016) yürüttüğü çalışmada Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik entegrasyonunun (STEM) ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin STEM alanlarıyla ilgili algılarına, STEM alanlarına karşı tutumlarına, fen alanındaki kavramsal anlamalarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin incelenmiştir. İstanbul’daki bir ortaokulda öğrenim gören 27 kişi kontrol grubu, 27 kişi deney grubu olmak üzere toplam 54 tane 5. sınıfın öğrencileri ile çalışılmıştır. STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarıyla ilgili algılarına etkisinin genel olarak olumlu olduğu ve mühendislik mesleğine yönelik algılarının doğru yönde gelişim göstermesinde etkili olduğu; STEM alanlarına karşı tutumlarına etkisinin genel olarak olumlu olduğu ve STEM alanlarındaki meslekleri seçme isteklerini genel olarak arttırdığı; fen alanına yönelik kavramsal anlama

düzeylerini geliştirmede olumlu etkiye sahip olduğu; bilimsel yaratıcılıklarına bireysel gelişim anlamında etkisinin sınırlı düzeyde olduğu, en üst yaratıcılık düzeyi olan yansıtıcı düşünme katmanının gelişiminde daha etkili olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Altaş (2018) yürüttüğü çalışmada STEM Eğitimi dâhilinde hazırlanmış olan ders planlarının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma becerilerine, mühendislik ve teknoloji algılarına etkisinin incelemiştir. Karma araştırma yöntemi kullanılıp mühendislik algı ölçeği geliştirilmiştir. Karma araştırma yönteminin nicel boyutunda ise mühendislik ve teknoloji algı ölçekleri kullanılmış; nitel boyutunda öğretmen adayları STEM uygulamalarında mühendislik tasarım süreci döngüsü çerçevesinde çalışırken gözlemlenmiş, öğretmen adaylarından bu süreçte dokümanlar toplanmış ve ses kayıt cihazı ile süreç kayıt altına alınmıştır. Bu süreçte öğretmen adaylarına dönem boyunca STEM etkinlikleri yaptırılmış ancak öğretmen adayları dönemin başındaki iki, ortasındaki iki ve sonundaki iki etkinlik göz önünde bulundurularak toplamda altı STEM etkinliği ile değerlendirilmişlerdir. Yapılan çalışmada sonucunda elde edilen verilerden sınıf öğretmeni adaylarının süreç içerisinde mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma becerilerinde gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının bu süreçte 21. yy becerileri olarak adlandırılan yaşam becerilerinin çoğunda da gelişim gösterdikleri görülmüştür. Nicel kısımdan elde edilen bulgular ise sınıf öğretmeni adaylarının STEM uygulamalarının ve mühendislik tasarım süreci ile geçirdikleri zamanın onların mühendislik ve teknoloji algılarını pozitif yönde geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çiftçi (2018) yürüttüğü araştırmada STEM yaklaşımına dayalı rehber öğretim materyalleri oluşturmak ve geliştirilen STEM etkinliklerinin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarına, STEM mesleklerini fark etmelerine ve bilimsel yaratıcılık düzeylerine etkisini incelemiştir. 7. Sınıfta öğrenim gören toplam 56 ortaokul öğrencisi ile yapılan çalışmada 6 STEM etkinliği geliştirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, STEM yaklaşımına dayalı geliştirilen etkinliklerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarında ve bilimsel yaratıcılık düzeylerini geliştirmede etkili olduğu tespit edilmiştir.

Karcı (2018) yürüttüğü araştırmada STEM etkinlikleri ile desteklenmiş Senaryo Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı (STÖY) ile gerçekleştirilmesinin öğrencilerin, akademik

başarılarına, fen teknoloji matematik ve mühendislik mesleklerine yönelik ilgilerine ve fen öğrenimlerine yönelik motivasyonlarına anlamlı bir etkisi olup olmadığını incelemiştir. Beşinci sınıfa devam eden deney ve kontrol gruplarında olmak üzere toplamda 50 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Çalışma sonucunda deney ve kontrol gruplarının akademik başarı testi puanları arasında anlamlı bir fark bulunduğu fakat Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik meslekleri seçmeye yönelik ilgileri ve fen öğrenmeye yönelik motivasyonları üzerinde anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Okulu (2019) yürüttüğü araştırmada Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının katılımıyla gerçekleştirilen astronomi temelli STEM eğitiminin katılımcı (astronomi bilgi, STEM tutum, STEM ilgi, STEM yaklaşımı, STEM eğitiminin niteliklerini yansıtmaya) ve etkinlik (etkinliklerin STEM eğitimine uygunluğu ve ürünlerin nitelikleri) boyutlarında bütünsel ve çok boyutlu olarak değerlendirilmesi amaçlamıştır. Çalışma grubunu bir eğitim fakültesinde öğrenim görmekte olan 67 Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf öğrencisi ve bir Bilim ve Sanat Merkezine (BİLSEM) devam eden 23 özel yetenekli ortaokul öğrencisi oluşmuştur. Araştırmada nitel ve nicel yaklaşımların birlikte kullanılmış; nicel aşamada, iki farklı çalışma grubu üzerinde uygulanan deneysel bir işlemin, çalışma grupları üzerinde oluşturduğu etkiyi belirlemek amacıyla ön test, son test ve kalıcılık testlerinden yararlanılmıştır. Nitel aşamasında ise etkinlik değerlendirme formu, özgün ürün değerlendirme formlarından, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve gözlemlerden yararlanılmıştır. Araştırma sonuçları, STEM eğitimi kapsamında geliştirilen astronomi etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ve Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının astronomi bilgilerini, STEM alanlarına yönelik tutumlarını ve ilgilerini desteklediği ve bu bilgi, tutum ve ilgilerin kalıcılığına katkı sağladığını ve uygulanan etkinliklerin katılımcı gruplarının STEM yaklaşımlarının gelişmesini ve/veya değişmesini desteklediği, uygulama sürecinde ise katılımcıların STEM eğitimi programlarında bulunması gereken ve bilimsel sorgulamanın temelini oluşturan fen ve mühendislik uygulamalarını tekrarlı olarak yansıttıkları sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca çalışma grupları arasında tasarımları için ürüne özgü temel niteliklerin değerlendirildiğinde, Bilim ve Sanat Merkezi öğrencilerinin ürünlerinin Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ürünlerinden daha nitelikli olduğu görülmüştür.

Şen (2018) yürüttüğü çalışmada mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik STEM etkinliklerinde üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kullandıkları STEM becerilerinin belirlenmesi amaçlamıştır. Çalışma grubu Bilim ve Sanat Merkezi' ne devam eden yedi tane 7. sınıf üstün zekâlı ve yetenekli olmaları örnekleme amacı olarak belirlenmiştir. Araştırmada nitel araştırma desenlerinden bütüncül tek durum deseni benimsenmiştir. Uygulama sürecinde öğrencilerle on haftalık STEM etkinlikleri gerçekleştirilmiş; STEM etkinliklerinde öğrencilerin kullandıkları STEM becerilerini belirlemek amacıyla grup görüşmeleri, gözlem ve dokümanlar (STEM etkinlik kitapçığı, günlükler, vb.) ve bireysel görüşmeler veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik STEM etkinliklerinde yer alan üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin akıl yürütme, problem çözme, ilişkilendirme, mühendislik, inovasyon, yaratıcılık, iletişim ve işbirliği, yaşam ve kariyer becerilerini kullandıkları ortaya çıkmıştır. Katılımcıların STEM eğitimi öncesi ve sonrasında STEM ve STEM eğitimine yönelik görüşlerine bakıldığında ise STEM eğitiminin STEM disiplinlerini tanımlamada, ilgi ve motivasyon sağlamada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

2.8.3. Tersine Mühendislik ve STEM ile İlgili Çalışmalar

Griffin, Kaplan, & Burke (2012) yaptıkları çalışmada öğrenmeyi teşvik etmek için tasarlanan malzemeler sayesinde bilim, bilgisayar bilimi ve mühendislik müfredatındaki yaratıcılığı artırmak için tersine mühendislik ve tamir etmek üzerine odaklanmışlardır. Bunun için STEM disiplininden yardım almışlardır çünkü STEM disiplininin problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme becerileri desteklediği için çalışmanın sürece dahil edildiğini savunmaktadırlar. Bu çalışmada hem arayüz tasarlama hem de Yapı Bozukluğu Kitleri değerlendirilmiştir. Pilot çalışmada Scratch (animasyonlar ve oyunlar yaratmaya elverişli bir programlama dili) kullanılmış. Scratch sayesinde öğrenme sürecine faydalı olduğu ancak değerlendirme sürecini zorlaştırdığı çünkü öğrencilerin basit ürünler ortaya çıkardığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak öğrencileri yaratıcı bir şekilde meşgul etmede başarılı olunmasına rağmen, hesaplama ve elektronik ile ilgili istenilen öğrenme hedeflerine ulaşılmamıştır. Bu sebeple çalışma alanlarına bir yenilik getirip Debug (hata ayıklama) ve yapısızlaştırma kitleri üzerine çalışma yapmışlardır. Bu uygulamalarda tersine mühendislik kullanılmış, öğrenciler yazılım tasarım modelleri ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Böylece öğrenciler temel kavramlara

odaklanarak analiz ve problem çözme süreçlerine dahil edilmiştir ve hesaplama ve elektronik ile ilgili istenilen düzeyde öğrenme hedeflerine ulaşıldığı sonucuna varılmıştır.

Rogers (2013) yaptığı çalışmada ortaokul öğrencileriyle NFPA Eğitim ve Teknoloji Vakfı (eğitim programlarını ve akışkan gücü araştırmalarını destekleyen yardım kuruluşu) aracılığıyla temin edilebilen üç kit ile tersine mühendislik uygulanmış, tartışılmış ve “bir depo raf sisteminin tasarımı” analiz edilmiştir. Öğrenciler, hidrolik olarak hareket eden silindirler yardımıyla hava veya suyla doldurulmuş şırıngalar kullanılarak akışkan gücü aktiviteleri gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada STEM yaklaşımına değinilmiştir. Örneğin, öğrencilerin enerji transferi ve kaybını, sürtünme kuvvetini, sürtünme direncinin üstesinden gelmek için gereken yük ile farklı boyutlu şırıngaların kesit alanı arasındaki ilişkisini, gaz ve sıvıların basınç veya parçacık teorisi gibi bilimsel kavramları araştırması, farklı büyüklükteki şırıngaların iç çevresinin ve kesit alanının hesaplanmasını, farklı okumaların ortalamasının hesaplanmasını, mühendislik uygulamalarına katılması ve kuvvet, mekanik avantaj veya yapılan iş gibi teknolojik kavramları kullanması ile STEM yaklaşımı ön plana çıkmaktadır. Öğrenciler talimatları izleyerek üç farklı ürün inşa etmişlerdir ve her bir grubun tasarımının birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Atölye gününde yapılan tasarımlar yarışma günü gelince sunulmuştur. Genel değerlendirme portfolyo, takım çalışması becerileri, röportaj soruları ve cihaz tasarımı ve çalışmasını kapsamaktadır. Böylece öğrencilerin, tasarım problemiyle karşı karşıya kaldıklarında büyük bir ustalık ve yaratıcılık sergilemiş olduğu sonucuna varılmıştır.

Kennedy, Lee, & Fontecchio (2016) yaptıkları çalışmada origami yardımıyla STEAM yaklaşımını tersine mühendislikten de yararlanarak ele almaktadır. Çalışma grubu 9 ve 10. Sınıflardan karma olarak iki özel grup oluşturularak (bir grupta 32, bir grupta 14 öğrenci) toplam 46 öğrenci ile çalışma yapılmıştır. Etkinlikler sırasında yardımcı olması amacıyla dört kısımdan oluşan modüller geliştirilmiştir. Bunlar; (1) Bir Mühendis Gibi Düşün, (2) Origami Sandalye (3) Yenilenebilir Enerji (4) Yenilenebilir Enerji Origami Yapısı olarak belirlenmiştir. Modüllerin ortak noktası öğrenciye 15 dakikadan fazla sürmeyen öğrencilere kısa bir etkileşimli ders vermesiyle başlamakta ve 40 ile 60 dakikalık derslerin iki ya da üç gününde tamamlanmak üzere geliştirilmiştir. Her modülün sonunda öğrencilerden bulgularını ve fikirlerini sınıfa sunmaları istenmektedir.

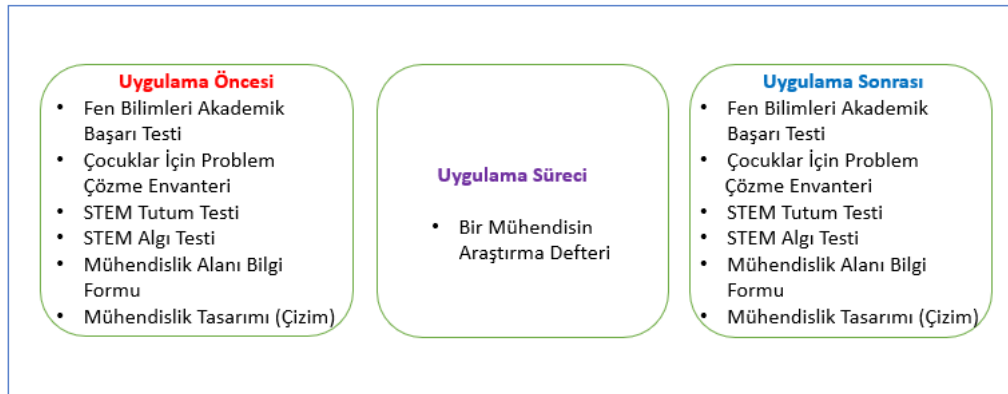
İlk modülün ana noktası öğrencilerin yaratıcı bir şekilde düşünmeye başlamalarını sağlamak ve onlara doğru ya da yanlış bir cevap olmadığını, verilen bir zorluğa bir akıl yürütme ve çözüm getirme zihniyetini sağlamaktır. Modülün ikinci kısmının odak noktası tersine mühendisliğe geçmektedir. Tersine mühendisliğin ne ve neden önemli olduğu hakkında kısa bir sınıf tartışması yapılmıştır. Öğrenciler origaminin temel geometrik kavramlarını anladıktan sonra, onları mühendislik tasarım sürecini tanıtan bir origami sandalye geliştirmede kullanmışlardır. Modülün üçüncü kısmı yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarına değinmektedir. Modülün dördüncü kısmında öğrencilerin diğer modüllerde keşfettikleri sonuçlardan yola çıkarak beyin fırtınası yapılmış ve öğrenciler kağıttan prototiplerini yapmışlardır. Daha sonra her grup araştırmalarını, bulgularını ve fikirlerini komşu bir gruba sunmuşlar. Öğrencilerin 3D modelleme oluşturup daha sonra oluşturulan yapıları CAD ve 3D baskı programı olan Tinker teknolojisini kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda origami desteğiyle çeşitli sınıf seviyelerinde uzamsal düşünme ve bilişsel becerilerin geliştirildiği tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin mühendisliğin ne olduğunu ve diğer STEAM konularını ayrı ayrı öğrendikleri sonucuna varılmıştır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırma Deseni

Tersine mühendislik uygulamalarının 8. Sınıf öğrencilerinde akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, STEM tutum ve algılarına etkisini incelemek için araştırılan bu çalışmada nicel ve nitel veri toplama aracı kullanıldığından karma yöntem araştırması kullanılmıştır. Karma yöntem araştırmacının bir çalışma veya birbirini izleyen çalışmalar dizisinde hem nitel hem nicel verilerin toplanması, analiz edilmesi ve birleştirilmesine dayanan bir araştırma yöntemidir (Creswell, 2003; Creswell & Plano Clark, 2007). Karma yöntem dört desenden oluşmakta olup bunlar; zenginleştirilmiş desen, açıklayıcı desen, keşfedici desen ve gömülü desen olmak üzere sınıflandırılmıştır (Creswell & Plano Clark, 2007; Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2014). Yürütülen bu araştırma kapsamında nicel veriler ile birlikte nitel verilerin toplanmasını gerektiren alt problemler yer almaktadır. Bu doğrultuda araştırmanın karma yöntem araştırmasının gömülü desen ile uyumlu olduğu ifade edilebilir. Gömülü desen ile araştırmanın temel sorusu için nicel veya nitel veri toplanırken bu verileri desteklemek amacıyla diğer türden veriler toplanmaktadır (Creswell & Plano Clark, 2007). Gömülü desenin daha çok nicel araştırma desenlerinden deneysel ve ilişkisel araştırmaları nitel çalışmalar yardımıyla desteklemek için kullanıldığı tespit edilmektedir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2014, s. 253).



Şekil 3.1: Araştırma Modelinin Şeması

Gömülü desen ile nitel veriler deney öncesi ve sonrasında da kullanılarak daha bütüncül bir çalışma yapılabilir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2014).

Bu çalışmada da nitel veriler uygulama öncesi, sırası ve sonrasında toplanmıştır. Şekil 3.1’de araştırma modelinin şeması belirtilmektedir. Uygulama öncesi ve sonrasında nicel verilerden Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi, Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri, STEM Tutum Testi ve STEM Algı Testi; nitel verilerden Mühendislik Alanı Bilgi Formu ve Mühendislik Tasarımı (Çizimi) öğrencilere uygulanmıştır. Uygulama süresince öğrencilere yön gösterip bilgilerini ve uygulama sonuçlarını tespit etmek amacıyla hazırlanan Bir Mühendisin Araştırma Defteri etkinlikler esnasında kullanılmıştır.

3.1.1. Deneysel Desen

Deneysel araştırmalarda bağımsız değişkenin araştırmacı tarafından manipüle edilmesi ve deneklerin en az iki koşulda bağımlı değişkene ait elde edilen ölçümler karşılaştırılmaktadır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2014). Deneysel araştırmada tüm yöntemler içinde önemli iki nokta bulunmaktadır. Bunlar; bir değişkenin etkilerini gözlemlemede kullanılacak tek yol olması ve uygun kullanıldığında neden-sonuç ilişkilerini test eden en geçerli ve güvenilir olmasıdır (Fraenkel & Wallen, 2006). Bu araştırmada tersine mühendislik uygulamaları ile öğretiminin gerçekleştirildiği deneysel desen kullanılmıştır. Yürütülen bu araştırma kapsamında tersine mühendislik uygulamaları ile öğrencilerin akademik başarıları, problem çözme becerileri ve STEM tutum ve algılarına yönelik bilgi düzeyleri arasındaki neden-sonuç ilişkilerinin açığa çıkartılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda yürütülen tersine mühendislik uygulamaları araştırmanın bağımsız değişkeni olarak tanımlanırken, öğrencilerin akademik başarıları, problem çözme becerileri ve STEM tutum ve algılarına yönelik bilgi düzeyleri araştırmanın bağımlı değişkenleri konumundadır.

Bu değişkenler arasındaki ilişkinin açığa çıkartılması için Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi (O₁), Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri (O₂), STEM Tutum Testi (O₃), STEM Algı Testi (O₄), Mühendislik Alanı Bilgi Formu (O₅), Bir Mühendisin Araştırma Defteri (O₆) ve Mühendislik Tasarımı / Çizimi (O₇) kullanılmıştır. Araştırmanın deneysel deseni Tablo 3.1’de özetlenmiştir. Bu gösterimde yer alan "X" sembolü araştırmada gerçekleştirilen tersine mühendislik uygulamalarını ifade etmektedir.

Tablo 3.1: Araştırmanın Deneysel Deseni

Grup	Ön Test	İşlem	Son Test
D (Deney)	O ₁ O ₂ O ₃ O ₄ O ₅ O ₆ O ₇	X	O ₁ O ₂ O ₃ O ₄ O ₅ O ₆ O ₇
K (Kontrol)	O ₁ O ₂ O ₃ O ₄		O ₁ O ₂ O ₃ O ₄

Deneysel araştırmada değişkenin etkilerinin gözlenebilmesi ve neden-sonuç ilişkisini test edilebilmesini sağlar ve dörde kısımda ele alınır. Bunlar; zayıf deneysel desenler, gerçek deneysel desenler, yarı deneysel desenler ve faktöryel desenler olarak sınıflandırılmaktadır. Gerçek deneysel desenler deneklerin bağımsız değişkenin düzeylerine, gruplara seçkisiz olarak yerleştirildiği çalışmalar olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2014). Bu çalışmada Tablo 3.1 incelendiğinde araştırmanın deneysel deseninin gerçek deneysel desen grubuna ait ön test son test kontrol gruplu seçkisiz desene ait olduğu görülmektedir.

3.1.2. Durum Çalışması

Mc-Millian (2000) durum çalışmalarını bir ya da daha fazla olayın, ortamın, programın, sosyal grubun ya da diğer birbirine bağlı sistemlerin derinlemesine ele alındığı yöntem olarak ifade etmektedir (Akt. Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2014). Merriam (2013) ise durum çalışmasını, sınırlı bir sistemin derinlemesine incelenmesi ve betimlenmesi olarak tanımlamaktadır. Bu çalışma kapsamında deney grubuna ait yazılı ve görsel dokümanlar ile öğrenci ürünleri bir arada kullanılmıştır.

3.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın evrenini, 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Şanlıurfa ili Eyyübiye ilçesinde bir devlet okulunda öğrenim gören 8. sınıf öğrenciler oluşturmaktadır. Çalışmanın yapılacağı okulun belirlenmesi için öncelikle okulun konumu dikkate alınmıştır. Bunun sonucunda çalışmanın yapılacağı okul araştırmacı açısından kolay ulaşılabilir konumda olması için araştırmacının görev yaptığı okul olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışmanın öğretmen faktörünün bağımlı değişkenler üzerindeki etkisini önlemek için deney ve kontrol grubundaki uygulamalar araştırmacı tarafından yapılması ön görülmüştür. Belirlenen okulun müdürü ile uygulamaya yönelik olarak gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda uygulamaya olumlu yaklaşılması ile araştırmanın

yapılacağı okul Şanlıurfa ili Eyyübiye ilçesinde bulunan bir devlet okulu olarak belirlenmiştir. Belirlenen okulda uygulamanın gerçekleştirilmesi için Valilik Makamı ve İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden alınan izinler EK-14'de sunulmuştur. Belirlenen okulda sekiz adet 8. sınıf şubesi bulunmaktadır. Okul idarecileri ile gerçekleştirilen görüşmede bu şubeler arasında iki sınıf seçilmiştir. Bu şubelerde yer alan öğrenci sayıları 50 ve 54 kişi olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla sınıf mevcudu açısından şubelerin benzer olduğu söylenebilir. İki şube arasından öğrencilerin çalışmaya katılması gönüllüğü esas alınarak öğrenciler arasından deney ve kontrol grubu belirlenmiştir. Bu doğrultuda araştırmanın nicel çalışma grubu deney grubu 28 kişi, kontrol grubu 28 kişi olmak üzere toplam 56 öğrenciden oluşmaktadır. Deney grubunun cinsiyete göre dağılımı Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Tablo 3.2: Araştırmanın Deney Grubunun Cinsiyete Göre Dağılımı

	Kız		Erkek		Toplam	
	f	%	f	%	f	%
Örneklem	20	71.4	8	28.6	28	100

Tablo 3.2 incelendiğinde deney grubunda olan kız öğrenci sayısının 20, erkek öğrenci sayısının 8 kişi olduğu görülmektedir.

Kontrol grubunun cinsiyete göre dağılımı Tablo 3.3’de gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Araştırmanın Kontrol Grubunun Cinsiyete Göre Dağılımı

	Kız		Erkek		Toplam	
	f	%	f	%	f	%
Örneklem	14	50.0	14	50.0	28	100

Tablo 3.3 incelendiğinde kontrol grubunda olan kız öğrenci sayısının 14, erkek öğrenci sayısının 14 kişi olduğu görülmektedir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırma sürecinde kullanılan veri toplama araçları nicel ve nitel veri toplama araçları olacak şekilde iki ana başlık altında incelenmiştir.

3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları

Araştırmada nicel veri toplama aracı olarak Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi, Çocuklar İçin Problem Çözme Becerisi Envanteri, STEM Tutum ve STEM Algı Testi kullanılmıştır.

3.3.1.1. Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi (FBABT)

Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi araştırmacı tarafından üç konu (Karışımlar, Isı ve Sıcaklık ve Basit Makineler) konularından oluşan test hazırlanmıştır. Bu testte her konuya ait 20 soru bulunmakta olup toplam 60 sorudan oluşmaktadır. Bu test deney ve kontrol grubundaki kişiler üzerinde yapılacak olan ölçme sonuçlarının kararlılığını tespit etmek amacıyla uygulamaya başlanmadan önce pilot uygulama olarak Şanlıurfa ili Eyyübiye ilçesinde olan bir devlet okulunda 8. Sınıfta öğrenim gören 40 öğrenciye uygulanmıştır. Testin tek uygulamaya dayalı ve doğru / yanlış ikili cevap seçeneklerinden oluşması sebebiyle güvenirlik yöntemlerinden Kuder Richardson (KR) 20 yöntemi seçilmiştir. Test maddelerinin güçlük katsayıları eşit olmadığından KR-20 formülü kullanılır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2014 s. 110). Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi üç farklı konudan oluştuğundan dolayı her bir test kendi içinde değerlendirilmiştir. Analizler sonucunda “Karışımlar” konulu test için KR-20 değeri 0,76 (yüksek), “Isı ve Sıcaklık” konulu test için KR-20 değeri 0,80 (yüksek), “Basit Makineler” konulu test için KR-20 değeri 0,76 (yüksek) tespit edilmiştir.

3.3.1.2. Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri (ÇPÇE)

Oğuz SERİN, Nergüz BULUT SERİN ve Gizem SAYGILI (2010) tarafından geliştirilmiş olan “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” kullanılmıştır. ÇPÇE, bireyin problem çözme ile ilgili davranış ve tutumlarının nasıl algılandığını değerlendirmek amacıyla kullanılan bir envanterdir. Çocuklar için problem çözme envanteri (ÇPÇE), ilköğretim öğrencilerinin problem çözme becerisi konusunda kendisini algılayışlarını belirlemek üzere ülkemizde geliştirilen özgün ve ilk envanter olma niteliğini taşımaktadır.

Envanterin faktör analizi sonucunda “Problem Çözme Becerisine Güven” (12 madde), “Öz Denetim” (7 madde) ve “Kaçınma” (5 madde) olmak üzere toplam üç faktör ve 24 maddeden oluşan envanterin tamamının cronbach alpha güvenirlik katsayısının 0,80 olduğu saptanmıştır.

3.3.1.3. STEM Tutum Testi

Filiz GÜLHAN tarafından geliştirilen STEM Tutum Testi kullanılmıştır. STEM Tutum Testi, 37 maddeden oluşmaktadır. Dört kategoriden oluşup bunlar “Matematik”, “Bilim (Fen)”, “Mühendislik ve Teknoloji”, “21. Yüzyıl Becerileri”dir. Testin alt boyutların cronbach alpha değerlerinin 0,786-0,900 arasında değiştiğini saptanmıştır.

3.3.1.4. STEM Algı Testi

Filiz GÜLHAN tarafından geliştirilen STEM Algı Testi kullanılacaktır. STEM Algı Testi 5 kategoriden oluşmaktadır. Her kategoride beş tane alt boyut bulunmaktadır. Bu alt boyutlar; “Fen”, “Matematik”, “Mühendislik”, “Teknoloji”, “Fen, Matematik, Mühendislik veya Teknoloji Kariyeri (Mesleği)” dir. Testin alt boyutların cronbach alpha değerlerinin 0,703-0,892 arasında değiştiğini saptanmıştır.

3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları

Araştırmada nitel veri aracı olarak Mühendislik Alanı Bilgi Formu (MABF), Mühendislik Tasarımı Değerlendirme Rubriği (MTDR) ve Bir Mühendisin Araştırma Defteri (BMAD) kullanılmıştır. Ayrıca araştırmacı tersine mühendislik uygulamaları sürecinde öğrencileri gözlemlemiş ve süreç ile ilgili notlar almıştır.

3.3.2.1. Mühendislik Alanı Bilgi Formu (MABF)

Araştırmacı tarafından yürütülen tersine mühendislik uygulamalarının mühendislik alanına etkisinin belirlenmesi için ŞAHİN ve TAŞÇI (2018) tarafından geliştirilen MABF kullanılmıştır. MABF uzman görüşü olarak Prof. Dr. Fatma ŞAHİN ile görüşme yapıp düzenlemeler yapılmıştır. Soruların anlaşılabilirliğini tespit etmek amacıyla 7. Sınıf öğrencilerinden 10 kişiye form verilip cevaplandırılması istenmiştir. Hem uzman görüşü hem de öğrencilerin yanıtları ve öğrenci görüşmelerinden yola çıkarak formun son şekli (EK-5) oluşturulmuştur. MABF dört bölümden oluşmaktadır. MABF ile öğrencilerin birinci bölümde kavram olarak mühendislik hakkında bilgileri, ikinci bölümde öğrencilerin tersine mühendislik kavramı hakkında düşünceleri, üçüncü

bölümde mühendislik tasarımı ile ilgili durumları ve dördüncü bölümde meslek olarak mühendisliğe bakış açıları tespit edilmiştir.

3.3.2.2. Bir Mühendisin Araştırma Defteri (BMAD)

Araştırmacı tarafından yürütülen tersine mühendislik uygulamaları etkinlikleri esnasında öğrencilere yön gösterip bilgilerini ve uygulama sonuçlarını tespit etmek, yorumlamak amacıyla TAŞÇI (2018) tarafından geliştirilen BMAD (EK-8) kullanılmıştır. BMAD uzman görüşü olarak Prof. Dr. Fatma ŞAHİN ile görüşme yapıp düzenlemeler yapılmıştır. Uygulamada üç farklı konuda (Karışımlar, Isı ve Sıcaklık, Basit Makineler) etkinlik olduğu için üç adet BMAD bulunmaktadır. BMAD beş bölümden oluşmaktadır. Bunlar; (1) uygulama esnasında öğrencilerin kavradıkları doğru ve yanlış bilgiler, kavram yanılgıları tespit eden niteliktedir.

1. BÖLÜM: PROBLEM BULMA

BİLGİ TEMELLİ HAYAT PROBLEMİ (BTHP)

Size verilen mektubu grup üyelerinizle birlikte okuyunuz.

MEKTUP

Sevgili mühendisler,
Şanlıurfa'da bir kafede çalışan garson sinden yardım bekliyor! Aşağıda garsonun yaşadığı problem anlatılmaktadır.

Aynı iş yerinde çalışan Fatma, İbrahim, Ethem, Merve, Ferhat ve Esra adında altı arkadaş, öğle arası kahve içmek için bir kafeye giderler. Bu arkadaşların işe yetismeleri için yarım saat süresi vardır. Garson menüyü getirir ve incelemeye başlarlar. Bir kahveye en fazla 15 TL vermeyi planlayan arkadaşlar garsona siparişlerini vermek üzere aşağıda belirtildiği gibi bir diyalog gerçekleştirirler.

Garson: Hoş geldiniz, ne arzu edersiniz?
Fatma: Yoğun ve sıcak bir kahve rica ediyorum.
İbrahim: Hafif ve yumuşak içimli sıcak bir kahve istiyorum.
Ethem: Orta yoğunlukta sıcak bir kahve rica ediyorum.
Merve: Hafif ve yumuşak içimli soğuk bir kahve alayım.
Ferhat: Yoğun ve ılık bir kahve istiyorum.
Esra: Yoğun ve soğuk bir kahve olsun.

Garson siparişleri aldıktan sonra kahveleri hazırlamak üzere muşağa gider ve ne görsün!
Kahve makinesi bozulmuştur. Garson karıştığı bu problemi çözmek için bir kahve makinesinin nasıl çalıştığını, mekanizmasını düşünmeye başlar. Müşterilerini de bekletmemek için kahveyi kendisinin hazırlaması gerektiğine karar verir. Kahveyi hızlı bir şekilde hazırlaması içinde kahvenin çözülmesinin hızlı olması gerekmektedir. Bu noktada garsonun siz mühendislerin yardımına ihtiyacı vardır.

- Mektupta anlatılan olaydaki problem durumu nedir?

.....
.....
.....

Şekil 3.2: Bir Mühendisin Araştırma Defteri Örnek Sayfa

3.3.2.3. Mühendislik Tasarımı Değerlendirme Rubriği (MTDR)

Mühendislik Tasarımı Değerlendirme Rubriği uygulamada öğrencilerin mühendislik tasarımı için çizeceği çizimleri değerlendirmek amacıyla araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Rubrik oluşturulduktan sonra Fen Bilgisi A.B.D biri tez danışmanı olmak üzere iki öğretim üyesinin görüşü alınmıştır. Değerlendirmeler sonucunda MTDR son şekli araştırmacı TAŞÇI (2018) tarafından (EK-7) oluşturulmuştur.

Rubrikteki her bir kriter için en düşük puan 1 olup en yüksek puan 4 olarak belirlenmiştir. Altı kriter (problemin belirlenmesi, doğruluk, çizim detayı, STEM ilişkisi, orijinallik, uygulanabilirlik) seçilip çizimler değerlendirilmiştir.

	1	2	3	4
Problemin Belirlenmesi	Problem belirlenmemiş, kriterler ve sınırlayıcılar bulunmuyor	Problemin anlaşılması zor, kriterler ve sınırlayıcıların bir kısmı çizimlerden anlaşılıyor	Problem genel olarak belirtilmiş, çoğu kriter ve sınırlayıcılar çizimden anlaşılıyor.	Problem açık bir şekilde belirtilmiş, kriterler ve sınırlayıcılar açık bir şekilde anlaşılıyor.
Doğruluk	Kavramlar çizimlerde yanlış şekilde yer alıyor, yanlış isimlendirme yapılmış	Kavramların bir kısmı çizimlerde doğru şekilde yer alıyor, bir kısmı doğru isimlendirilmiş.	Kavramların birçoğu çizimlerde doğru şekilde yer alıyor, doğru isimlendirme yapılmış	Tüm kavramlar çizimlerde doğru şekilde yer alıyor, tüm isimlendirmeler doğru yapılmış
Çizim Detayı	Gerekli detaylar bulunmamakta, ya da birçok detay belirsiz	Bir kısım detaylar verilmiş ama bazılarının anlaşılması zor	Bir kısım detaylar verilmiş ve açık şekilde anlaşılıyor	Tüm detaylar verilmiş ve açık ve kolay şekilde anlaşılıyor
STEM İlişkisi	Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri açısından zayıf bir çizim	Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birini baz almış bir çizim	Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin iki ya da üçünü baz almış bir çizim	Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını kapsayıcı bir çizim
Orijinallik / Yenilik	Çizim orijinal değil	Çizimde nadiren orijinal unsurlar var	Çizim orijinal unsurlar içeriyor	Çizim üst seviyede orijinallik içeriyor
Uygulanabilirlik	Gerçek hayatta uygulanabilir bir çizim değil	Gerçek hayatta uygulanabilirliği düşük bir çizim	Bazı değişimlerle gerçek hayatta uygulanabilir bir çizim	Gerçek hayatta uygulanabilir bir çizim

Şekil 3.3: Mühendislik Tasarımı Değerlendirme Rubriği

Karma desen ile yürütülen bu araştırmada, araştırmanın alt problemlerinin cevaplarının hem nicel hem de nitel araştırma verilerinden yararlanılarak elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, araştırma çerçevesinde toplanan verilerin analiz süreçlerinin açıklaması ve değerlendirmesi yapılmıştır. Veriler toplanırken nicel veriler hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilere uygulanıp nitel veriler sadece deney grubuna uygulanmıştır. Nicel ve nitel veri toplama araçlarına yönelik bu açıklamaların ardından bütüncül bir bakış açısı sağlamak amacı ile araştırmanın alt problemleri kapsamında kullanılan veri toplama araçları Tablo 3.4'de özetlenmiştir.

Tablo 3.4: Veri Toplama Araçlarının Araştırmanın Alt Problemlerine Göre Dağılımı

Araştırmanın Alt Problemleri	Veri Toplama Aracı	Katılımcı Sayısı (n)
1. Alt Problem: Tersine mühendislik uygulamasının 8. sınıf öğrencilerinde Fen Bilimleri dersindeki akademik başarısı üzerine etkisi var mıdır?	- Karışımlar Konusu Akademik Başarı Testi - Isı ve Sıcaklık Konusu Akademik Başarı Testi - Basit Makineler Konusu Akademik Başarı Testi	28 (Deney Grubu) + 28 (Kontrol Grubu)
2. Alt Problem: Tersine mühendislik uygulamasının 8. sınıf öğrencilerinde problem çözme becerisi üzerine etkisi var mıdır?	- Çocuklar için Problem Çözme Envanteri	28 (Deney Grubu) + 28 (Kontrol Grubu)
3. Alt Problem: Tersine mühendislik uygulamasının 8. sınıf öğrencilerinde STEM tutumlarına etkisi var mıdır?	- STEM Tutum Testi	28 (Deney Grubu) + 28 (Kontrol Grubu)
4. Alt Problem: Tersine mühendislik uygulamasının 8. sınıf öğrencilerinde STEM algılarına etkisi var mıdır?	- STEM Algı Testi	28 (Deney Grubu) + 28 (Kontrol Grubu)
5. Alt Problem: Tersine mühendislik uygulamasının 8. sınıf öğrencilerinde mühendislik alanına etkisi var mıdır?	- Mühendislik Alanı Bilgi Formu (MABF)	28 (Deney Grubu)
6. Alt Problem: Tersine mühendislik uygulamasının 8. sınıf öğrencilerinde mühendislik tasarımı üzerine etkisi var mıdır?	- Mühendislik Tasarımı Değerlendirme Rubriği (MTDR)	28 (Deney Grubu)

3.4. Uygulama

Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerine Fen Bilimleri akademik başarı testi, Çocuklar için Problem Çözme Envanteri, STEM Tutum Testi ve STEM Algı Testi ön test olarak uygulanmıştır. Ayrıca deney grubundaki öğrencilere Mühendislik Alanı Bilgi Formu ve “Kahve Makinesi” ön ve son çizim uygulamaları da yapılmıştır.

3.4.1. Araştırmanın Pilot Uygulanması

Araştırmada nicel veri olarak kullanılan Karışımlar Konusu Akademik Başarı Testleri, Isı ve Sıcaklık Konusu Akademik Başarı Testi ve Basit Makineler Konusu Akademik Başarı Testi araştırmanın amacına ve MEB kazanımlarına uygun olarak araştırmacı tarafından 60 soru hazırlanmıştır. Testteki soruların geçerlilik ve güvenirliğini tespit etmek için Şanlıurfa ili Eyyübiye ilçesinden uygulamanın yapılacağı okuldaki akademik başarıya yakın bir devlet okulu seçilmiştir. Seçilen devlet okulundan 40 öğrenciye Fen Bilimleri Akademi Başarı Testleri uygulanıp testlerin geçerlilik ve güvenirliği tespit edilmiştir. Ayırt edici olmayan sorular yeniden düzenlenip testin orta güçlükte olması sağlanmıştır.

Tablo 3.5: Pilot Uygulama Çalışması Analiz Sonuçları

	KARIŞIMLAR	ISI VE SICAKLIK	BASİT MAKİNELER
Test Madde Sayısı	20	20	20
Teste Katılan Cevaplayıcı Sayısı	40	40	40
Testin Ortalaması	10,65	9,23	10,70
Testin Varyansı	15,87	15,61	14,47
Testin Standart Sapması	3,98	3,95	3,80
En Yüksek Puan	18,00	17,00	19,00
En Düşük Puan	3,00	3,00	5,00
Ortanca	10,00	8,00	10,00
Ranj	15,00	14,00	14,00
Çarpıklık	-0,10 (Sağa Çarpık)	0,57 (Sola Çarpık)	0,55 (Sola Çarpık)
Basıklık (Sivrilik)	-0,83 (Basık)	-1,02 (Basık)	-0,64 (Basık)
Bağıl Değişken Katsayısı	37,41 (Basık ve Heterojen)	42,84 (Basık ve Heterojen)	35,55 (Basık ve Heterojen)
KR-20 İç Tutarlılığı	0,76 (Yüksek)	0,76 (Yüksek)	0,74 (Yüksek)
Ortalamanın Standart Hatası	1,96	1,93	1,94
Testin Ortalama Ayıricılığı	0,41 (Çok İyi)	0,41 (Çok İyi)	0,40 (Ayırıcı)
Testin Ortalama Güçlüğü	0,53 (Orta)	0,46 (Orta)	0,54 (Orta)

Tablo 3.6: Pilot Uygulama Çalışması “Karışım” Testi Analiz Sonuçları

Madde No	Maddeyi Cevaplayan Sayısı	Madde Güçlüğü	Madde Ayırıcılığı (Nokta-Çift Serili Korelasyon)	Madde Güvenirliği	Madde Varyansı	Madde Standart Sapması	Madde Test Puanı Korelasyonu (Pearson)	Madde Güçlüğü Yorumu	Madde Ayırıcılığı Yorumu
	Ij	pj	rjx	rj	sj2	sj	rjy		
1	25	0,63	0,63	0,31	0,23	0,48	0,64	Kolay*	Çok iyi
2	32	0,80	0,54	0,21	0,16	0,40	0,54	Kolay*	Çok iyi
3	24	0,60	0,41	0,20	0,24	0,49	0,42	Kolay*	Çok iyi
4	9	0,23	0,35	0,15	0,17	0,42	0,35	Zor***	Ayırıcı
5	29	0,73	0,45	0,20	0,20	0,45	0,46	Kolay*	Çok iyi
6	18	0,45	0,50	0,25	0,25	0,50	0,50	Orta**	Çok iyi
7	21	0,53	0,36	0,18	0,25	0,50	0,36	Orta**	Ayırıcı
8	18	0,45	0,32	0,16	0,25	0,50	0,32	Orta**	Ayırıcı
9	16	0,40	0,51	0,25	0,24	0,49	0,51	Orta**	Çok iyi
10	15	0,38	0,31	0,15	0,23	0,48	0,32	Zor***	Ayırıcı
11	19	0,48	0,41	0,20	0,25	0,50	0,42	Orta**	Çok iyi
12	30	0,75	0,47	0,20	0,19	0,43	0,48	Kolay*	Çok iyi
13	12	0,30	0,18	0,08	0,21	0,46	0,18	Zor***	Ayırıcı değil
14	30	0,75	0,33	0,14	0,19	0,43	0,33	Kolay*	Ayırıcı
15	32	0,80	0,46	0,18	0,16	0,40	0,46	Kolay*	Çok iyi
16	20	0,50	0,53	0,26	0,25	0,50	0,53	Orta**	Çok iyi
17	23	0,58	0,31	0,15	0,24	0,49	0,31	Orta**	Ayırıcı
18	20	0,50	0,46	0,23	0,25	0,50	0,47	Orta**	Çok iyi
19	21	0,53	0,44	0,22	0,25	0,50	0,45	Orta**	Çok iyi
20	12	0,30	0,32	0,15	0,21	0,46	0,32	Zor***	Ayırıcı

Tablo 3.6 incelendiğinde “Karışım” testi analiz sonuçları belirtilmektedir. 20 sorudan oluşan bu testin madde güçlüğü yorumu 7 soru kolay, 9 soru orta ve 4 soru zor olarak görülmektedir. Testin madde ayırıcılığı yorumu ise 12 soru çok iyi ayırıcı, 7 soru ayırıcı ve 1 soru ayırıcı değil olarak görülmektedir.

Tablo 3.7: Pilot Uygulama Çalışması “Isı ve Sıcaklık” Testi Analiz Sonuçları

Madde No	Maddeyi Cevaplayan Sayısı	Madde Güçlüğü	Madde Ayırıcılığı (Nokta-Çift Serili Korelasyon)	Madde Güvenirliği	Madde Varyansı	Madde Standart Sapması	Madde Test Puanı Korelasyonu (Pearson)	Madde Güçlüğü Yorumu	Madde Ayırıcılığı Yorumu
	Ij	pj	rjx	rj	sj2	sj	rjy		
1	11	0,28	0,23	0,10	0,20	0,45	0,24	Zor***	incele,düzeltil
2	20	0,50	0,47	0,24	0,25	0,50	0,48	Orta**	Çok iyi
3	18	0,45	0,65	0,32	0,25	0,50	0,66	Orta**	Çok iyi
4	27	0,68	0,31	0,15	0,22	0,47	0,31	Kolay*	Ayırıcı
5	9	0,23	0,41	0,17	0,17	0,42	0,41	Zor***	Çok iyi
6	21	0,53	0,66	0,33	0,25	0,50	0,67	Orta**	Çok iyi
7	24	0,60	0,58	0,28	0,24	0,49	0,58	Kolay*	Çok iyi
8	34	0,85	0,40	0,14	0,13	0,36	0,40	Kolay*	Ayırıcı
9	24	0,60	0,34	0,17	0,24	0,49	0,35	Kolay*	Ayırıcı
10	19	0,48	0,36	0,18	0,25	0,50	0,37	Orta**	Ayırıcı
11	8	0,20	0,34	0,13	0,16	0,40	0,34	Zor***	Ayırıcı
12	22	0,55	0,48	0,24	0,25	0,50	0,49	Orta**	Çok iyi
13	3	0,08	-0,04	-0,01	0,07	0,26	-0,04	Zor***	Ayırıcı değil
14	27	0,68	0,43	0,20	0,22	0,47	0,44	Kolay*	Çok iyi
15	20	0,50	0,35	0,17	0,25	0,50	0,35	Orta**	Ayırıcı
16	21	0,53	0,26	0,13	0,25	0,50	0,26	Orta**	incele,düzeltil
17	13	0,33	0,41	0,19	0,22	0,47	0,41	Zor***	Çok iyi
18	13	0,33	0,53	0,25	0,22	0,47	0,53	Zor***	Çok iyi
19	20	0,50	0,61	0,31	0,25	0,50	0,62	Orta**	Çok iyi
20	15	0,38	0,32	0,16	0,23	0,48	0,33	Zor***	Ayırıcı

Tablo 3.7 incelendiğinde “Isı ve Sıcaklık” testi analiz sonuçları belirtilmektedir. 20 sorudan oluşan bu testin madde gücü yorumu 5 soru kolay, 9 soru orta ve 7 soru zor olarak görülmektedir. Testin madde ayıricılığı yorumu ise 10 soru çok iyi ayırıcı, 7 soru ayırıcı, 2 soru incelenip, düzeltilmeli ve 1 soru ayırıcı değil olarak görülmektedir. Üç Fen Bilimleri öğretmenine danışılarak sorularda düzenlemeler yapılmıştır. 1. ve 16. soru incelenip düzeltilmiş, 13. Soru değiştirilmiştir.

Tablo 3.8: Pilot Uygulama Çalışması “Basit Makineler” Testi Analiz Sonuçları

Madde No	Maddeyi Cevaplayan Sayısı	Madde Güçlüğü	Madde Ayıricılığı (Nokta-Çift Serili Korelasyon)	Madde Güvenirliliği	Madde Varyansı	Madde S.sapması	Madde Test Puanı Korelasyonu (Pearson)	Madde Güçlüğü Yorumu	Madde Ayıricılığı Yorumu
	lj	pj	rjx	rj	sj2	sj	rjy		
1	37	0,93	0,30	0,08	0,07	0,26	0,31	Kolay*	Ayırıcı
2	23	0,58	0,33	0,16	0,24	0,49	0,34	Orta**	Ayırıcı
3	27	0,68	0,63	0,30	0,22	0,47	0,64	Kolay*	Çok iyi
4	14	0,35	0,35	0,17	0,23	0,48	0,35	Zor***	Ayırıcı
5	18	0,45	0,45	0,23	0,25	0,50	0,46	Orta**	Çok iyi
6	18	0,45	0,36	0,18	0,25	0,50	0,37	Orta**	Ayırıcı
7	29	0,73	0,33	0,15	0,20	0,45	0,34	Kolay*	Ayırıcı
8	20	0,50	0,42	0,21	0,25	0,50	0,43	Orta**	Çok iyi
9	11	0,28	0,61	0,27	0,20	0,45	0,62	Zor***	Çok iyi
10	15	0,38	0,51	0,25	0,23	0,48	0,52	Zor***	Çok iyi
11	33	0,83	0,45	0,17	0,14	0,38	0,45	Kolay*	Çok iyi
12	21	0,53	0,39	0,19	0,25	0,50	0,39	Orta**	Ayırıcı
13	23	0,58	0,36	0,18	0,24	0,49	0,36	Orta**	Ayırıcı
14	17	0,43	0,45	0,22	0,24	0,49	0,46	Orta**	Çok iyi
15	17	0,43	0,55	0,27	0,24	0,49	0,55	Orta**	Çok iyi
16	24	0,60	0,57	0,28	0,24	0,49	0,57	Kolay*	Çok iyi
17	20	0,50	0,32	0,16	0,25	0,50	0,32	Orta**	Ayırıcı
18	16	0,40	0,36	0,18	0,24	0,49	0,36	Orta**	Ayırıcı
19	10	0,25	-0,02	-0,01	0,19	0,43	-0,02	Zor***	Ayırıcı değil
20	35	0,88	0,25	0,08	0,11	0,33	0,25	Kolay*	incele,düzeltil

Tablo 3.8 incelendiğinde “Basit Makineler” testi analiz sonuçları belirtilmektedir. 20 sorudan oluşan bu testin madde gücü yorumu 6 soru kolay, 10 soru orta ve 4 soru zor olarak görülmektedir. Testin madde ayıricılığı yorumu ise 9 soru çok iyi ayırıcı, 9 soru ayırıcı, 1 soru incelenip, düzeltilmeli ve 1 soru ayırıcı değil olarak görülmektedir. Üç Fen Bilimleri öğretmenine danışılarak sorularda düzenlemeler yapılmıştır. 19. soru değiştirilmiş, 20. soru incelenip düzeltilmiştir.

3.4.2. Araştırmanın Uygulanması

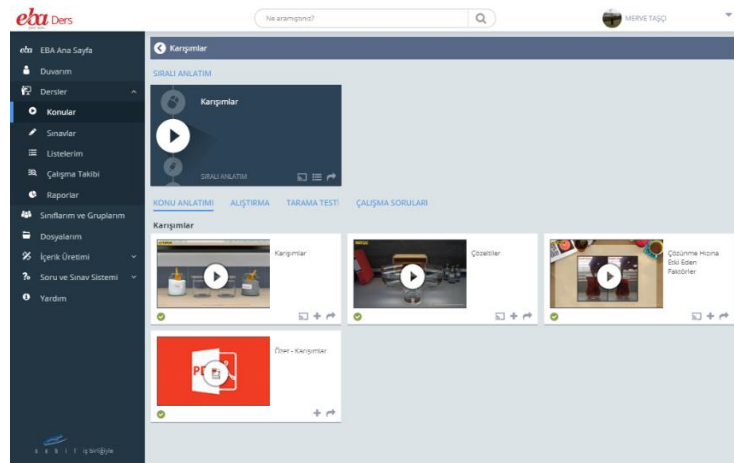
Araştırmanın asıl uygulaması Şanlıurfa ili Eyyübiye ilçesinde bulunan Mehmet Hacıbozanoğlu Ortaokulu’nda 8. sınıfta öğrenim gören 56 öğrenciden oluşmaktadır. Bu öğrenciler iki gruba ayrılıp 28 kişi deney grubunu, 28 kişi de kontrol grubunu oluşturmuştur. Her iki gruba da ön test olarak Karışımlar Konusu Akademik Başarı Testi, Isı ve Sıcaklık Konusu Akademik Başarı Testi, Basit Makineler Konusu

Akademik Başarı Testi, Çocuklar için Problem Çözme Envanteri, STEM Tutum Testi ve STEM Algı Testi uygulanmıştır. Tersine mühendislik uygulamalarını içeren üç etkinlik belirlenmiştir. Bu etkinlikler sırası ile deney grubunda bulunan 28 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Uygulama yeri olarak da kontrol grubu için öğrenim gördükleri derslik, deney grubu için de araştırmanın uygulandığı okulun etüt sınıfı seçilmiştir. Öğrenciler ders bitiminden sonra uygulama süresince okulda kalmışlardır. Bunun için de uygulama yapılmadan önce velilerden izin belgesi alınmıştır. Veli izin belgesi EK-11’de belirtilmiştir. Çalışma süresi toplam 10 hafta sürmüştür.

3.4.2.1. Kontrol Grubundaki Uygulama

Kontrol grubunda dersler yapılandırmacı yaklaşım yöntem ve tekniklerine uygun, MEB kazanımları doğrultusunda işlenmiştir. Uygulama haftada 4 ders saati olan Fen Bilimleri dersinde 28 öğrenci ile 10 hafta boyunca devam etmiştir. Dersler sınıf ortamında gerçekleştirilmiştir. Öğretmen faktörünün bağımlı değişkenler üzerindeki etkisini önlemek için deney ve kontrol grubundaki uygulamalar araştırmacı Taşçı tarafından yürütülmüştür. Kontrol grubunda yapılan uygulamalarda 2018 yılı Fen Bilimleri dersi öğretim programındaki kazanımlar dikkate alınmıştır. Bu amaç doğrultusunda ders kitabında yer alan etkinlikler gerçekleştirilmiş, değerlendirme soruları ve alıştırmalar çözülmüştür. Ayrıca öğrenci ders kitabı ve akıllı tahtadan ücretsiz olarak sunulan çevrimiçi sosyal eğitim platformu olan Eğitim Bilişim Ağı (EBA) dan da faydalanılmıştır.

Şekil 3.4’de EBA derste yer alan “Karışımlar” konusuna ait etkinlikler gösterilmektedir.



Şekil 3.4: EBA Ders “Karışımlar” Konusu

Şekil 3.5: EBA Ders “Isı ve Sıcaklık” Konusu

Şekil 3.6’da EBA derste yer alan “Basit Makineler” konusuna ait etkinlikler gösterilmektedir.



69



Milli Eğitim Bakanlığı Fen Bilimleri 8. Sınıf kitabı incelendiğinde “Maddenin Isı İle Etkileşimi” konusunda Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları ile ilgili etkinlik bulunmamaktadır. “Basit Makineler” konusunda Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları ile ilgili bir etkinlik bulunmakta olup Şekil 3.7’de açıklaması bulunmaktadır.


FEN, MÜHENDİSLİK VE GİRİŞİMCİLİK UYGULAMALARI

Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlayınız. Tasarladığınız makineyi yaparken aşağıdaki aşamalardan yararlanınız:

1. Sınıf içinde gruplara ayrılınız. Gruptaki arkadaşlarınızla iş bölümü yapınız.
2. Makine için önerilerinizi gruptaki diğer arkadaşlarınızla paylaşınız.
3. Makinenizin yapımında hangi basit makineleri kullanacağınızı belirleyiniz.
4. Makineyi nasıl yapacağınızı ve bu işlem sırasında neler kullanacağınızı karar veriniz.
5. Tasarımınızı çizerek gösteriniz.
6. Şartlar uygunsa çiziminizi üç boyutlu modele dönüştürerek makinenizi yapınız.
7. Makinenizin nasıl çalıştığını arkadaşlarınıza açıklayınız.

- Projenizi hazırlarken sayfa 12’deki Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları bölümünde yer alan yönlendirmelerden de yararlanabilirsiniz.
- Tasarladığınız ürünü bir bilim şenliği düzenleyerek okulunuzda sergileyebilirsiniz.

Projenizin değerlendirilmesi için aşağıda örnek bir “Proje Değerlendirme Formu” verilmiştir.

Şekil 3.7: Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları (MEB, 2018, s. 164)

Şekil 3.8’de Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları proje değerlendirme formu örneği bulunmakta olup bu form dört bölümden oluşmaktadır. Öğrencilerin tasarladığı projeyi değerlendirirken yapılmış olan makinenin içeriği, özgünlüğü, kullanımı, makinelerin birbiri ile uyumu ve sunumuna dikkat edilerek proje değerlendirilmiştir.

Grubun Adı :

Proje Değerlendirme Formu Örneği	
İçerik	
Çok İyi	Makine, konuyu ve amacı her yönü ile anlaşılır bir şekilde yansıtmaktadır.
İyi	Makine, konuya ve amaca uygun olarak hazırlanmış ancak anlaşılır değildir.
Orta	Makine, konuya uygun ancak amaca uygun değildir.
Geliştirilmeli	Makine, konuya ve amaca uygun değildir.
Özgünlük	
Çok İyi	Makine yaratıcı bir fikirdir. Özgün olarak tasarlanmıştır. Tasarımda hiç alıntı yoktur.
İyi	Makine özgün olarak tasarlanmış ve yaratıcıdır. Ancak tasarımda çok az alıntı vardır.
Orta	Makine özgün ve yaratıcı değildir. Tasarımda çok fazla alıntı vardır.
Geliştirilmeli	Makine özgün ve yaratıcı değildir. Tasarımın tamamı alıntıdır.
Makine Kullanımı ve Makinelerin Birbirine Uyumu	
Çok İyi	Kullanılan malzemelerin hepsi amacı destekler niteliktedir ve malzemeler uyum içinde kullanılmıştır.
İyi	Kullanılan malzemelerin geneli amacı destekler niteliktedir ve malzemeler uyum içinde kullanılmıştır.
Orta	Kullanılan malzemelerin birkaçı amacı destekler nitelikte ve malzemeler arasında fazla uyum yoktur.
Geliştirilmeli	Kullanılan malzemelerin hiçbirisi amacı destekler nitelikte değildir ve malzemeler arasında hiç uyum yoktur.
Sunum	
Çok İyi	Grup üyelerinin hepsinin sunumda görevi vardır. Sorulan sorulara, verilen cevapların hepsi doğrudur.
İyi	Grup üyelerinin çoğunluğunun sunumda görevi vardır. Sorulan sorulara verilen cevapların çoğu doğrudur.
Orta	Grup üyelerinin birkaçının sunumda görevi vardır. Sorulan sorulara verilen cevapların çok azı doğrudur.
Geliştirilmeli	Sunumda sadece bir kişinin görevi vardır. Sorulan sorulara verilen cevapların hepsi yanlıştır ya da yanıt yoktur.

Şekil 3.8: Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları Proje Değerlendirme Formu (MEB, 2018b)

Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları proje örneklerinden “Basit Makineler” konusuna ait kontrol grubunun yapmış olduğu projeler Şekil 3.9’da gösterilmektedir.



Şekil 3.9: Kontrol Grubu Öğrencilerinin Tasarladığı Basit Makine Projeleri

3.4.2.2. Deney Grubundaki Uygulama

Deney grubundaki öğrencilere kontrol grubundaki işlenen derslerin aynısı işlenmiştir. Haftada 4 ders saati olan Fen Bilimleri dersinde, 28 öğrenci ile Tablo 3.9’da belirtildiği gibi 10 hafta boyunca konular devam etmiştir. Dersler sınıf ortamında gerçekleştirilmiştir. Ders işlenirken kontrol grubunda olduğu gibi öğrenci ders kitabı ve akıllı tahtadan ücretsiz olarak sunulan çevrimiçi bir sosyal eğitim platformu olan Eğitim Bilişim Ağı (EBA) dan faydalanılmıştır. Ders kitabında yer alan etkinlikler yapılmış, değerlendirme soruları ve alıştırma çözülmüştür. Ayrıca okul dışı zamanda da deney grubu ile tersine mühendislik uygulamalarını içeren etkinlikler yapılmıştır. Uygulamaya başlamadan önce -ön testlerin uygulanmasının ardından- uygulama ve işleyişi hakkında bilgi vermek amacıyla iki ders saatini kapsayan bir ön çalışma yapılmıştır. Bu ön çalışmada tersine mühendislik uygulamaları, grup çalışması, rapor yazma, mühendislik becerileri gibi konularda öğrencilere bilgiler verilmiştir.

Tablo 3.9: Uygulama Zaman / Çalışma Çizelgesi

	Yapılan Uygulama	Açıklama
1. Hafta	Bilgi edinme	Araştırmacı tarafından uygulama hakkında bilgi verilmesi
2. Hafta	Ön testler	Ön testlerin uygulanması
3. Hafta	1. Etkinlik: Karışımlar	“Karışımlar” konulu BMAD 1., 2., 3. ve 4. bölümün uygulanması
4. Hafta	1. Etkinlik: Karışımlar	“Karışımlar” konulu BMAD 5. bölümün uygulanması
5. Hafta	2. Etkinlik: Isı ve Sıcaklık	“Isı ve Sıcaklık” konulu BMAD 1., 2., 3. ve 4. bölümün uygulanması
6. Hafta	2. Etkinlik: Isı ve Sıcaklık	“Isı ve Sıcaklık” konulu BMAD 5. bölümün uygulanması
7. Hafta	3. Etkinlik: Basit Makineler	“Basit Makineler” konulu BMAD 1., 2., 3. ve 4. bölümün uygulanması
8. Hafta	3. Etkinlik	“Basit Makineler” konulu BMAD 5. bölümün uygulanması
9. Hafta	Kahve Makinesi Tasarlama	Uygulanan üç etkinlikten yola çıkarak kahve makinesi tasarlanması
10. Hafta	Son testler	Son testlerin uygulanması

Deney grubunda uygulanacak olan tersine mühendislik uygulamaları için araştırmacı tarafından bilgi temelli hayat problemlerinin yer aldığı problem senaryoları hazırlanmıştır. Oluşturulan problem durumunda kafede çalışan bir işletmeci ve ekibinin yaşadıkları problemler belirtilmiştir.

7. sınıf Fen Bilimleri dersi “Maddenin Yapısı ve özellikleri” ünitesinde yer alan “Karışımlar” konusu, 8. sınıf Fen Bilimleri dersi “ Madde ve Endüstri” ünitesinde yer alan “Maddenin Isı ile Etkileşimi” konusu ve 8. sınıf Fen Bilimleri dersi “Basit Makineler” ünitesinde yer alan “Basit Makineler” konusu olmak üzere her biri için birer tane olmak üzere toplam üç tane bilgi temelli hayat problemi hazırlanmıştır. Oluşturulan

bilgi temelli hayat problemi senaryolarının MEB kazanımlarıyla uyumlu olmasına dikkat edilmiştir. Ancak üniteden seçilen konuların her kazanımının problem yazmaya uygun olmaması durumundan dolayı kazanımlardan bazıları elenmiştir. BTHP hazırlandıktan sonra uzman görüşüne sunularak kullanım amacına uygunluğu sorgulanmıştır.

Deney grubunda bulunan 28 öğrenci beş gruba ayrılmıştır. Bazı gruplar beşer bazı gruplar altışar kişiden oluşmaktadır. Grupların oluşturulması süreci öğrencilere bırakılıp herkes kendi grup arkadaşını seçmiştir. Gruplar oluşturulduktan sonra grup üyelerinin ortak kararı ile her gruba bir isim verilmiştir. Bu isimler Tablo 3.10’da belirtilmiştir.

Tablo 3.10: Deney Grubundaki Öğrencilerin Uygulama Anında Oluşturdukları Grupların Adları ve Öğrenci Kodları

Grubun Adı	Öğrenci Adının Kodu	Katılımcı Sayısı (n)
Yıkılmaz Mühendisler	Ö1	6
	Ö2	
	Ö3	
	Ö4	
	Ö5	
	Ö6	
Mühendis Kızlar	Ö7	6
	Ö8	
	Ö9	
	Ö10	
	Ö11	
	Ö12	
Geleceğin Fencileri	Ö13	6
	Ö14	
	Ö15	
	Ö16	
	Ö17	
	Ö18	
Siber Kimyacılar	Ö19	5
	Ö20	
	Ö21	
	Ö22	
	Ö23	

Grubun Adı	Öğrenci Adının Kodu	Katılımcı Sayısı (n)
Geleceğin Mühendisleri	Ö24 Ö25 Ö26 Ö27 Ö28	5

Projelerin Uygulama Süreci: Uygulama zamanında her grubun çalışma süresi için hafta bir gün verilmiştir. Sadece ilk etkinliğin “Prototipi Test Etme” zamanında iki grup aynı anda çalışmıştır. Etkinliğin sonunda ayrıca iki grup birbirini gözlemleyip gözlem sonuçlarını not edip tartışmıştır.

Uygulamanın ilk aşamasında Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP) metinleri ve uygulama basamaklarına rehberlik etmesi için araştırmacı tarafından hazırlanmış olan “Bir Mühendisin Araştırma Defteri” tüm gruplara dağıtılmıştır. Hazırlanan defterde öğrencileri bir sonraki aşamaya yönlendirmek üzere sorular ve yönergeler yer almaktadır. Bir Mühendisin Araştırma Defteri’nin dağıtımından itibaren ilk etkinlik olan “Karışımlar” konusu ile ilgili izlenen basamaklar aşağıda açıklanmıştır.

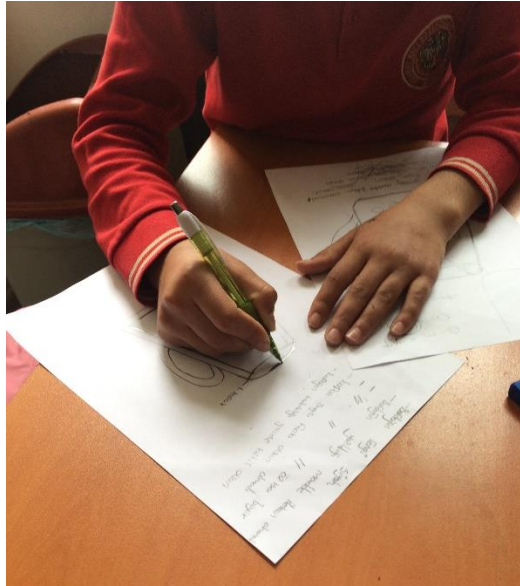
Problem Bulma: İlk etkinlik olan “Karışımlar” konusunda BTHP olarak Şanlıurfa’da bir kafede çalışan işletmeci ve ekibinin kahve makinesi bozulmasından ortaya çıkan problem anlatılmaktadır. Buradan hareketle öğrencilerin problem durumunu tespit etme, görevlerinin ne olduğunu belirleme gibi sorular yöneltmiştir. Karışımlar konusundan çözünme hızına etki edene faktörleri belirlemek için bazı gruplardan sıcaklığın çözünme hızına etkisini bazı gruplardan da tanecik boyutunun çözünme hızın etkisini test etme görevi verilmiştir. Daha sonra öğrenciler etkinliğin ilgili olduğu meslek dallarını belirleyip grup içindeki görev dağılımlarını oy birliği ile seçmişlerdir.

İkinci etkinlik olan “Isı ve Sıcaklık” konusunda BTHP olarak Şanlıurfa’da bir kafede çalışan işletmeci ve ekibinin müşterilerin istekleri doğrultusunda hazırladıkları kahvelerin kısa sürede soğuması ile ilgili problem durumu anlatılmaktadır. Buradan hareketle öğrencilerin problem durumunu tespit etme, görevlerinin ne olduğunu belirleme gibi sorular yöneltmiştir. Isı ve sıcaklık konusundan iletken ve yalıtkan

malzemelerden yola çıkarak ısı alışverişini ile ilgili çözüm önerileri üretmeleri beklenmiştir. Daha sonra öğrenciler etkinliğin ilgili olduğu meslek dallarını belirleyip grup içindeki görev dağılımlarını oy birliği ile seçmişlerdir. İlk etkinlikte yapılan görev dağılımını ile aynı veya farklı olması öğrencilerin kararına bırakılmıştır.

Üçüncü etkinlik olan “Basit Makineler” konusunda BTHP olarak Şanlıurfa’da bir kafede çalışan işletmeci ve ekibinin ilk etkinlik zamanında bozulan kahve makinesini öğrencilerden yeniden tasarlamaları beklenmektedir. Buradan yola çıkarak öğrencilerin problem durumunu tespit etme, görevlerinin ne olduğunu belirleme gibi sorular yöneltmiştir. Öğrencilerden basit makinelerde kuvvet kazancı sağlanması için yük ve uygulanan kuvvet ile ilgili çözüm önerileri üretmeleri beklenmiştir. Daha sonra öğrenciler etkinliğin ilgili olduğu meslek dallarını belirleyip grup içindeki görev dağılımlarını oy birliği ile seçmişlerdir. İlk iki etkinlikte yapılan görev dağılımını ile aynı veya farklı olması öğrencilerin kararına bırakılmıştır.

Olası Çözümleri Geliştirme: Bu bölümde öğrenciler BTHP metninden yola çıkarak nasıl bir ürün geliştireceklerini, nelere dikkat edeceklerini, kriter ve sınırlılıkları belirlemişlerdir. Öğrenciler ürün geliştirirken hangi malzemelere ihtiyaçları olduklarını tespit etmişlerdir.



Şekil 3.10: “Yıkılmaz Mühendisler” grubu “Isı ve Sıcaklık” etkinliği ile ilgili olası çözüm yolları geliştirirken



Deney Standı

"Karışımlar" Etkinliği

Deney Standı

"Isı ve Sıcaklık" Etkinliği



76

Prototip Oluşturma: Bir önceki bölümde deney standından aldıkları malzemeleri belirleyip oluşturacakları prototipin resmini çizmişlerdir.

Prototipi Test Etme: Bu bölümde öğrencilerden beklenen görevi test etmeleri beklenmiştir. Öğrencilerden BTHP'deki bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerin belirlenmesi istenmiştir. Sonra öğrenciler geliştirdikleri ürünü test etmişlerdir.

Birinci etkinlik olan “Karışım lar” konusunda (Şekil 3.12) etkinliğin sonucunda çözünme hızına etki eden faktörler grup içi deney sonucu ve tartışmalardan yola çıkılarak tespit edilmiştir. Karışım lar da çözünme hızının sıcaklık üzerine etkisini tespit etmek ile görevli olan gruplar bağımsız değişken olarak soğuk, ılık ve sıcak su örneklerini seçtiler. Çözünme hızının tanecik boyutu (temas yüzeyi) üzerine etkisini tespit etmek ile görevli olan gruplar bağımsız değişken olarak öğütölmüş / çekilmiş kahve, yarı öğütölmüş / çekilmiş kahve ve öğütölmemiş / çekilmemiş kahve örneklerini seçtiler. Seçilen örneklerden sıcaklığın kaç derece olacağını veya kahve miktarının ne kadar olacağını grup üyeleri tartışarak karar vermişlerdir. Ölçüm sonuçlarını yazıcı olarak seçilen grup üyesi / üyeleri BMAD'ne kaydettiler. Etkinliğin en son aşamasında yapılan uygulama sonucunda elde edilen verilerden yola çıkarak disiplinler arası ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır.

İkinci etkinlik olan “Isı ve Sıcaklık” konusunda (Şekil 3.13) her bir gruptaki öğrenciler deneyi tasarlar ken bağımsız değişken olarak üç tane farklı ısı yalıtım malzemesi belirlemişlerdir. Seçtikleri ürünlerden ne kadar miktar alacaklarını, şişelerin içine koyacakları su miktarlarını ve ne kadar sürede ölçeceklerini grup üyeleri tartışarak karar vermişlerdir. Ölçüm sonuçlarını yazıcı olarak seçilen grup üyesi / üyeleri BMAD'ne kaydettiler. Etkinliğin son aşamasında öğrenciler tarafından yapılan etkinlik sonucunda elde edilen verilerden yola çıkarak disiplinler arası ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır.

Üçüncü etkinlik olan “Basit Makineler” konusunda (Şekil 3.14) grup üyeleri deneyini tasarlar ken bağımsız değişken olarak farklı türde basit makineler seçmişlerdir. Öğrenciler seçtikleri basit makinelerde kontrol değişken olarak yük miktarını belirlediler. Ölçüm sonuçlarını yazıcı olarak seçilen grup üyesi / üyeleri BMAD'ne kaydettiler. Etkinliğin son aşamasında öğrenciler tarafından yapılan etkinlik sonucunda elde edilen verilerden ile disiplinler arası ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır.



Yıkılmaz Mühendisler



Mühendis Kızlar



Geleceğin Fencileri



Siber Kimyacılar



Geleceğin Mühendisleri

Şekil 3.12: "Karışımlar" Etkinliği Prototipin Test Edilmesi



Yıkılmaz Mühendisler



Mühendis Kızlar



Geleceğin Fencileri



Siber Kimyacılar



Geleceğin Mühendisleri

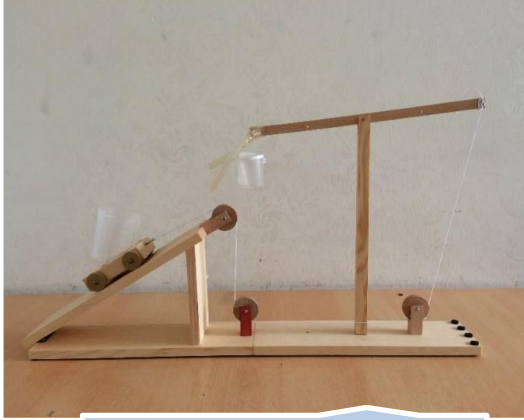
Şekil 3.13: "Isı ve Sıcaklık" Etkinliği Prototipin Test Edilmesi



Yıkılmaz Mühendisler



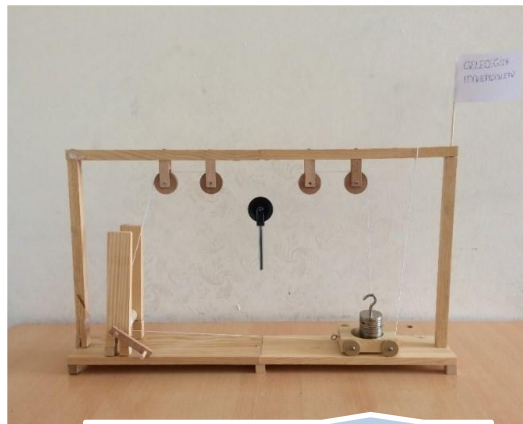
Mühendis Kızlar



Geleceğin Fencileri



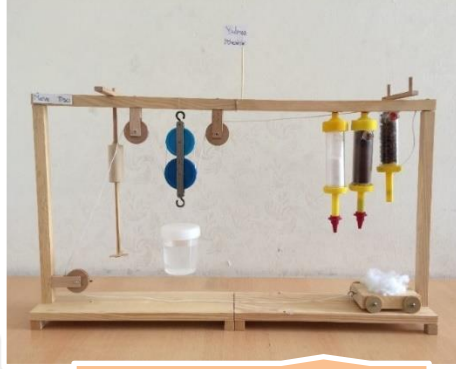
Siber Kimyacılar



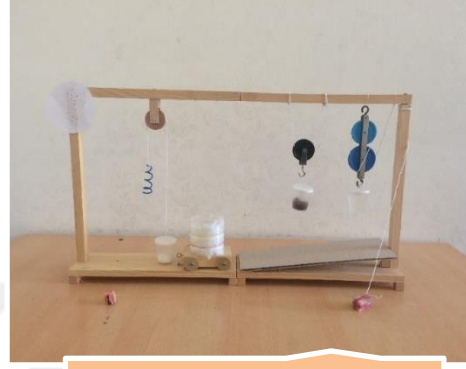
Geleceğin Mühendisleri

Şekil 3.14: "Basit Makineler" Etkinliği Prototipin Test Edilmesi

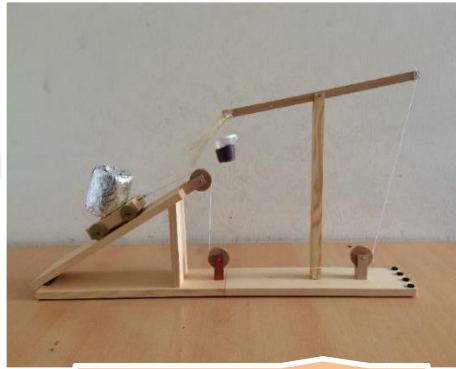
Tüm etkinlikler tamamlandıktan sonra öğrencilerden bütün etkinliklerden elde ettikleri sonuçlardan yola çıkarak (üç konudaki bilgileri kapsayacak) bir kahve makinesi tasarlaması istenmiştir. Şekil 3.15'te öğrencilerin ürettikleri kahve makineleri görülmektedir.



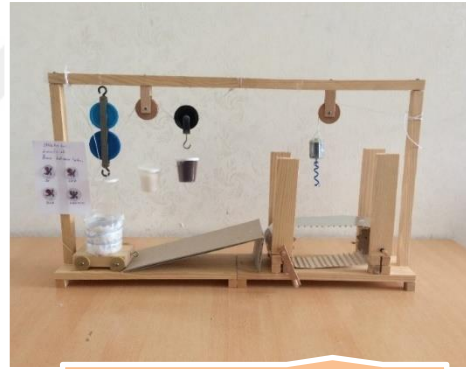
Yıkılmaz Mühendisler



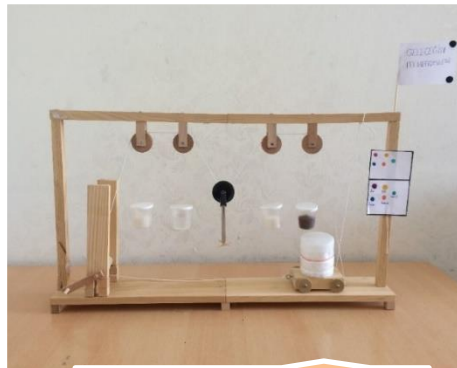
Mühendis Kızlar



Geleceğin Fencileri



Siber Kimyacılar



Geleceğin Mühendisleri

Şekil 3.15: Kahve Makinesi Prototipi

3.5. Verilerin Çözümlemesi

Bu bölümde nicel ve nitel verilerin çözümlemesi ifade edilmektedir.

3.5.1. Nicel Verilerin Çözümlemesi

Bu bölümde nicel veri toplama araçlarının puanlanması açıklanmıştır. Nicel veri toplama araçları Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi, Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri, STEM Tutum Testi ve STEM algı Testi olarak belirlenmiştir.

3.5.1.1. Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi

Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi üç farklı konudan (Karışımlar, Isı ve Sıcaklık, Basit Makineler) oluşan ve her bir testte 20 soru, toplam 60 sorudan oluşan bir başarı testidir. Her bir testte bulunan sorunun doğru cevabı 1 puan, yanlış cevap veya boş bırakılan soru ise 0 puan olarak hesaplanmıştır. Buna göre bütün testlerden toplam en az 0 puan, en fazla 60 puan alınmaktadır. Araştırma kapsamında uygulama öncesi ön test ve uygulama sonrasında son test olarak uygulanan her bir test (20 soru) için öğrencilere 30 dakika süre verilmiştir.

3.5.1.2. Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri

Çocuklar için Problem Çözme Envanterinin maddelerin cevapları “Hiçbir zaman böyle davranmam”, “Ender olarak böyle davranırım”, “Arada sırada böyle davranırım”, “Sık sık böyle davranırım”, “Her zaman böyle davranırım” olarak belirtilmiştir. Testin puanlamasının yorumu tek sayılı (1,3,5...) maddelerde “Hiçbir zaman böyle davranmam” 1 puan, “Ender olarak böyle davranırım” 2 puan, “Arada sırada böyle davranırım” 3 puan, “Sık sık böyle davranırım” 4 puan, “Her zaman böyle davranırım” 5 puan olarak belirtilmiştir. Çift sayılı (2,4,6...) maddelerde bulunan faktörlerin tamamı olumsuz olduğundan hesaplama sırasında ters hesaplama yapılmıştır. Yani “Hiçbir zaman böyle davranmam” 5 puan, “Ender olarak böyle davranırım” 4 puan, “Arada sırada böyle davranırım” 3 puan, “Sık sık böyle davranırım” 2 puan, “Her zaman böyle davranırım” 1 puan olarak belirtilmiştir. Buna göre Çocuklar için Problem Çözme Envanteri’nden en az 24 puan, en fazla 120 puan alınmaktadır.

3.5.1.3. STEM Tutum Testi

Maddelerin cevapları “Kesinlikle Katılmıyorum (1)”, “Katılmıyorum (2)”, “Kararsızım (3)”, “Katılıyorum (4)”, “Kesinlikle Katılıyorum (5)” olarak belirtilmiştir. Testin

puanlamasının yorumu ise “Kesinlikle Katılıyorum” 5 puan, “Kesinlikle Katılmıyorum” 1 puan şeklindedir. Testte dört tane olumsuz madde olup bu maddelerde de ters puanlama yapılmaktadır. Buna göre STEM Tutum Testi’nden en az 37 puan, en fazla 185 puan alınmaktadır.

3.5.1.4. STEM Algı Testi

STEM Algı Testi’nin puanlamasının yorumu olumlu sığata en yakın işaretleme 7 puan, olumsuz sığata en yakın işaretleme 1 puan şeklindedir. Buna göre STEM Algı Testi’nden en az 25 puan, en fazla 175 puan alınmaktadır.

3.5.2. Nitel Verilerin Çözömlenmesi

Bu bölümde nitel veri toplama araçlarının değeriendirilmesi açıklanmıştır. Nitel veri toplama araçları Mühendislik Alanı Bilgi Formu, Bir Mühendisin Araştırma Defteri ve -öğrencilerin mühendislik tasarımına yönelik çizimlerini değeriendirmek amacıyla- Mühendislik Tasarımı Değeriendirme Rubriğı olarak belirlenmiştir.

3.5.2.1. Mühendislik Alanı Bilgi Formu

Mühendislik Alanı Bilgi Formu öğrencilerin mühendislik alanı ile ilgili bilgilerini tespit etmek amacıyla araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Dört bölümden oluşmakta olup ilk bölüm “Kavram Olarak Mühendislik” başlığı ile beş adet açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Bu bölümde öğrencilerin mühendislik hakkında bilgileri, mühendislerin sahip olması gereken alan bilgileri ve bir mühendis ve bilim insanı arasındaki benzerlik ve farklar tespit edilmeye çalışılmıştır. İkinci bölüm “Tersine Mühendislik” başlığı ile bir adet açık uçlu soru, bir adet iki seçenekli soru ve bir adet hem açık uçlu hem de iki seçenekli soru tipinin bir arada olduğu sorudan oluşmaktadır. Bu bölümde öğrencilerin tersine mühendislik hakkında bilgileri, makinelerin çalışma prensibini merak etme ve bozulan / kırılan bir ürünü onarıp onarmadığı bilgisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Üçüncü bölüm “Mühendislik Tasarımı” başlığı ile iki adet açık uçlu soru ve bir adet hem açık uçlu hem de iki seçenekli soru tipinin bir arada olduğu sorudan oluşmaktadır. Bu bölümde mühendislerin neler tasarladığı, tasarım yaparken nelere dikkat ettiğı ve öğrencilerin öğrenim hayatı boyunca tasarım yapıp yapmadıkları tespit edilmeye çalışılmıştır. Dördüncü ve son bölüm “Meslek Olarak Mühendislik” başlığı ile bir adet hem açık uçlu hem de iki seçenekli soru tipinin bir arada olduğu soru, bir adet iki seçenekli soru ve bir adet birden fazla seçenekli sorudan oluşmaktadır. Bu bölümde

öğrencilerin aile veya çevrelerinde var olan mühendis, gelecekte mühendislik mesleğini seçme ihtimali eğer mühendislik mesleğini seçmek istiyor ise hangi alanları seçmek istediğine dair bilgi tespit edilmeye çalışılmıştır.

3.5.2.2. Bir Mühendisin Araştırma Defteri

Üç adet mühendislik araştırma defteri oluşturulmuştur. Birinci defterin konusu “Karışımlar”, ikinci defterin konusu “Isı ve Sıcaklık” ve üçüncü defterin konusu “Basit Makineler” olarak belirlenmiştir. Uygulama anında haftalık çizelgede gösterilen plan doğrultusunda defter öğrenciler tarafından doldurulmuştur. Birinci bölümünde öğrencilerden verilen Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP)’ninde verilen problem durumunu tespit etmesi, bildikleri ve öğrenmesi gereken bilgileri analiz etmesi, etkinliğin ilgili olduğu meslek dalları ve grup içi görev dağılımını paylaşmaları beklenmektedir. Çorlu (2017)’ya göre BTHP ders planının merkezinde olan, 21. yy. bilgi toplumunun tecrübe ettiği karmaşık ve dinamik problemlerdir. Bu problemler yazılırken öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılabileceği problem olmasına dikkat edilmiştir. İkinci bölümde öğrencilerden geliştirecekleri ürünü planlamaları, dikkat edilecek hususları, kriterleri ve kısıtlamaları belirlemeleri ve ürünü oluştururken gerekli olan malzemeleri tespit etmeleri beklenmektedir. Üçüncü bölümde öğrencilerden verilen malzemeler ile ürünlerini oluşturmaları eğer malzemeleri eksik ise üründe değişiklikler yapmaları beklenmektedir. Dördüncü bölümde öğrencilerden prototipi için gerekli malzemeleri belirleyip resmini çizmeleri beklenmektedir. Beşinci bölümde öğrencilerden oluşturdıkları ürünü test etmeleri ve gözlem sonuçlarını yazmaları beklenmektedir.

3.5.2.3. Mühendislik Tasarımı Değerlendirme Rubriği

Tersine mühendislik uygulamaları üç aşamadan oluşan etkinlikler ile planlanmıştır. Bu etkinliklerin uygulanma aşamasına geçilmeden önce ön testler uygulanmış olup aynı zaman öğrencilerden hayallerindeki kahve makinesini çizmeleri istenmiştir. Ön test olarak çizilen bu kahve makinelerinde öğrenciden bir kriter istenmemiştir. Daha sonra bütün etkinlikler yapıldıktan sonra son testler uygulanmış olup aynı zamanda öğrencilerden hayallerinde olup çizdikleri kahve makinesini yeniden tasarlamaları istenmiştir. Bu tasarım yapılırken araştırmacı tarafından belli kriterler istenmiştir. Örneğin; öğrencilerin daha önceden çizdiği kahve makinesinin çiziminden memnun

değil veya fikirleri değişmiş veya yeni fikir düşünmüş iseler yeniden tasarımları, tasarımını oluştururken bir mühendis gibi düşünmeleri, tasarımını çizerken fen, matematik, teknoloji, sanat vb. alanları kullanmaları, tersine mühendislik uygulamalarında yapılan etkinlikleri göz önünde almaları, çizimlerini ok veya işaretlendirme ile destekleyebileceklerini, çizemedikleri yerleri açıklamaya çalışmaları, makinenin çalışma prensibini oluşturmaları istenmiştir.

3.6. Araştırmacının Rolü

Araştırmacı öğrencilere hazır bilgi vermekten ziyade öğrencilerin bilginin içinde aktif rol oynamasını isteyen bir eğitim anlayışına sahiptir. Günümüzde bilginin tek bir disiplin ile sınırlandırılmayacağı bilinmekte bundan dolayı birçok yaklaşım geliştirilmektedir. Bu yaklaşımlardan biri de birden fazla disiplinin bir araya gelmesiyle oluşan bütünlük STEM disiplini olup son yıllarda STEM ile ilgili çalışmalar artmıştır.

Araştırmacı öğretmenlik mesleği süresince çalıştığı eğitim kurumunda öğrencilerin mühendislik becerilerini geliştirecek mühendislik uygulamalarına pek yer verilmediğini gözlemlediğinden dolayı bu çalışmayı önemli görmektedir. 2018 yılı Fen Bilimleri öğretim programına eklenen “Mühendislik ve Tasarım Becerileri” de bunu desteklemektedir (MEB, 2018b). Mühendislik uygulamaları sayesinde aynı zamanda öğrencilerin tasarım faaliyetleri geliştirilebilir. Tasarım faaliyetleri geliştirilirken belli bir süreç izlenmektedir. Alanyazın incelendiğinde birçok kişi, kurum veya kuruluş mühendislik tasarım süreçlerini kapsayan basamaklar oluşturmuştur (Brunsell, 2012; Engineering is Elementary, t.y.; Jolly, 2014; Li et al., 2015; Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education, 2006, 2016; Mentzer, 2011; NASA, 2014; NRC, 2012; Wendell et al., 2010). Kennedy, Lee, & Fontecchio (2016) tasarımı geliştirmek için bir şeyin nasıl bir başlangıç noktası olarak çalıştığını anlamak mühendislikte önemli bir prosedür olduğunu ifade etmektedirler. Öğrencilerin mühendislik mesleğine ve mühendislik uygulamalarındaki tasarım faaliyetlerine bakış açısı incelendiğinde mühendislik mesleği hakkında istenilen düzeyde bilgi sahibi olunmadığına ve bir ürün tasarlama görevi verildiğinde çekinildiği ve tasarım işlemine nereden başlayacağını, nasıl yol izlemesi gerektiğini bilmediği durumlarda öğrencinin kendine güvenmediği tespit edilmiştir. Buradan yola çıkarak bu çalışmada öğrencilerin mühendislik becerilerinin geliştirilmesi için mühendisliğin bir kolu olan tersine

mühendislik uygulamalarına yer verilmiştir. Çünkü tersine mühendislik bir tasarım sürecinin son ürününden başlayarak ve ardından ürünün nasıl çalıştığını anlamak için ürünü sistematik bir şekilde parçalara ayırarak sistem tasarımının temel bileşenlerini yeniden düzenlemektedir. Tersine mühendislik, öğrencilere tasarım özellikleri hakkında eleştirel olarak soru sorma fırsatı sunmakta ve bunu yaparken de öğrencilerin tasarımın arkasındaki bilimi ve mühendislik tasarımının bileşenlerini daha iyi anlamalarına yardımcı olmaktadır (West, Sickel & Cribbs). Tersine mühendislik uygulamaları sayesinde öğrencilere var olan bir üründen yola çıkarak tasarım görevi verildiğinde öğrencilerin hem etrafında merak ettikleri ürünlerin çalışma prensibini öğreneceğinden hem de tasarlayacakları ürünlerin var olduğunu bildiklerinden dolayı tasarım faaliyetlerini gerçekleştirme sürecinden çekinmedikleri ve kendilerine güvendikleri tespit edilmiştir. Ayrıca grupta birlikte çalışılması öğrencilerin bilgi eksikliği veya anlamadığı yerlerde grup içinde soru sorma, tartışma ve bilgilerini paylaştıkları görülmekte böylece iş birlikçi öğrenmenin desteklendiği sonucuna varılmaktadır.

Uygulama sürecinde araştırmacı sürecin doğal yapısına müdahalede bulunmamış, öğrencilerin fikirlerini geliştirici yönde düşünmelerini sağlayacak sorular sormaya çalışmıştır. İş birlikçi öğrenmenin de etkin olması için grupların birbirleri ile etkileşimlerini önemseyerek, bazı noktalarda gruplar arası fikir alışverişinin gerçekleşmesine zemin hazırlamıştır. Araştırmacı öğrencilerin enerjilerinin düştüğü noktalarda motivasyonlarını arttırıcı konuşmalar yapmıştır. Tersine mühendislik uygulamaları hazırlarken MEB'in bilgi paylaşım sitesi olan EBA da kullanılmıştır.

3.7. Etik Değerler

Bilimsel çalışmaların basamaklarında etik değerler göz önüne alınarak hareket edilmelidir (Creswell, 1994). Bu çalışmada uygulamanın gerçekleştirileceği okul için Valilik Makamı ve İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden ve uygulamanın yapıldığı okul idarecilerinden gerekli izinler alınmıştır. Çalışmada katılımcıların gizliliğine dikkat edilmiş ve gerçek kimliklerinin açığa çıkmaması için isimleri yerine numaralar (Ö1, Ö2 gibi) kullanılmıştır. Çalışmanın amacı ve yapılacaklar hakkında bilgi verildikten sonra katılımcılara çalışmada yer almak istemeyen olup olmadığı sorulup gönüllülük ön planda tutulmuştur. Çalışma sırasında öğrencilerin izinleri alınarak fotoğrafları çekilmiş fakat öğrencilerin kimliklerini açığa çıkaracak fotoğraflar yayınlanmamıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde araştırmada elde edilen nicel ve nitel bulgulara yer verilmiştir. Nicel bulgular SPSS 22.0 paket programı kullanılırken kritik karar değeri $\alpha=0,05$ olarak seçilmiştir. Gruplardaki denek sayısı az -genellikle bu sayı otuz- olduğu zaman parametrik olmayan testler kullanılmalıdır. Çünkü denek sayısı azaldığı zaman parametrik testlerde varsayımların bozulma olasılığı da artar. Nicel bulguların tespit edilmesi amacıyla ön ve son test sonuçlarının gruplara göre farklılığının incelenmesi için Mann Whitney U testi yapılmıştır. Uygulanan ön ve son testlerin farklı olup olmadığının incelenmesi için de Wilcoxon işaret testi uygulanmıştır. Ayrıca gruplara göre ön ve son test sonuçları arasındaki ilişki düzeyinin incelenmesi amacı ile korelasyon analizi yapılmıştır.

4.1. Fen Bilimleri Akademik Başarıya İlişkin Bulgular

Bu bölümde tersine mühendislik uygulamalarının fen bilimleri dersi akademik başarısı üzerine etkisinin incelendiği birinci alt problemi kapsamında FBABT ile elde edilen deney ve kontrol grubu öğrencilerine ait ön ve son test puanları karşılaştırılmıştır.

4.1.1. Deney ve Kontrol Grubu Ön Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Karışımlar, Isı ve Sıcaklık ve Basit Makineler” konularına ait ön testten almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann Whitney-U testi yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.1, 4.2 ve 4.3’te sunulmuştur.

Tablo 4.1: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Karışımlar” Konusu Ön Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	$\bar{X}$	SS	p
Karışımlar Ön Test	Deney	28	12,79	1,60	0,99
	Kontrol	28	12,79	1,89	

Tablo 4.1 incelendiğinde araştırmada “Karışımlar” konusu ön test sonuçlarının deney ve kontrol gruplarının karışımlar ön testinden almış oldukları puanlar arasında fark olmadığı anlaşılmaktadır. Bu durumda deney ve kontrol grubunun “Karışımlar” konusu bilgi düzeylerinin benzer olduğu ve bu açıdan eşdeğer kabul edilebileceği söylenebilir ($p=0,99$, $p>0,05$).

Tablo 4.2: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” Konusu Ön Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

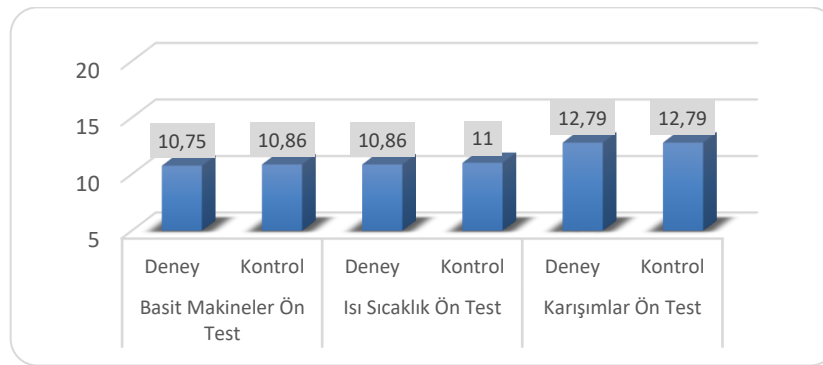
Test	Grup	N	$\bar{X}$	SS	p
Isı ve Sıcaklık Ön Test	Deney	28	10,86	1,90	0,78
	Kontrol	28	11,00	1,92	

Tablo 4.2 incelendiğinde araştırmada “Isı ve Sıcaklık” konusu ön test sonuçlarının deney ve kontrol grubuna göre farklı düzeylerde olmadığı bulgusuna varılmıştır. Çalışmanın en başında deney ve kontrol grubu “Isı ve Sıcaklık” konusu bilgi düzeyleri benzer olduğu tespit edilmiştir ($p=0,78$, $p>0,05$).

Tablo 4.3: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Basit Makineler” Konusu Ön Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	$\bar{X}$	SS	p
Basit Makineler Ön Test	Deney	28	10,75	2,07	0,85
	Kontrol	28	10,86	2,09	

Tablo 4.3 incelendiğinde araştırmada “Basit Makineler” ön test sonuçlarının deney ve kontrol grubuna göre farklı düzeylerde olmadığı bulgusuna varılmıştır. Çalışmanın en başında deney ve kontrol grubu “Basit Makineler” konusu bilgi düzeylerinin benzer olduğu tespit edilmiştir ($p=0,85$, $p>0,05$).



Grafik 4.1: Deney ve Kontrol Grubu “Karışımlar”, “Isı ve Sıcaklık” ve “Basit Makineler” Ön Test Karşılaştırması

Grafik 4.1 incelendiğinde sonuç olarak “Karışımlar”, “Basit Makineler” ve “Isı ve Sıcaklık” konuları bilgi düzeylerinin her iki grup içinde benzer düzeyde olduğu görülmüştür.

4.1.2. Deney ve Kontrol Grubu Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Karışımlar, Isı ve Sıcaklık ve Basit Makineler” konularına ait son testten almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann Whitney-U testi yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.4, 4.5 ve 4.6’da sunulmuştur.

Tablo 4.4: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Karışımlar” Konusu Son Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	$\bar{X}$	SS	p
Karışımlar Son Test	Deney	28	18,82	1,16	0,01
	Kontrol	28	13,71	1,88	

Tablo 4.4. incelendiğinde araştırmada “Karışımlar” son test sonuçlarının deney ve kontrol grubuna göre farklı düzeylerde olduğu bulgusuna varılmıştır. Farkın deney grubu “Karışımlar” konusu bilgi düzeylerinin kontrol grubuna göre daha yüksek düzeyde olmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.5: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” Konusu Son Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

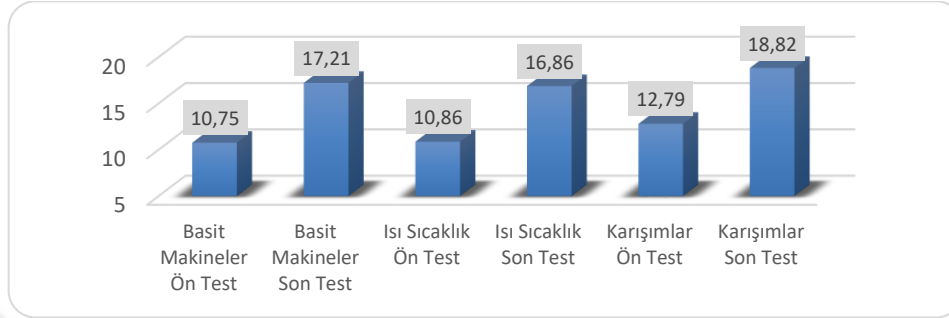
Test	Grup	N	$\bar{X}$	SS	p
Isı ve Sıcaklık Son Test	Deney	28	16,86	1,96	0,01
	Kontrol	28	12,32	2,34	

Tablo 4.5 incelendiğinde araştırmada “Isı ve Sıcaklık” son test sonuçlarının deney ve kontrol grubuna göre farklı düzeylerde olduğu bulgusuna varılmıştır. Farkın deney grubu “Isı ve Sıcaklık” konusu bilgi düzeylerinin kontrol grubuna göre daha yüksek düzeyde olmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.6: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Basit Makineler” Konusu Son Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	$\bar{X}$	SS	p
Basit Makineler Son Test	Deney	28	17,21	1,75	0,01
	Kontrol	28	12,21	2,23	

Tablo 4.6 incelendiğinde araştırmada “Basit Makineler” son test sonuçlarının deney ve kontrol grubuna göre farklı düzeylerde olduğu bulgusuna varılmıştır. Farkın deney grubu Basit Makineler bilgi düzeylerinin kontrol grubuna göre daha yüksek düzeyde olmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).



Grafik 4.2: Deney ve Kontrol Grubu “Karışım”, “Isı ve Sıcaklık” ve “Basit Makineler” Son Test Karşılaştırması

Grafik 4.2 incelendiğinde “Karışım”, “Basit Makineler” ve “Isı ve Sıcaklık” konuları bilgi düzeylerinin deney ve kontrol grubuna göre farklı düzeylerde olduğu bulgusuna varılmıştır.

4.1.3. Deney Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Deney grubu öğrencilerinin “Karışım, Isı ve Sıcaklık ve Basit Makineler” konularına ait ön ve son testinden almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaret Testi yapılmış ve sonuçları Tablo 4.7, 4.9 ve 4.11’de sunulmuştur. Ayrıca deney grubunun ön ve son test sonuçları arasındaki ilişki düzeyinin incelenmesi amacı ile korelasyon analizi yapılmış ve Tablo 4.8, 4.10 ve 4.12’de sunulmuştur.

Tablo 4.7: Deney Grubu Öğrencilerinin “Karışım” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları

Grup	Test	N	$\bar{X}$	SS	p
Deney	Karışım Ön Test	28	12,79	1,60	0,01
	Karışım Son Testi	28	18,82	1,16	

Tablo 4.7 incelendiğinde deney grubu “Karışım” konusu ön ve son test sonuçlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olduğu, deney grubu öğrencilerinin “Karışım”

konusu hakkındaki bilgi düzeylerinin etkinlik sonrasında daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.8: Deney Grubu Öğrencilerinin “Karışımlar” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

Grup	Test	N	r	p
Deney	Karışımlar Ön Test & Karışımlar Son Test	28	0,62	0,01

Tablo 4.8 incelendiğinde deney grubu “Karışımlar” ön ve son test sonuçları arasında güçlü düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,62$, $p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.9: Deney Grubu Öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları

Grup	Test	N	$\bar{X}$	SS	p
Deney	Isı ve Sıcaklık Ön Test	28	10,86	1,90	0,01
	Isı ve Sıcaklık Son Testi	28	16,86	1,96	

Tablo 4.9 incelendiğinde deney grubu “Isı ve Sıcaklık” ön ve son test sonuçlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olduğu, deney grubu öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” konusu hakkındaki bilgi düzeylerinin etkinlik sonrasında daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.10: Deney Grubu Öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

Grup	Test	N	r	p
Deney	Isı ve Sıcaklık Ön Test & Isı ve Sıcaklık Son Test	28	0,65	0,01

Tablo 4.10 incelendiğinde deney grubu “Isı ve Sıcaklık” ön ve son test sonuçlarının arasında güçlü düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,65$, $p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.11: Deney Grubu Öğrencilerinin “Basit Makineler” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları

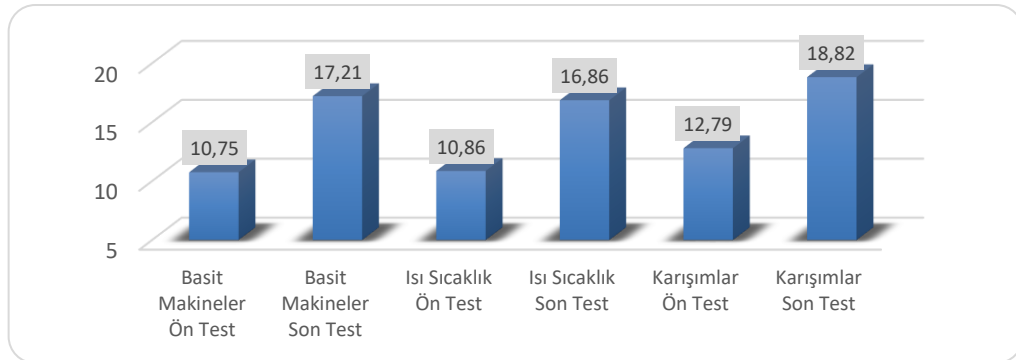
Grup	Test	N	$\bar{X}$	SS	p
Deney	Basit Makineler Ön Test	28	10,75	2,07	0,01
	Basit Makineler Son Testi	28	17,21	1,75	

Tablo 4.11 incelendiğinde deney grubu “Basit Makineler” ön ve son test sonuçlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olduğu, deney grubu öğrencilerinin “Basit Makineler” konusu hakkındaki bilgi düzeylerinin etkinlik sonrasında daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.12: Deney Grubu Öğrencilerinin “Basit Makineler” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

Grup	Test	N	r	p
Deney	Basit Makineler Ön Test & Basit Makineler Son Test	28	0,82	0,01

Tablo 4.12 incelendiğinde deney grubu “Basit Makineler” ön ve son test sonuçları arasında çok güçlü düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,82$, $p=0,01$, $p<0,05$).



Grafik 4.3: Deney Grubu “Karışımlar”, “Isı ve Sıcaklık” ve “Basit Makineler” Ön ve Son Test Karşılaştırması

Grafik 4.3 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin “Karışımlar”, “Basit Makineler” ve “Isı ve Sıcaklık” konuları bilgi düzeyleri ön ve son test sonuçlarının anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir.

4.1.4. Kontrol Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Kontrol grubu öğrencilerinin “Karışımlar, Isı ve Sıcaklık ve Basit Makineler” konularına ait ön ve son testinden almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaret Testi yapılmış ve sonuçları Tablo 4.13, 4.15 ve 4.17’de sunulmuştur. Ayrıca kontrol grubunun ön ve son test sonuçları arasındaki ilişki düzeyinin incelenmesi amacı ile korelasyon analizi yapılmış ve Tablo 4.14, 4.16 ve 4.18’de sunulmuştur.

Tablo 4.13: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Karışımlar” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları

Grup	Test	N	$\bar{X}$	SS	p
Kontrol	Karışımlar Ön Test	28	12,79	1,89	0,01
	Karışımlar Son Testi	28	13,71	1,88	

Tablo 4.13 incelendiğinde kontrol grubu “Karışımlar” ön ve son test sonuçlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olduğu, kontrol grubu öğrencilerinin “Karışımlar” konusu hakkındaki bilgi düzeylerinin etkinlik sonrasında daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.14: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Karışımlar” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

Grup	Test	N	r	p
Kontrol	Karışımlar Ön Test & Karışımlar Son Test	28	0,93	0,01

Tablo 4.14 incelendiğinde kontrol grubu “Karışımlar” ön ve son test sonuçlarını arasında çok güçlü düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,93$, $p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.15: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları

Grup	Test	N	$\bar{X}$	SS	p
Kontrol	Isı ve Sıcaklık Ön Test	28	11,00	1,92	0,01
	Isı ve Sıcaklık Son Testi	28	12,32	2,34	

Tablo 4.15 incelendiğinde kontrol grubu “Isı ve Sıcaklık” ön ve son test sonuçlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olduğu, kontrol grubu öğrencilerinin “Isı ve Sıcaklık” hakkındaki bilgi düzeylerinin etkinlik sonrasında daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.16: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Karışımlar” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

Grup	Test	N	r	p
Kontrol	Isı ve Sıcaklık Ön Test & Isı ve Sıcaklık Son Test	28	0,98	0,01

Tablo 4.16 incelendiğinde kontrol grubu “Isı ve Sıcaklık” ön ve son test sonuçları arasında çok güçlü düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,98$, $p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.17: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Basit Makineler” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları

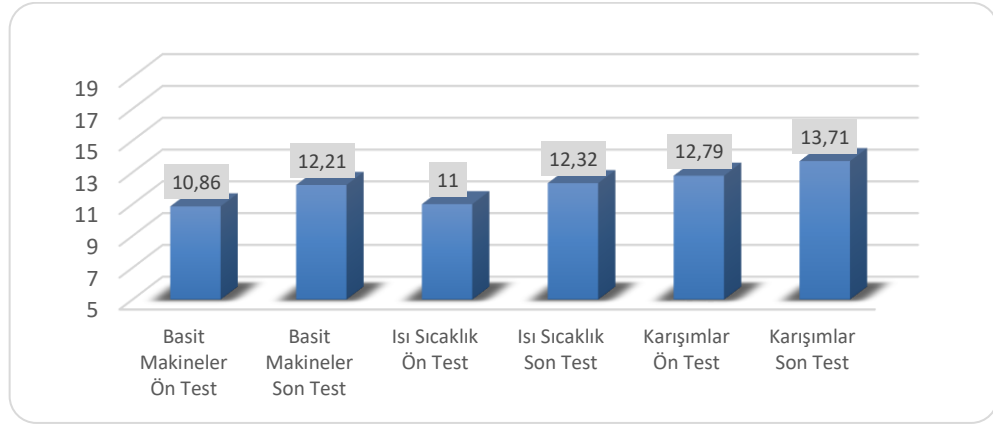
Grup	Test	N	$\bar{X}$	SS	p
Kontrol	Basit Makineler Ön Test	28	10,86	2,09	0,01
	Basit Makineler Son Testi	28	12,21	2,23	

Tablo 4.17 incelendiğinde kontrol grubu “Basit Makineler” ön ve son test sonuçlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olduğu, kontrol grubu öğrencilerinin “Basit Makineler” konusu hakkındaki bilgi düzeylerinin etkinlik sonrasında daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.18: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Karışımlar” Konusu Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

Grup	Test	N	r	p
Kontrol	Basit Makineler Ön Test & Basit Makineler Son Test	28	0,97	0,01

Tablo 4.18 incelendiğinde kontrol grubu “Basit Makineler” ön ve son test sonuçları arasında çok güçlü düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,97$, $p=0,01$, $p<0,05$).



Grafik 4.4: Kontrol Grubu “Karışımlar”, “Isı ve Sıcaklık” ve “Basit Makineler” Ön ve Son Test Karşılaştırması

Grafik 4.4 incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin “Karışımlar”, “Basit Makineler” ve “Isı ve Sıcaklık” konuları bilgi düzeyleri ön ve son test sonuçlarının anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir.

4.2. Çocuklar İçin Problem Çözme Envanterine İlişkin Bulgular

Bu bölümde tersine mühendislik uygulamalarının 8. Sınıf öğrencilerinde problem çözme becerisi üzerine etkisinin incelendiği araştırmanın ikinci alt problemi kapsamında ÇPÇÖ ile elde edilen deney ve kontrol grubu öğrencilerine ait ön ve son test puanları karşılaştırılmıştır.

4.2.1. Deney ve Kontrol Grubu Ön Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

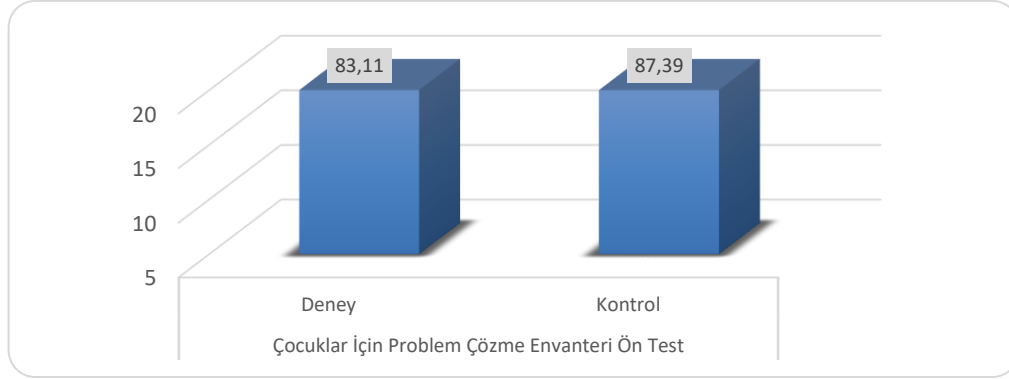
Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri”ne ait ön testten almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann Whitney-U testi yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.19’da sunulmuştur.

Tablo 4.19: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Çocuklar İçin Problem Çözme Envanterinin Ön Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	$\bar{X}$	SS	p
Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Ön Test	Deney	28	83,11	13,96	0,31
	Kontrol	28	87,39	17,43	

Tablo 4.19 incelendiğinde araştırmada “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” ön test sonuçlarının deney ve kontrol grubuna göre farklı düzeylerde olmadığı bulgusuna

varılmıştır. Çalışmanın en başında deney ve kontrol grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” tutumlarının benzer olduğu tespit edilmiştir ($p=0,31$, $p>0,05$).



Grafik 4.5: Deney ve Kontrol Grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” Ön Test Karşılaştırması

Grafik 4.5 incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” ön test sonuçlarının benzer düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

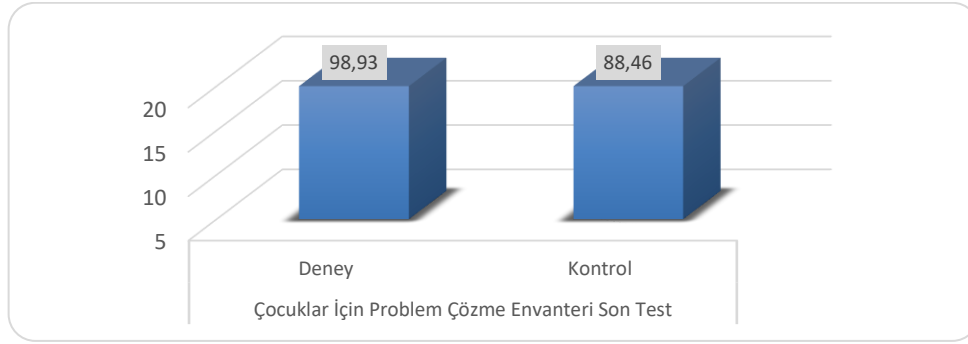
4.2.2. Deney ve Kontrol Grubu Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri”ne ait son testten almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann Whitney-U testi yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.20’de sunulmuştur.

Tablo 4.20: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Çocuklar İçin Problem Çözme Envanterinin Son Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	$\bar{X}$	SS	p
Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Son Test	Deney	28	98,93	12,46	0,01
	Kontrol	28	88,46	17,20	

Tablo 4.20 incelendiğinde araştırmada “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” son test sonuçlarının deney ve kontrol grubuna göre farklı düzeylerde olduğu bulgusuna varılmıştır. Farkın deney grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” tutumlarının kontrol grubuna göre daha yüksek düzeyde olmasından kaynaklandığı edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).



Grafik 4.6: Deney ve Kontrol Grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” Son Test Karşılaştırması

Grafik 4.6 incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” son test sonuçlarının farklı düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

4.2.3. Deney Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Deney grubu öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri”ne ait ön ve son testinden almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaret Testi yapılmış ve sonuçları Tablo 4.21’de sunulmuştur. Ayrıca deney grubunun ön ve son test sonuçları arasındaki ilişki düzeyinin incelenmesi amacı ile korelasyon analizi yapılmış ve Tablo 4.22’de sunulmuştur.

Tablo 4.21: Deney Grubu Öğrencilerinin Çocuklar İçin Problem Çözme Envanterinin Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları

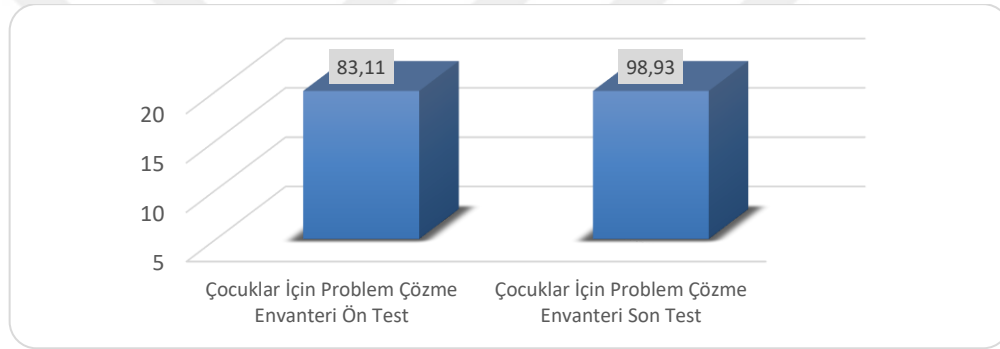
Grup	Test	N	$\bar{X}$	SS	p
Deney	Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Ön Test	28	83,11	13,96	0,01
	Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Son Test	28	98,93	12,46	

Tablo 4.21 incelendiğinde deney grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” ön ve son test sonuçlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olduğu, deney grubu öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” düzeylerinin etkinlik sonrasında daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.22: Deney Grubu Öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

Grup	Test	N	r	p
Deney	Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Ön Test & Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Son Test	28	0,95	0,01

Tablo 4.22 incelendiğinde deney grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” ön ve son test sonuçları arasında çok güçlü düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,95$, $p=0,01$, $p<0,05$).



Grafik 4.7: Deney Grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” Ön ve Son Test Karşılaştırması

Grafik 4.7 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” ön ve son test sonuçlarının anlamlı ilişkide olduğu tespit edilmiştir.

4.2.4. Kontrol Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Kontrol grubu öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri”ne ait ön ve son testinden almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaret Testi yapılmış ve sonuçları Tablo 4.23’de sunulmuştur. Ayrıca kontrol grubunun ön ve son test sonuçları arasındaki ilişki düzeyinin incelenmesi amacı ile korelasyon analizi yapılmış ve Tablo 4.24’de sunulmuştur.

Tablo 4.23: Kontrol Grubu Öğrencilerinin Çocuklar İçin Problem Çözme Envanterinin Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları

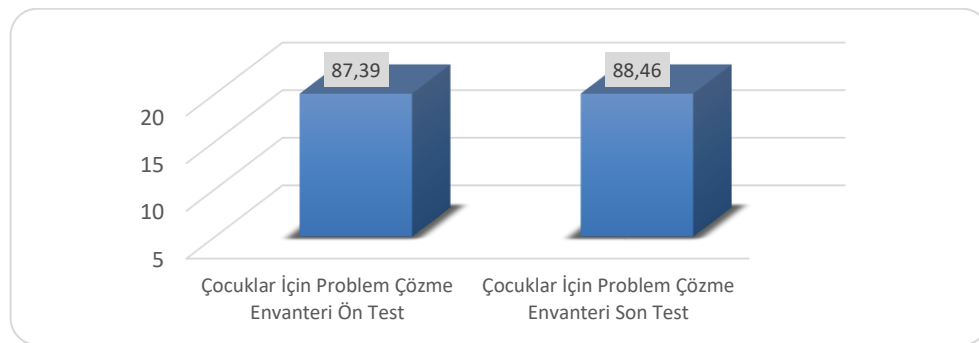
Grup	Test	N	$\bar{X}$	SS	p
Kontrol	Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Ön Test	28	87,39	17,43	0,01
	Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Son Test	28	88,46	17,20	

Tablo 4.23 incelendiğinde kontrol grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” ön ve son test sonuçlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olduğu, kontrol grubu öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” düzeylerinin etkinlik sonrasında daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.24: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

Grup	Test	N	r	p
Kontrol	Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Ön Test & Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri Son Test	28	0,99	0,01

Tablo 4.24 incelendiğinde kontrol grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” ön ve son test sonuçları arasında çok güçlü düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,99$, $p=0,01$, $p<0,05$).



Grafik 4.8: Kontrol Grubu “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” Ön ve Son Test Karşılaştırması

Grafik 4.8 incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” ön ve son test sonuçlarının anlamlı ilişkide olduğu tespit edilmiştir.

4.3. STEM Tutum Testine İlişkin Bulgular

Bu bölümde tersine mühendislik uygulamalarının 8. Sınıf öğrencilerinde STEM Tutumu üzerine etkisinin incelendiği araştırmanın üçüncü alt problemi kapsamında STEM Tutum Testi ile elde edilen deney ve kontrol grubu öğrencilerine ait ön ve son test puanları karşılaştırılmıştır.

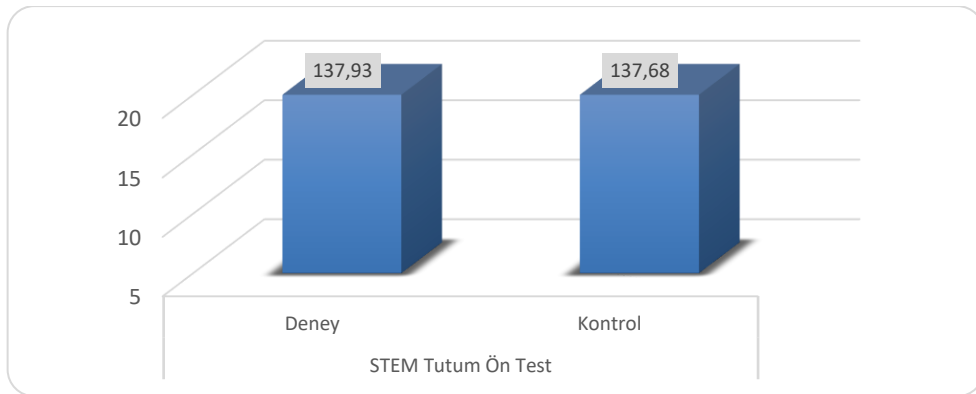
4.3.1. Deney ve Kontrol Grubu Ön Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “STEM Tutum”a ait ön testten almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann Whitney-U testi yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.25’te sunulmuştur.

Tablo 4.25: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin STEM Tutum Ön Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	$\bar{X}$	SS	p
STEM Tutum Ön Test	Deney	28	137,93	22,06	0,97
	Kontrol	28	137,68	23,29	

Tablo 4.25 incelendiğinde araştırmada “STEM Tutum” ön test sonuçlarının deney ve kontrol grubuna göre farklı düzeylerde olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmanın en başında deney ve kontrol grubu STEM tutum düzeylerinin benzer olduğu tespit edilmiştir ($p=0,97$, $p>0,05$).



Grafik 4.9: Deney ve Kontrol Grubu “STEM Tutum” Ön Test Karşılaştırması

Grafik 4.9 incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “STEM Tutum” ön test sonuçlarının benzer düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

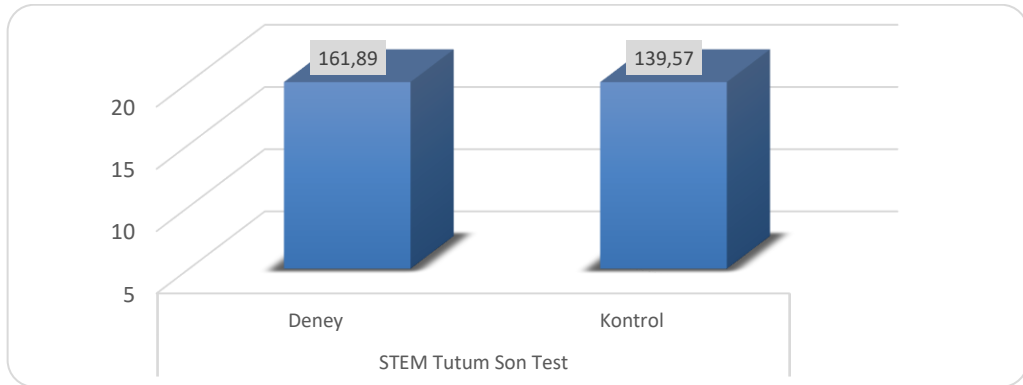
4.3.2. Deney ve Kontrol Grubu Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “STEM Tutum”a ait son testten almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann Whitney-U testi yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.25’te sunulmuştur.

Tablo 4.26: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin STEM Tutum Son Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	$\bar{X}$	SS	p
STEM Tutum Son Test	Deney	28	161,89	17,34	0,01
	Kontrol	28	139,57	22,77	

Tablo 4.26 incelendiğinde araştırmada “STEM Tutum” son test sonuçlarının deney ve kontrol grubuna göre farklı düzeylerde olduğu tespit edilmiştir. Farkın deney grubu STEM tutum düzeylerinin kontrol grubuna göre daha yüksek düzeyde olmasından kaynaklandığı edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).



Grafik 4.10: Deney ve Kontrol Grubu “STEM Tutum” Son Test Karşılaştırması

Grafik 4.10 incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “STEM Tutum” son test sonuçlarının farklı düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

4.3.3. Deney Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Deney grubu öğrencilerinin “STEM Tutum”a ait ön ve son testinden almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaret Testi yapılmış ve sonuçları Tablo 4.27’de sunulmuştur. Ayrıca deney grubunun ön ve son test sonuçları arasındaki ilişki düzeyinin incelenmesi amacı ile korelasyon analizi yapılmış ve Tablo 4.28’de sunulmuştur.

Tablo 4.27: Deney Grubu Öğrencilerinin Çocuklar İçin STEM Tutum Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları

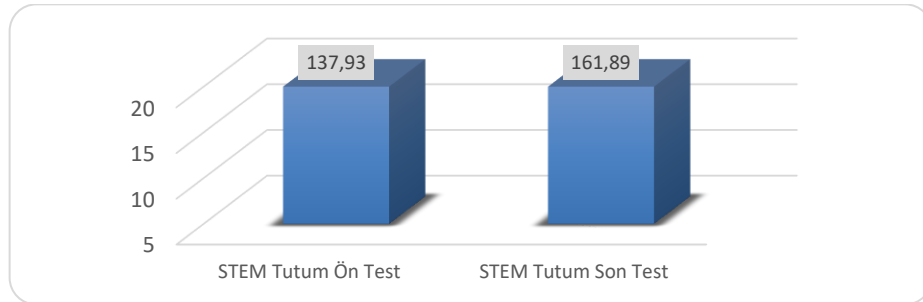
Grup	Test	N	$\bar{X}$	SS	p
Deney	STEM Tutum Ön Testi	28	137,93	22,06	0,01
	STEM Tutum Son Testi	28	161,89	17,34	

Tablo 4.27 incelendiğinde deney grubu “STEM Tutum” düzeylerinin ön ve son test sonuçlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olduğu, deney grubu STEM tutum düzeylerinin etkinlik sonrasında daha yüksek düzeylerde olduğu tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.28: Deney Grubu Öğrencilerinin “STEM Tutum” Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

Grup	Test	N	r	p
Deney	STEM Tutum Ön Test & STEM Tutum Son Test	28	0,96	0,01

Tablo 4.28 incelendiğinde deney grubu “STEM Tutum” ön ve son test sonuçları arasında çok güçlü düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,96$, $p=0,01$, $p<0,05$).



Grafik 4.11: Deney Grubu “STEM Tutum” Ön ve Son Test Karşılaştırması

Grafik 4.11 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin “STEM Tutum” ön ve son test sonuçlarının anlamlı ilişkide olduğu tespit edilmiştir.

4.3.4. Kontrol Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Kontrol grubu öğrencilerinin “STEM Tutum” a ait ön ve son testinden almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaret Testi yapılmış ve sonuçları Tablo 4.29’da sunulmuştur. Ayrıca kontrol grubunun ön ve son test sonuçları arasındaki ilişki düzeyinin incelenmesi amacı ile korelasyon analizi yapılmış ve Tablo 4.30’da sunulmuştur.

Tablo 4.29: Kontrol Grubu Öğrencilerinin Çocuklar İçin STEM Tutum Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları

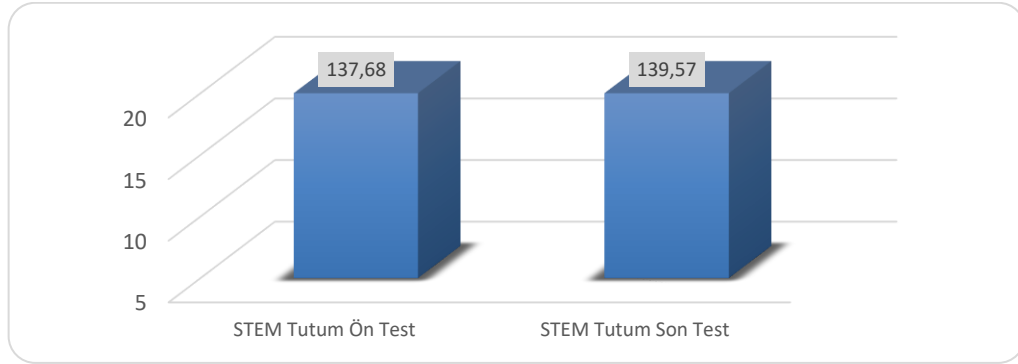
Grup	Test	N	$\bar{X}$	SS	p
Kontrol	STEM Tutum Ön Testi	28	137,68	23,29	0,01
	STEM Tutum Son Testi	28	139,57	22,77	

Tablo 4.29 incelendiğinde kontrol grubu “STEM Tutum” düzeylerinin ön ve son test sonuçlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olduğu, kontrol grubu STEM tutum düzeylerinin etkinlik sonrasında daha yüksek düzeylerde olduğu tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.30: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “STEM Tutum” Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

Grup	Test	N	r	p
Kontrol	STEM Tutum Ön Test & STEM Tutum Son Test	28	0,99	0,01

Tablo 4.30 incelendiğinde kontrol grubu “STEM Tutum” ön ve son test sonuçları arasında çok güçlü düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,99$, $p=0,01$, $p<0,05$).



Grafik 4.12: Kontrol Grubu “STEM Tutum” Ön ve Son Test Karşılaştırması

Grafik 4.12 incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin “STEM Tutum” ön ve son test sonuçlarının anlamlı ilişkide olduğu tespit edilmiştir.

4.4. STEM Algı Testine İlişkin Bulgular

Bu bölümde tersine mühendislik uygulamalarının 8. Sınıf öğrencilerinde STEM Algıları üzerine etkisinin incelendiği araştırmanın dördüncü alt problemi kapsamında STEM Algı Testi ile elde edilen deney ve kontrol grubu öğrencilerine ait ön ve son test puanları karşılaştırılmıştır.

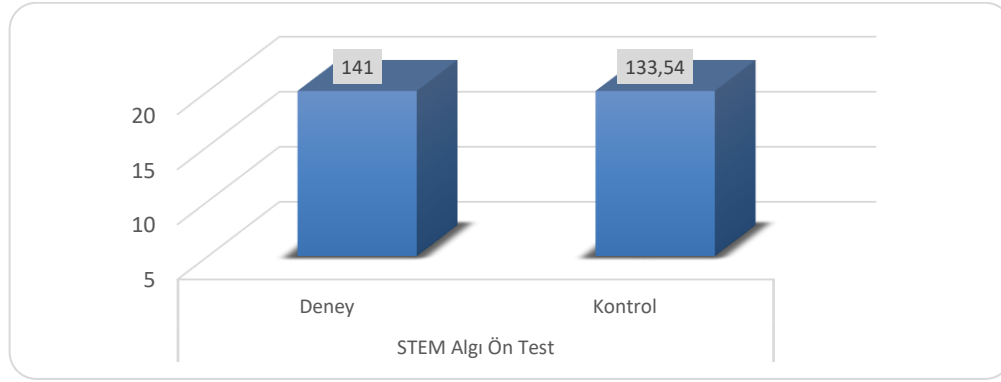
4.4.1. Deney ve Kontrol Grubu Ön Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “STEM Algı”larına ait ön testten almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann Whitney-U testi yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.31’de sunulmuştur.

Tablo 4.31: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin STEM Algı Ön Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	$\bar{X}$	SS	p
STEM Algı Ön Test	Deney	28	141,00	20,80	0,22
	Kontrol	28	133,54	24,33	

Tablo 4.31 incelendiğinde araştırmada “STEM Algı” ön test sonuçlarının deney ve kontrol grubuna göre farklı düzeylerde olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmanın en başında deney ve kontrol grubu STEM algı düzeylerinin benzer olduğu tespit edilmiştir ($p=0,22$, $p>0,05$).



Grafik 4.13: Deney ve Kontrol Grubu “STEM Algı” Ön Test Karşılaştırması

Grafik 4.13 incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “STEM Algı” ön test sonuçlarının benzer düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

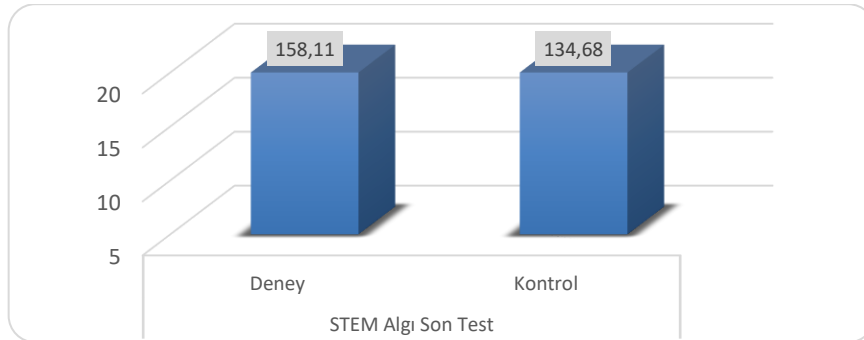
4.4.2. Deney ve Kontrol Grubu Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “STEM Algı”larına ait son testten almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann Whitney-U testi yapılmış ve analiz sonuçları Tablo 4.32’de sunulmuştur.

Tablo 4.32: Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin STEM Algı Son Testine İlişkin Mann Whitney-U Testi Sonuçları

Test	Grup	N	$\bar{X}$	SS	p
STEM Algı Son Test	Deney	28	158,11	14,96	0,01
	Kontrol	28	134,68	24,07	

Tablo 4.32 incelendiğinde araştırmada “STEM Algı” son test sonuçlarının deney ve kontrol grubuna göre farklı düzeylerde olduğu tespit edilmiştir. Farkın deney grubu STEM algı düzeylerinin kontrol grubuna göre daha yüksek düzeyde olmasından kaynaklandığı edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).



Grafik 4.14: Deney ve Kontrol Grubu “STEM Algı” Son Test Karşılaştırması

Grafik 4.14 incelendiğinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “STEM Algı” son test sonuçlarının farklı düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

4.4.3. Deney Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Deney grubu öğrencilerinin “STEM Algı”larına ait ön ve son testinden almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaret Testi yapılmış ve sonuçları Tablo 4.33’de sunulmuştur. Ayrıca deney grubunun ön ve son test sonuçları arasındaki ilişki düzeyinin incelenmesi amacı ile korelasyon analizi yapılmış ve Tablo 4.34’de sunulmuştur.

Tablo 4.33: Deney Grubu Öğrencilerinin STEM Algı Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları

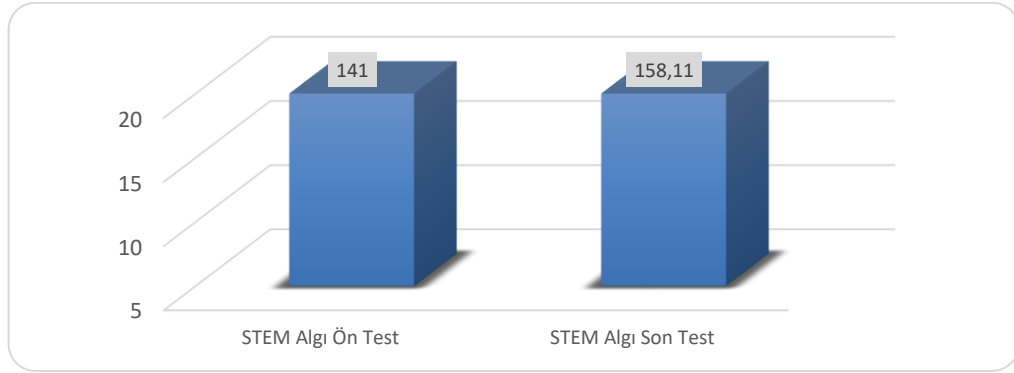
Grup	Test	N	$\bar{X}$	SS	p
Deney	STEM Algı Ön Testi	28	141,00	20,80	0,01
	STEM Algı Son Testi	28	158,11	14,96	

Tablo 4.33 incelendiğinde deney grubu “STEM Algı” düzeylerinin ön ve son test sonuçlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olduğu, deney grubu STEM algısı düzeylerinin etkinlik sonrasında daha yüksek düzeylerde olduğu tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.34: Deney Grubu Öğrencilerinin “STEM Algı” Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

Grup	Test	N	r	p
Deney	STEM Algı Ön Test & STEM Algı Son Test	28	0,91	0,01

Tablo 4.34 incelendiğinde deney grubu “STEM Algı” ön ve son test sonuçları arasında çok güçlü düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,91$, $p=0,01$, $p<0,05$).



Grafik 4.15: Deney Grubu “STEM Algı” Ön ve Son Test Karşılaştırması

Grafik 4.15 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin “STEM Algı” ön ve son test sonuçlarının anlamlı ilişkide olduğu tespit edilmiştir.

4.4.4. Kontrol Grubu Ön ve Son Test Arasındaki İlişkiye Ait Bulgular

Kontrol grubu öğrencilerinin “STEM Algı”larına ait ön ve son testinden almış oldukları puanlar arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Wilcoxon İşaret Testi yapılmış ve sonuçları Tablo 4.35’de sunulmuştur. Ayrıca kontrol grubunun ön ve son test sonuçları arasındaki ilişki düzeyinin incelenmesi amacı ile korelasyon analizi yapılmış ve Tablo 4.36’da sunulmuştur.

Tablo 4.35: Kontrol Grubu Öğrencilerinin STEM Algı Ön ve Son Testine İlişkin Wilcoxon İşaret Testi Sonuçları

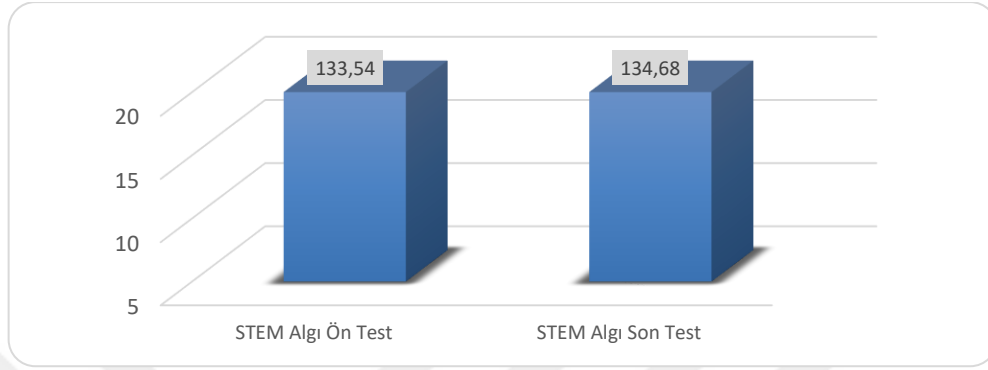
Grup	Test	N	$\bar{X}$	SS	p
Kontrol	STEM Algı Ön Testi	28	133,54	24,33	0,01
	STEM Algı Son Testi	28	134,68	24,07	

Tablo 4.35 incelendiğinde kontrol grubu “STEM Algı” düzeylerinin ön ve son test sonuçlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olduğu, kontrol grubu STEM algısı düzeylerinin etkinlik sonrasında daha yüksek düzeylerde olduğu tespit edilmiştir ($p=0,01$, $p<0,05$).

Tablo 4.36: Kontrol Grubu Öğrencilerinin “STEM Algı” Ön ve Son Testine İlişkin Korelasyon Analiz Sonuçları

Grup	Test	N	r	p
Kontrol	STEM Algı Ön Test & STEM Algı Son Test	28	0,99	0,01

Tablo 4.36 incelendiğinde kontrol grubu “STEM Algı” ön ve son test sonuçları arasında çok güçlü düzeyde, pozitif yönlü ve anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($r=0,99$, $p=0,01$, $p<0,05$).



Grafik 4.16: Kontrol Grubu “STEM Algı” Ön ve Son Test Karşılaştırması

Grafik 4.15 incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin “STEM Algı” ön ve son test sonuçlarının anlamlı ilişkide olduğu tespit edilmiştir.

4.5. Mühendislik Alanı Bilgi Formuna İlişkin Bulgular

Araştırmacı tarafından yürütülen tersine mühendislik uygulamalarının öğrencilerin mühendislik alanı ile ilgili bilgilerine katkısını tespit etmek amacıyla Şahin ve Taşçı (2018) tarafından geliştirilen MABF kullanılmıştır. MABF dört bölümden oluşan bir formdur. Bu form nitel veri toplamak için deney grubundaki 28 öğrenciye ön ve son test şeklinde uygulanmıştır. Bu forma ait bulgular öğrenci kodları ve bulundukları gruplar göz önüne alınarak tespit edilmiştir.

MABF’nin birinci bölümü kavram olarak mühendislik ile ilgili beş tane açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Birinci bölüm birinci soru iki kısımdan oluşmakta olup ilk kısımda mühendislik kavramı, ikinci kısımda bir resimde altı tane meslek dallarından hangilerinin mühendislik mesleğine ait olduğunun tespit edilmesi amaçlanmıştır. İkinci bölümü tersine mühendislik ile ilgili bir adet açık uçlu soru, bir adet kapalı uçlu soru ve bir adet hem açık hem de kapalı uçlu sorunun bir arada kullanıldığı sorulardan oluşmaktadır. Üçüncü bölümü mühendislik tasarımı ile ilgili olup iki adet açık uçlu soru ve bir adet kapalı ve açık uçlu sorunun bir arada olduğu sorulardan oluşmaktadır. Dördüncü bölüm üç sorudan oluşmakta olup ilk soru hem kapalı uçlu hem de açık uçlu sorudan oluşmaktadır. İkinci soru kapalı uçlu sorudan oluşmakta olup “Evet” cevabını

veren öğrencilerden kapalı uçlu sorudan oluşan üçüncü sorunun cevaplanması beklenmektedir.



Birinci bölüm birinci sorunun ilk kısmında yer alan mühendislik kavramı ön ve son test öğrenci bulguları Tablo 4.37’de sunulmuştur.

Tablo 4.37: Mühendislik Tanımı Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Test		Son Test	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Doğru tanım ve açıklama yapılmış, beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap daha verilmiş	0	-	0	-
İyi Düzey	4	Doğru tanım ve açıklama yapılmış	0	-	0	-
Orta Düzey	3	Doğru tanım verilmiş, tanımın içinde kısmen açıklama yapılmış	32,14	Ö17: Mühendislik bir işi düşünerek çizmek ve onu tasarlamak. Mesela bir evi çizip o evi yapmak Ö25: Bir şeyi yapma, inşa etmek, oluşturmak, çizmek veya bulunan ürünü geliştirmektir.	60,71	Ö23: Bilim ve matematiği kullanarak insan hayatını kolaylaştıran icatlar yapan meslektir Ö25: Yeni şeyler üretmeye çalışmak veya var olan ürünleri yeniden geliştirmek ve birçok alanda araştırma yapmak
Zayıf Düzey	2	Doğru tanım verilmiş, açıklama yok	39,29	Ö18: Bence mühendislik kendi tasarımıyla, fikirleriyle kendini belirten en güzel ilginç meslek	35,71	Ö26: Birçok dala ayrılan ve çeşitli çalışmalara ev sahipliği yapan meslek
Çok Zayıf Düzey	1	Doğru tanım, yanlış açıklama veya yanlış tanım, doğru açıklama veya tanım yapılmadan açıklamaya yer verilmiş	28,57	Ö20: İnsan hayatına yardımcı olanlar Ö27: Birçok alanda çalışma yapmak	3,57	Ö17: Mühendislik neredeyse her yerde olan mesleklerden, insanların her alanında karşısına çıkan mühendislikler var
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) ya da yazılan tanım ve açıklamanın tamamı yanlış	0	-	0	-

Birinci bölüm birinci sorunun ikinci kısmında yer alan altı tane meslek dallarından mühendislik mesleği ön ve son test öğrenci bulguları Tablo 4.38’de sunulmuştur.

Tablo 4.38: Mühendislik Mesleği Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Test		Son Test	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Altı resim de doğru cevaplanmış	35,71	Ö5: 1. İnşaat mühendisi, 2. Bilim İnsanı, 3. Tamirci 4. Mühendis, 5. Diş Doktoru, 6. Mimar	57,14	Ö25: 1. İnşaat mühendisi, 2. Kimya mühendisi, 3. Tamirci, 4. Mühendis, 5. Diş doktoru,6.Mühendis
İyi Düzey	4	Beş resim doğru cevaplanmış	35,71	Ö2: 1. Mühendis değil, 2. Bilim İnsanı, 3. Tamirci 4. Mühendis, 5. Diş Doktoru, 6. mühendis	37,71	Ö6: 1. Mühendis, 2. Kimya mühendisi, 3. Mühendis, 4. Mühendis, 5. Diş doktoru,6.Mühendis
Orta Düzey	3	Dört resim doğru cevaplanmış	21,43	Ö24: 1. Mühendis 2. Mühendis değil, 3. Mühendis, 4. Mühendis, 5. Mühendis değil, 6. Mühendis	3,57	Ö8: 1. Mühendis, 2. Mühendis, 3. Mühendis, 4. Mühendis, 5. Mühendis, 6. Mühendis
Zayıf Düzey	2	Üç resim doğru cevaplanmış	7,14	Ö12: 1. Mühendis değil, 2. Mühendis, 3. Mühendis değil, 4. Mühendis değil, 5. Mühendis değil, 6. Mühendis	3,57	Ö12: 1. Mühendis değil, 2. Mühendis, 3. Mühendis, 4. Mühendis, 5. Mühendis, 6. Mühendis
Çok Zayıf Düzey	1	Bir veya iki resim doğru cevaplanmış	0	-	0	-
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş veya tüm resimler yanlış olarak cevaplandırılmış	0	-	0	-

Birinci bölüm ikinci soruda yer alan mühendislerin sahip olması gereken alan bilgileri ön ve son test öğrenci bulguları Tablo 4.39’da sunulmuştur.

Tablo 4.39: Mühendislik Alan Bilgisi Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Test		Son Test	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Dört alan da doğru açıklanmış, beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap daha verilmiş	0	-	3,57	Ö8: Fen bilgisine sahip olmalı çünkü eğer insanın sağlığı için bir şey yapacak olurlarsa insanın yapısı hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü yapacağı buluşlarda hesap yapabilmelidir. Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü her türlü teknolojik aleti kullanabilirse bu onun işini kolaylaştıracaktır. Sanat bilgisine sahip olmalı çünkü bazı çalışmalarda yapacağı şeyin taslağını çizmesi gerekebilir.

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Test		Son Test	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
İyi Düzey	4	Dört alanı da doğru açıklamış	14,29	Ö22: Fen bilgisine sahip olmalı çünkü örneğin kimya mühendisi kimyasal maddeler kullanır. Biz bu kimyasal maddeleri fen dersinde öğreniyoruz. Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü mühendislik matematiksel işlem gerektiren bir meslektir. Sayısal hesap yapılır. Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü makine mühendisi teknolojik aletler üretebilir. Sanat bilgisine sahip olmalı çünkü yapılan teknolojik aletlerin güzel, gözü yormayan yapısı olmalı	50,00	Ö19: Fen bilgisine sahip olmalı çünkü ürün kimyasal maddelerden oluşabilir maddelerin sıcaklığını, ısını, ağırlığını, iletkenliğini fen bilgisinden öğrenebiliriz. Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü ürünün uzunluğunu, hacmini, yüksekliğini, genişliğini hepsini matematik sayesinde hesaplıyoruz. Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü teknoloji insanların hayatını kolaylaştırdığı gibi bir ürünü tasarlamak da o tasarımı kolaylaştırır. Sanat bilgisine sahip olmalı çünkü bir ürünün içi kadar estetiği önemli

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Test		Son Test	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Orta Düzey	3	Üç alanı doğru açıklamış	50,00	Ö15: Fen bilgisine sahip olmamalı bence. Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü ölçeceği şeyler var yani elinde hep hesaplamalarla olacağı için. Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü yeni teknolojiler çıkarsa o da yeni teknolojiler üretsın diye. Sanat bilgisine sahip olmalı çünkü mesela bir evin projesini çizerken resme ilgi duymuş birisi olmalı.	46,43	Ö10: Fen bilgisine sahip olmalı çünkü fen deney ve gözlem olmadan olmaz. Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü işlemler yaparken insanın matematik ihtiyacı vardır. Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü teknoloji olmadan zaten bir mühendislik olmaz, teknoloji hayatı kolaylaştırır. Sanat bilgisine sahip olmalı çünkü sanat daha görkemli olur ve göze hitap eder.
Zayıf Düzey	2	İki alanı doğru açıklamış	32,14	Ö26: Fen bilgisine sahip olmalı çünkü yapısını nasıl olduğunu bilmeli. Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü matematik konuları olduğu için. Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü her alanda olduğu için teknoloji de her alanda var bu yüzden. Sanat bilgisine sahip olmalı çünkü bilgi kadar görünüm çok önemli	0	-

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Test		Son Test	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok Zayıf Düzey	1	Bir alanı doğru açıklamış	3,57	Ö27: Fen bilgisine sahip olmalı çünkü fende daha keşfedilmemiş şeyler var. Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü matematik hayatımızın her yerinde. Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü teknolojide gerideyiz. Sanat bilgisine sahip olmalı sanat önemlidir, sanat sanattır	0	-
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) ya da hiçbir alanı doğru açıklamamış	0	-	0	Ö8: Fen bilgisine sahip olmalı çünkü eğer insanın sağlığı için bir şey yapacak olurlarsa insanın yapısı hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü yapacağı buluşlarda hesap yapabilmelidir. Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü her türlü teknolojik aleti kullanabilirse bu onun işini kolaylaştıracaktır. Sanat bilgisine sahip olmalı çünkü bazı çalışmaların taslağını çizmesi gerekebilir.

Birinci bölüm üçüncü soru ilk kısmında verilen iki resimdeki mesleklerin tahmini ön ve son test öğrenci bulguları Tablo 4.40’da sunulmuştur.

Tablo 4.40: Meslek Tahmini Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Test		Son Test	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Birinci resimdeki meslek bilim insanı, ikinci resimdeki meslek inşaat mühendisi olarak ifade edilmiş	10,71	Ö11: 1. Resim: Kimyager, 2. Resim: İnşaat mühendisi Ö14: 1. Resim: Bilim insanı, 2. Resim: İnşaat mühendisi	7,14	Ö24: 1. Resim: Bilim insanları veya Kimya mühendisi, 2. Resim: inşaat mühendisi
İyi Düzey	4	Birinci resimdeki meslek bilim insanı, ikinci resimdeki meslek mühendis olarak ifade edilmiş	0	-	0	-
Orta Düzey	3	Birinci resimdeki meslek kimya veya biyoloji mühendisi, ikinci resimdeki meslek inşaat mühendisi olarak ifade edilmiş	64,29	Ö8: 1. Resim: Biyoloji mühendisi, 2. Resim: İnşaat mühendisi Ö13: 1. Resim: Kimya mühendisi, 2. Resim: İnşaat mühendisi	92,86	Ö14: 1. Resim: Kimya veya biyoloji mühendisi, 2. Resim: İnşaat mühendisi
Zayıf Düzey	2	Birinci ve ikinci resimdeki meslek mühendis olarak ifade edilmiş	3,57	Ö7: 1. Resim: Mühendis, 2. Resim: Mühendis	0	-
Çok Zayıf Düzey	1	Sadece bir resimdeki meslek doğru ifade edilmiş	14,29	Ö2: 1. Resim: Doktor, 2. Resim: İnşaat mühendisi Ö16: 1. Resim: Laboratuvar, 2. Resim: İnşaat mühendisi	0	-
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) ya da iki resimdeki meslek yanlış ifade edilmiş	7,14	Ö17: 1. Resim: İcat yapıyorlar, 2. Resim: Ev yapıyorlar Ö20: 1. Resim:, 2. Resim:	0	-

Birinci bölüm üçüncü soru ikinci kısmında verilen iki resimdeki mesleklerin benzerlik ve farkları ön ve son test öğrenci bulguları Tablo 4.41’de sunulmuştur.

Tablo 4.41: Mesleklerin Benzerlik ve Farkları Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Test		Son Test	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Benzerlik ve farkları doğru açıklanmış ve beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap verilmiş	0	-	0	-
İyi Düzey	4	Benzerlikleri ve farkları doğru açıklamış ve en az üç örnek vermiş	3,57	Ö7: Benzerlik: Araştırmacılar yeni şeyler keşfediyor. Farklılık: Giyimleri, yerleri, çalıştıkları alan	14,29	Ö25: Benzerlik: İki resimde de matematikten yararlanıyorlar. Çünkü biri hesaplama, ölçüm gibi şeyleri kullanırken diğeri de aynı şeyleri yapar. Farklılık: Birinci resimde gözlem, deney ve tespitler yapılır. İkinci resimde hesaplama, çizme gibi konular kullanılır.
Orta Düzey	3	Benzerlikleri ve farkları kısmen doğru açıklamış ve en az iki örnek verilmiş	32,14	Ö8: Benzerlik: Grup çalışması ve araştırmaya dayalı olması Farklılık: Biri laboratuvarda yapılırken diğeri açık alanda yapılmaktadır	21,43	Ö14: Benzerlik: Bence iki resimde de tasarı, bir tasarlama bir şeyin icadı gibi benzerlikler vardır. Farklılık: 1. resimde deney, gözlem, araştırma 2. resimde inşaat, icat var
Zayıf Düzey	2	Benzerlikleri ve farkları bir örnek ile doğru açıklanmış	42,86	Ö22: Benzerlik: İkisi de insan yararına çalışmalar yapıyor. Farklılık: Biri kimyasal maddelerle, biri de tuğla, çimento ile çalışıyor.	64,29	Ö21: Benzerlik: İkisi de toplum yararına çalışıyor Farklılık: Biri kimyasallar üzerinde deney yaparken, diğeri ise bir sanat harikası

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Test		Son Test	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok Zayıf Düzey	1	Benzerliği veya farklarından biri en az bir örnekle doğru açıklamış, diğeri yanlış açıklanmış	17,86	Ö14: Benzerlik: 1. resimde deney veya gözlem yapıyorlar. 2. resimde bir şeyler inşa etmek için uğraşıyorlar. Farklılık: Yok	0	-
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya benzerlik ve farklılıkları yanlış açıklanmış	3,57	Ö6: Benzerlik: Bilmiyorum. Farklılık: Bilmiyorum	0	-

Birinci bölüm dördüncü soruda yer alan mühendislik alanı için matematiğin önemi ön ve son test öğrenci bulguları Tablo 4.42’de sunulmuştur.

Tablo 4.42: Mühendislik Alanı İçin Matematiğin Önemi Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Test		Son Test	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Önemlidir denilmiş, mühendislerin matematiği nasıl ve nerede kullandığı en az iki ifade ile açıklanmış ve beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap daha verilmiş	0	-	0	-
İyi Düzey	4	Önemlidir denilmiş ve mühendislerin matematiği nasıl ve nerede kullandığı en az iki ifade ile açıklanmış	17,86	Ö19: İnşaat yapımında çünkü bir binanın alanı, uzunluğu, genişliği çok önemlidir. Sayısal verilerden yararlanılır.	64,29	Ö3: Mühendisler günlük hayatta her alanda kullanır. Bir şeyi icat yaptığında ve sattığında kar, zararına bakar, analiz yapar.
Orta Düzey	3	Önemlidir denilmiş ve mühendislerin matematiği nasıl ve nerede kullandığı bir ifade ile açıklanmış	53,57	Ö18: Bir mühendis için matematik önemli, mesela inşaat mühendisliğinde malzemeleri hesaplayarak kullanması	28,57	Ö16: Matematik önemlidir. Çünkü bir şeyin miktarını ölçerken bile matematik kullanılıyor.
Zayıf Düzey	2	Önemlidir denilmiş fakat mühendislerin matematiği nasıl ve nerede kullanıldığı açıklanmamış	17,86	Ö10: Matematik çok önemlidir bence hayatımızda her yerde kullanıyoruz	7,14	Ö14: Mühendislik için matematik %100 önemli, çünkü mühendisler bir makine icat ettiğinde icadın nasıl ve nerede çalıştığını bilmeli
Çok Zayıf Düzey	1	Önemli değildir denilmiş veya öneminden bahsedilmemiş fakat mühendislerin matematiği kullandığı ifade edilmiş	3,57	Ö4: İnşaat yaparken, buzdolabı yaparken	0	-
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya yanlış cevap verilmiş	7,14	Ö6: Bilmiyorum	0	-

Birinci bölüm beşinci soruda yer alan teknolojinin mühendislerin işini kolaylaştırmasına yönelik ön test öğrenci bulguları Tablo 4.43’de sunulmuştur.

Tablo 4.43: Teknolojinin Mühendislerin İşini Kolaylaştırmasına Yönelik Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Test		Son Test	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Evet kolaylaştırır cevabı verilmiş, en az iki doğru örnek ile açıklanmış ve beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap verilmiş	3,57	Ö8: Evet kolaylaştırır. Örneğin yaptıkları çalışmaları bilgisayara kaybederler ya da inşaat mühendisliğinde iş makineleri inşaat mühendislerinin işini kolaylaştırır.	7,14	Ö12: Kesinlikle. En basitinden yaptıkları işlerin notlarını bile bir bilgisayara kaydetmeleri veya bir hesap için hesap makinesi kullanmaları teknolojiyi gerektirir
İyi Düzey	4	Evet kolaylaştırır cevabı verilmiş ve en az iki doğru örnek ile açıklanmış	10,71	Ö18: Evet mühendislerin işini kolaylaştırır, mesela gemi inşaatı mühendisliğinde ona gereken araç gereçler ve makine mühendisliğinde kullandığı aletler	14,29	Ö23: Evet. 1. ağır bir eşyayı kaldırmak, 2. bir bilgiye hemen ulaşmamızı sağlar.
Orta Düzey	3	Evet kolaylaştırır cevabı verilmiş ve bir tane doğru örnek ile açıklanmış	57,14	Ö21: Evet, insan gücünden makine gücüne geçtiği için kolaylaştırır. Ö27: Evet, mesela inşaat mühendisi elleriyle yapsa uzun sürer ama teknolojik aletlerle daha kolay	64,29	Ö15: Evet. Örneğin; teknolojik aletlerle daha hızlı olur. Teknoloji ile yapılan iş bir saatte biterken teknoloji olmazsa iki saatte falan olabilir.
Zayıf Düzey	2	Evet kolaylaştırır cevabı verilmiş fakat örneklerle açıklanmamış	21,43	Ö2: Evet Ö6: Evet ama bilmiyorum.	14,29	Ö21: Evet, çünkü yaptığımız ürünlerde teknolojiye sahip olmamız
Çok Zayıf Düzey	1	Hayır kolaylaştırmaz cevabı verilmiş fakat geçerli bir örnek ile ifade edilmeye çalışılmış	0	-	0	-
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya yanlış cevap verilmiş	7,14	Ö9:	0	-

İkinci bölüm birinci soruda yer alan tersine mühendisliği tanımı ile ilgili ön ve son test öğrenci bulguları Tablo 4.44’de sunulmuştur.

Tablo 4.44: Tersine Mühendislik Tanımı Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Test		Son Test	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Doğru tanım verilmiş ve beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap ile açıklanmış	0	-	0	-
İyi Düzey	4	Doğru tanım verilmiş ve beklenen doğrultuda açıklanmış	0	-	53,57	Ö25: Var olan bir üründen daha farklı ve yeni bir ürün üretmek için o ürünün parçalarını söküp tekrar yeni bir ürün üretmektir.
Orta Düzey	3	Doğru tanım verilmiş ve kısmen açıklanmış	3,57	Ö6: Mesela bir makinenin yapısını araştırıp örneğin bilgisayar, sonra bilgisayarın içindeki yapıları farklı bir şekilde bağlamak	28,57	Ö4: Bir icadı açıp yeni şeyler icat etmek
Zayıf Düzey	2	Doğru tanım verilmiş fakat açıklanmamış veya tanım verilmemiş fakat beklenen doğrultuda açıklanmaya çalışılmış	10,71	Ö25: Bana göre tersine mühendislik; mühendislikte kullanılan bir terimdir.	17,86	Ö2: Bir makinenin içini kontrol etmek için içi açılıp bakılıyor sonra tekrar birleştiriliyor
Çok Zayıf Düzey	1	Yanlış tanım verilmiş fakat örneklerle ifade edilmeye çalışılmış veya tanım verilmemiş fakat kısmen açıklanmaya çalışılmış	17,86	Ö7: Bir şeye doğru yolla değil ters yolla halletmek Ö27: Mühendisliğin tersi	0	-
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya yanlış cevap verilmiş	67,86	Ö4: Ö8: Araştırmaya dayalı olmayan Ö16: Mühendislik dışındaki meslek Ö20: Bilmiyorum	0	-

İkinci bölüm ikinci soruda makinelerin içindeki mekanizmaların neler olduğunu ve nasıl çalıştığını merak etmeye yönelik ön test öğrenci bulguları Tablo 4.45’te sunulmuştur.

Tablo 4.45: Makinelerin İçindeki Mekanizmaların Neler Olduğunu ve Nasıl Çalıştığını Merak Etmeye Yönelik Ön Test Öğrenci Frekansları, Yüzdeleri ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	28	100	Ö11: Evet
Hayır	0	0	-

İkinci bölüm ikinci soruda yer alan makinelerin içindeki mekanizmaların neler olduğunu ve nasıl çalıştığını merak etmeye yönelik ön test öğrenci bulguları Tablo 4.46’da sunulmuştur.

Tablo 4.46: Makinelerin İçindeki Mekanizmaların Neler Olduğunu ve Nasıl Çalıştığını Merak Etmeye Yönelik Son Test Öğrenci Frekansları, Yüzdeleri ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	28	100	Ö11: Evet Ö14: Evet, hem de nasıl
Hayır	0	0	-

Tablo 4.45 ve Tablo 4.46 incelendiğinde öğrencilerin tamamı uygulama öncesinde ve sonrasında makinelerin içindeki mekanizmaları merak ettiklerini belirtmişlerdir.

İkinci bölüm üçüncü soruda yer alan günlük yaşamda bozulan veya kırılan bir ürünü onarmaya yönelik ön test öğrenci bulguları Tablo 4.47’de sunulmuştur.

Tablo 4.47: Günlük Yaşamda Bozulan veya Kırılan Bir Ürünü Onarmaya Yönelik Ön Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	20	71,43	Ö10: Evet. Çamaşır makinemizin arka parçası bozuldu, onardım. Ö25: Evet. Televizyon kumandası, takı ürünleri, kalemler
Hayır	8	28,57	Ö6: Hayır

İkinci bölüm üçüncü soruda yer alan günlük yaşamda bozulan veya kırılan bir ürünü onarmaya yönelik son test öğrenci bulguları Tablo 4.48’de sunulmuştur.

Tablo 4.48: Günlük Yaşamda Bozulan veya Kırılan Bir Ürünü Onarmaya Yönelik Son Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	23	82,14	Ö5: Evet. Örneğin; babamın müzik çalarının içinde kablolar koparılmıştı. Ben de içini açarak birleştirdim ve yeniden çalıştığını gördüm. Ö22: Evet. Kettle, saat, televizyon, telefon, bilgisayar, telefon şarjı
Hayır	5	17,86	Ö13: Hayır

Tablo 4.47 ve 48’de görüldüğü gibi öğrenciler günlük yaşamda bozulan ve kırılan bir ürünü onarma isteği uygulama öncesinde %71.43 iken uygulama sonrasında %82.14’e yükselmiştir.

Üçüncü bölüm birinci sorudaki mühendislerin tasarladığı ürünler ile ilgili ön ve son test öğrenci bulguları Tablo 4.49’da sunulmuştur.

Tablo 4.49: Mühendislerin Tasarladığı Ürünler ile İlgili Ön Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Test		Son Test	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Tamamı doğru beklenen cevaplardan dört veya daha fazla örnek verilmiş ve beklenen cevaplardan farklı en az bir örnek daha verilmiş	3,57	Ö22: Kettle, mikrodalga, davlumbaz, ocak	14,29	Ö15: Telefonlar, bilgisayarlar, kahve makinesi, kıyafetler, uçak, roket, klima, çamaşır makinesi, fırın, kombi
İyi Düzey	4	Tamamı doğru beklenen cevaplardan dört veya daha fazla örnek verilmiş	28,57	Ö15: Örneğin bilgisayarlar, televizyon, telefonlar, tost makinesi, iş makineleri, ev	57,14	Ö24: Bence çevremizde bulunan hemen hemen her şey; televizyon, bulaşık, çamaşır, kurutma makinesi, telefon, ütü, buzdolabı, akıllı tahta
Orta Düzey	3	Dört veya daha fazla doğru örnek verilmiş, doğru olmayan örnekler de olmasına rağmen doğruların sayısı yanlışlardan fazla ya da tamamı doğru üç örnek verilmiş	14,29	Ö14: Bilgisayar, fotokopi makineleri, yapılan veya inşa edilen binalar	3,57	Ö12: Bence hemen hemen kullandığımız her şey elimizdeki telefon, oturduğumuz ev, tost yaptığımız makine
Zayıf Düzey	2	Dörtten az doğru örnek verilmiş, yanlış örnekler de olmasına rağmen doğruların sayısı yanlışlardan fazla ya da tamamı doğru iki örnek verilmiş	32,14	Ö8: Buzdolabı, inşaat makineleri	7,14	Ö18: Mühendisler tarafından tasarlanan uçak, gemi ve daha birçok şeyler
Çok Zayıf Düzey	1	Dörtten az doğru örnek verilmiş, yanlışların sayısı daha fazla ya da tamamı doğru bir örnek verilmiş veya örnek verilmeden açıklama yapılmış	21,43	Ö1: Araba Ö10: İnşaat mühendisi ev yapmıştır ve insanlar çok yararlanır.	17,86	Ö10: Ev: İnşaat mühendisliği ev yapıp görkemiyle ve güzelliğiyle insanlara sunar.
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya yazılan örneklerin tamamı yanlış verilmiş	0	-	0	-

Üçüncü bölüm ikinci soruda yer alan mühendislerin tasarım yaparken dikkat etmesi gereken özellikler ile ilgili ön ve son test öğrenci bulguları Tablo 4.50’de sunulmuştur.

Tablo 4.50: Mühendislerin Tasarım Yaparken Dikkat Etmesi Gereken Özellikler Ön ve Son Test Öğrenci Yüzdesi ve Cevapları

Kategori	Puan	Açıklama	Ön Test		Son Test	
			%	Öğrenci Cevap Örnekleri	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Çok İyi Düzey	5	Tamamı doğru beklenen cevaplardan dört veya daha fazla örnek verilmiş ve beklenen cevaplardan farklı en az bir örnek daha verilmiş	3,57	Ö22: Dış görünüşüne, ara yüzüne, kullanışlığı, kamera, hafıza, RAM, büyüklüğü, tasarımına	17,86	Ö13: Ölçümlere, hesaplara, ağırlığına, insan yararı mı yoksa zararı mı olduğuna, insanın işlerini kolaylaştırdığına
İyi Düzey	4	Tamamı doğru beklenen cevaplardan dört veya daha fazla örnek verilmiş	14,29	Ö25: İçinde bulundukları maddelere kablo gibi mesela, çalışıp çalışmadığına, kamerasına, boyutuna, incelik veya kalınlığına	7,14	Ö25: İçindeki malzemelere, malzemelerin nasıl yerleştirildiği, dış görünüşüne, kullanımına
Orta Düzey	3	Dört veya daha fazla doğru örnek verilmiş, doğru olmayan örnekler de olmasına rağmen doğruların sayısı yanlışlardan fazla ya da tamamı doğru üç örnek verilmiş	10,71	Ö20: Görünümüne, kamerasına, seslerine dikkat edilmelidir	25,00	Ö28: Taşınabilir olmalarına, göze hitap etmesine, şekline
Zayıf Düzey	2	Dörtten az doğru örnek verilmiş, yanlış örnekler de olmasına rağmen doğruların sayısı yanlışlardan fazla ya da tamamı doğru iki örnek verilmiş	35,71	Ö9: Şekline, içindeki maddelere Ö19: Kullanışlı olup olmadığına, taşınabilir olmasına	21,43	Ö17: Cep telefonu tasarlarlarken ekranının parlak olmasına, güzel fotoğraf çekmesine
Çok Zayıf Düzey	1	Dörtten az doğru örnek verilmiş, yanlışların sayısı daha fazla ya da tamamı doğru bir örnek verilmiş	37,71	Ö6: Kullanışlı olmasına Ö28: Önceden yapılmamış olan şeyleri yapmaya dikkat ederler	28,57	Ö18: Cep telefonu tasarlarlarken mühendisler kamerasındaki merceklerle dikkat etmeli
Başarısız Düzey	0	Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya yazılan ifadenin tamamı yanlış	0		0	-

Üçüncü bölüm üçüncü soruda yer alan öğrenim hayatı boyunca tasarım yapmaya yönelik ön test öğrenci bulguları Tablo 4.51’de sunulmuştur.

Tablo 4.51: Öğrenim Hayatı Boyunca Tasarım Yapmaya Yönelik Ön Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet (Tasarım Yapanlar)	15	53,57	Ö8: Evet. Portakal kabuğundan gece lambası Ö11: Evet. TÜBİTAK’da kalem ucundan ampul yaptık.
Evet (Tasarım Yapmak İsteyenler) Hayır (Tasarım Yapmayanlar)	12	42,86	Ö18: Hayır. İsterim, içinde kendi fikirlerimin bulunduğu kendi tasarımım olan bir tasarım yapmak isterim
Hayır (Tasarım Yapmak İstemeyenler)	1	3,57	Ö15: Hayır. Hayır.

Üçüncü bölüm üçüncü soruda yer alan öğrenim hayatı boyunca tasarım yapmaya yönelik son test öğrenci bulguları Tablo 4.52’de sunulmuştur.

Tablo 4.52: Öğrenim Hayatı Boyunca Tasarım Yapmaya Yönelik Son Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet (Tasarım Yapanlar)	28	100	Ö10: Evet. Kahve makinesi tasarlayıp hayata geçirdik. Ö24: Evet. Kahve makinesi çizdim sonra da tasarladım. Çok güzel oldu.
Evet (Tasarım Yapmak İsteyenler) Hayır (Tasarım Yapmayanlar)	0	0	-
Hayır (Tasarım Yapmak İstemeyenler)	0	0	-

Tablo 4.51 incelendiğinde uygulama öncesi öğrencilerin 53.57’si daha önce bir tasarım yaptığını belirtirken Tablo 4.52’de görüldüğü üzere uygulama sonrası öğrencilerin tümü tasarım yaptıklarını belirtmiştir.

Dördüncü bölüm birinci soruda yer alan ailede veya çevrede mühendisin var olmasına yönelik ön test öğrenci bulguları Tablo 4.53’te sunulmuştur.

Tablo 4.53: Ailede veya Çevrede Mühendisin Var Olması Ön Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	8	28,57	Ö2: Evet. İnşaat mühendisi Ö16: Evet. Makine Mühendisi Ö19: Evet. Elektrik ve Elektronik Mühendisi Ö28: Evet. Ziraat mühendisi
Hayır	20	71,43	Ö14: Hayır

Dördüncü bölüm birinci soruda yer alan ailede veya çevrede mühendisin var olmasına yönelik son test öğrenci bulguları Tablo 4.54’te sunulmuştur.

Tablo 4.54: Ailede veya Çevrede Mühendisin Var Olması Son Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	11	39,29	Ö8: Evet. Biyoloji mühendisliği Ö12: Evet. İnşaat ve bilgisayar mühendisi Ö16: Evet. Makine mühendisi ve elektrik elektronik mühendisi
Hayır	17	60,71	Ö5: Hayır, ben olacağım

Tablo 4.53 incelendiğinde uygulama öncesinde çalışmaya katılan öğrencilerin %28,57’si çevrelerinde bir mühendis olduğunu, %71,43’ü olmadığını belirtirken Tablo 4.54 incelendiğinde uygulama sonrasında çalışmaya katılan öğrencilerin %39,29’u çevrelerinde bir mühendis olduğunu, %60,71’i olmadığını belirtmişlerdir.

Dördüncü bölüm ikinci soruda yer alan mühendislik mesleğini gelecekte seçmeye yönelik ön test öğrenci bulguları Tablo 4.55’te sunulmaktadır.

Tablo 4.55: Mühendislik Mesleğini Gelecekte Seçme Ön Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	20	71,43	Ö5: Evet, kesin
Belki	1	3,57	Ö7: Belki
Hayır	7	25,00	Ö21: Hayır

Dördüncü bölüm ikinci soruda yer alan mühendislik mesleğini gelecekte seçmeye yönelik ön test öğrenci bulguları Tablo 4.56’da sunulmaktadır.

Tablo 4.56: Mühendislik Mesleğini Gelecekte Seçme Son Test Öğrenci Frekansları, Yüzdesi ve Cevapları

Açıklama	N	%	Öğrenci Cevap Örnekleri
Evet	25	89,29	Ö7: Evet, şimdiden düşünmeye başladım sizin sayenizde Ö23: Evet
Belki	3	10,71	Ö14: Kısmen Ö26: Belki
Hayır	0	0	-

Tablo 4.55 incelendiğinde öğrencilerin mühendislik mesleğini gelecekte seçme ile ilgili ön test sonuçlarına bakıldığında “Evet” ve “Belki” diyenler ön testte %75 iken Tablo 4.56 incelendiğinde öğrencilerin mühendislik mesleğini gelecekte seçme ile son test sonuçlarına bakıldığında %100’e yükseldiği görülmektedir. Uygulamadan sonra öğrencilerle yapılan görüşmeden iki öğrencinin mühendislikten başka bir meslek istedikleri fakat mühendislik mesleğini de düşünebilecekleri ifade edip mühendislik alanlarından işaretleme yaptıkları için analiz sonuçlarına “Belki” olarak kaydedilmiştir.

Dördüncü bölüm üçüncü soruda yer alan gelecekte seçilmek istenen mühendislik alanlarına yönelik ön ve son test bulguları Tablo 4.57’de sunulmaktadır.

Tablo 4.57: Gelecekte Seçilmek İstenen Mühendislik Alanları Ön Test Öğrenci Frekansları ve Yüzdesi

Mühendislik Alanları	Ön Test		Son Test	
	N	%	N	%
Astronomi Mühendisliği	9	32,14	12	42,86
Bilgisayar Mühendisliği	12	42,86	12	42,86
Bilişim Sistemleri Mühendisliği	4	14,29	5	17,86
Biyoloji Mühendisliği	6	21,43	9	32,14
Biyomedikal Mühendisliği	3	10,71	4	14,29
Cevher Hazırlama Mühendisliği	3	10,71	7	25,00
Çevre Mühendisliği	6	21,43	9	32,14
Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği	6	21,43	7	25,00
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği	6	21,43	12	42,86
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği	7	25,00	6	21,43
Endüstri Mühendisliği	4	14,29	9	32,14
Fizik Mühendisliği	7	25,00	11	39,29
Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği	6	21,43	6	21,43
Gıda Mühendisliği	7	25,00	10	35,71
Havacılık ve Uzay Mühendisliği	5	17,86	11	39,29
İmalat Mühendisliği	3	10,71	5	17,86
İnşaat Mühendisliği	7	25,00	8	28,57
İşletme Mühendisliği	3	10,71	8	28,57
Jeofizik Mühendisliği	4	14,29	5	17,86
Jeoloji Mühendisliği	3	10,71	9	32,14
Kimya Mühendisliği	8	28,57	17	60,71
Maden Mühendisliği	2	7,14	4	14,29
Makine Mühendisliği	12	42,86	15	53,57
Matematik Mühendisliği	8	28,57	10	35,71
Metalurji ve Malzeme Mühendisliği	3	10,71	4	14,29
Meteoroloji Mühendisliği	7	25,00	8	28,57
Moleküler Biyoloji ve Genetik Mühendisliği	6	21,43	11	39,29
Nanoteknoloji Mühendisliği	3	10,71	6	21,43
Tasarım Mühendisliği	11	39,29	13	46,43
Tekstil Mühendisliği	3	10,71	4	14,29
Uçak Mühendisliği	10	35,71	12	42,86
Uzay Mühendisliği	9	32,14	16	57,14
Yazılım Mühendisliği	6	21,43	14	50,00
Ziraat Mühendisliği	6	21,43	5	17,86

Tablo 4.57’de görüldüğü gibi öğrencilerin en çok tercih ettikleri mühendislik alanları Bilgisayar Mühendisliği (12), Makine Mühendisliği (12), Tasarım Mühendisliği (11) ve Uçak Mühendisliği (10) gibi güncel ve popüler alanlar olmuştur. En az tercih ettikleri mühendislikler ise Maden Mühendisliği (2), Nanoteknoloji Mühendisliği (3) ve Metalurji ve Malzeme Mühendisliği (4) gibi öğrencilerin çevrelerinden az duydukları mühendislikler olmuştur.

4.6. Bir Mühendisin Araştırma Defterine İlişkin Bulgular

Deney grubunun uygulama esnasında mühendisin araştırma defterine ait bulgulara bu bölümde yer verilmiştir. İlk kısımda beş bölümden oluşmakta olan Bir Mühendisin Araştırma Defteri’ne ait öğrenci cevapları; ikinci kısımda ise oluşturulan beş grubun Bir Mühendisin Araştırma Defteri’ne ait puanlaması belirtilmiştir.

Bir Mühendisin Araştırma Defteri beş bölümden oluşmakta ve ilk bölümü problem bulma aşaması olarak ifade edilmektedir. Beş grubun da verilen bilgi temelli hayat probleminin ne olduğunu ve neyi ifade ettiğini keşfettiği sonucuna varılmıştır. Üçüncü etkinlik olan “Basit Makineler” konusunda Yıkılmaz Mühendisler grubuna ait cevap Şekil 4.1’de gösterilmektedir.

• Mektupta anlatılan olaydaki problem durumu nedir?
Bazıları kahve makinesini tetras kullanma
sıhırlaması için anarılması

• Sevgili mühendisler, mektupta verilen problem durumu ile ilgili işletmeciyi ve ekibine ne gibi tavsiyelerde bulunursunuz?
Var olan kahve makinesinin etkililiğini
incelleyip nasıl çalıştığını tespit edip
yeni makine oluşturmaya tavsiye
ederiz.

• Siz mühendislerden beklenen görev nedir?
Bazıları kahve makinesini yeniden
tasarlamak

Şekil 4.1: Problem Bulma Bölümü Yıkılmaz Mühendisler Grubuna Ait Verilen Öğrenci Cevapları

Şekil 4.1 incelendiğinde son etkinlikte öğrencilerin verdiği yanıtta yola çıkarak tersine mühendislik uygulamalarının mantığını kavradığı ifade edilebilir.

Şekil 4.2: Olası Çözümleri Geliştirme Bölümü Geleceğin Fencileri Grubuna Ait Verilen Öğrenci Cevapları

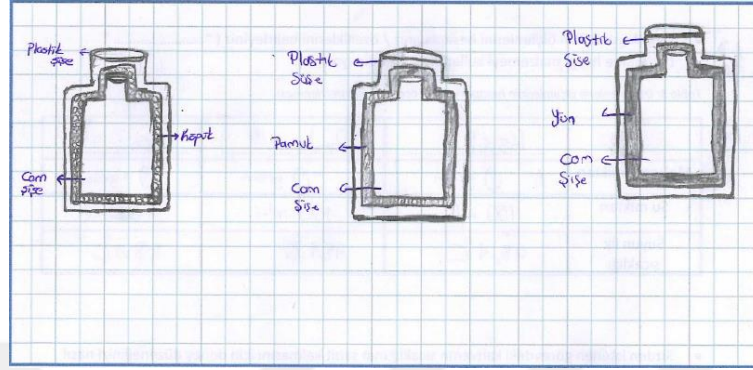
Şekil 4.2 incelendiğinde öğrencilere belli malzemeler verilmeden önce tasarım yapmaları beklendiğinde farklı fikirler ortaya çıkardıkları görülmektedir.

Üçüncü bölüm en uygun çözümü kararlaştırma aşaması olarak ifade edilmektedir. Üçüncü etkinlik olan “Basit Makineler” konusunda Siber Kimyacılar grubuna ait cevap Şekil 4.3’te gösterilmektedir.

Şekil 4.3 incelendiğinde öğrenciler ürünlerini tasarladıktan sonra malzemelerin neler olduğu söylenmiş; bunun sonucunda Siber Kimyacılar grubu malzeme olarak karton mukavva kullanacaklarını fakat deney standında tahta buldukları için ürünlerini tahtalar yardımıyla oluşturacaklarını ifade etmişlerdir. Bu bölüm ile öğrencilerin beklenmedik bir durum ile karşılaştıklarında alternatif yöntemler geliştirmeleri hedeflenmektedir. Beş grubun da yanıtları incelendiğinde hedefe ulaşıldığı tespit edilmiştir.

[illegible]

Dördüncü bölüm prototip oluşturma olarak ifade edilmektedir. İkinci etkinlik olan “Isı ve Sıcaklık” konusunda Geleceğin Mühendisleri grubuna ait cevap Şekil 4.4’te gösterilmektedir.



Şekil 4.4: Prototip Oluşturma Bölümü Geleceğin Mühendisleri Grubuna Ait Verilen Öğrenci Cevapları

Şekil 4.4 incelendiğinde öğrencilerin tasarladıkları prototipleri test etmeden önce çizimleri, grup içinde tartışmaları ve bir karara varmaları beklenmiştir. Bazı gruplar bu süreci hızlı bir şekilde oluştururken (örneğin; Yıkılmaz Mühendisler grubu), bazı gruplar için bu süreç biraz zaman almıştır (örneğin; Geleceğin Fencileri grubu). Bunun nedeni olarak da öğrencilerin farklı düşünceleri ve hangi düşünceye karar vermeleri konusunda uzlaşmaları için geçen sürenin etkili olduğu söylenebilir.

Beşinci bölüm prototipi test etme olarak ifade edilmektedir. Birinci etkinlik olan “Karışımlar” konusunda Mühendis Kızlar grubuna ait cevap Şekil 4.5’te gösterilmektedir.

Sizden beklenen görev:

- Tanecek boyutunun (temas yüzeyinin) çözünürlük hızına etki edip etmediğini tespit etmek sizin görevinizdir. Buna göre hangi müşterilerin kahvelerini hazırlamalısınız?

Fatma, İbrahim, Ethem

- Seçtiğiniz müşterilerin istekleri nelerdir?

Fatma: Yoğun ve sıcak bir kahve
İbrahim: hafif ve yumuşak içimli Sıcak bir kahve
Ethem: Orta yoğunlukta sıcak bir kahve

- Bu istekleri hazırlamak için değişkenlerinizi belirleyiniz.

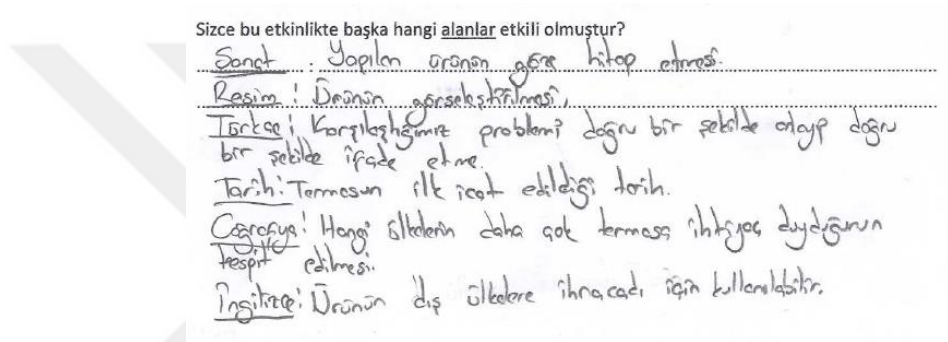
Tablo 2: BTHP’deki bağımlı, bağımsız ve kontrol / sabit değişkenlerin belirlenmesi

Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	Kontrol / Sabit Değişken
Tanecek boyutu	Kahvenin rengi Kahvenin tadı Çözünme hızı	Suyun sıcaklığı Kabin şekli Su ve kahvenin katlılığı

Şekil 4.5: Prototipi Test Etme Yıkılmaz Mühendisler Grubuna Ait Verilen Öğrenci Cevapları

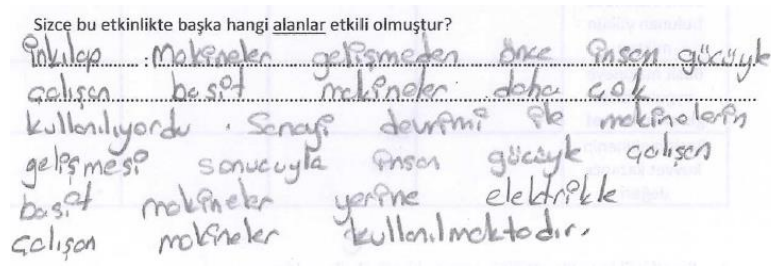
Şekil 4.5 incelendiğinde “Karışımlar” konusu prototipi test etme aşamasında bilgi temelli hayat problemi ile öğrencilerden beklenen görev doğrultusunda hangi müşteriye ait kahve hazırlanacak ise test edilmiştir. Ayrıca öğrencilerden bağımlı / bağımsız ve kontrol değişkenleri de belirlemeleri beklenmiştir. Tüm gruplar grup içi tartışma sonucunda hem hangi müşterinin kahvesini hazırlamaları gerektiğini hem de değişkenleri doğru tespit etmiştir.

Şekil 4.6’da “Isı ve Sıcaklık” konusunda disiplinler arası alan ilişkisine yönelik Geleceğin Mühendisleri grubuna ait verilen cevap görülmektedir.



Şekil 4.6: Disiplinler Arası Alan İlişkisine Yönelik Mühendisler Grubuna Ait Verilen Öğrenci Cevapları

Şekil 4.7’de “Basit Makineler” konusunda disiplinler arası alan ilişkisine yönelik Mühendis Kızlar grubuna ait verilen cevap görülmektedir.



Şekil 4.7: Disiplinler Arası Alan İlişkisine Yönelik Mühendis Kızlar Grubuna Ait Verilen Öğrenci Cevapları

Şekil 4.6 ve Şekil 4.7 incelendiğinde öğrencilerin etkinlik yapılan konuyla disiplinler arası alanları bağdaştırdığı tespit edilmiştir.

Tablo 4.58’de Bir Mühendisin Araştırma Defteri "Karışımlar" etkinliğine ait deney grubu bulgularına yer verilmektedir.

Tablo 4.58: Bir Mühendisin Araştırma Defteri "Karışımlar" Etkinliğine Ait Deney Grubu Bulguları

	Yıkılmaz Mühendisler	Mühendis Kızlar	Geleceğin Fencileri	Siber Kimyacılar	Geleceğin Mühendisleri
Problem Bulma (BTHP ilişkisi)	3	3	3	2	3
Etkinliğin ilgili meslek dalları	1	2	1	3	2
Görev dağılımı	3	2	2	3	3
Fikir Geliştirme	2	2	2	2	2
Uygun çözümü kararlaştırma	3	3	3	3	3
Prototipi çizme	2	3	3	2	3
Bağımlı / Bağımsız / Kontrol değişkenleri tespit etme	3	3	3	3	3
Ürün değerlendirme	3	3	3	3	3
Disiplinler arası alan ilişkisi	3	3	1	1	3
Toplam Puan	23	24	21	22	25

Tablo 4.58 incelendiğinde karışımlar konusunda çalışmaya katılan 5 grubun rubrikten aldıkları toplam puanlar birbirlerine yakın olduğu görünmüştür. Bu konuda en başarılı grup geleceğin mühendisleri olmuştur.

Tablo 4.59’da Bir Mühendisin Araştırma Defteri "Isı ve Sıcaklık" etkinliğine ait deney grubu bulgularına yer verilmektedir.

Tablo 4.59: Bir Mühendisin Araştırma Defteri "Isı ve Sıcaklık" Etkinliğine Ait Deney Grubu Bulguları

	Yıkılmaz Mühendisler	Mühendis Kızlar	Geleceğin Fencileri	Siber Kimyacılar	Geleceğin Mühendisleri
Problem Bulma (BTHP ilişkisi)	2	2	3	2	2
Etkinliğin ilgili meslek dalları	2	2	2	2	1
Görev dağılımı	3	2	3	3	3
Fikir Geliştirme	3	3	3	3	3
Uygun çözümü kararlaştırma	3	3	3	3	3
Prototipi çizme	3	3	3	3	3
Bağımlı / Bağımsız / Kontrol değişkenleri tespit etme	3	3	3	3	3
Ürün değerlendirme	3	3	3	3	3
Disiplinler arası alan ilişkisi	2	1	2	1	3
Toplam Puan	24	22	25	23	24

Tablo 4.59’da görülen “Isı-Sıcaklık” etkinliğinde en başarılı grup 25 puanla ‘Geleceğin Fencileri’ grubu olmuştur.

Tablo 4.60’da Bir Mühendisin Araştırma Defteri "Basit Makineler" etkinliğine ait deney grubu bulgularına yer verilmektedir.

Tablo 4.60: Bir Mühendisin Araştırma Defteri "Basit Makineler" Etkinliğine Ait Deney Grubu Bulguları

	Yıkılmaz Mühendisler	Mühendis Kızlar	Geleceğin Fencileri	Siber Kimyacılar	Geleceğin Mühendisleri
Problem Bulma (BTHP ilişkisi)	3	2	3	3	3
Etkinliğin ilgili meslek dalları	2	1	2	2	3
Görev dağılımı	3	3	2	3	3
Fikir Geliştirme	3	3	2	3	3
Uygun çözümü kararlaştırma	3	3	3	3	3
Prototipi çizme	2	2	2	2	2
Bağımlı / Bağımsız Kontrol değişkenleri tespit etme	3	3	3	3	3
Ürün değerlendirme	3	3	3	3	3
Disiplinler arası alan ilişkisi	2	1	3	2	3
Toplam Puan	24	21	23	24	26

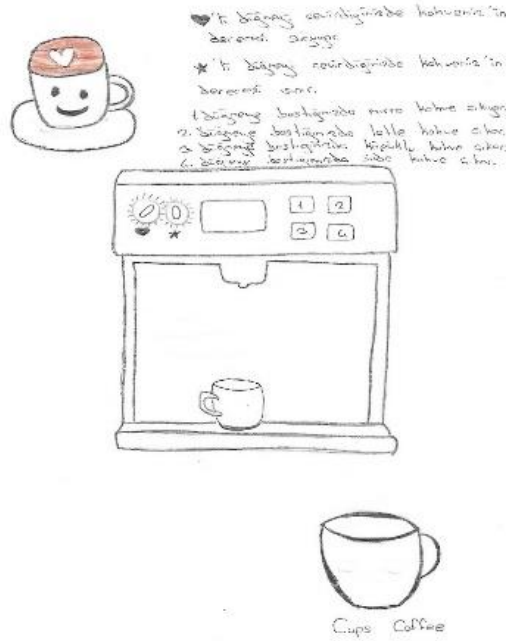
Tablo 4.60 incelendiğinde “Basit Makineler” etkinliğinde grupların aldıkları puanlar görülmektedir. Bu puanlara bakıldığında 26 puanla ‘Geleceğin Mühendisleri’ grubu olmuştur. Üç etkinlik sonucuna bakıldığında iki etkinlikte en yüksek puanı alan ‘Geleceğin Mühendisleri’ grubu en başarılı grup olmuştur.

4.7. Mühendislik Tasarımına İlişkin Bulgular

Öğrencilerin uygulama başlamadan önce ve uygulamadan sonra çizdikleri kahve makinesi prototipine yönelik ön ve son çizim ve puanlarına ait bulgulara bu bölümde yer verilmiştir.

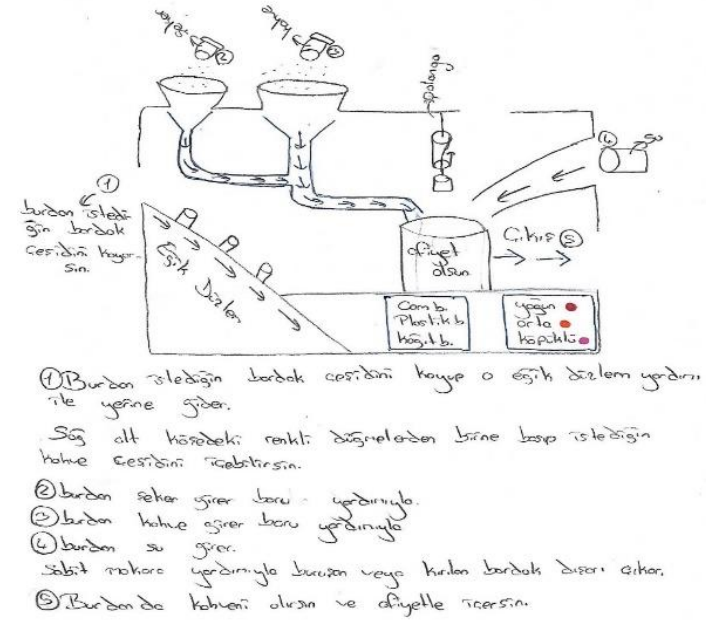
“ Geleceğin Fencileri” Grubu Ö₁₆ Öğrencisine Ait
Kahve Makinesi Çizimi

Ön Çizim



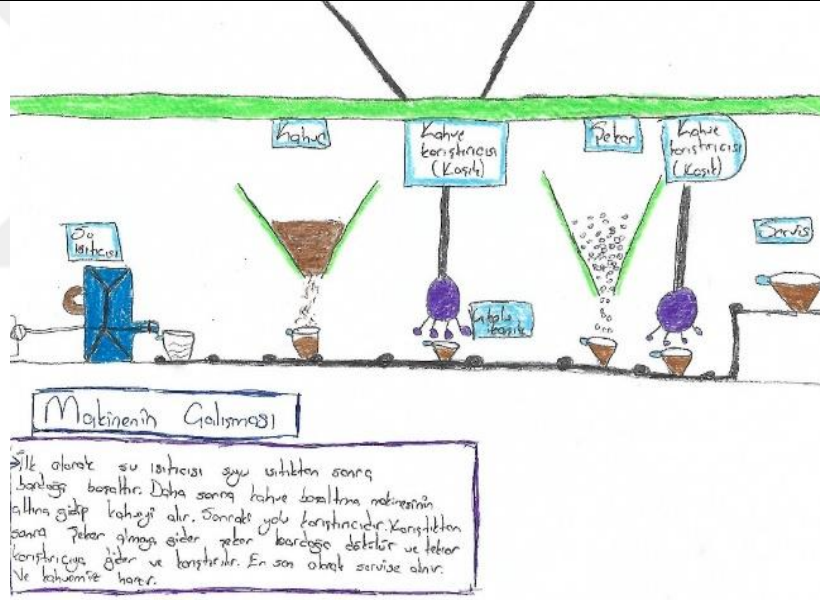
Ö16 ön çiziminde kahve makinesinin dış görünüşüne yer vermiş ve makinede bulunan düğmelerin ne işe yaradığından bahsetmiştir. Fakat makinenin çalışma prensibi ve iç düzeneği belirtilmemiştir.

Son Çizim



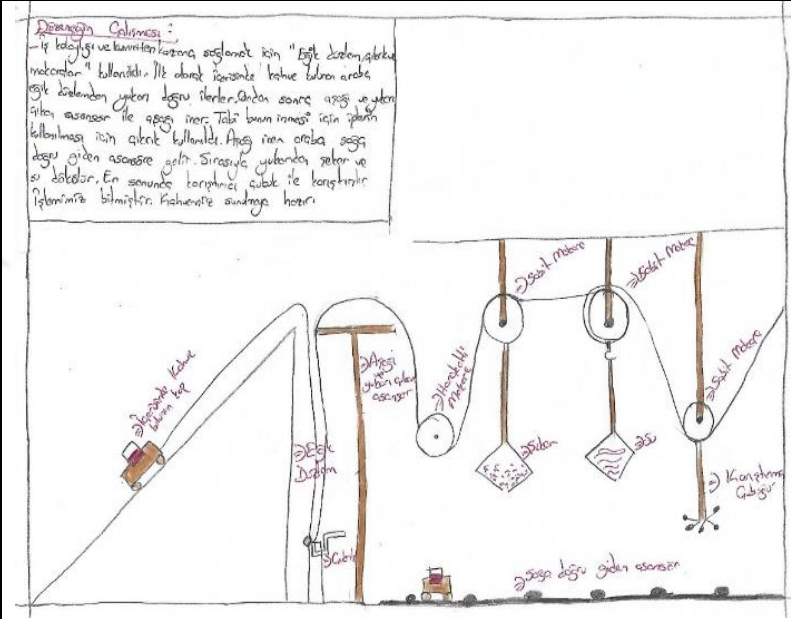
Ö8 son çiziminde kahve makinesinin iç görünümüne yer vermiş ve öğrencilerden istenildiği gibi basit makine (eğik düzlem, palanga) kullandığı görülmüştür. Ayrıca tasarladığı makinelerin iç düzeneğinin çalışma prensibi hakkında bilgilere adım adım yer verilmiştir.

Ön Çizim



Ö25 ön çiziminde kahve makinesinin iç düzeneğini çizmiştir. Bilimsel kavramlara (kahvenin hızlı çözünmesi için sıcak su, toz şeker ve karıştırıcı kullanımı) yer vermiştir. Tasarladığı makinesinin çalışma prensibini anlatmıştır.

Son Çizim



Ö25 son çiziminde ön testteki gibi kahve makinesinin iç düzeneğini çizmiştir. İç düzeneğinde çizdiği basit makineler (eğik düzlem, sabit ve hareketli makara) çalışma sistemini anlatmıştır. Basit makineleri kullanma sebebini iş kolaylığı ile bağdaştırmıştır. Tasarladığı düzeneğin çalışma prensibini anlatmıştır.

Tablo 4. 61’de beş gruba ait öğrencilerin ön ve son çizimleri ve bu çizimlere ait rubrik puanları görülmektedir. Buna göre Yıkılmaz Mühendisler (ön çizim 16, son çizim 21); Mühendis Kızlar (ön çizim 19, son çizim 20); Geleceğin Fencileri (ön çizim 16, son çizim 19); Siber Kimyacılar (ön çizim 17, son çizim 18); Geleceğin Mühendisleri (ön çizim 18, son çizim 21) puan almışlardır. Bu sonuçlara göre en başarılı grup Geleceğin Mühendisleri grubu olmuştur.

Tablo 4.62’de deney grubundaki öğrencilerin uygulama başlamadan önce ve uygulama başladıktan sonra çizdikleri kahve makinesi prototiplerine ait ön ve son çizim puanları yer almaktadır.

Tablo 4.62: Mühendislik Tasarımına İlişkin Öğrencilerin Kahve Makinesi Prototipi Ön ve Son Çizim Puanları

Grubun Adı	Öğrenci Adının Kodu	Ön Çizim Puanı	Son Çizim Puanı
Yıkılmaz Mühendisler	Ö ₁	16	21
	Ö ₂	16	20
	Ö ₃	16	20
	Ö ₄	18	20
	Ö ₅	16	21
	Ö ₆	16	18
Mühendis Kızlar	Ö ₇	14	18
	Ö ₈	19	20
	Ö ₉	10	19
	Ö ₁₀	12	13
	Ö ₁₁	14	19
	Ö ₁₂	14	19
Geleceğin Fencileri	Ö ₁₃	16	20
	Ö ₁₄	15	18
	Ö ₁₅	15	19
	Ö ₁₆	16	19
	Ö ₁₇	14	14
	Ö ₁₈	16	19
Siber Kimyacılar	Ö ₁₉	16	19
	Ö ₂₀	14	19
	Ö ₂₁	15	19
	Ö ₂₂	17	18
	Ö ₂₃	15	15
Geleceğin Fencileri	Ö ₂₄	15	19
	Ö ₂₅	18	21
	Ö ₂₆	13	20
	Ö ₂₇	14	20
	Ö ₂₈	15	20

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu bölümde tersine mühendislik uygulamalarının 8. Sınıf öğrencilerinde akademik başarısına, problem çözme becerisine, STEM tutum ve algısına, mühendislik alanına etkisinin sonucu ve tartışmasına yer verilmiştir.

5.1.1. Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde Akademik Başarılarına Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışmalar

Tersine mühendislik uygulamalarının 8. Sınıf öğrencilerinde akademik başarılarına etkisini tespit etmek amacıyla deney ve kontrol grubuna uygulama öncesi ve sonrasında “Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi” uygulanmıştır. Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçlarından bilgi düzeylerinin benzer olduğu tespit edilmiş; uygulama sonrasında ise deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Fen Bilimleri Akademik Başarı Testi” son test puanlarının farklı düzeyde olduğu; anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. FBABT üç konudan oluşmaktaydı. Bunlar: Karışımlar, Isı ve Sıcaklık, Basit Makineler başlığı altında toplanmıştır. Üç konudan oluşan testin deney grubu öğrencilerine ait ön ve son testler arasında anlamlı fark olduğu; kontrol grubu öğrencilerine de ait ön ve son testler arasında anlamlı fark olduğu analiz edilmiştir. Fakat deney grubunun başarı yüzdeleri kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; kontrol grubu öğrencileri kendi içinde karşılaştırıldığında “Karışımlar” konusu ön test puanlarının ortalaması 12,79 ve son test puanlarının ortalaması 13,71; deney grubu öğrencileri kendi içinde karşılaştırıldığında “Karışımlar” konusu ön test puanlarının ortalaması 12,79 ve son test puanlarının ortalaması 18,82 olduğu analiz edilmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğrenciler 8. Sınıf öğrencileri olduğundan 2018-2019 öğretim yılı sonunda girecekleri Liselere Giriş Sınavı (LGS) etkili olduğu söylenebilir. Çünkü her iki gruptaki öğrenciler LGS’ye hazırlanan bir gruptur. Sınav başarısını arttırmak için bu gruptaki çoğu öğrencinin okul dışı etüt ve destekleme yetiştirme kursuna (DYK) katıldığı bilinmektedir. Bu sonuca bakılarak, tersine mühendislik uygulamalarının yapılandırmacı öğretime göre akademik başarı açısından daha etkili olduğu söylenebilir. Cohen’in (1988) etki büyüklüğü değerlendirme kriterleri göz önüne alındığında, kontrol grubunda orta düzeyde bir artış

meydana gelirken, deney grubundaki artışın önemli bir etki büyüklüğüne sahip olduğu söylenebilir. Bu durum uygulamanın yapıldığı deney grubunun da kontrol grubunun da başarılarında artış olduğu; ancak deney grubundaki öğrencilerin fen bilimleri akademik başarılarındaki artışın kontrol grubundaki öğrencilerin fen başarılarındaki artıştan daha fazla olduğunu göstermektedir. Alanyazın incelendiğinde Wood, Jensen, Bezdek & Otto (2001) tersine mühendislik kavramını geliştirmeye ve uygulamaya çalışmışlardır. Öğrencilerin tersine mühendislik projelerine çok olumlu tepki verdiklerini, çünkü ürün tasarlama hakkında bir deneyim edinmelerini sağladıklarını tespit etmişlerdir. Bunun sonucunda tersine mühendislik ve yeniden tasarımı öğrencilerin derslerde heyecanını ve öğrenmelerini arttırmak için bir köşe taşı olarak görmüşlerdir. Kennedy, Lee, & Fontecchio (2016) yaptıkları çalışmada origami yardımıyla STEAM yaklaşımının tersine mühendislik uygulamaları ile entegre edilmesi sayesinde öğrencilerin uzamsal düşünme ve bilişsel becerilerin geliştirildiği tespit edilmiştir. Bull, Standish & Tyler-Wood (2016) yaptıkları araştırmada tersine mühendislik uygulamaları ile öğrencilerin icatların ilgi çekici hikayesiyle bilimi, mühendisliği ve tasarımı öğrenebilmeleri hedeflenmiştir. Ön ve son test ile çalışma sonucunda mühendislik öğrencilerinin dört puan daha kazandığını ve ortalama olarak ünitenin başında olduğundan iki harf notu daha yüksek aldığı sonucuna varmışlardır.

5.1.2. Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde Problem Çözme Becerisi Üzerine Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışmalar

Tersine mühendislik uygulamalarının 8. Sınıf öğrencilerinde problem çözme becerisi üzerine etkisini tespit etmek amacıyla deney ve kontrol grubuna uygulama öncesi ve sonrasında “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” uygulanmıştır. Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçlarından bilgi düzeylerinin benzer olduğu tespit edilmiş; uygulama sonrasında ise deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri” son test puanlarının farklı düzeyde olduğu; anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Envanterin deney grubu öğrencilerine ait ön ve son testler arasında anlamlı fark olduğu; kontrol grubu öğrencilerine de ait ön ve son testler arasında anlamlı fark olduğu analiz edilmiştir. Fakat deney grubunun başarı yüzdeleri kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; kontrol grubu öğrencileri kendi içinde karşılaştırıldığında ön test puanlarının ortalaması 87,39 ve son test puanlarının ortalaması 88,46; deney grubu

öğrencileri kendi içinde karşılaştırıldığında ön test puanlarının ortalaması 83,11 ve son test puanlarının ortalaması 98,93 olduğu tespit edilmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğrenciler 8. Sınıf öğrencileri olduğundan bu yaş grubundaki öğrencilerin fikirleri ve tutumları değişebilmektedir. Okula, derse veya öğretmene olan ilgi ve meraktan dolayı problem çözme becerileri değişebilir. Fakat öğrencilerin tutumu kısa sürede hızla değişen bir yapı değildir. Analiz sonuçlarında da kontrol grubunda %1,2 artış; deney grubunda %19,0 artış görülmektedir. Bu sonuçtan yola çıkarak deney grubunun kontrol grubuna göre uygulama sonunda problem çözme becerilerinin daha arttığı sonucuna varılabilir. Bu sonuca bakılarak, tersine mühendislik uygulamalarının yapılandırmacı öğretime göre problem çözme becerilerinde daha etkili olduğu söylenebilir. Alanyazın incelendiğinde Griffin, Kaplan, & Burke (2012) tersine mühendislik uygulamalarının öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerine olumlu yönde katkısı olduğu ifade etmektedirler. Rogers (2013)'ın tersine mühendislik uygulamaları ile yürüttüğü çalışmada bir kız öğrencinin ifadesi "... şimdi bir sorunu nasıl analiz edeceğimi ve nasıl düşüneceğimi biliyorum" olarak belirlenmiştir. Buradan şu belirtilebilir ki tersine mühendislik uygulamaları öğrencilerin problem çözme ve analitik düşünme becerilerini olumlu yönde etkilediği ifade edilebilir.

5.1.3. Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde STEM Tutumlarına Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışmalar

Tersine mühendislik uygulamalarının 8. Sınıf öğrencilerinde STEM tutumları üzerine etkisini tespit etmek amacıyla deney ve kontrol grubuna uygulama öncesi ve sonrasında "STEM Tutum Testi" uygulanmıştır. Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçlarından bilgi düzeylerinin benzer olduğu tespit edilmiş; uygulama sonrasında ise deney ve kontrol grubu öğrencilerinin "STEM Tutum Testi" son test puanlarının farklı düzeyde olduğu; anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Testin deney grubu öğrencilerine ait ön ve son testler arasında anlamlı fark olduğu; kontrol grubu öğrencilerine de ait ön ve son testler arasında anlamlı fark olduğu analiz edilmiştir. Fakat deney grubunun başarı yüzdeleri kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; kontrol grubu öğrencileri kendi içinde karşılaştırıldığında ön test puanlarının ortalaması 137,68 ve son test puanlarının ortalaması 139,57; deney grubu öğrencileri kendi içinde karşılaştırıldığında ön test puanlarının ortalaması 137,93 ve son test puanlarının ortalaması 161,89 olduğu tespit

edilmiştir. Analiz sonuçlarında da kontrol grubunda %1,2 artış; deney grubunda %19,0 artış görülmektedir. Bu sonuçtan yola çıkarak deney grubunun kontrol grubuna göre uygulama sonunda STEM tutumunun daha arttığı sonucuna varılabilir. Bu sonuca bakılarak, tersine mühendislik uygulamalarının yapılandırmacı öğretime göre STEM tutumunda daha etkili olduğu söylenebilir. Alanyazın incelendiğinde Ricks (2006), bilim kampında STEM eğitimi alan öğrencilerin fene karşı tutumlarında anlamlı bir artış olduğu sonucuna ulaşmıştır. West, Sickel & Cribbs (2015) tersine mühendislik uygulamalarıyla ilgili yaptıkları çalışmada fen ve mühendislik uygulamalarının sürekli entegrasyonu sayesinde öğrencilerin her iki çalışma alanında da daha fazla yetkinlik geliştirebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Kennedy, Lee, & Fontecchio (2016) yaptıkları çalışmada origami yardımıyla STEAM yaklaşımının tersine mühendislik uygulamaları ile entegre edilmesi sayesinde öğrencilerin STEAM konularını ayrı ayrı öğrendikleri sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.4. Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde STEM Algılarına Etkisi ile İlgili Sonuç ve Tartışmalar

Tersine mühendislik uygulamalarının 8. Sınıf öğrencilerinde STEM algıları üzerine etkisini tespit etmek amacıyla deney ve kontrol grubuna uygulama öncesi ve sonrasında “STEM Algı Testi” uygulanmıştır. Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test sonuçlarından bilgi düzeylerinin benzer olduğu tespit edilmiş; uygulama sonrasında ise deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “STEM Algı Testi” son test puanlarının farklı düzeyde olduğu; anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Testin deney grubu öğrencilerine ait ön ve son testler arasında anlamlı fark olduğu; kontrol grubu öğrencilerine de ait ön ve son testler arasında anlamlı fark olduğu analiz edilmiştir. Fakat deney grubunun başarı yüzdeleri kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; kontrol grubu öğrencileri kendi içinde karşılaştırıldığında ön test puanlarının ortalaması 133,54 ve son test puanlarının ortalaması 134,68; deney grubu öğrencileri kendi içinde karşılaştırıldığında ön test puanlarının ortalaması 141,00 ve son test puanlarının ortalaması 158,11 olduğu tespit edilmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğrenciler 8. Sınıf öğrencileri olup bu yaş grubundaki öğrencilerin fikirleri ve tutumları değişebilmektedir. Okula, derse veya öğretmene olan ilgi ve meraktan dolayı STEM algıları değişebilir. STEM algıları tespit edilirken beş tane alan incelenmiştir. Bunlar; fen, matematik, mühendislik, teknoloji ve

fen, matematik, mühendislik, teknoloji kariyeri (mesleği) alanlarıdır. On haftalık bir süreçte öğrencilerin bu alanlara olan ilgilerinin değişmesi (artması veya azalması) için bu zamana kadar yapılan öğretim dışında bir uygulama denenmelidir. Çünkü ortalama olarak bakılacak olunursa öğrencilerin bir derse veya alana olan tutum ve ilgileri aynı öğretim sürecinde pek değişmemektedir. Analiz sonuçlarında da kontrol grubunda %0,85 artış; deney grubunda %12,14 artış tespit edilmiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak deney grubunun kontrol grubuna göre uygulama sonunda STEM algıları üzerine daha arttığı sonucuna varılabilir. Bu sonuca bakılarak, tersine mühendislik uygulamalarının yapılandırmacı öğretime göre STEM algılarında daha etkili olduğu söylenebilir. Alanyazın incelendiğinde bu araştırmada kullanılan STEM Algı Testi’ni Knezek, Christensen, Tyler-Wood, & Gibson (2013) yaptığı çalışmadan proje tabanlı eğitim alan ortaokul öğrencilerinin matematikle ilgili algılarının olumlu yönde olduğunu ve STEM alanlarıyla ilgili kariyer algılarının geliştiğini belirtmişlerdir. STEM Algı Testi ile yapılan başka bir araştırma Miller ve Philips (2014) yapmış olduğu çalışma olup STEAM kamp programının ortaokul öğrencilerinin mühendisliğe yönelik algılarında artış oluşturduğu sonucuna varmışlardır. Kennedy, Lee, & Fontecchio (2016) yaptıkları çalışmada origami yardımıyla STEAM yaklaşımını tersine mühendislikten de yararlanarak ele almakta; çalışmanın sonucunda her iki grubun da tersine mühendisliğe karşı ilgilerinin olumlu yönde olduğunu tespit etmişlerdir.

5.1.5. Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde Mühendislik Alanına Yönelik Sonuç ve Tartışmaları

Tersine mühendislik uygulamalarında mühendislik alanına yönelik çalışmalar deney grubu ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Deney grubuna MABF ön ve son testleri uygulanmıştır. Bu formda yer alan mühendislik mesleğini gelecekte seçmeye yönelik ön test cevaplarında öğrencilerin %71,43’ü “Evet”, %3,57’si “Belki” ve %25’i “Hayır” cevabını vermiş olup son test cevapları incelendiğinde %89,29 “Evet”, %10,71 “Belki” cevabına rastlanmış olup hiçbir öğrenci “Hayır” cevabını vermemiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak tersine mühendislik uygulamalarının öğrencilerin gelecekte mühendislik mesleğini seçme olasılıklarının arttığı sonucuna varılabilir. Gelecekte hangi mühendislik alanlarına yönelik meslek seçimine ati soru öğrencilere yöneltildiğinde ön testte en yüksek ilk beş puandaki mühendislik alanları; Makine Mühendisliği ve Bilgisayar Mühendisliği (12 puan), Tasarım Mühendisliği (11 puan), Uçak

Mühendisliği (10 puan), Uzay Mühendisliği ve Astronomi Mühendisliği (9 puan), Kimya Mühendisliği ve Matematik Mühendisliği (8 puan) görülmektedir. Son testte en yüksek ilk beş puandaki mühendislik alanları; Kimya Mühendisliği (17 puan), Uzay Mühendisliği (16 puan), Makine Mühendisliği (15 puan), Yazılım Mühendisliği (14 puan), Tasarım Mühendisliği (13 puan) olarak belirlenmiştir. Alanyazın incelendiğinde Knight ve Cunningham (2004) 3. sınıftan 12. sınıfa kadar toplamda 384 öğrencinin çalışan bir mühendis çizimlerini istenen araştırmalarında öğrencilerin en çok çizdikleri beş kategorinin sırasıyla; “inşa eden, tamir eden, tasarlayan, yaratan, tren kullanan” şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. Gülhan (2015) yaptığı çalışmada 5. Sınıf öğrencilerine “Mühendis kimdir?” sorusunu yöneltip öğrencilerden mühendis çizimleri beklenmiştir. Çizimlerden elde edilen sonuçlar deney grubu öğrencilerinin 20’sinin (%71,5) gelişim gösterenler kategorisinde, 8’inin (%28,5) gelişim göstermeyenler kategorisinde yer aldığını belirlenmiştir. Bu bulgulara dayanarak STEM etkinliklerinin öğrencilerin mühendislik algılarını ve STEM alanlarındaki meslekleri seçme isteklerini genel olarak doğru yönde geliştirdiği sonucuna varmıştır. Schnittka (2009) mühendislik tasarım faaliyetlerinin ortaokul öğrencilerinin mühendisliğe karşı tutumlarının ve mühendislikle ilgili bilgilerinin arttığını tespit etmiştir. Kennedy, Lee, & Fontecchio (2016) yaptıkları çalışmada origami yardımıyla STEAM yaklaşımının tersine mühendislik uygulamaları ile entegre edilmesi sayesinde öğrencilerin mühendisliğin ne olduğunu öğrendikleri sonucuna varılmıştır. Dempere (2009) yaptığı araştırmada malzeme bilimi ve mühendisliği bölümü lisans programındaki öğrenciler malzemenin yapısı ve yapısal analiz tekniklerinin önemini anlamada dersin daha anlamlı ve değerli olduğunu belirtmişlerdir. Boyette (t.y.) tersine mühendislik uygulamalarıyla yaptığı çalışmada uygulamadan önce öğrencilerin yüzde 85’inden fazlası mühendislik sınavının temellerini alıp geçmesine rağmen çoğu öğrencilerin mühendislik alanında kariyer yapmak istemediği; uygulamadan sonra ise tersine mühendislik konusundaki uygulamalar yardımıyla neredeyse tüm öğrencilerin bu çalışmayı çok faydalı bir alıştırma olarak gördüğü tespit edilmiştir.

Bu çalışmada öğrencilerin çizdikleri kahve makinesi prototiplerinden yola çıkarak ön çizimlerinde genellikle kahve makinesinin dış kısmı çizilmeye çalışılırken son çizimlerde kahve makinesinin iç kısmına ve çalışma prensibine yönelik çizimler olduğu belirlenmiştir. Buradan yola çıkarak tersine mühendislik uygulamalarının öğrencilerin

izmiş oldukları kahve makine prototipleri incelendiğinde n çizimlerinde bütüncül düşünme yaklaşımı görülürken son çizimleri analitik düşünme yaklaşımının ön planda olduğu sonucuna ulaşılabilir.

5.2. neriler

Bu bölümde araştırma sonucunda elde edilen bulgu ve sonuçlardan yola çıkararak gelecekte yapılacak çalışmalar ve ğretim ortamlarında verimi arttırabilecek yeni düzenlemeler için hem araştırmacılara hem de öğretmenlere önerilerde bulunulmuştur.

5.2.1. Araştırmacılara ve ğretmenlere Yönelik neriler

1. Mühendislik uygulamalarının bir kolu olan tersine mühendislik uygulamalarına Fen Bilimleri dersinde yer verilebilir. Tersine mühendislik kısaca var olan bir sistem, cihaz ya da nesnenin üretim aşamalarını da içerecek şekilde tasarım ve işlevsel özelliklerinin analiz edilmesi durumudur. Bu çalışmada tersine mühendislik uygulamalarına yön vermesi için kahve makinesi seçilmiştir. Böylece öğrencilerden var olan kahve makinesinin özelliklerini, işlevini, yapısını analiz edip sistemi ilk önce parçalarına ayırıp düşünmesi sonra da parçalardan kendi oluşturacağı fikir sayesinde bütüne gitmesi beklenmiştir. Parçalara ayırma ve sonra tekrar bütüne ulaşma sürecinde aynı zamanda öğrencilerinden fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve diğer alanlar ile ilişki kurması hedeflenmiştir. alışmasında tersine mühendislik uygulamalarına yer vermek isteyen araştırmacı bir buluş (rneğin; saç kurutma makinesi, tost makinesi gibi) sayesinde fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) + sanat (STEAM) veya diğer alanlara da yer vererek (disiplinler arası) ğrencilerin bilgi, beceri, tutum ve tutumlarını tespit edebilir.
2. Tersine mühendislik uygulamaları, Fen Bilimleri dersinde öğrenilen bilgilerin günlük hayata transfer edilmesine imkn sağlayabilir. Bu doğrultuda öğrencilerin fen öğrenimlerini anlamlı hale getirmek için tersine mühendislik uygulamalarına yer verilmelidir.
3. Yapılan bu araştırmada Fen Bilimleri dersi 7. sınıf düzeyinden “Karışımlar” konusu ve 8. sınıf düzeyinden “Isı ve Sıcaklık” ve “Basit Makineler” konuları seçilip 8. sınıf öğrencilerine yönelik tersine mühendislik uygulamaları ile

gerçekleştirilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda farklı sınıf düzeyleri ve/veya ünite/konu kapsamında tersine mühendislik uygulamaları geliştirilebilir.

4. Tersine mühendislik uygulamaları geleneksel yönteme göre daha fazla zaman alan bir uygulamadır. Sınırlı ders saatlerinde yöntemin verimli bir şekilde kullanılabilmesi için uygulama öncesi planlamanın iyi bir şekilde yapılması gerekir. Bu amaçla uygulama süresinin belirlenmesi ve uygulama esnasında olası problemlerin öngörülmesi için pilot uygulama yapılması hem araştırmacı hem de uygulamaya katılan öğrenciler açısından yararlı olacaktır.
5. Tersine mühendislik uygulamaları bu araştırmada on hafta süre boyunca ve her bir uygulama üç hafta sürmüştür. Gelecekte yapılacak uygulamaların süresi daha da uzatılabilir.
6. Bu çalışmaya katılacak öğrenciler seçilirken gönüllülük esas alınmıştır. Uygulama Şanlıurfa ili Eyyübiye ilçesinde yapılmıştır. Bu ilçedeki çoğu okulun sınıf mevcudu fazladır. Uygulamanın yapıldığı okulun 8. Sınıf listelerinde öğrenci sayıları 40 ile 60 arasında değişmekte olup okuldaki en kalabalık sınıf 77 kişi (5. Sınıf) olarak tespit edilmiştir. Böyle kalabalık okullarda hem sınıftaki tüm öğrencilerin uygulamaya katılmaya istekli olma durumu hem de öğrencilerin aşına olmadığı bir uygulamaya yer vermek uygulamanın değerlendirilmesini etkileyeceğinden uygulamaya gönüllü olan öğrencilerin katılması daha verimli olacaktır. Bu sebeple uygulama okul dışı faaliyet olarak veli izni de alınmak kaydı ile uygulanmıştır. Kalabalık bir okulda çalışacak araştırmacılar da öğrenci gönüllülüğü ve veli izni ile uygulamalarını verimli bir şekilde gerçekleştirebilir.
7. Fen Bilimleri programındaki çoğu konular için tersine mühendislik uygulamalarında yazılan bilgi temelli hayat problemleri geliştirilebilir.
8. Bu araştırmada tersine mühendislik uygulamaları için gerekli olan malzemeler kolay bulunabilecek, basit malzemeler seçilmeye çalışılmıştır. Çünkü yapılacak çalışmanın her kesime (köy okulu, devlet okulu, özel okul vb.) hitap etmesi için çalışılırsa uygulama alanı arttırılmış olur.
9. Tersine mühendislik uygulamalarına geçilmeden önce öğrencilere tersine mühendisliğin tanımı, özellikleri ve uygulamaları hakkında bilgi verilmesi ve

ihtiyaç duyacakları ön becerileri kazandırmak için rehberlik yapılması öğrencinin uygulama sırasındaki istekliliğini ve verimini arttırabilir.

10. Tersine mühendislik uygulamalarında incelenen ürün maketi veya modeli getirilip öğrencilerin inceleme, parçalama, sökme gibi işlemler yapılması sağlanabilir. Bu çalışmanın odak noktası kahve makinesi idi. Kahve makinesinin çalışma prensibi, yapısı, içindeki malzemeler hakkında bilgi toplanırken videolardan yararlanıldı.
11. Mühendislik uygulamaları çalışmalarda genellikle fizik ve kimya alanına yönelik uygulamaları içermektedir. Biyoloji alanına (genetik mühendisliği, biyoteknoloji) yönelik uygulamalara da yer verilebilir.

5.2.2. Uygulama Sürecinde Yönelik Öneriler

1. Bu çalışmanın ilk etkinliğinde öğrencilerin yaptıkları kahveyi test etmesi istenmiştir. Bazı öğrencilerin kahveye alerjisi olabilir veya velisi izin vermeyebilir. Bu sebeple veli izin belgesi ve öğrenci isteği göz önünde bulundurulmalıdır. Eğer kahve seçilemiyorsa alternatif olarak başka içecekler (çay, meyve suyu gibi) seçilebilir.
2. Oluşturulan ürünü test etme (kahveyi içme gibi) hijyenik bir ortamda yapılmalı, öğrencinin sağlığı göz önünde bulundurulmalıdır.
3. Öğrencilerin oluşturdukları grup ve grup içindeki görev dağılımı öğrencilere bırakılmalı ve araştırmacıdan yardım istendiğinde demokratik bir şekilde yapılmasına teşvik edilmelidir.

KAYNAKÇA

- Akgündüz, D. (2018a). İlkokul ve Ortaokul Fen Bilimleri Eğitiminde STEM Eğitimi Uygulamaları. Akgündüz, D. (Ed.). *Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi*. (169-200). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Akgündüz, D. (2018b). STEM Eğitiminin Kuramsal Çerçevesi ve Tarihsel Gelişimi. Akgündüz, D. (Ed.). *Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi*. (19-49). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M.S., Öner, T. vd. (2015). *STEM Eğitimi Türkiye Raporu*. (Sertifika No: 15434). İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Altaş, S. (2018). *STEM Eğitimi Yaklaşımının Sınıf Öğretmeni Adaylarının Mühendislik Tasarım Süreçlerine, Mühendislik ve Teknoloji Algılarına Etkisinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Muş Alparslan Üniversitesi, Muş.
- Anagün, Ş. S., Atalay, N., Kılıç, Z. ve Yaşar, S. (2016). Öğretmen Adaylarına Yönelik 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlilik Algıları Ölçeğinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40, 160-175.
- Atalay, N., Anagün, Ş.S., Kumtepe, E.G. (2016). Fen Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun 21. Yüzyıl Becerileri Boyutunda Değerlendirilmesi: Yavaş Geçişli Animasyon Uygulaması. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 405-424.
- Aytac, A., Türker, S., Bozkaya, T., Üçüncü, Z. (2018). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Fen Bilimleri 8. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Tutku Yayıncılık.
- Batni, S., Jain, M.L. & Tiwari, A. (2010). Reverse engineering: a brief review. *International Journal on Emerging Technologies* 1(2), 73-76.
- Bender, W. N. (2018). *20 Strategies for STEM Instruction [STEM Öğretimi İçin 20 Strateji]*. (Durmuş, S., İpek, A. S. ve Yıldız, B., Çev. Ed.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık.
- Berbercuma, G. (2006). *Üç Boyutlu Tarayıcılar ile Veri Toplanması ve CAD Ortamına Değişik Formatlarda Aktarılması*. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Gebze.
- Boyette, M.D. (t.y.). Using Reverse Engineering in the Classroom to Teach Creativity. Erişim: 26 Haziran 2019, <http://se.asee.org/proceedings/ASEE2004/P2004001adminBOY.pdf>
- Bozkurt Altan, E. (2017). Disipliner Yapıdaki Derslerde STEM Eğitimi: Tasarım Temelli Öğrenme ve Probleme Dayalı STEM Uygulamaları. Çepni, S. (Ed.). *Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi*. (165-201). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Brunsell, E. (2012) The engineering design process. Brunsell, E. (Ed.) *Integrating engineering + science in your classroom* (3-5). Arlington, Virginia: National Science Teacher Association [NSTA] Press.

- Bull, G., Standish, N. & Tyler-Wood, T. (2016). Teaching Science and Engineering through Reconstruction of Historic Inventions. *2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies*.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2014). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education. *Science* 329(5995), 996. doi: 10.1126/science.1194998
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (Second Edition)*. Hillsdale, NJ:Erlbaum.
- Creswell, J. M. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks: Sage.
- Cresswell, J. W. & Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting mixed method research*. London: Sage Publications.
- Creswell, J. W. & Plano Clark, V. L. (2014). *Karma yöntem araştırmaları: Tasarımı ve Yürütülmesi*. (Y. Dede ve S. B. Demir, Çev. Ed.). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Çavaş, B. Bulut, Ç. Holbrook, J. ve Rannikmae, M. (2013). Fen Eğitimine Mühendislik Odaklı Bir Yaklaşım: Engineer Projesi ve Uygulamaları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1),12-22.
- Çavaş, P ve Çavaş, B. (2018). STEM Eğitiminde Mühendislik Uygulamaları. Akgündüz, D. (Ed.). *Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram ve Uygulamada STEM Eğitimi*. (113-133). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Çetin, M., Şatıroğlu, G. Ve Yanık, S. (2018). *İlkokul Fen Bilimleri 4. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Ata Yayıncılık.
- Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilen STEM Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılık Düzeylerine, STEM Disiplinlerini Anlamalarına ve STEM Mesleklerini Fark Etmelerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize.
- Çiğdem, C, Minoğlu Balçık, G. ve Karaca, Ö. (2018). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Fen Bilimleri 6. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Sevgi Yayınları
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM Eğitimi Makale Çağrı Mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M. & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for ducating our teachers in the age of innovation. *Education and Science*, 39 (171), 74-85.
- Çorlu, M.S. ve Çallı, E. (2017). *STEM Kuram ve Uygulamalarıyla Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi (2. bs.)*. İstanbul: Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık.
- Dede, C. (2009). Comparing Frameworks for 21st Century skills. 21st Century skills. Erişim Tarihi: 14 Mayıs 2017. http://watertown.k12.ma.us/dept/ed_tech/research/pdf/ChrisDede.pdf.

- Demirçalı, S. ve Alkan, B. (2018). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Fen Bilimleri 6. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Demirkazan, Y. K., Kalik, G. ve Öcal, K. (2018). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Fen Bilimleri 7. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Dempere, L. A. (2009). Reverse engineering as an educational tool for sustainability. *2009 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology*.
- Drake, S. M. & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. ASCD.
- Eder, W.E. (1995). "Learning Design — Advantages For Procedures" *ASEE Annual Conference Proceedings*, pp. 1775-1779. Erişim: 10 Temmuz 2019, https://www.researchgate.net/profile/Wolfgang_Eder3/publication/279998538_Learning_Design-Advantages_For_Procedures/links/55a287cb08aec9ca1e64f629/Learning-Design-Advantages-For-Procedures.pdf
- Eilam, E. (2005). *Reversing: Secrets of Reverse Engineering*. Indiana: Wiley Publishing, Inc.
- Engineering is Elementary. (t.y.). Erişim: 16 Temmuz 2019, <https://www.eie.org/overview/engineering-design-process>
- Ercan, Y., Akan, R., Doğan, M., Sarı, Ö. (2018). *İlkokul Fen Bilimleri 4. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Ercan, S. (2014). *Fen Eğitiminde Mühendislik Uygulamalarının Kullanımı: Tasarım Temelli Fen Eğitimi*. Doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Feisel, L. D. & Rosa, A. J. (2005). The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 121-130.
- Fraenkel, J. R. & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education. (Sixth Edition)*. New York: Mc Graw Hill Higher Education.
- Gezer, İ. (2018). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Fen Bilimleri 7. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Aydın Yayıncılık.
- Griffin, J., Kaplan, E. & Burke, Q. (2012). Debug'ems and Other Deconstruction Kits for STEM Learning. *IEEE 2nd Integrated STEM Education Conference*.
- Gülhan, F. (2015). *Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik Entegrasyonunun (STEM) 5. Sınıf Öğrencilerinin Algı, Tutum, Kavramsal Anlama ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi*, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H. ve Kavak, N. (2017). The Opinions of Prospective Science Teachers Regarding STEM Education: The Engineering Design Based Science Education. *GEFAD / GUJGEF*, 37(2), 649-684.
- Jolly, A. (2014). Six characteristics of great STEM Lesson. Education Week. Erişim: 23 Haziran 2019, https://www.edweek.org/tm/articles/2014/06/17/ctq_jolly_stem.html
- Karcı, M. (2018). *STEM Etkinliklerine Dayalı Senaryo Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının (STÖY) Öğrencilerin Akademik Başarıları, Meslek Seçimleri ve Motivasyonları*

Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

- Kennedy, J., Lee, E., & Fontecchio, A. (2016). STEAM approach by integrating the arts and STEM through origami in K-12. *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*.
- Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T. & Gibson, D. (2015). Gender differences in conceptualizations of STEM career interest: Complementary perspectives from data mining, multivariate data analysis and multidimensional scaling. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 16(4), 13-19.
- Knight, M. & Cunningham, C. M. (2004). *Draw an engineer test (DAET): Development of a tool to investigate students' ideas about engineers and engineering*. Proceedings of the 2004 ASEE annual conference and exposition, Salt Lake City, Utah.
- Li, Y., Huang, Z., Jiang, M. & Chang, T. W. (2015). *The Effect on Pupils' Science Performance and Problem-Solving Ability through Lego: An Engineering Design-based Modeling Approach*. 19(3), 143–156.
- Looijenga, A., Klapwijk, R. & Vries, M. J. (2014). International Journal of Technology and Design Education [Electronic version]. Vries, M. J. (Ed.). *The effect of iteration on the design performance of primary school children* (s. 1-23).
- Massachusetts Department of Education. (2006). *Massachusetts science and technology/engineering curriculum framework*. Malden, MA: Massachusetts Department of Education.
- Massachusetts Department of Education. (2010). *Technology/engineering concept and skill progression*. Malden, MA: Massachusetts Department of Education.
- Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education. (2016). *2016 Massachusetts Science and Technology/Engineering Curriculum Framework*. Malden, MA: Massachusetts Department of Education.
- McCue, C. (2017). *Mühendisliğe Başlamak*. (F. B. Kumkumoğlu, Çev.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Mentzer, N. (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 103-136.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Miller, J. & Phillips, A. (2014). Middle school STEAM camp perspectives and attitudes towards STEM. In M. Searson & M. Ochoa (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2014* (pp. 1940-1944). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji (6,7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.

- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3,4,5,6,7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2017). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3,4,5,6,7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018a). *2023 Eğitim Vizyonu*. Erişim: 22 Mart 2019, http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018b). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3,4,5,6,7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- NASA Education. (2019). Erişim: 12 Temmuz 2019, <https://www.nasa.gov/audience/foreducators/best/edp.html>
- National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC] (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Edt. Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: National Academies Press. Erişim, 30 Haziran 2017, <https://www.nap.edu/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts>
- National Research Council [NRC]. (1996). *National Science Education Standards: Observe, Interact, Change, Learn*. Washington, DC: National Academies Press.
- Next Generations Science Standards [NGSS] (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press. doi: 10.17226/18290
- Okulu, H. Z. (2019). *STEM Eğitimi Kapsamında Astronomi Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.
- Özkan, İ. ve Mısırlıoğlu, Z. (2018). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Fen Bilimleri 5. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Ada Matbaacılık Yayıncılık.
- Partnership for 21st Century Skills [P21]. (2008). *21st Century Skills, Education & Competitiveness. A Resource and Policy Guide*. Erişim: 14 Mayıs 2017, <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519337.pdf>
- Partnership for 21st Century Skills [P21]. (2009). *Framework for 21st Century Learning*. Erişim: 14 Mayıs 2017, https://www.teacherrambo.com/file.php/1/21st_century_skills.pdf
- Partnership for 21st Century Skills [P21]. (2019). *Framework for 21st Century Learning*. Erişim: 14 Temmuz 2019, <http://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources>
- Rasovic, N. & Obad, M. (2016). A Framework for Optimal Quality of Parts in Reverse Engineering. B. Katalinic (Ed.). *Proceedings of the 27th DAAAM International*

Symposium (pp.0328-0337). Vienna, Austria: DAAAM International, ISBN 978-3-902734-08-2, ISSN 1726-9679, doi: 10.2507/27th.daaam.proceedings.048

- Ricks, M. M. (2006). *A study of the impact of an informal science education program on middle school students' science knowledge, science attitude, STEM high school and college course selections, and career decisions*. Doktoral Thesis, The University of Texas, Austin.
- Rogers, S. (2013). Using Fluid Power in the Middle School Classroom. *Technology & Engineering Teacher*, 72(6), 17-22.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania, *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Schnittka, C. G. (2009). *Engineering design activities and conceptual change in middle school science*. Dissertation. University of Virginia.
- Silva, E. (2009). Measuring Skills for 21st-Century Learning. *Phi Delta Kappa*. 630-634.
- Şahin, A., Ayar, M., ve Adıgüzel, T. (2014). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik İçerikli Okul Sonrası Etkinlikler ve Öğrenciler Üzerindeki Etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297-322.
- Şen, C. (2018). *Mühendislik Tasarımı Odaklı Bütünleşik STEM Etkinliklerinde Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrencilerin Kullandığı Beceriler*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Thayer, K. (2017). How Does Reverse Engineering Work? Erişim: 10 Temmuz 2019, <https://insights.globalspec.com/article/7367/how-does-reverse-engineering-work>
- Toptaş, E. (2006). Tersine Mühendislik, Marmara Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Mekatronik Bölümü, İstanbul, pp. 1-10, Bilgi Büroşürü.
- Türkücü, T. ve Börklü, H. R. (2018). Tersine Mühendislik Yaklaşımına Dayalı Yeni Bir İmalat İçin Tasarım İşlem Modeli. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(1), 91-104
- Ülküer, N. S. (1988). Çocuklara problem çözme becerisi nasıl kazandırılır? *Yaşadıkça Eğitim*, 5, (10-12).
- Voogt, J. & Roblin, N. P. (2010). 21st century skills. Erişim: 13 Temmuz 2019, http://opite.pbworks.com/w/file/61995295/White%20Paper%2021stCS_Final_ENG_def2.pdf
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). Incorporating engineering design into elementary school science curricula. *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Louisville, KY.
- West, A.B., Sickel, A. J. & Cribbs, J. D. (2015). The Science of Solubility: Using Reverse Engineering to Brew a Perfect Cup of Coffee [Çözünürlük Bilimi: Mükemmel Bir Kahve Demlemek İçin Tersine Mühendislik Kullanma]. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 52(3), 65-73.

- Wood, K. L., Jensen, D., Bezdek, J., & Otto, K. N. (2001). Reverse Engineering and Redesign: Courses to Incrementally and Systematically Teach Design. *Journal of Engineering Education*, 90(3), 363–374.
- Yaman, E., Akan, R., Doğan, M. ve Sarı, Ö. (2018). *İlkokul Fen Bilimleri 4. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM Eğitim ve Mühendislik Uygulamalarının Fen Bilgisi Laboratuvar Dersindeki Etkilerinin İncelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 28-40.
- Yiğit, E. (2018). *İlkokul Fen Bilimleri 3. Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: Anadolu Yayıncılık.
- Zhang, Yu. (2003). Research into the engineering application of reverse engineering technology. *Journal of Materials Processing Technology*, 139, 472–475.



EKLER

EKLER

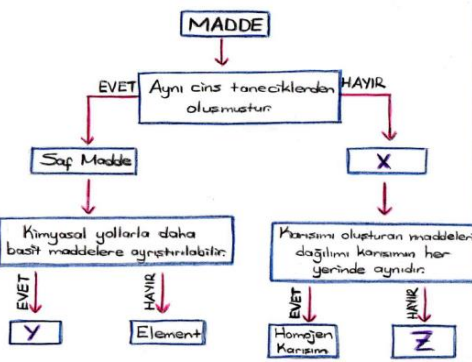
EK-1 FBABT

Sevgili öğrenciler;

Aşağıda yer alan her bir soru için verilen dört seçenek arasından doğru olan bir yanıtı seçmeniz beklenmektedir. Başarılar dilerim.

I. KONU: KARIŞIMLAR

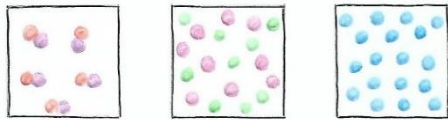
1)



Yukarıdaki kavram haritasını doğru olarak tamamlanması için K, L ve M kutucuklarına aşağıdakilerden hangisini yazmıştır?

	X	Y	Z
A	Heterojen Karışım	Element	Karışım
B	Element	Heterojen Karışım	Karışım
C	Karışım	Bileşik	Heterojen Karışım
D	Element	Karışım	Heterojen Karışım

2)



I

II

III

Yukarıda element, bileşik ve karışım olduğu bilinen üç farklı maddenin tanecik modeli gösterilmiştir.

Verilen modellerin hangi tür maddeye ait olduğu aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru verilmiştir?

I	II	III
A) Bileşik	Karışım	Element
B) Karışım	Bileşik	Element
C) Bileşik	Element	Karışım
D) Karışım	Element	Bileşik

3) Karışımlar ile ilgili olarak;

I. Homojen karışımlar çözeltilerdir.

II. Zeytinyağı-su karışımı heterojen karışımdır.

III. Fiziksel yöntemlerle bileşenlerine ayrılabilirler.

Yukarıdaki ifadelerden hangisi ya da hangileri söylenebilir?

- A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve III
D) I, II ve III

4) Karışımlar homojen ve heterojen karışımlar olmak üzere ikiye ayrılır.

Buna göre aşağıdaki karışımlardan hangisi diğerlerinden farklıdır?

- A) Tuzlu su
B) Buzlu su
C) Gazoz
D) Hava

5) Aşağıda verilen karışımlardan hangileri homojen karışımlara örnektir?

- I. Türk kahvesi
II. Tuzlu su
III. Şekerli su
IV. Kumlu su
A) I ve II
B) II ve III
C) III ve IV
D) I ve IV

6) Aşağıdaki tabloda "+" ile işaretlenen maddeleri karıştırılması ile oluşan yeni maddelerin türleri 1, 2 ve 3 rakamları ile gösterilmiştir.

TUZ	ŞEKER	SU	YENİ MADDE
+		+	1
	+	+	2
+		+	3

Buna göre; 1, 2 ve 3 rakamlarının temsil ettiği maddeler aşağıdaki seçeneklerden hangi karışıma örnektir?

1	2	3
A) Homojen	Heterojen	Homojen
B) Heterojen	Homojen	Heterojen
C) Homojen	Homojen	Heterojen
D) Heterojen	Heterojen	Homojen

1) Hava	2) Ayran	3) Kumlu su
4) Madeni para	5) Şekerli su	6) Süt

7) Yukarıdaki numaralandırılmış kutucuklarda verilenleri kullanarak öğretmenin sorusuna 2,3, ve 6 numaralı cevabı veren bir öğrenci, soruyu doğru cevapladığına göre öğretmenin sorusu aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Hangi maddeler saf maddedir?
 B) Hangi maddeler heterojen karışımlardır?
 C) Hangi maddeler homojen karışımlardır?
 D) Hangi maddeler çözeltiye örnektir?

8) Aşağıda verilen ifadelerden hangisi çözeltiler için doğru bir ifade değildir?

- A) Homojen bir görünüme sahiptirler.
 B) Çözeltiler katı, sıvı ve gaz halde bulunabilirler.
 C) Çözeltide genellikle miktarı çok olan maddeye çözünen, miktarı az olan maddeye çözücü denir.
 D) Çözeltiyi oluşturan madde arasında belli bir oran yoktur.

9) Çözeltiler çözücü ve çözünenen oluşmaktadır. Çözücü ve çözünenin fiziksel halleri verilen çözeltilerden hangisindeki örnek hatalıdır?

	<u>Cözelti</u>	<u>Cözücü</u>	<u>Cözünen</u>
A)	Gazoz	Sıvı	Gaz
B)	Şekerli su	Sıvı	Katı
C)	Hava	Gaz	Gaz
D)	Sirke	Sıvı	Katı

10) 100 ml su içerisinde 20 gram şeker çözünerek doymuş bir çözelti hazırlanıyor.

Çözücü miktarı değiştirilmeden aşağıdaki işlemlerden hangisi yapılırsa çözünürlük artırılabilir?

- A) Sıcaklığı artırmak
 B) Çözüneni parçalamak
 C) Çözeltiyi karıştırmak
 D) Çözünen madde ilave etmek

11)

Çözelti	Çözünen	Çözücü
Burun damlası	♣	□
Şerbet	Δ	♦

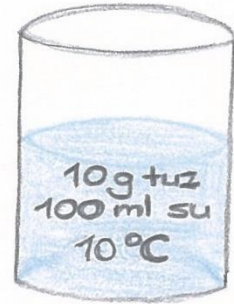
Yukarıdaki tabloda verilen çözeltileri oluşturan çözünen ve çözücü maddelerin fiziksel halleri semboller ile ifade edilmiştir. Buna göre tabloda ♣, □, Δ ve ♦ sembolleri ile gösterilen yerlere aşağıdaki seçeneklerden hangisi yazılmalıdır?

	♣	□	Δ	♦
A)	Katı	Sıvı	Katı	Sıvı
B)	Sıvı	Sıvı	Sıvı	Sıvı
C)	Katı	Sıvı	Sıvı	Katı
D)	Gaz	Sıvı	Katı	Sıvı

12) Aşağıdaki özelliklerden hangisi çözünme hızına etki etmez?

- A) Sıcaklık
 B) Maddenin yüzey teması
 C) Karışımı karıştırmak
 D) Kabın yüzey alanı

13)



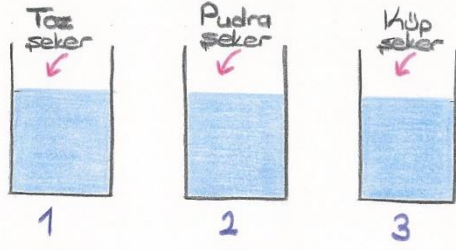
Beherde bulunan tuzun çözünmesini hızlandırmak için;

- I. çözeltinin sıcaklığını artırmak,
 II. çözeltiyi kaşık ile karıştırmak,
 III. çözeltiye su eklemek

işlemlerinden hangisi yapılamaz?

- A) Yalnız I
 B) Yalnız II
 C) Yalnız III
 D) II ve III

14)

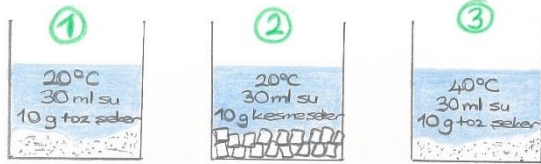


Şekilde eşit miktarda, aynı sıcaklıkta su bulunan kaplara, aynı miktarda şeker türlerinden ekleniyor.

Buna göre, aşağıdaki açıklamalardan hangisi yapılamaz?

- A) 1. kaptaki şekerin çözünme hızı, 2. kaptakinden daha yavaştır.
- B) En yavaş çözünme hızı 3. kaptadır.
- C) Tanecik boyutu küçüldükçe çözünme hızı artar.
- D) En hızlı çözünme 1. kaptadır.

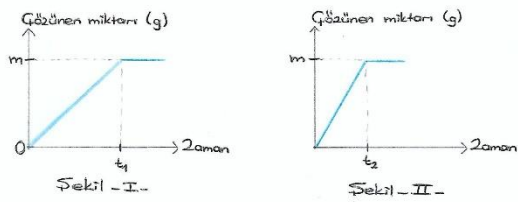
15)



Yukarıdaki kaplarda bulunan şekerlerin çözünme hızları arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) $3 > 1 > 2$
- B) $1 = 2 = 3$
- C) $1 > 2 > 3$
- D) $2 > 1 > 3$

16) Şekil I'deki grafik X katısının doymuş sulu çözeltisine aittir.



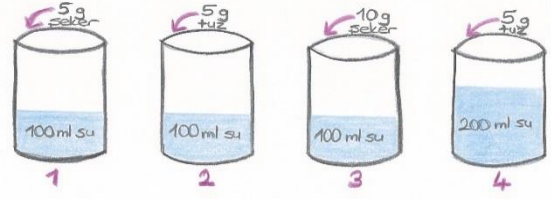
Şekil II'deki grafiği elde etmek için,

- I. Çözeltinin sıcaklığını arttırma
- II. X katısını toz haline getirme
- III. Çözeltiyi karıştırma

İşlemlerinden hangileri uygulanmalıdır? ($t_1 > t_2$)

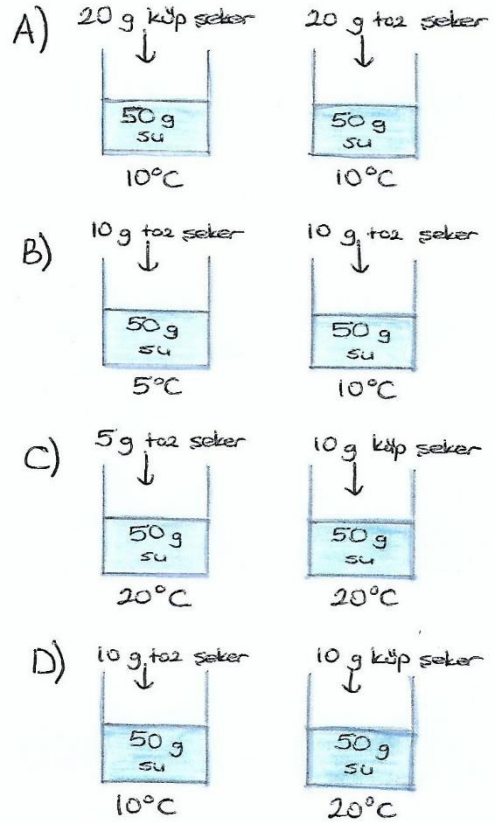
- A) I ve II
- B) I ve III
- C) II ve III
- D) I, II ve III

17) Çözünme hızının, çözünen madde miktarına bağlı olup olmadığını inceleyen Ferhat, aşağıdaki deney düzeneklerinden hangisini kullanmalıdır?



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

18) Çözünme hızının temas yüzeyi ile doğru orantılı olduğunu kanıtlamaya çalışan bir öğrenci aşağıdaki çözeltilerden hangi ikisini kullanmalıdır?



19) Farklı sıvılar olan A ve B sıvıları bir araya gelince çözelti örneği oluşturuyor.

Buna göre oluşan çözelti ile ilgili olarak;

- I. Oluşan çözelti heterojen görünümüdür.
- II. A ve B sıvılarının kaynama noktaları farklıdır.
- III. Damıtma yöntemi ile birbirinden ayrılabilir.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) II ve III
- D) I, II ve III

20) Aşağıda bazı maddelerin karışımlarının birbirinden ayrılması için kullanılan yöntemler verilmiştir.

- A: Buharlaştırma
- B: Ayrımsal damıtma
- C: Ayrırma hunisi

Buna göre yukarıdaki yöntemler yardımı ile hangi maddelerdeki karışım örneği birbirinden ayrılır?

	A	B
C		
A) Kolonya	Zeytinyağı – su	Tuzlu su
B) Tuzlu su	Kolonya	Zeytinyağı - su
C) Zeytinyağı – su	Kolonya	Tuzlu su
D) Tuzlu su	Zeytinyağı – su	Kolonya

II. KONU: ISI VE SICAKLIK

1) Bir saf maddenin 1 gram sıcaklığını 1 °C artırmak için gerekli olan enerjiye denir.

Buna göre yukarıdaki boşluğa aşağıdaki şıklardan hangisi gelmelidir?

- A) Öz ısı
- B) Isı
- C) Sıcaklık
- D) Joule

2) Aşağıdaki tabloda bazı maddelerin öz ısıları verilmiştir.

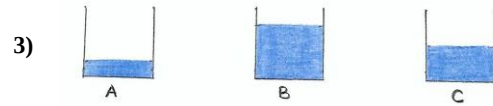
Buna göre;

Madde	Öz ısı (J/g.°C)
Su	4,18
Zeytinyağı	1,96
Demir	0,448
Cıva	0,14
Alüminyum	0,9

- I. Eşit kütledeki su ve cıvaya eşit sürede özdeş ısı verilirse cıvanın sıcaklığı daha fazla artar.
- II. Eşit kütlede alınan tablodaki maddelerin sıcaklıklarının eşit miktarda artması için en az ısı cıvaya verilmelidir.
- III. Özdeş ısıtıcılarda eşit süre verilen ve eşit kütlede alınan tablodaki maddelerin ilk sıcaklıkları aynı ise son sıcaklığı en fazla alüminyumun olur.
- IV. Demir zeytinyağına göre geç ısınır, geç soğur.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

- A) I ve II
- B) II ve III
- C) II ve IV
- D) I, III ve IV

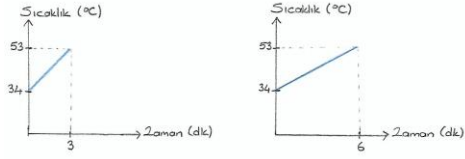


A kabında 100 gram, B kabında 300 gram ve C kabında 200 gram su bulunmaktadır.

Buna göre bu kaplarda bulunan suların öz ısıları arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A) $c_A > c_B > c_C$
- B) $c_A = c_B = c_C$
- C) $c_A > c_C > c_B$
- D) $c_B > c_C > c_A$

4) Aynı sıvıdan iki örnek alınıp özdeş iki kaba konulup özdeş ısıtıcılarla ısıtılıyor. Isıtma işlemi gerçekleşirken elde edilen sıcaklık verileri ile şekildeki grafikler çiziliyor.



Yukarıda verilen grafiklerden yola çıkarak sıvı örnekleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Öz ısıları farklıdır. B) Isıları farklıdır.
C) Sıcaklık artışları farklıdır. D) Kütleleri farklıdır.

5) A, B ve C sıvılarının öz ısıları tabloda verilmiştir.

Madde	Öz ısı (J/g.°C)
A	4,82
B	2,68
C	7,15

Özdeş ısıtıcılarla eşit süre ısıtılan A, B ve C sıvılarının başlangıçtaki sıcaklıkları bilinmemektedir.

Eşit kütlede alınan A, B ve C sıvıları ile ilgili;

- I. A sıvısının son sıcaklığı B sıvısının son sıcaklığından az olur.
II. C sıvısının sıcaklık artışı B sıvısından fazladır.
III. En az sıcaklık artışı C sıvısında olur.

ifadelerinden hangileri kesinlikle doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II
C) Yalnız III D) I ve III

6) Özdeş ısıtıcılarda ısıtılan eşit kütleli beş sıvının sıcaklıklarının zamanla değişimi tabloda verilmiştir.

	0 dk	5 dk	10 dk
A	10	15	20
B	18	21	24
C	10	20	30
D	53	60	67
E	36	41	46

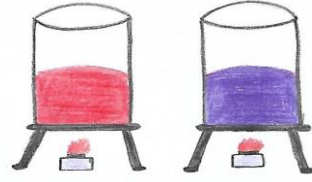
Bu sıvılarla ilgili olarak;

- I. A ve C aynı madde olabilir.
II. A ve E aynı madde olabilir.
III. Öz ısı en büyük olan C sıvısıdır.
IV. Öz ısı en küçük olan B sıvısıdır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

- A) I ve II B) Yalnız II
C) III ve IV D) I, II, III ve IV

7)



Yukarıda kurulan deney düzeneği ile ilgili veriler aşağıdaki tabloya kaydedilmiştir.

Madde	Kütlesi	İlk sıcaklık	Son sıcaklık	Isıtılma süresi
K	50 gr	15 °C	75 °C	20 dk
L	50 gr	15 °C	52 °C	20 dk

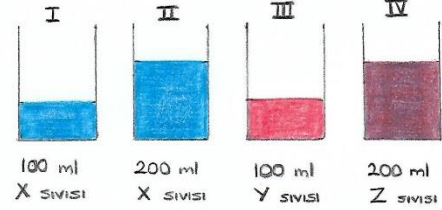
Özdeş ısıtıcılarla ısıtılan birbirinden farklı K ve L maddeleri ile kurulan deney düzeneğinde bağımlı ve bağımsız değişkenler nelerdir?

Bağımsız Değişken

Bağımlı Değişken

- A) Sıvının cinsi Öz ısı
B) Kütle Son sıcaklık
C) Sıvının cinsi İlk sıcaklık
D) Öz ısı Sıcaklık artışı

8)



Isıtılan bir maddenin sıcaklık artışının kütleyle bağlı olduğunu göstermek için deney düzenekleri hazırlanacaktır.

Numaralandırılmış kaplardan hangileri istenilen düzeneğin hazırlanması için seçilebilir?

$$(d_x = 2 \text{ g/cm}^3, d_y = 4 \text{ g/cm}^3, d_z = 5 \text{ g/cm}^3)$$

- A) I ve II B) II ve III
C) II ve IV D) III ve IV

9) Çevresine ısı vererek hal değiştiren bir madde ile ilgili;

- I. Tanecikler arası uzaklık azalır.
II. Taneciklerin hızı artar.
III. Tanecik yapısı değişmez.
IV. Maddenin bulunduğu ortam ısınır.

ifadelerinden hangisi doğrudur?

- A) I ve III B) I, II ve IV
C) I, III ve IV D) I, II, III ve IV

10) Maddenin katı, sıvı ve gaz halleri aşağıda verilmiştir.



Buna göre;

- I. 1 numaralı olay fiziksel değişime örnektir.
- II. 2 numarada tanecikler arasındaki boşluk artar.
- III. 3 numaralı olay ısı alarak gerçekleşir.
- IV. 4 numaralı olay erimedir.
- V. 5 numaralı olayda düzensizlik artar.
- VI. 6 numaralı olayda ortam soğur.

bilgilerden hangileri yanlıştır?

- A) I, II ve III B) II, III ve V
C) III, IV ve V D) II, V ve VI

11) Hastalanan çocukların ateşini düşürmek için genellikle alınlarına ıslatılmış bir bez koyulur. Böylece hastalanan çocuğun vücut sıcaklığının düşmesi sağlanır.

Islak bez koyulduğunda vücut sıcaklığının düşmesi aşağıdakilerden hangisi ile açıklanır?

- A) Islak bezin soğukluğu çocuğun vücuduna geçtiği için vücut sıcaklığı düşer
B) Hasta çocuğun vücut sıcaklığı havaya geçtiği için vücut sıcaklığı düşer.
C) Hasta çocuğun vücut sıcaklığı ıslak beze geçtiği için vücut sıcaklığı düşer.
D) Islak bez vücuttaki ısıyı alacağı için vücut sıcaklığı düşer.

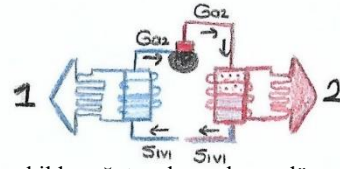
12) Yağız Ali: Anne bak kar yağıyor! Ama hava hiç o kadar da soğuk değil.

Anne: Çünkü kar yağarken hava ısınır.

Yukarıda geçen diyalogun açıklaması hangi seçenekte doğru verilmiştir?

- A) Kar suyun donması ile oluşur, donma esnasında su ortamdaki ısı alır.
B) Kar buzun erimesi ile oluşur, erime esnasında buz ortama ısı verir.
C) Kar suyun donması ile oluşur, donma esnasında su ortama ısı verir.
D) Yağız Ali'nin annesinin açıklaması yanlıştır. Çünkü kar yağarken hava soğur.

13)



Yukarıdaki şekilde soğutucuları çalışma düzeneği gösterilmiştir. Soğutucuların çalışma prensibinde gösterilen 1 ve 2 numaralı bölgelerde ısı alışverişi gerçekleşmekte ve buna bağlı olarak hal değişimi gözlenmektedir.

Buna göre;

- I. 1 numara ile gösterilen dış ortam soğuk iken 2 numaralı dış ortam sıcaktır.
- II. 1 ve 2 numaralı bölgelerde gerçekleşen hal değişim olayları birbirinin aynısıdır.
- III. 1 numaralı bölgede buharlaştırıcı, 2 numaralı bölgede yoğunlaştırıcı görev alır.

ifadelerinden hangisi veya hangileri doğrudur?

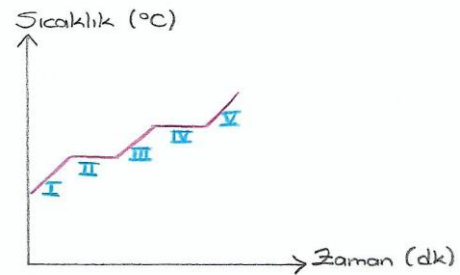
- A) Yalnız I B) Yalnız III
C) I ve II D) I ve III

14) Sınıfta bulunan sıranın bir tahta kısmına bir de demir kısma dokunduğumuzda demir olan kısmın daha soğuk olduğunu hissederiz.

Bu gerçekleşen olayın sebebi aşağıdaki olaylardan hangisine benzerdir?

- A) Sıkılan bir parfümün tüm odaya yayılması
B) Patatesli böreğin peynirli börekten daha geç soğuması
C) Elimize kolonya döktüğünde serinlik hissi vermesi
D) Soğuk su şişesi üzerinde su damlalarının oluşması

15) Saf bir maddenin sıcaklık zaman grafiği aşağıda gösterilmiştir.



Buna göre yukarıdaki numaralandırılmış bölümlerinden hangilerinde “ısı alır” ifadesi kullanılır?

- A) I ve III B) II ve IV
C) I, III ve V D) I, II, III, IV ve V

16) Yukarıdaki tabloda bazı maddelerin erime ısıları hakkında bilgiler verilmiştir. Buna göre;

Madde	Erime Isısı (J/g)
Buz	334,40
Demir	117,04
Cıva	11,28
Bakır	175,56
Alüminyum	321,02

I. 10 gram demiri eritmek için 1170,4 J enerji gerekir.

II. Eşit miktarda ısı verilirse en geç buz erir.

III. Erime ısıları maddeler için ayırt edici bir özelliktir.

verilen ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II
C) II ve III D) I, II, III

17) X, Y ve Z maddelerinin erime ve kaynama sıcaklıkları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

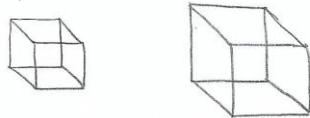
Madde	Erime Sıcaklığı (°C)	Kaynama Sıcaklığı (°C)
X	-120	60
Y	25	75
Z	-10	35

Buna göre aşağıda verilen sıcaklıklardan hangisinde her üç madde de sıvı halde bulunur?

- A) 30 B) 10 C) 50 D) -5

18) Farklı kütlelere sahip aynı sıcaklıktaki iki tahta küpler birbirine temas ettiriliyor.

Buna göre;



I. Son sıcaklıkları eşittir.

II. Kütleli çok olandan kütleli az olana ısı alışverişi olmuştur.

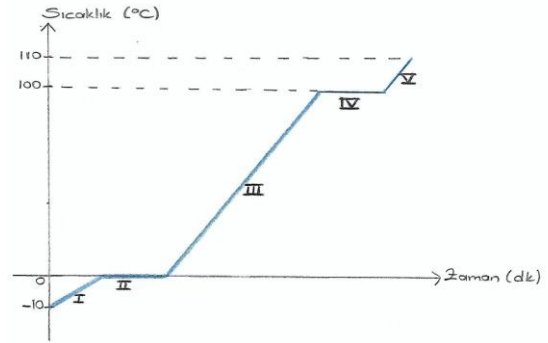
III. Kütleli az olandan kütleli çok olana doğru ısı alışverişi olmuştur.

IV. Isı alışverişi gerçekleşmez.

ifadelerinden hangileri söylenebilir?

- A) I ve II B) I ve IV
C) Yalnız II D) Yalnız III

19) Aşağıdaki grafikte saf bir maddenin ısıtılma grafiği verilmiştir. -10 °C'taki bir miktar buzun 110 °C'ta gelinceye kadarki değişimleri gösterilmiştir.



I. I, III ve V. bölgelerinde sıcaklık artar.

II. II ve IV bölgelerinde maddenin görüntüsü heterojendir.

III. I, III ve V. bölgelerinde tanecikler arasındaki çekim kuvveti artar.

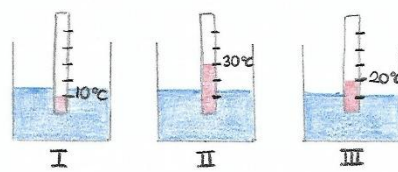
IV. II ve IV bölgelerinde hal değişiminden dolayı maddenin öz kütlesi değişir.

V. I, II, III, IV ve V bölgelerinde maddenin düzensizliği azalır.

Buna göre numaralandırılmış bölgeler hakkında aşağıdaki bilgilerden hangisi doğrudur?

- A) I ve II B) I, III ve IV
C) I, II ve IV D) III, IV ve V

20) Şekildeki kaplara eşit miktarda ve farklı sıcaklıkta su konulmuştur.



Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi yapılsa ısının akış yönü tespit edilemez?

A) I. ve II. kaptaki sular karıştırılırsa

B) II. ve III. kaptaki sular karıştırılırsa

C) I. ve II. kaplardaki sular karıştırılıp ısı alışverişi tamamlandıktan sonra III. kaptaki suya eklenirse

D) I. ve III. kaplardaki sular karıştırılıp ısı alışverişi tamamlandıktan sonra II. kaptaki suya eklenirse

III. KONU: BASİT MAKİNELER

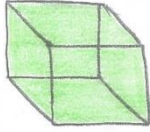
1) Aşağıda basit makineler ile ilgili bazı bilgiler verilmiştir. Buna göre;

- I. İş kolaylığı sağlarlar.
- II. İşten veya enerjiden kazanç sağlarlar.
- III. Kuvvetten veya yoldan kazanç sağlarlar.
- IV. Kuvvetten kazanç varsa yoldan da kazanç vardır.
- V. Kuvvetin yönünü değiştirebilir.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

- A) I, II ve V B) II, III ve IV
C) I, III ve V D) II, III ve V

2)



Yukarıdaki şekilde verilen yük A, B ve C basit makineleri yardımıyla bir noktadan başka bir noktaya taşınacaktır. Bu olay sonucunda yükün ve kuvvetin aldığı yollar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

	Yükün aldığı yol	Kuvvetin aldığı yol
A	3 cm	9 cm
B	7 cm	7 cm
C	16 cm	8 cm

Buna göre;

- I. A basit makinesinde kuvvetten kazanç, C basit makinesinde yoldan kazanç vardır.
- II. A, B ve C basit makineleri kuvvetten kazanç sağlar.
- III. C basit makinesine uygulanan giriş kuvveti çıkış kuvvetinden büyüktür.

ifadelerinden hangisi veya hangileri doğrudur?

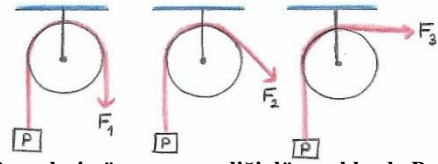
- A) Yalnız I B) Yalnız II
C) I ve III D) II ve III

3) Okulun bahçesinde bulunan bayrak direğindeki ip aşağıya doğru çekildiğinde direğin üst kısmında bulunan makara yardımı ile bayrak yukarıya doğru çıkıyor.

Bu durum ile ilgili olarak aşağıdaki verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A) Sabit makara kullanılmıştır.
B) Yoldan kayıp vardır.
C) Kuvvetten kazanç yoktur.
D) Kuvvetin yönü değiştirilmiştir.

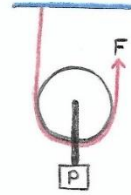
4)



Sürtünmelerin önemsenmediği düzeneklerde P ağırlıklı cisimler F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetleri ile dengelendiğine göre bu kuvvetler arasındaki ilişki aşağıdaki şıklardan hangisinde doğru gösterilmiştir?

- A) $F_1 > F_2 > F_3$ B) $F_3 > F_2 > F_1$
C) $F_1 > F_2 = F_3$ D) $F_1 = F_2 = F_3$

5)

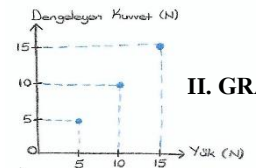
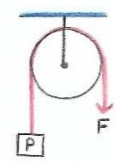
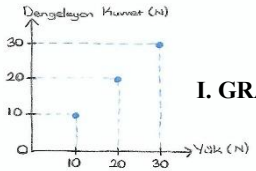
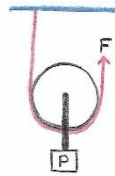


Şekildeki sistemde P yükü, F kuvveti ile dengelenmiştir.

Aşağıdakilerden hangisinin değişmesi F kuvvetinin değerinin değişmesine neden olmaz?

- A) P yükünün değerinin artması
B) Makaranın yarıçapının artması
C) Makaranın ağırlığının azalması
D) Gözlemin başka gezegende yapılması

6)

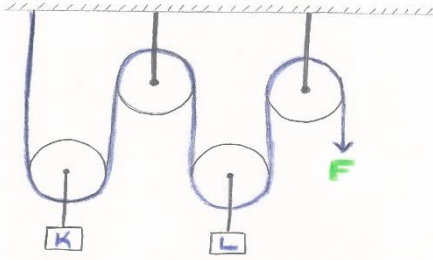


Yukarıda verilen şekilde makaralara asılan farklı yükleri dengeleyen kuvvetler ölçülmüş ve sonuçlar makaraların yanındaki grafiğe kaydedilmiştir.

Buna göre bu grafikler ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) I. grafik doğru, II. grafik yanlış çizilmiştir.
B) I. grafik yanlış, II. grafik doğru çizilmiştir.
C) Her iki grafik doğru çizilmiştir.
D) Her iki grafik yanlış çizilmiştir.

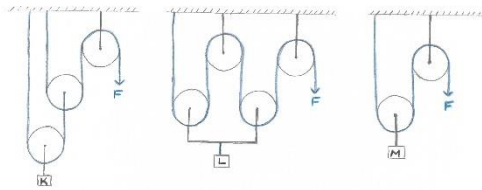
7) Makara ağırlıkları ve sürtünmelerin önemsenmediği şekildeki sistemde K ve L yükleri F kuvveti ile dengelenmiştir.



Buna göre yukarıdaki sistem hakkında verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A) Sistemde iki tane sabit ve iki tane hareketli makara vardır.
 B) L cisminin ağırlığı F kuvvetinin iki katıdır.
 C) K ve L cisimlerinin ağırlıkları eşittir.
 D) K cisminin ağırlığı F kuvvetine eşittir.

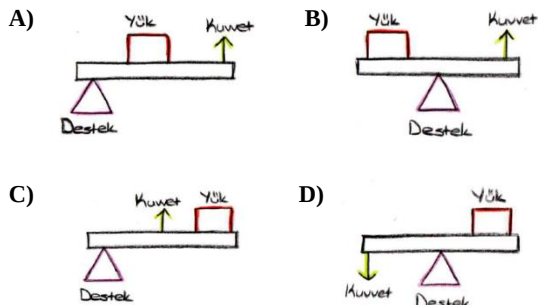
8) K, L ve M cisimleri ağırlığı önemsenmeyen ip ve makaralardan oluşmuş sistemde 20 Newtonluk kuvvet ile dengede duruyor.



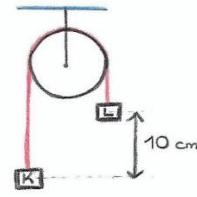
Buna göre K, L ve M yüklerinin ağırlıkları kaç Newtondur?

	K (Newton)	L (Newton)	M (Newton)
A)	80	80	40
B)	40	80	40
C)	80	40	40
D)	40	80	80

9) Aşağıdaki şekillerde verilen kaldıraçların hangisinde yatay konumda denge sağlanamaz? (Çubukların ağırlığı önemsizdir).



10) Sürtünmesiz ortamda dengede olan K ve L cisimleri şekildeki gibi gösterilmektedir.



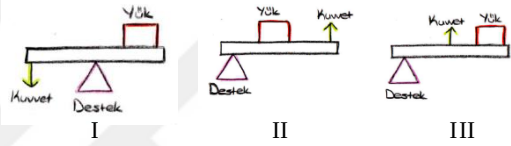
Buna göre;

- I. K cisminin ağırlığı L cisminin küçüktür.
 II. K ve L cisimlerinin yatayda aynı hizaya gelebilmesi için K cisminin 10 cm aşağıya çekilmesi gerekmektedir.
 III. L cismi 2 cm aşağıya doğru çekilirse K ve L cisimleri arasındaki mesafe 6 cm olur.

ifadelerinden hangisi veya hangileri doğrudur?

- A) Yalnız II
 B) Yalnız III
 C) I ve II
 D) II ve III

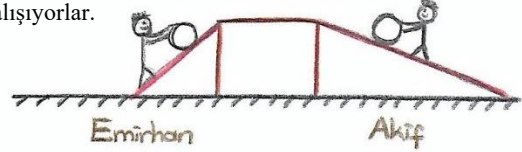
11)



Aşağıdaki seçeneklerden hangisinde numaralandırılmış kaldıraç tiplerine doğru örnekler verilmiştir?

I	II	III
A) Makas	Ceviz kıracağı	Maşa
B) Kürek	Cımbız	Menteşeli kapı
C) Tahterevalli	El arabası	Kerpeten
D) Eşit kollu terazi	Pense	Delgeç

12) Emirhan ve Akif, eşit kütleyle sahip iki cismi duvarın üzerine farklı uzunluktaki yolları kullanarak çıkarmaya çalışıyorlar.



Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A) Emirhan'ın bulunduğu eğik düzlemin eğimi daha azdır.
 B) Emirhan, Akif'ten daha az kuvvet uygulamıştır.
 C) Emirhan ve Akif enerjiden ve işten kazanç sağlamışlardır.
 D) Emirhan cismin ağırlığından daha az kuvvet uygulamıştır.

13) Yandaki sistem dengede ve

sürtünmeler önemsizdir.

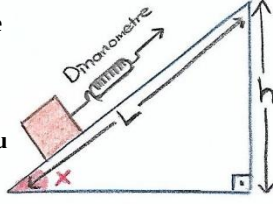
Dinanometrenin okuduğu

değeri küçültmek için;

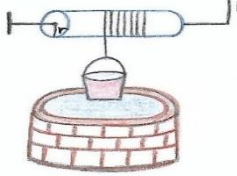
- I. Eğik düzlemin sadece boyu artırılmalı
- II. Eğik düzlemin sadece yüksekliği artırılmalı
- III. α açısı küçültülmeli

verilen bilgilerden hangileri tek başına yapılmalıdır?

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



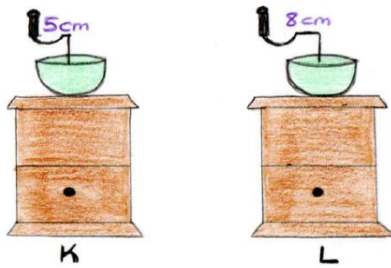
14) Şekildeki çıkırıktaki su dolu kova bulunmaktadır. Bu kovayı daha küçük bir kuvvet ile çekmek için;



- I. Devir (tur) sayısı artırılmalı
 - II. İpin sarıldığı silindirin yarıçapı (r) artırılmalı
 - III. Çevirme kolunun yarıçapı (R) artırılmalı
- işlemlerinden hangileri tek başına uygulanmalıdır?

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

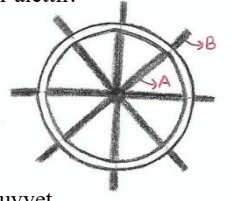
15) Kahve değirmeninin yük kısmına çekirdek kahve konulur. Sonra kuvvet koluna uygulanan kuvvet yardımıyla kuvvet kolu dönmeye başlar ve toz haline gelen kahve alt bölüme toplanır.



Buna göre yukarıda verilen K ve L kahve değirmeni ile ilgili bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A) K numaralı değirmenin kuvvet kazancı daha fazladır.
B) Her iki değirmenin de yük kolları eşittir.
C) Her iki değirmende de yoldan kayıp vardır.
D) L değirmenini iki tur çevirmek için K değirmene göre daha az kuvvet uygulanabilir.

16) Gemi dümeni, deniz taşıtlarına yön veren bir alettir.



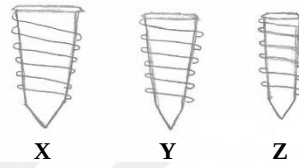
Bu alet ile ilgili;

- I. Çıkırık prensibi ile çalışır.
- II. Dümeni çevirirken daha küçük kuvvet uygulamak için A bölümü yerine B bölümünden çevrilmelidir.
- III. B bölümünde kuvvet kazancı, A bölümüne göre daha fazladır.

verilen bilgilerden hangisi veya hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II
C) II ve III D) I, II ve III

17)



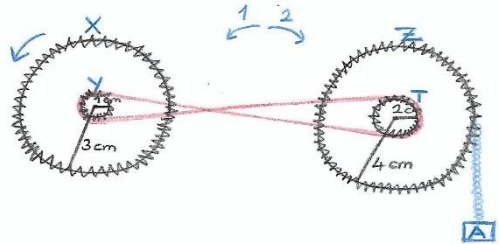
Yukarıda verilen X, Y ve Z vidalarıyla ilgili olarak;

- Eşit sayıda döndürüldüğünde zemine en fazla Z vidası gömülüyor.
- Zemine eşit mesafede gömülebilmesi için X vidası, Y vidasına göre daha fazla döndürülüyor.

Buna göre X, Y ve Z vidalarının vida adımları nasıl sıralanır?

- A) $X > Y > Z$ B) $X > Z > Y$
C) $Z > Y > X$ D) $Z > X > Y$

18)



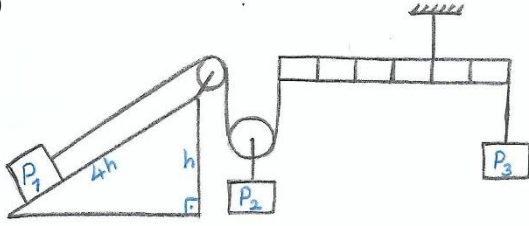
Yukarıdaki dişli çark düzeninde X dişli çarkı 1 cm, Y dişli çarkı 3 cm, Z dişli çarkı 4 cm ve T dişli çarkı 2 cm dir. X dişli çarkı ok yönünde 4 tur attığına göre;

- I. T dişli çarkı 2 yönünde döner.
- II. Z dişli çarkı 2 tur atar.
- III. A cismi aşağıya doğru iner.

ifadelerinden hangisi doğrudur?

- A) I ve II B) I ve III
C) II ve III D) I, II ve III

19)



Yukarıdaki sistemde makara ağırlıkları, kaldıraç ağırlığı ve sürtünmeler önemsizdir.

Sistem dengede olduğuna göre;

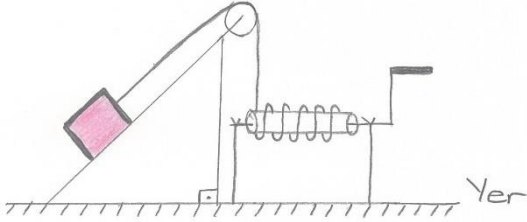
- I. $P_1 > P_2$
- II. $P_2 = P_3$
- III. $P_1 = P_3$

verilen ifadelerden hangileri doğrudur?

(Kaldıraçtaki bölmeler eşittir).

- A) I ve II
- B) II ve III
- C) I ve III
- D) I, II ve III

20) Aşağıdaki şekilde basit makinelerden yararlanarak bileşik makine düzeneği oluşturulmuştur.



Bu düzende aşağıdaki basit makinelerden hangisi kullanılmamıştır?

- A) Çıkrık
- B) Sabit makara
- C) Hareketli makara
- D) Eğik düzlem

TEST BİTTİ

EK-2 Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri

ÇOCUKLAR İÇİN PROBLEM ÇÖZME ENVANTERİ

FORMU

Adı Soyadı

Yaş

Cinsiyeti K(), E()

Sınıf

ÇOCUKLAR İÇİN PROBLEM ÇÖZME ENVANTERİ İLE İLGİLİ AÇIKLAMA

Bir maddeyi okuduğunuzda kendinize şu soruyu sorunuz: Gerçekten böyle mi davranıyorum? Lütfen her maddeyi cevaplayınız. Cevaplarken her bir ifadenin yanındaki kutucuklardan birinin üzerine çarpı işareti koyunuz.

Problem Çözme Envanteri	Hiçbir Zaman	Ender Olarak	Arada Sırada	Sık Sık	Her Zaman
1. Sorunlarımdan kaçma yerine sorunumu çözmeye çalışırım.					
2. Ne zaman sorun yaşasam içimde hep bir karamsarlık olur ve kendimi kolay kolay toplayamam.					
3. Karşıma sorunlar çıktığında sakin olmaya çalışırım.					
4. Kafama bir şeyler takıldığında sinirli olurum ve istemediğim sözler söylerim.					
5. Yaşadığım problemlerin herkesin başına gelebileceğine inanırım.					
6. Başıma bir problem geldiğinde çabucak üzülürüm.					
7. Sorun yaşadığımda onu çözmek için bulduğum çözüm yolu işe yarayana kadar vazgeçmem.					
8. Sorun yaşadığımda uzun süre etkisinden kurtulamam.					
9. Sorunlarım olduğunda hep kendi kendime sorular sorarım ve çözüm yolları ararım.					

10. Sorunlarımı çözemediğim zaman her şeyden soğurum.					
11. Karşılaştığım sorunlardan kurtulmak için vazgeçmeden bütün çözüm yollarını denerim.					
12. Sorun yaşadığımda kendimi kolay kolay derse veremem.					
13. Öncelikle sorunlarımın neden kaynaklandığını bulmaya çalışırım.					
14. Arkadaşlarımla sorun yaşadığımda konuşmak yerine kavgaya ederim.					
15. Sorunlardan kaçmak yerine işe yarayan bir çözüm yolu bulana kadar uğraşırım.					
16. İş ve sorumluluklarımdan kaçmak için bir çok bahane uydururum.					
17. Sorunlar karşısında oldukça sabırlı ve kararlı davranırım.					
18. Bir sorunum olduğunda ne yaparsam yapayım çözülmeyeceğini düşünürüm.					
19. Sorunlarımı çözemediğimde zamanlarda ailemden ya da arkadaşlarımdan yardım isterim.					
20. Sorunlarımı çözme konusunda genellikle başarılı değilimdir.					
21. Sorunlarım karşısında genellikle yaratıcı ve etkili çözüm yolları bulurum.					
22. Sorunlarım olduğunda küçük çocuk gibi davranmak beni rahatlatır.					
23. Bir sorunla karşılaştığımda tüm çözüm yollarını düşünerek çözeceğime inanırım.					
24. Bir sorunum olduğunda çözüm yolları aramak yerine her şeyi olurlarına bırakırım.					

STEM TUTUM TESTİ

Aşağıdaki ifadeler hakkında ne hissettiğinizi işaretleyiniz. Lütfen her soruyu samimi olarak cevaplayınız.

MATEMATİK	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Matematik benim en kötü dersim olmuştur.					
2. Ben büyüdüğümde, matematiğin kullanıldığı bir meslek seçebilirim.					
3. Matematik benim için zordur.					
4. Ben matematikte iyi olan bir öğrenciyim.					
5. Ben birçok konuyu kolayca anlayabilirim, ama matematik benim için zordur.					
6. Ben gelecekte daha zor matematik problemlerini çözeceğim.					
7. Ben matematikte iyi notlar alabilirim.					
8. Ben matematikte iyiyim.					

BİLİM (FEN)	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
9. Ben fen ile uğraştığımda kendimi iyi hissediyorum.					
10. Ben fen alanında bir meslek seçebilirim.					
11. Ben liseyi bitirdikten sonra sık sık feni kullanacağım.					
12. Feni öğrenmek, büyüdüğümde para kazanmama yardımcı olacaktır.					
13. Ben büyüdüğümde, işim için feni anlamam gerekecek.					
14. Ben feni iyi bir şekilde yapabileceğimi biliyorum.					
15. Fen, gelecekteki meslek hayatımda önemli olacaktır.					
16. Ben birçok konuyu kolayca anlayabilirim, ama feni anlamak benim için zordur.					
17. Ben gelecekte daha zor fen çalışmaları yapabileceğim.					

MÜHENDİSLİK VE TEKNOLOJİ	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
18. Ben yeni ürünler yapmayı hayal etmeyi seviyorum.					
19. Ben mühendisliği öğrenirsem, insanların her gün kullandığı şeyleri geliştirebilirim.					
20. Ben bir şeyler inşa etme ya da tamir etmede iyiyim.					
21. Ben makinelerin çalışmasını sağlayan şeylerle ilgileniyorum.					
22. Benim gelecek kariyerimde ürün ya da yapı tasarlamak önemli olacaktır.					
23. Ben elektronik aletlerin nasıl çalıştığına meraklıyım.					
24. Ben gelecekteki işlerimde yaratıcı olmak isterim.					
25. Matematik ve fenin birlikte nasıl kullanıldığını bilmek, yararlı şeyler icat etmeme yardımcı olacaktır.					
26. Ben mühendislikte başarılı olabileceğime inanıyorum.					

21. YÜZYIL BECERİLERİ	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
27. Ben bir hedefe ulaşmak için başkalarına liderlik yapabilirim.					
28. Ben başkalarının, ellerinden gelenin en iyisini yapmasına yardımcı olmayı severim.					
29. Okulda ve evde iyi şeyler yapabilirim.					
30. Ben tüm yaştlarıma, benden farklı olsalar bile saygı duyarım.					
31. Ben yaştlarıma yardımcı olmaya çalışırım.					
32. Ben karar verirken, başkaları için neyin iyi olacağı hakkında düşünürüm.					
33. Ben işler istediğim gibi gitmediğinde, daha iyisi için eylemlerimde değişiklik yapabilirim.					
34. Ben öğrenme için kendi hedeflerimi oluşturabilirim.					
35. Ben kendi başıma çalışırken zamanı akıllıca kullanabilirim.					
36. Benim birçok ödevim olduğunda, hangilerinin öncelikle yapılması gerektiğini seçebilirim.					
37. Ben tüm öğrencilerle, benden farklı olsalar bile, iyi çalışabilirim.					

EK-4 STEM Algı Testi

STEM ALGI TESTİ

Bu anket bilimsel disiplinlerle ilgili algılarınızı değerlendirmek için hazırlanmıştır. Görüşünüze uygun olan sıfatı, derecesine göre karalayınız. Çok düşünmeden, ilk izlenim ile yanıt vermeniz en iyisidir. Cevaplarınız gizli kalacaktır.

Bana göre FEN;

1.	büyüleyici	1	2	3	4	5	6	7	sıradan
2.	zevkli	1	2	3	4	5	6	7	zevksiz
3.	heyecan verici	1	2	3	4	5	6	7	heyecansız
4.	anlamsız	1	2	3	4	5	6	7	çok anlamlı
5.	sıkıcı	1	2	3	4	5	6	7	ilgi çekici

Bana göre MATEMATİK;

1.	sıkıcı	1	2	3	4	5	6	7	ilgi çekici
2.	zevkli	1	2	3	4	5	6	7	zevksiz
3.	büyüleyici	1	2	3	4	5	6	7	sıradan
4.	heyecan verici	1	2	3	4	5	6	7	heyecansız
5.	anlamsız	1	2	3	4	5	6	7	çok anlamlı

Bana göre MÜHENDİSLİK;

1.	zevkli	1	2	3	4	5	6	7	zevksiz
2.	büyüleyici	1	2	3	4	5	6	7	sıradan
3.	anlamsız	1	2	3	4	5	6	7	çok anlamlı
4.	heyecan verici	1	2	3	4	5	6	7	heyecansız
5.	sıkıcı	1	2	3	4	5	6	7	ilgi çekici

Bana göre TEKNOLOJİ;

1.	zevkli	1	2	3	4	5	6	7	zevksiz
2.	anlamsız	1	2	3	4	5	6	7	çok anlamlı
3.	sıkıcı	1	2	3	4	5	6	7	ilgi çekici
4.	heyecan verici	1	2	3	4	5	6	7	heyecansız
5.	büyüleyici	1	2	3	4	5	6	7	sıradan

Bana göre fen, matematik, mühendislik veya teknoloji KARIYERİ (mesleği);

1.	anlamsız	1	2	3	4	5	6	7	çok anlamlı
2.	sıkıcı	1	2	3	4	5	6	7	ilgi çekici
3.	heyecan verici	1	2	3	4	5	6	7	heyecansız
4.	büyüleyici	1	2	3	4	5	6	7	sıradan
5.	zevkli	1	2	3	4	5	6	7	zevksiz

EK-5 Mühendislik Alanı Bilgi Formu

Sevgili öğrenciler,

Bu form dört ana başlıktan oluşmakta olup mühendislik alanına bakış açınızı tespit etmek için hazırlanmıştır. Sorulara cevap verirken içtenlikle kendi cümlelerinizi yazmanız veya işaretlemeniz beklenmektedir. Katılımınız için teşekkür ederim.

Merve TAŞÇI
Fen Bilimleri Öğretmeni

BÖLÜM I **KAVRAM OLARAK MÜHENDİSLİK**

1) Mühendislik kavramı nedir? Kısaca açıklayınız. Sence aşağıda verilen mesleklerde hangileri mühendis, hangileri mühendis değildir? Nedenini yazınız.

Mühendislik kavramı:

.....

.....

.....



- ☐ Mühendis
☐ Mühendis değil



- ☐ Mühendis
☐ Mühendis değil



- ☐ Mühendis
☐ Mühendis değil



- ☐ Mühendis
☐ Mühendis değil



- ☐ Mühendis
☐ Mühendis değil



- ☐ Mühendis
☐ Mühendis değil

2) Mühendisler aşağıda verilen alan bilgisinden hangilerine sahip olmalı / olmamalıdır?
Nedenini açıklayınız.

- ✓ Fen bilgisine sahip olmalı çünkü
- ✓ Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü
- ✓ Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü
- ✓ Sanat bilgisine sahip olmalı çünkü

3) Aşağıda yer alan iki resim görmekteşin. Bu resimdeki meslekler neler olabilir? Sence bu meslekler arasındaki benzerlik ve farklar nelerdir?

1. RESİM



2. RESİM



1. Resimdeki meslek:

.....

2. Resimdeki meslek:

.....

1. ve 2. Resimdeki meslekler arasındaki benzerlikler:

.....

1. ve 2. Resimdeki meslekler arasındaki farklar:

.....

4) Mühendislik alanı için matematik önemli midir? Mühendisler matematiği nasıl ve nerede kullanır?

.....

.....

.....

.....

5) Teknoloji mühendislerin işini kolaylaştırır mı? Örneklerle açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

BÖLÜM II

TERSİNE MÜHENDİSLİK

1) Sence tersine mühendislik neyi ifade etmektedir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

2) Etrafında bulunan makinelerin içindeki mekanizmaların neler olduğunu ve nasıl çalıştığını merak ediyor musun?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

3) Günlük yaşamda bozulan veya kırılan bir ürünü onardın mı?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

Cevabını **“Evet”** ise; nasıl bir üründü?

.....

.....

.....

BÖLÜM III

MÜHENDİSLİK TASARIMI

1) Günlük yaşamımızda kullanılan hangi ürünler mühendisler tarafından tasarlanmıştır?
Örneklerle açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

.....

2) Mühendisler tasarım (örneğin bir cep telefonu tasarlarken) yaparken genelde nelere dikkat ederler?

.....

.....

.....

.....

3) Öğrenim hayatın boyunca bir tasarım gerçekleştirdin mi?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

Cevabını **“Evet”** ise; nasıl bir tasarımdır? Örnek veriniz.

.....

.....

Cevabınız **“Hayır”** ise; bir tasarım yapmak ister miydiniz?

.....

.....

BÖLÜM IV

MESLEK OLARAK MÜHENDİSLİK

1) Ailenizde veya çevrenizde mesleği “Mühendis” olan birey var mı?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

- Cevabınız **“Evet”** ise hangi mühendislik alanı:

.....

2) Gelecekte seçmek istediğiniz meslekler arasında “Mühendislik” mesleğini düşünüyor musunuz?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

- Cevabınız **“Evet”** ise aşağıdaki soruyu cevaplandırınız.

3) Günümüzdeki mühendis alanlarından hangisini / hangilerini gelecekte meslek olarak seçebilirsiniz? Eğer listede olmayan bir mühendislik alanı tespit ederseniz listenin en aşağısına yazıp ekleyiniz.

- | | |
|---|---|
| ☐ Astronomi Mühendisliği | ☐ Jeofizik Mühendisliği |
| ☐ Bilgisayar Mühendisliği | ☐ Jeoloji Mühendisliği |
| ☐ Bilişim Sistemleri Mühendisliği | ☐ Kimya Mühendisliği |
| ☐ Biyoloji Mühendisliği | ☐ Maden Mühendisliği |
| ☐ Biyomedikal Mühendisliği | ☐ Makine Mühendisliği |
| ☐ Cevher Hazırlama Mühendisliği | ☐ Matematik Mühendisliği |
| ☐ Çevre Mühendisliği | ☐ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği |
| ☐ Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği | ☐ Meteoroloji Mühendisliği |
| ☐ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği | ☐ Moleküler Biyoloji ve Genetik Mühendisliği |
| ☐ Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği | ☐ Nanoteknoloji Mühendisliği |
| ☐ Endüstri Mühendisliği | ☐ Tasarım Mühendisliği |
| ☐ Fizik Mühendisliği | ☐ Tekstil Mühendisliği |
| ☐ Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği | ☐ Uçak Mühendisliği |
| ☐ Gıda Mühendisliği | ☐ Uzay Mühendisliği |
| ☐ Havacılık ve Uzay Mühendisliği | ☐ Yazılım Mühendisliği |
| ☐ İmalat Mühendisliği | ☐ Ziraat Mühendisliği |
| ☐ İnşaat Mühendisliği | ☐ |
| ☐ İşletme Mühendisliği | ☐ |
| | ☐ |

EK-6 Mühendislik Alanı Bilgi Formuna Yönelik Dereceli Puanlama Anahtarı

Kategori	Değerlendirmede Kullanılan Ölçüt	Puan
Çok İyi Düzeyde	Sorudan beklenen doğru cevap verilmiş ve beklenen doğru cevaplardan farklı bir doğru cevap daha verilmiş	5
İyi Düzeyde	Sorunun cevabı beklenen doğru cevap ile ifade edilmiş	4
Orta Düzeyde	Sorunun cevabının çoğu beklenen doğru cevap ile ifade edilmiş fakat kısmen hata veya eksiklik mevcut	3
Zayıf Düzeyde	Sorunun cevabının bir kısmı beklenen doğru cevap ile ifade edilmiş, hata veya eksiklik mevcut	2
Çok Zayıf Düzeyde	Sorunun cevabının çok az kısmı beklenen doğru cevap ile ifade edilmiş, büyük bir kısmında hata veya eksiklik mevcut	1
Başarısız Düzeyde	Sorunun cevabı boş bırakılmış veya yanlış ifade edilmiş	0

BÖLÜM I

KAVRAM OLARAK MÜHENDİSLİK

1) Mühendislik kavramı nedir? Kısaca açıklayınız. Sence aşağıda verilen mesleklerde hangileri mühendis, hangileri mühendis değildir?

Açıklama:

Mühendislik Kavramı: Bilim ve matematiksel prensipleri, tecrübe, karar ve ortak fikirleri kullanarak insanlara yararlı ürünler ortaya koyan bir meslek dalıdır. Mühendislik uygulamalı bir alandır. Mühendislik mesleğini hayata geçiren kişilere mühendis denir. Mühendisler yeni ürünleri ve süreçleri tasarlayan, icat eden insanlardır. Mühendisler geleceği ön görmek ve tahmin etmek durumundadır. Mühendisler çeşitli alanlarda çalışırlar. Örneğin; fizik, kimya, biyoloji, matematik gibi.

Puan

Doğru tanım ve açıklama yapılmış, beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap daha verilmiş	5
Doğru tanım ve açıklama yapılmış	4
Doğru tanım verilmiş, tanımın içinde kısmen açıklama yapılmış	3
Doğru tanım verilmiş, açıklama yok	2
Doğru tanım, yanlış açıklama veya yanlış tanım, doğru açıklama veya tanım yapılmadan açıklamaya yer verilmiş	1
Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) ya da yazılan tanım ve açıklamanın tamamı yanlış	0



- ☐ Mühendis
☐ Mühendis değil



- ☐ Mühendis
☐ Mühendis değil



- ☐ Mühendis
☐ Mühendis değil



- ☐ Mühendis
☐ Mühendis değil



- ☐ Mühendis
☐ Mühendis değil



- ☐ Mühendis
☐ Mühendis değil

Puan

Altı resim de doğru cevaplanmış	5
Beş resim doğru cevaplanmış	4
Dört resim doğru cevaplanmış	3
Üç resim doğru cevaplanmış	2
Bir veya iki resim doğru cevaplanmış	1
Cevap verilmemiş veya tüm resimler yanlış olarak cevaplandırılmış	0

2) Mühendisler aşağıda verilen alan bilgisinden hangilerine sahip olmalı / olmamalıdır?

Nedenini açıklayınız.

- ✓ Fen bilgisine sahip olmalı çünkü fen bilgisi sayesinde mühendislerin oluşturduğu ürünlerde fizik, kimya, biyoloji, astronomi, çevre bilimi, yer bilimi gibi alanlarına yönelik bilgiler vardır.
Mühendisler somut değerler ararlar.
Gözlem, araştırma, keşif
- ✓ Matematik bilgisine sahip olmalı çünkü matematik sayesinde mühendisler ölçüm yapar, ölçü, uzunluk birimlerini kullanır, hesaplama yapar, matematiksel işlemler yapar, mantığını kullanır, problem çözer, maliyeti hesaplar, satışı tahmin eder, olasılığını hesaplar, tasarımını modeller, değişkenlerin birbiri arasındaki ilişkisini tespit eder, tablo – grafik – şekil bilgisini kullanır, geometrik şekilleri kullanır, veri analizi yapar, işlemsel bilgiler gereklidir, akıl yürütür, analiz yapar, istatistik bilgisini kullanır, analitik düşünme ve uygulama becerisine sahip olmalıdır.
- ✓ Teknoloji bilgisine sahip olmalı çünkü mühendisler yapacağı ürünleri bilgisayarda tasarlama yapabilir, ölçüm hesaplamaları yapabilir, teknolojik aletler ile işi kolaylaştır, iş gücünü etkiler, iş hızlı yapılır, zamandan veya maliyetten tasarruf sağlanır, kullanışlı olur.
- ✓ Sanat bilgisine sahip olmalı çünkü mühendisler yaptığı ürünlerde estetiklik, ergonomiklik, ayrıntıları fark edebilme, gözlemleme, görselleştirme, en ufak ayrıntıları fark edebilme, iki boyutlu bir cismi üç boyutlu görebilme, göze hitap etme, tasarım yapma, odaklanma, özveri, özgüven duygusu ve aynı zamanda eleştirel düşünme, derin düşünme, esnek düşünme, risk alma, el becerilerine sahip olmalıdır.

Puan

Dört alan da doğru açıklanmış, beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap daha verilmiş	5
Dört alanı da doğru açıklamış	4
Üç alanı doğru açıklamış	3
İki alanı doğru açıklamış	2
Bir alanı doğru açıklamış	1
Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) ya da hiçbir alanı doğru açıklamamış	0

3) Aşağıda yer alan iki resim görmektesin. Bu resimdeki meslekler neler olabilir? Sence bu meslekler arasındaki benzerlik ve farklar nelerdir?

1. RESİM



2. RESİM



1. Resimdeki meslek: Bilim insanı

2. Resimdeki meslek: Mühendis (inşaat mühendisi)

	Puan
Birinci resimdeki meslek bilim insanı, ikinci resimdeki meslek inşaat mühendisi olarak ifade edilmiş	5
Birinci resimdeki meslek bilim insanı, ikinci resimdeki meslek mühendis olarak ifade edilmiş	4
Birinci resimdeki meslek kimya mühendisi, ikinci resimdeki meslek inşaat mühendisi olarak ifade edilmiş	3
Birinci resimdeki meslek kimya mühendisi, ikinci resimdeki meslek mühendis olarak ifade edilmiş	2
Sadece bir resimdeki meslek doğru ifade edilmiş	1
Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) ya da iki resimdeki meslek yanlış ifade edilmiş	0

1. ve 2. Resimdeki meslekler arasındaki benzerlikler:

Her iki meslekte de;

- Çözülmesi gereken bir problem ya da cevaplanması gereken bir soru bulunmaktadır.
- Mühendisler için tasarımlarını, bilim insanları için hipotezlerini test etme ve değerlendirme aşamalarını vardır.
- Var olan bilgi ya da ürün üzerine inşa edilir.
- Sistemattir.
- Bilim, matematik, teknoloji ve sanattan faydalanılır.
- İletişim aşaması vardır.
- İnsanlara fayda sağlamak üzerine kuruludur.

1. ve 2. Resimdeki meslekler arasındaki farklar:

- Bilim insanları özel durumlardan yola çıkarak genel açıklamalara ulaşma doğrultusunda, mühendisler ise tersi istikamette süreçler işletirler.

- Mühendislik tasarım sürecinde üretim vardır. Bilimsel araştırma sürecinde yoktur.
- Mühendislik tasarım sürecinde kriterler ve kısıtlayıcılar / sınırlayıcılar belirleyicidir. Bilimsel araştırma sürecinde değildir.
- Mühendislik tasarım sürecinde özgünlük, bilimsel araştırma sürecinde ise var olan bilgiyi kullanma söz konusudur.

Puan

Benzerlik ve farkları doğru açıklanmış ve beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap verilmiş	5
Benzerlikleri ve farkları doğru açıklamış ve en az üç örnek vermiş	4
Benzerlikleri ve farkları kısmen doğru açıklamış ve en az iki örnek verilmiş	3
Benzerlikleri ve farkları bir örnek ile doğru açıklanmış	2
Benzerliği veya farklarından biri en az bir örnekle doğru açıklamış, diğeri yanlış açıklanmış	1
Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya benzerlik ve farklılıkları yanlış açıklanmış	0

4) Mühendislik alanı için matematik önemli midir? Mühendisler matematiği nasıl ve nerede kullanır?

Matematik sayesinde mühendisler ölçüm yapar, ölçü, uzunluk birimlerini kullanır, hesaplama yapar, matematiksel işlemler yapar, mantığını kullanır, problem çözer, maliyeti hesaplar, satışı tahmin eder, olasılığını hesaplar, tasarımını modeller, değişkenlerin birbiri arasındaki ilişkisini tespit eder, tablo – grafik – şekil bilgisini kullanır, geometrik şekilleri kullanır, veri analizi yapar, işlemsel bilgiler gereklidir, akıl yürütür, analiz yapar, istatistik bilgisini kullanır, analitik düşünme ve uygulama becerisine sahip olmalıdır.

Puan

Önemlidir denilmiş, mühendislerin matematiği nasıl ve nerede kullandığı en az iki ifade ile açıklanmış ve beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap daha verilmiş	5
Önemlidir denilmiş ve mühendislerin matematiği nasıl ve nerede kullandığı en az iki ifade ile açıklanmış	4
Önemlidir denilmiş ve mühendislerin matematiği nasıl ve nerede kullandığı bir ifade ile açıklanmış	3
Önemlidir denilmiş fakat mühendislerin matematiği nasıl ve nerede kullanıldığı açıklanmamış	2
Önemli değildir denilmiş fakat mühendislerin matematiği kullandığı ifade edilmiş	1
Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya yanlış cevap verilmiş	0

5) Teknoloji mühendislerin işini kolaylaştırır mı? Örneklerle açıklayınız.

Evet. Teknoloji sayesinde mühendislerin işi zaman veya maliyet bakımından azalabilir, iş daha hızlı yapılabilir, iş gücü azalır. Mühendislerin işini kolaylaştıran teknolojik aletler genellikle; bilgisayar, tablet, robotlar, hesap makinesi, kameralar, 3d yazıcılar, elektrik – elektronik aletler, jeneratör, motorlar, iş istasyonları, iş makineleri, sondaj makineleri, yüksek gerilime dayanıklı giysiler, el aletleri, ölçüm ve çizim aletleri, analog ve dijital ölçüm aletleri (zemin ölçme aleti, voltmetre, ampermetre, takometre, avometre, osiloskop), optik ölçüm aletleri, röntgen cihazları, laboratuvar araç ve gereçleri vb.

	Puan
Evet kolaylaştırır cevabı verilmiş, en az iki doğru örnek ile açıklanmış ve beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap daha verilmiş	5
Evet kolaylaştırır cevabı verilmiş ve en az iki doğru örnek ile açıklanmış	4
Evet kolaylaştırır cevabı verilmiş ve bir tane doğru örnek ile açıklanmış	3
Evet kolaylaştırır cevabı verilmiş fakat örneklerle açıklanmamış	2
Hayır kolaylaştırmaz cevabı verilmiş fakat geçerli bir örnek ile ifade edilmeye çalışılmış	1
Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya yanlış cevap verilmiş	0

BÖLÜM II

TERSİNE MÜHENDİSLİK

1) Sence tersine mühendislik neyi ifade etmektedir? Açıklayınız.

Tersine Mühendislik; bir aygıt, sistem veya makinenin işlevi ve çalışmasını sağlayan parçaları ayırıp, çalışma prensibini detaylı bir şekilde öğrenmektir.

Ortaya çıkmış bir ürünü inceleyip tasarımını oluşturmak, sonra aynı tasarım ile ürünü iyileştirmek veya başka ürün oluşturma sürecidir.

	Puan
Doğru cevap verilmiş ve beklenen cevaplardan farklı bir doğru cevap ile açıklanmış	5
Doğru cevap verilmiş ve beklenen doğrultuda açıklanmış	4
Doğru cevap verilmiş ve kısmen açıklanmış	3
Doğru cevap verilmiş fakat açıklanmamış	2
Yanlış cevap verilmiş fakat örneklerle ifade edilmeye çalışılmış	1
Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya yanlış cevap verilmiş	0

2) Etrafında bulunan makinelerin içindeki mekanizmaların neler olduğunu ve nasıl çalıştığını merak ediyor musun?

- ☐ Evet
☐ Hayır

Öğrencinin verdiği cevap dikkate alınır. Ön ve son testte verilen cevaplar karşılaştırılıp “Evet” ve “Hayır” cevaplarının toplam sayısı ve yüzdesi hesaplanır.

3) Günlük yaşamda bozulan veya kırılan bir ürünü onardın mı?

- ☐ Evet
☐ Hayır

Cevabını “**Evet**” ise; nasıl bir üründü?

Öğrencinin verdiği cevap dikkate alınır. Ön ve son testte verilen cevaplar karşılaştırılıp “Evet” ve “Hayır” cevaplarının toplam sayısı ve yüzdesi hesaplanır.

BÖLÜM III **MÜHENDİSLİK TASARIMI**

1) Günlük yaşamımızda kullanılan hangi ürünler mühendisler tarafından tasarlanmıştır? Örneklerle açıklayınız.

Makineler (çamaşır, bulaşık, saç kurutma, kahve, tost), yol, köprü, tünel, baraj, bina, karayolu, demiryolu, elektronik aletler, uçak, gemi, bilgisayar, tablet, akıllı tahta, robot, yazılım

	Puan
Tamamı doğru beklenen cevaplardan dört veya daha fazla örnek verilmiş ve beklenen cevaplardan farklı en az bir örnek daha verilmiş	5
Tamamı doğru beklenen cevaplardan dört veya daha fazla örnek verilmiş	4
Dört veya daha fazla doğru örnek verilmiş, doğru olmayan örnekler de olmasına rağmen doğruların sayısı yanlışlardan fazla ya da tamamı doğru üç örnek verilmiş	3
Dörtten az doğru örnek verilmiş, yanlış örnekler de olmasına rağmen doğruların sayısı yanlışlardan fazla ya da tamamı doğru iki örnek verilmiş	2
Dörtten az doğru örnek verilmiş, yanlışların sayısı daha fazla ya da tamamı doğru bir örnek verilmiş	1
Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya yazılan örneklerin tamamı yanlış verilmiş	0

2) Mühendisler tasarım (örneğin bir cep telefonu tasarlarken) yaparken genelde nelere dikkat ederler?

Kullanışlı olmasına, özelliklerine, içeriğine, dayanıklılığına, tasarımına, fiyatına (maliyetine), çalışmasına, kullanılacak malzemesine, güvenliğine, insan hayatını kolaylaştırmasına vb.

	Puan
Tamamı doğru beklenen cevaplardan dört veya daha fazla örnek verilmiş ve beklenen cevaplardan farklı en az bir örnek daha verilmiş	5
Tamamı doğru beklenen cevaplardan dört veya daha fazla örnek verilmiş	4
Dört veya daha fazla doğru örnek verilmiş, doğru olmayan örnekler de olmasına rağmen doğruların sayısı yanlışlardan fazla ya da tamamı doğru üç örnek verilmiş	3
Dörtten az doğru örnek verilmiş, yanlış örnekler de olmasına rağmen doğruların sayısı yanlışlardan fazla ya da tamamı doğru iki örnek verilmiş	2
Dörtten az doğru örnek verilmiş, yanlışların sayısı daha fazla ya da tamamı doğru bir örnek verilmiş	1
Cevap verilmemiş (boş bırakılmış) veya yazılan ifadenin tamamı yanlış	0

3) Öğrenim hayatın boyunca bir tasarım gerçekleştirdin mi?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

Cevabını **“Evet”** ise; nasıl bir tasarımdır? Örnek veriniz.

Cevabınız **“Hayır”** ise; bir tasarım yapmak ister miydiniz?

Öğrencinin verdiği cevap doğrultusunda ön ve son testte verilen cevaplar karşılaştırılıp “Evet” ve “Hayır” cevaplarının toplam sayısı ve yüzdesi hesaplanır.

BÖLÜM IV **MESLEK OLARAK MÜHENDİSLİK**

1) Ailenizde veya çevrenizde mesleği “Mühendis” olan birey var mı?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

Öğrencinin verdiği cevap doğrultusunda ön ve son testte verilen cevaplar karşılaştırılıp “Evet” ve “Hayır” cevaplarının toplam sayısı ve yüzdesi hesaplanır.

- Cevabını **“Evet”** ise hangi mühendislik alanı:

.....

2) Gelecekte seçmek istediğiniz meslekler arasında “Mühendislik” mesleğini düşünüyor musunuz?

- ☐ Evet
☐ Hayır

- Cevabınız **“Evet”** ise aşağıdaki soruyu cevaplandırınız.

Öğrencinin verdiği cevap doğrultusunda ön ve son testte verilen cevaplar karşılaştırılıp “Evet” ve “Hayır” cevaplarının toplam sayısı ve yüzdesi hesaplanır.

3) Günümüzdeki mühendis alanlarından hangisini / hangilerini gelecekte meslek olarak seçebilirsiniz? Eğer listede olmayan bir mühendislik alanı tespit ederseniz listenin en aşağısına yazıp ekleyiniz.

- | | |
|---|---|
| ☐ Astronomi Mühendisliği | ☐ Jeofizik Mühendisliği |
| ☐ Bilgisayar Mühendisliği | ☐ Jeoloji Mühendisliği |
| ☐ Bilişim Sistemleri Mühendisliği | ☐ Kimya Mühendisliği |
| ☐ Biyoloji Mühendisliği | ☐ Maden Mühendisliği |
| ☐ Biyomedikal Mühendisliği | ☐ Makine Mühendisliği |
| ☐ Cevher Hazırlama Mühendisliği | ☐ Matematik Mühendisliği |
| ☐ Çevre Mühendisliği | ☐ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği |
| ☐ Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği | ☐ Meteoroloji Mühendisliği |
| ☐ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği | ☐ Moleküler Biyoloji ve Genetik Mühendisliği |
| ☐ Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği | ☐ Nanoteknoloji Mühendisliği |
| ☐ Endüstri Mühendisliği | ☐ Tasarım Mühendisliği |
| ☐ Fizik Mühendisliği | ☐ Tekstil Mühendisliği |
| ☐ Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği | ☐ Uçak Mühendisliği |
| ☐ Gıda Mühendisliği | ☐ Uzay Mühendisliği |
| ☐ Havacılık ve Uzay Mühendisliği | ☐ Yazılım Mühendisliği |
| ☐ İmalat Mühendisliği | ☐ Ziraat Mühendisliği |
| ☐ İnşaat Mühendisliği | ☐ |
| ☐ İşletme Mühendisliği | ☐ |
| | ☐ |

Öğrencinin verdiği cevap doğrultusunda ön ve son testte verilen cevaplar karşılaştırılıp toplam seçilen mühendislik alanı sayısı ve yüzdesi hesaplanır.

EK-7 Mühendislik Tasarımı Değerlendirme Rubriği

	1	2	3	4
Problem Belirlenmesi	Problem belirlenmemiş, kriterler ve sınırlayıcılar bulunmuyor	Problem anlaşılması zor, kriterler ve sınırlayıcıların bir kısmı çizimlerden anlaşılıyor	Problem genel olarak belirtilmiş, çoğu kriter ve sınırlayıcılar çizimden anlaşılıyor.	Problem açık bir şekilde belirtilmiş, kriterler ve sınırlayıcılar açık bir şekilde anlaşılıyor.
Doğruluk	Kavramlar çizimlerde yanlış şekilde yer alıyor, yanlış isimlendirme yapılmış	Kavramların bir kısmı çizimlerde doğru şekilde yer alıyor, bir kısmı doğru isimlendirilmiş.	Kavramların birçoğu çizimlerde doğru şekilde yer alıyor, doğru isimlendirme yapılmış	Tüm kavramlar çizimlerde doğru şekilde yer alıyor, tüm isimlendirmeler doğru yapılmış
Çizim Detayı	Gerekli detaylar bulunmamakta, ya da birçok detay belirsiz	Bir kısım detaylar verilmiş ama bazılarının anlaşılması zor	Bir kısım detaylar verilmiş ve açık şekilde anlaşılıyor	Tüm detaylar verilmiş ve açık ve kolay şekilde anlaşılıyor
STEM İlişkisi	Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri açısından zayıf bir çizim	Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birini baz almış bir çizim	Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin iki ya da üçünü baz almış bir çizim	Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını kapsayıcı bir çizim
Orijinallik / Yenilik	Çizim orijinal değil	Çizimde nadiren orijinal unsurlar var	Çizim orijinal unsurlar içeriyor	Çizim üst seviyede orijinallik içeriyor
Uygulanabilirlik	Gerçek hayatta uygulanabilir bir çizim değil	Gerçek hayatta uygulanabilirliği düşük bir çizim	Bazı değişimlerle gerçek hayatta uygulanabilir bir çizim	Gerçek hayatta uygulanabilir bir çizim

EK-8 Bir Mühendisin Araştırma Defteri

BİR MÜHENDİSİN ARAŞTIRMA DEFTERİ **(KAHVE MAKİNESİ TASARIMI ETKİNLİĞİ)**



GRUP ÜYELERİ:

I. KONU: KARIŞIMLAR

1. BÖLÜM: PROBLEM BULMA

BİLGİ TEMELLİ HAYAT PROBLEMİ (BTHP)

Size verilen mektubu grup üyelerinizle birlikte okuyunuz.

MEKTUP

Sevgili mühendisler,

Şanlıurfa'da bir kafede çalışan garson sizden yardım bekliyor! Aşağıda garsonun yaşadığı problem anlatılmaktadır.

Aynı iş yerinde çalışan Fatma, İbrahim, Ethem, Merve, Ferhat ve Esra adında altı arkadaş, öğle arası kahve içmek için bir kafeye giderler. Bu arkadaşların işe yetismeleri için yarım saat süresi vardır. Garson menüyü getirir ve incelemeye başlarlar. Bir kahveye en fazla 15 TL vermeyi planlayan arkadaşlar garsona siparişlerini vermek üzere aşağıda belirtildiği gibi bir diyalog gerçekleştirirler.

Garson: Hoş geldiniz, ne arzu edersiniz?

Fatma: Yoğun ve sıcak bir kahve rica ediyorum.

İbrahim: Hafif ve yumuşak içimli sıcak bir kahve istiyorum.

Ethem: Orta yoğunlukta sıcak bir kahve rica ediyorum.

Merve: Hafif ve yumuşak içimli soğuk bir kahve alayım.

Ferhat: Yoğun ve ılık bir kahve istiyorum

Esra: Yoğun ve soğuk bir kahve olsun.

Garson siparişleri aldıktan sonra kahveleri hazırlamak üzere mutfığa gider ve ne görsün! Kahve makinesi bozulmuştur. Garson karşılaştığı bu problemi çözmek için bir kahve makinesinin nasıl çalıştığını, mekanizmasını düşünmeye başlar. Müşterilerini de bekletmemek için kahveyi kendisinin hazırlaması gerektiğine karar verir. Kahveyi hızlı bir şekilde hazırlaması içinde kahvenin çözünmesinin hızlı olması gerekmektedir. Bu noktada garsonun siz mühendislerin yardımına ihtiyacı vardır.

- Mektupta anlatılan olaydaki problem durumu nedir?

.....

.....

.....

- Sevgili mühendisler, garsonun aldığı siparişleri müşterilerin isteklerine göre hazırlayıp sunması için ne gibi tavsiyelerde bulunursunuz?

.....

.....

.....

- Siz mühendislerden beklenen görev nedir?

- Kahve demleme işleminde hangi bilgilere sahipsiniz?

- Kahve demleme işleminde hangi bilgiyi bilmeniz gerekiyor?

- Sahip olmanız gereken bilgiyi nereden öğreneceksiniz? Hangi kaynaklardan yardım alacaksınız?

Etkinliğin ilgili olduğu meslek dalları:

-
-
-
-

Etkinlikte grup içi görev dağılımları:

- Sözcü (Başkan):
- Yazıcı:
- Çizim yapan:
- Tasarımcı:
- Kalite Kontrolcü (Eleştiren Kişi):
- Malzemeleri Düzenleyen:

Göreviniz

**Sıcaklığın çözünürlük hızına etki edip etmediğini tespit etmek
veya
Tanecik boyutunun (temas yüzeyinin) çözünürlük hızına etki
edip etmediğini tespit etmek**

2. BÖLÜM: OLASI ÇÖZÜMLERİ GELİŞTİRME

- Nasıl bir ürün geliştirmeyi planlıyorsunuz?

- Ürün geliştirirken nelere dikkat edeceksiniz? Hangi kriterleri bilmeniz gerekiyor? Sınırlıklarınız nelerdir?

- **Dikkat Edilecekler:**

- **Kriterler ve Kısıtlamalar / Sınırlılıkların Belirlenmesi:**

Tablo 1: BTHP'deki kriterlerin ve kısıtlamaların / sınırlılıkların belirlenmesi

Kriterler	Kısıtlamalar / Sınırlılıklar

- **Ürününüzü oluştururken hangi malzemelere ihtiyacınız olacak?**

Gerekli Olan Malzemeler:

3. BÖLÜM: EN UYGUN ÇÖZÜMÜ KARARLAŞTIRMA

- Ürününüzü oluşturmak için gerekli malzemeleri tespit ettikten sonra sizler için hazırlanmış olan deney malzemelerinin bulunduğu standda gidiniz. İsteddiğiniz tüm malzemeler bu standda bulunuyor mu?
- Evet
- Hayır

- Cevabınız “Evet” ise;

Grubunuzdan seçtiğiniz deney malzemelerinden sorumlu arkadaşınız malzemeleri almak için hazırlansın.

- Cevabınız “Hayır” ise;

Eksik olan malzeme yerine hangi malzemeyi kullanabilirsiniz? Tespit ediniz. Eğer yerine başka bir malzeme kullanamıyorsanız ürününüzü tasarlamak için nasıl bir değişiklik yaparsınız?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

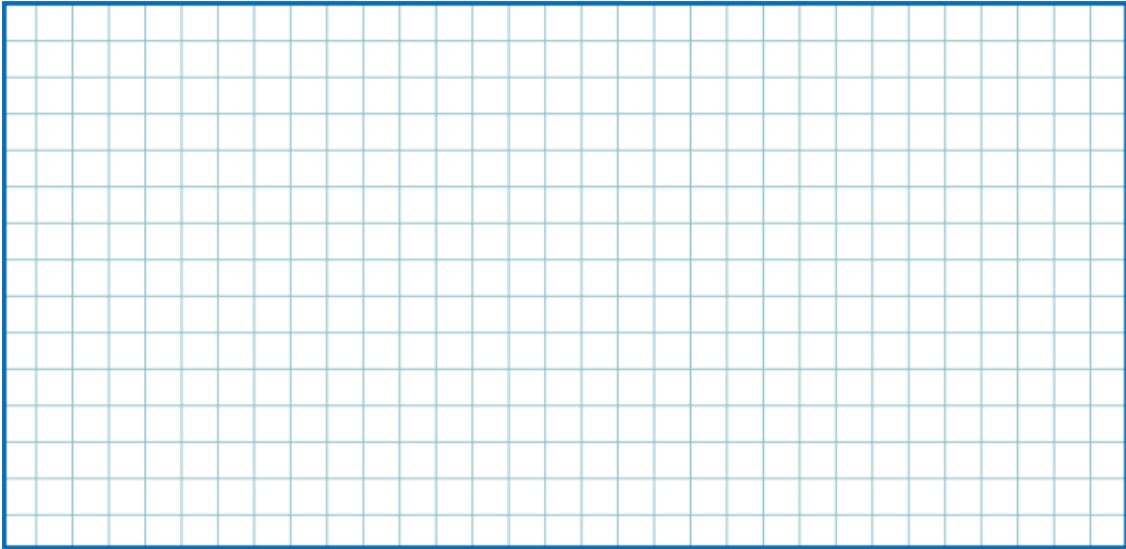
Yaptığınız değişiklikler tamam ise grubunuzdan seçtiğiniz deney malzemelerinden sorumlu arkadaşınız malzemeleri almak için hazırlansın.

4. BÖLÜM: PROTOTİP OLUŞTURMA

- Prototipinizi oluşturmak için hangi malzemelere ihtiyacınız var? Belirleyiniz.

.....		
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		

- Oluşturacağınız prototipin resmini çiziniz.

A large rectangular area filled with a light blue grid, intended for drawing the prototype. The grid consists of 20 columns and 20 rows of small squares.

5. BÖLÜM: PROTİPİ TEST ETME

- Aldığınız malzemeleri grubunuza götürdükten sonra müşterilerinize kahve hazırlamaya başlayabilirsiniz.

1. grup sizden beklenen görev:

- Tanecik boyutunun (temas yüzeyinin) çözünürlük hızına etki edip etmediğini tespit etmek sizin görevinizdir. Buna göre hangi müşterilerin kahvelerini hazırlarsınız?

.....
.....

- Seçtiğiniz müşterilerin istekleri nelerdir?

.....
.....
.....

- Bu istekleri hazırlamak için değişkenlerinizi belirleyiniz.

Tablo 2: BTHP'deki bağımlı, bağımsız ve kontrol / sabit değişkenlerin belirlenmesi

Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	Kontrol / Sabit Değişken

- Değişkenlerinizin ölçümlerini hesaplayınız / özelliklerini belirleyiniz (“..... kahvesi” bölümüne hangi müşterinin kahvesini hazırlıyorsanız o kişinin ismini yazınız).

Tablo 3: Değişkenlerin ölçümlerinin hesaplanması / özelliklerinin belirlenmesi

	 kahvesi	 kahvesi
Su miktarı		
Kahve miktarı		
Suyun sıcaklığı		
Kahvenin boyutu		

- Sizden istenen görevdeki kahveleri nasıl hazırlayacağınızı planlayıp aşağıya yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Kahvelerinizi hazırlamaya başlayınız. Hazırladığınız kahvenin tadı ve rengini gözlemleyip not ediniz (“..... kahvesi” bölümüne hangi müşterinin kahvesini hazırlıyorsanız o kişinin ismini yazınız).

Tablo 4: Seçilen birinci müşterinin kahvesinin tadı ve renginin sonuçları

	 kahvesi
Kahvenin Tadı	
Kahvenin Rengi	

Tablo 5: Seçilen ikinci müşterinin kahvesinin tadı ve renginin sonuçları

	 kahvesi
Kahvenin Tadı	
Kahvenin Rengi	

- Hazırladığınız hangi kahve daha hızlı çözüldü? Nedenini tartışarak açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

- Bu etkinlikten elde ettiğiniz sonucu bir cümle ile açıklayınız.

.....

.....

- Müşterinin elinin yanmaması için ısıyı daha az ileten bir bardak ve kaşık seçseydiniz bu hangi cins bardak ve kaşık olurdu? Nedenini açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

- Hazırladığınız kahveye şeker koyarken daha hızlı çözünmesi için toz şeker mi yoksa küp şeker mi kullanırsınız? Nedenini açıklayınız.

.....

.....

.....

- Hazırladığınız kahveyi kaşık yardımıyla karıştırırsaydınız çözünme hızını etkiler miydiniz? Nedenini açıklayınız.

.....

.....

- Karışımı karıştırmanın çözünme hızına etkisini nasıl tespit edersiniz?

.....

.....

.....

.....

- Karışımı karıştırmanın çözünme hızına etkisini belirlemek için bulduğunuz tespiti deneyiniz ve gözlemlerinizi not ediniz.

.....

.....

.....

.....

Tablo 6: Karışım karıştırıldığında kahvenin tadı ve rengindeki değişimin sonuçları

	Kahvenin Tadı	Kahvenin Rengi
2. dakika		
4. dakika		
6. dakika		

Tablo 7: Karışım karıştırılmadığında kahvenin tadı ve rengindeki değişimin sonuçları

	Kahvenin Tadı	Kahvenin Rengi
2. dakika		
4. dakika		
6. dakika		

- Karışımı karıştırdığınızda çözünme hızına nasıl etki etti? Gözlemlerinizi ve bulduğunuz sonucu tartışarak yazınız.

.....

.....

.....

.....

GÖZLEM NOTLARI

- ✓ Gruptan beklenen görev nedir?

.....

.....

.....

- ✓ Gruptan beklenen görevi gerçekleştirmek için hangi müşterilerin kahvesini hazırladılar? Sizce grubun yaptığı seçimler doğru muydu?

.....

.....

.....

- ✓ Grup kahve hazırlamak için belirledikleri bağımlı, bağımsız ve kontrol / sabit değişkenleri doğru belirlediler mi? Cevabınız hayır ise sizce bu değişkenler nelerdir?

.....

.....

.....

.....

- ✓ Grubun hazırladığı kahveden hangisi daha iyi çözündü? Nedenini tartışarak yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Tüm etkinliklerden yola çıkarak çözünme hızına etki eden faktörleri tespit etmek için;
- Sıcaklık çözünme hızını nasıl etkiler? Nedenini örneklerle açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

- Tanecik boyutu (temas yüzeyi) çözünme hızını nasıl etkiler? Nedenini örneklerle açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

- Karışımı karıştırmak çözünme hızını nasıl etkiler? Nedenini örneklerle açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

- Yaptığınız bu etkinlik sonucunda aşağıdaki alanlardan nasıl yararlandınız?

- Fen Bilimleri:

.....

.....

.....

.....

- Teknoloji:

.....

.....

.....

.....

- Mühendislik:

.....

.....

.....

.....

- Matematik:

.....

.....

.....

.....

- Sizce bu etkinlikte başka hangi alanlar etkili olmuştur?

.....

.....

.....

.....

.....

II. KONU: ISI VE SICAKLIK

1. BÖLÜM: PROBLEM BULMA

BİLGİ TEMELLİ HAYAT PROBLEMİ (BTHP)

Size verilen mektubu grup üyelerinizle birlikte okuyunuz.

MEKTUP

Sevgili mühendisler,

Şanlıurfa'da bir kafedeki işletmeci ve ekibini hatırlıyorsunuz. Bu ekibin sizin yardımınıza tekrar ihtiyacı var! Aşağıdaki mektupta ekibin yaşadığı bir başka problem durumu anlatılmaktadır.

Kafeye gelen müşterilerden bazıları sıcak bir kahve siparişi verip paket yapılmasını talep etmektedir. Ekip çalışanları da hazırladığı kahveleri paketler ve müşterilerine teslim ederler. Fakat müşterilerin çoğunluğunun bir şikâyeti vardır. Kahvelerinin yarım saatte soğuduğunu bunun sonucunda da kahveyi içmek istemediklerini dile getirirler. İşletmeci ve ekip çalışanları müşterilerini memnun etmek için siz mühendislerden yardım beklemektedir.

- Mektupta anlatılan olaydaki problem durumu nedir?

.....

.....

.....

- Sevgili mühendisler, garsonun hazırladığı kahvelerin soğumaması için ne gibi tavsiyelerde bulunursunuz?

.....

.....

.....

- Siz mühendislerden beklenen görev nedir?

.....

.....

.....

- Kahvenin sıcaklığının sabit kalması için hangi bilgilere sahipsiniz?

.....

.....

.....

.....

- Kahvenin sıcaklığının sabit kalması için hangi bilgiyi bilmeniz gerekiyor?

.....

.....

.....

.....

- Sahip olmanız gereken bilgiyi nereden öğreneceksiniz? Hangi kaynaklardan yardım alacaksınız?

.....

.....

.....

Etkinliğin ilgili olduğu meslek dalları:

-
-
-
-

Etkinlikte grup içi görev dağılımları:

- Sözcü (Başkan):
- Yazıcı:
- Çizim yapan:
- Tasarımcı:
- Kalite Kontrolcü (Eleştiren Kişi):
- Malzemeleri Düzenleyen:

2. BÖLÜM: OLASI ÇÖZÜMLERİ GELİŞTİRME

- Nasıl bir ürün geliştirmeyi planlıyorsunuz?

.....

.....

.....

.....

- Ürün geliştirirken nelere dikkat edeceksiniz? Hangi kriterleri bilmeniz gerekiyor? Sınırlıklarınız nelerdir?

- **Dikkat Edilecekler:**

.....

.....

.....

- **Kriterler ve Kısıtlamalar / Sınırlılıkların Belirlenmesi:**

Tablo 1: BTHP'deki kriterlerin ve kısıtlamaların / sınırlılıkların belirlenmesi

Kriterler	Kısıtlamalar / Sınırlılıklar

- **Ürününüzü oluştururken hangi malzemelere ihtiyacınız olacak?**

Gerekli Olan Malzemeler:

3. BÖLÜM: EN UYGUN ÇÖZÜMÜ KARARLAŞTIRMA

- Ürününüzü oluşturmak için gerekli malzemeleri tespit ettikten sonra sizler için hazırlanmış olan deney malzemelerinin bulunduğu standı gidiniz.

İstediğiniz tüm malzemeler bu standta bulunuyor mu?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

➤ Cevabınız “Evet” ise;

Grubunuzdan seçtiğiniz deney malzemelerinden sorumlu arkadaşınız malzemeleri almak için hazırlansın.

➤ Cevabınız “Hayır” ise;

Eksik olan malzeme yerine hangi malzemeyi kullanabilirsiniz? Tespit ediniz. Eğer yerine başka bir malzeme kullanamıyorsanız ürününüzü tasarlamak için nasıl bir değişiklik yaparsınız?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

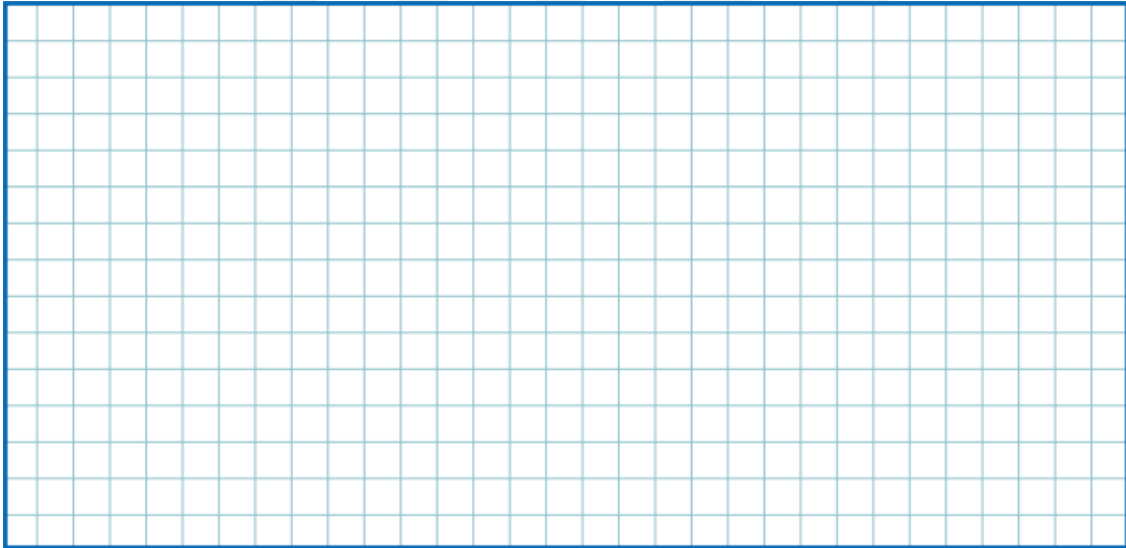
Yaptığınız değişiklikler tamam ise grubunuzdan seçtiğiniz deney malzemelerinden sorumlu arkadaşınız malzemeleri almak için hazırlansın.

4. BÖLÜM: PROTOTİP OLUŞTURMA

- Prototipinizi oluşturmak için hangi malzemelere ihtiyacınız var? Belirleyiniz.

.....		
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		

- Oluşturacağınız prototipin resmini çiziniz.



5. BÖLÜM: PROTİPİ TEST ETME

- ✓ Aldığınız malzemeleri grubunuza götürdükten sonra görevinize başlayabilirsiniz.

Sizden beklenen görev:

- Kahvenin sıcaklığının sabit kalmasını sağlamak sizin görevinizdi. Buna göre hangi malzemeleri (değişkenleri) kullanacaksınız?

.....

.....

- Bu işlemi gerçekleştirmek için değişkenlerinizi belirleyiniz.

Tablo 2: BTHP'deki bağımlı, bağımsız ve kontrol / sabit değişkenlerin belirlenmesi

Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	Kontrol / Sabit Değişken

- Değişkenlerinizin ölçümlerini hesaplayınız / özelliklerini belirleyiniz (“.....” bölümüne hangi malzemeyi kullandıysanız adını yazınız).

Tablo 3: Değişkenlerin ölçümlerinin hesaplanması / özelliklerinin belirlenmesi

			
			
Malze me miktarı			
Su miktarı			
Suyun ilk sıcaklığı			

- Sizden istenen görevdeki kahvenin sıcaklığının sabit kalmasını için deney düzeniğinizi nasıl hazırlayacağınızı planlayıp aşağıya yazınız.

.....

.....

.....

- Deney düzeneğinizi kurduktan sonra suyun sıcaklığının zaman içerisindeki değişimini aşağıdaki tabloya not ediniz.

Tablo 4: Değişkenlerin zaman ve sıcaklık ölçümlerinin hesaplanması

Zaman	Suyun sıcaklığı			

- Bu etkinlikten elde ettiğiniz sonucu yazıp açıklayınız.

.....

.....

.....

- Yaptığınız bu etkinlik sonucunda aşağıdaki alanlardan nasıl yararlandınız?

- Fen Bilimleri:

.....

.....

.....

.....

- Teknoloji:

.....

.....

.....

.....

- Mühendislik:

.....

.....

.....

.....

- Matematik:

.....

.....

.....

.....

- Sizce bu etkinlikte başka hangi alanlar etkili olmuştur?

.....

.....

.....

.....

.....

III. KONU: BASİT MAKİNELER

1. BÖLÜM: PROBLEM BULMA

BİLGİ TEMELLİ HAYAT PROBLEMİ (BTHP)

Size verilen mektubu grup üyeleri ile birlikte okuyunuz.

MEKTUP

Sevgili mühendisler,

Şanlıurfa'daki kafenin işletmecisi artık bir karar almıştır. Müşteri sayısının artması ve kahve çeşitlerinin talep görmesi sonucunda işini büyütmek istemektedir. İşletmeci ve ekibi tek başlarına müşterilerin taleplerine bazı zamanlar yetişememektedirler. Bozulan kahve makinesini size gönderiyorlar. Sizden ise yeni bir kahve makinesi tasarlamanızı beklemektedirler. Bu tasarımı yaparken oluşturduğunuz düzende yük olarak kullanılacak olan kahve, şeker veya su miktarlarına ait sistemlerin kuvvet kazancının olmasını beklemektedirler. Böylece kahve makinesinde yük olarak kullanılacak kahve, şeker veya su miktarlarını taşıyan sistem daha az kuvvet ile çalışması sağlanacaktır. Bunun için size ödeyebilecekleri bütçe en fazla 20 TL olup iki saat içinde de tasarımı yapmanız beklenmektedir.

- Mektupta anlatılan olaydaki problem durumu nedir?

.....

.....

.....

- Sevgili mühendisler, mektupta verilen problem durumu ile ilgili işletmeci ve ekibine ne gibi tavsiyelerde bulunursunuz?

.....

.....

.....

- Siz mühendislerden beklenen görev nedir?

.....

.....

.....

- Kahve makinesini tasarlarlarken kullanacağınız basit makineler hakkında hangi bilgilere sahipsiniz?

- Kahve makinesini tasarlarlarken kullanacağınız basit makineler hakkında hangi bilgileri bilmeniz gerekiyor?

- Sahip olmanız gereken bilgiyi nereden öğreneceksiniz? Hangi kaynaklardan yardım alacaksınız?

Etkinliğin ilgili olduğu meslek dalları:

-
-
-
-

Etkinlikte grup içi görev dağılımları:

- ✓ Sözcü (Başkan):
- ✓ Yazıcı:
- ✓ Çizim yapan:
- ✓ Tasarımcı:
- ✓ Kalite Kontrolcü (Eleştiren Kişi):
- ✓ Malzemeleri Düzenleyen:

2. BÖLÜM: OLASI ÇÖZÜMLERİ GELİŞTİRME

- Nasıl bir ürün geliştirmeyi planlıyorsunuz?

- Ürün geliştirirken nelere dikkat edeceksiniz? Hangi kriterleri bilmeniz gerekiyor? Sınırlıklarınız nelerdir?

➤ **Dikkat Edilecekler:**

➤ **Kriterler ve Kısıtlamalar / Sınırlılıkların Belirlenmesi:**

Tablo 1: BTHP'deki kriterlerin ve kısıtlamaların / sınırlılıkların belirlenmesi

Kriterler	Kısıtlamalar / Sınırlılıklar

- Ürününüzü oluştururken hangi malzemelere ihtiyacınız olacak?

Gerekli Olan Malzemeler:

3. BÖLÜM: EN UYGUN ÇÖZÜMÜ KARARLAŞTIRMA

- Ürününüzü oluşturmak için gerekli malzemeleri tespit ettikten sonra sizler için hazırlanmış olan deney malzemelerinin bulunduğu standı gidiniz.

İstediğiniz tüm malzemeler bu standta bulunuyor mu?

- ☐ Evet
- ☐ Hayır

➤ Cevabınız “Evet” ise;

Grubunuzdan seçtiğiniz deney malzemelerinden sorumlu arkadaşınız malzemeleri almak için hazırlansın.

➤ Cevabınız “Hayır” ise;

Eksik olan malzeme yerine hangi malzemeyi kullanabilirsiniz? Tespit ediniz. Eğer yerine başka bir malzeme kullanamıyorsanız ürününüzü tasarlamak için nasıl bir değişiklik yaparsınız?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

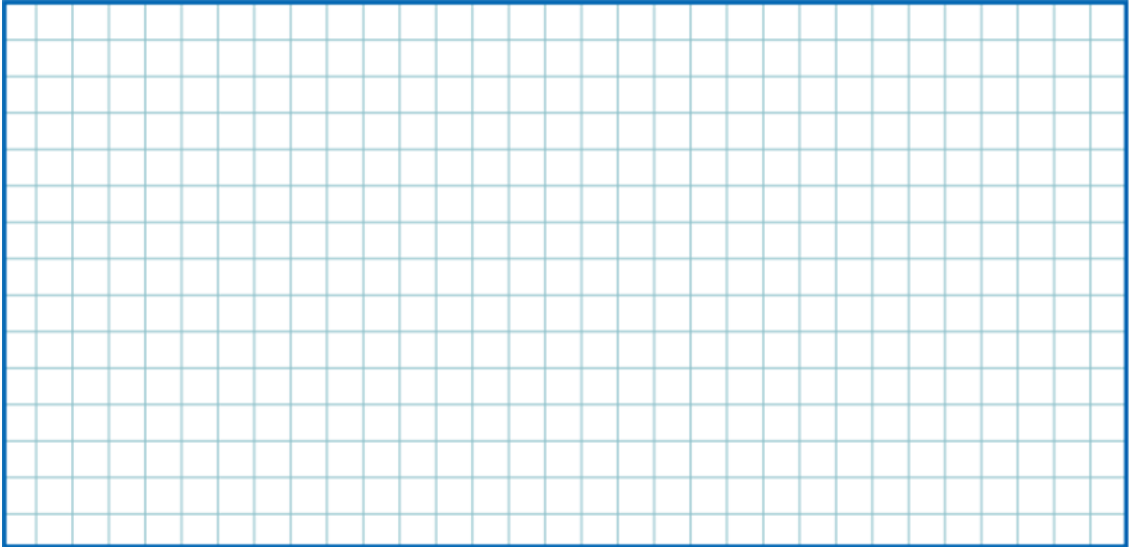
Yaptığınız değişiklikler tamam ise grubunuzdan seçtiğiniz deney malzemelerinden sorumlu arkadaşınız malzemeleri almak için hazırlansın.

4. BÖLÜM: PROTOTİP OLUŞTURMA

- Prototipinizi oluşturmak için hangi malzemelere ihtiyacınız var? Belirleyiniz.

.....		
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		

- Oluşturacağınız prototipin resmini çiziniz.



5. BÖLÜM: PROTİPİ TEST ETME

- ✓ Aldığınız malzemeleri grubunuza götürdükten sonra görevinize başlayabilirsiniz.

Sizden beklenen görev:

- Kahve makinesi tasarlarken kullanılan basit makinelerdeki kuvvet kazancını hesaplamak sizin görevinizdi. Buna göre hangi basit makineleri kullanacaksınız?

- Bu işlemi gerçekleştirmek için değişkenlerinizi belirleyiniz.

Tablo 2: BTHP'deki bağımlı, bağımsız ve kontrol / sabit değişkenlerin belirlenmesi

Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken	Kontrol / Sabit Değişken

- Değişkenlerinizin ölçümlerini hesaplayınız / özelliklerini belirleyiniz.

Tablo 3: Değişkenlerin ölçümlerinin hesaplanması / özelliklerinin belirlenmesi

Basit makinenin adı				
Basit makinede bulunan yükün miktarı				

- Sizden istenen görevdeki kahve makinesi tasarlarken kullanacağınız basit makinelerde kuvvet kazancı sağlamak için hazırlayacağınız deney düzeneğinizi nasıl planlayacağınızı yazınız.

- Hazırladığınız düzenekte kullandığınız basit makineler ile ilgili ölçüm / hesaplama sonuçlarını aşağıya not ediniz.

.....

.....

.....

- Deney düzeneğinizi kurduktan sonra kullandığınız basit makinelerdeki kuvvet kazancını hesaplayıp aşağıdaki tabloya not ediniz.

Tablo 4: Değişkenlerin kuvvet kazancının hesaplanması

.....				
Basit makinenin adı				
Basit makinede bulunan yükün miktarı				
Basit makineye uygulanan gereken kuvvet				
Basit makinenin kuvvet kazancı değeri				

- Bu etkinlikten elde ettiğiniz sonucu bir cümle ile açıklayınız.

.....

.....

- Yaptığınız bu etkinlik sonucunda aşağıdaki alanlardan nasıl yararlandınız?

- Fen Bilimleri:

.....

.....

.....

.....

- Teknoloji:

.....

.....

.....

.....

- Mühendislik:

.....

.....

.....

.....

- Matematik:

.....

.....

.....

.....

- Sizce bu etkinlikte başka hangi alanlar etkili olmuştur?

.....

.....

.....

.....

.....

EK-9 Bir Mühendisin Araştırma Defteri Değerlendirme Rubriği

	3 Puan	2 Puan	1 Puan	0 Puan
Problem Bulma (BTHP İlişkisi)	İstenilen kriterlere vurgu yapılmış ve detaylı bilgi verilmiş	İstenilen kriterlere vurgu yapılmış	İstenilen kriterlere vurgu yapılmış fakat kullanılan bilgi eksik veya kısıtlı	İstenilen kriterlere vurgu yapılmamış
Etkinliğin ilgili meslek dalları	Etkinlikle ilgili üç meslek dalına yer verilmiş	Etkinlikle ilgili iki meslek dalına yer verilmiş	Etkinlikle ilgili bir meslek dalına yer verilmiş	Etkinlikle ilgili meslek dallarına yer verilmemiş
Görev dağılımı	Grup içi görev dağılımı kısa zamanda yapılmış ve görev dağılımına etkinlik anında öğrenciler dikkat etmiş	Grup içi görev dağılımı uzun zaman almış fakat görev dağılımına etkinlik anında öğrenciler dikkat etmiş	Grup içi görev dağılımı yapılması uzun zaman almış ve görev dağılımına etkinlik anında öğrenciler dikkat etmiş	Grup içi görev dağılımı yapılamamış
Fikir Geliştirme	Verilen problemin kriter ve sınırlamalarına uygun fikir geliştirilmiş	Verilen problemin kriter ve sınırlamalarının bazısına uygun fikir geliştirilmiş	Verilen problemin kriter ve sınırlamaların sadece birine uygun fikir geliştirilmiş	Verilen problemin kriter ve sınırlamalarına uygun fikir geliştirilmemiş
Uygun çözümü karşılaştırma	Verilen problem ve deney standındaki malzemelere uygun çözüm karşılaştırılmış	Verilen problem ve deney standındaki malzemelerin çoğuna uygun çözüm karşılaştırılmış	Verilen problem ve deney standındaki malzemelerin sadece birine uygun çözüm karşılaştırılmış	Verilen problem ve deney standındaki malzemelere uygun çözüm karşılaştırılamamış
Prototipi çizme	Verilen probleme ve tasarım sürecine uygun prototip çizilmiş, açıklamalar ile desteklenmiş	Verilen probleme ve tasarım sürecine uygun prototip çizilmiş	Verilen problem ve tasarım sürecinden sadece birine uygun prototip çizilmiş	Verilen probleme ve tasarım sürecine uygun prototip çizilememiş
Bağımlı / Bağımsız / Kontrol değişkenleri tespit etme	Bağımlı/Bağımsız/ Kontrol değişkenlerin hepsi doğru ifade edilmiş	Bağımlı/Bağımsız/ Kontrol değişkenlerin en az ikisi doğru ifade edilmiş	Bağımlı/Bağımsız/ Kontrol değişkenlerin en az biri doğru ifade edilmiş veya bağımlı / bağımsız değişkenin yerleri karıştırılmış	Bağımlı/Bağımsız/ Kontrol değişkenlerinin hiçbirisi doğru ifade edilememiş
Ürün değerlendirme	Tasarlanan ürün belirlenen kriter ve sınırlamaları karşılamıştır	Tasarlanan ürün belirlenen kriter ve sınırlamaların bazılarını karşılamıştır	Süreç anında ürün oluşturulmaya başlanmış fakat tamamlanmamış	Süreç sonunda ürün hazırlanmamıştır
Disiplinler arası alan ilişkisi	Etkinlikle ilgili üç alanda disiplinler arası ilişki tespit edilmiş	Etkinlikle ilgili iki alanda disiplinler arası ilişki tespit edilmiş	Etkinlikle ilgili bir alanda disiplinler arası ilişki tespit edilmiş	Etkinlikle ilgili disiplinler arası ilişkiler tespit edilememiş

EK- 10 Araştırmada Kullanılan Ölçeklerin İzin Yazısı

ÇOCUKLAR İÇİN PROBLEM ÇÖZME ENVANTERİNİ ARAŞTIRMADA KULLANMAK ÜZERE ALINAN İZİN YAZISI



Merve TAŞÇI <mervetasci5393@gmail.com>

25 Kas (2 gün önce) ☆



Alıcı: nerguzserin ▾

Merhaba Nergüz BULUT SERİN,
Ben Merve TAŞÇI. Marmara Üniversitesi'nde yüksek lisans yapıyorum.
"İlköğretim Düzeyindeki Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri'nin (ÇPÇE) Geliştirilmesi" adlı çalışmanızı inceledim. Geliştirmiş olduğunuz Problem Çözme Envanterini tezimde kullanmak için izin istiyorum.
İyi çalışmalar.



Nergüz Bulut Serin

00:02 (21 saat önce) ☆



Alıcı: bana ▾

Sevgili Merve "İlköğretim Düzeyindeki Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri'ni (ÇPÇE) yüksek lisans tezinizde kullanabilirsiniz. İyi çalışmalar dilerim.

STEM ALGI TESTİ VE STEM TUTUM TESTİNİ ARAŞTIRMADA KULLANMAK ÜZERE ALINAN İZİN YAZISI



Merve TAŞÇI <mervetasci5393@gmail.com>

6 Ağu (3 gün önce) ☆



Alıcı: Filiz ▾

Merhaba Filiz GÜLHAN,
Ben Merve TAŞÇI. Marmara Üniversitesi'nde yüksek lisans yapıyorum. Danışmanım Fatma ŞAHİN olup sizinle iletişime geçmiştim. Geliştirmiş olup bana gönderdiğiniz "STEM Algı Testi" ve "STEM Tutum Testi"ni inceledim.
Çalışmamda kullanmak üzere iznini istiyorum.
İyi çalışmalar.

6 Ağustos 2017 17:48 tarihinde Merve TAŞÇI <mervetasci5393@gmail.com> yazdı:

...



Filiz Gülhan

6 Ağu (3 gün önce) ☆



Alıcı: bana ▾

Evet kullanabilirsiniz. Çalışmanızda kolaylıklar ve başarılar diliyorum.

EK-11 Araştırmanın Uygulanması İçin Veliden Alınan İzin Belgesi

Sayın Veli;

Çocuğunuzun katılacağı bu çalışma, “Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde Akademik Başarılarına, Problem Çözme Becerilerine, STEM Tutum ve Algılarına Etkisinin İncelenmesi” adıyla, 2018-2019 Eğitim Öğretim yılı II. Dönem zamanında yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Hedefi: Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde Akademik Başarılarına, Problem Çözme Becerilerine, STEM Tutum ve Algılarına Etkisinin İncelenmesidir.

Araştırma Uygulanması: Nicel ve nitel veri toplama araçları kullanılarak deney ve kontrol grubuna ön ve son test yapılması sonucu elde edilen veriler şeklindedir.

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

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

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. Anket çalışmasına katılmamak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek çocuğunuza hiçbir sorumluluk getirmeyecektir.

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

Araştırmacı: Merve TAŞCI

İletişim bilgileri: mervetasci5393@gmail.com

Velisi bulunduğum sınıfı numaralı öğrencisi

.....

.....’in yukarıda açıklanan araştırmaya katılmasına izin veriyorum. (Lütfen formu imzaladıktan sonra çocuğunuzla okula geri gönderiniz).

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

İsim – Soyadı:

İmza:

Telefon Numarası:

EK-12 Öğrencinin Kahve İçmesi İçin Veliden Alınan İzin Belgesi

Sayın Veli,

..... sınıfı adlı öğrencinin katıldığı etkinliğin bir bölümünde hazırladığı kahveyi test etmesi için tatması beklenmektedir. Etkinliğin bu aşamasının gerçekleşmesi için öğrencimizin isteği ve siz velimizin izni gerekmektedir.

Şimdiden teşekkür ederim.

Merve TAŞÇI

Fen Bilimleri Öğretmeni

- ☐ Öğrencinin hazırladığı kahveyi tatmasını ONAYLIYORUM.
- ☐ Öğrencinin hazırladığı kahveyi tatmasını ONAYLAMİYORUM.

İmza

Veli Adı Soyadı

EK-13 Katılım Belgesi



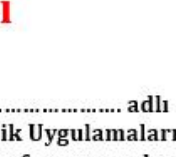
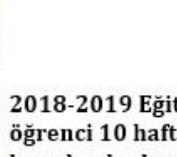


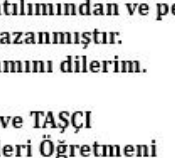
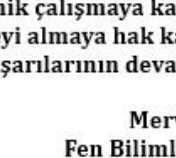
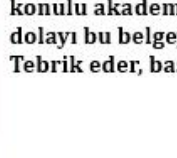
MEHMET HACİBOZANOĞLU ORTAOKULU

Katılım Belgesi

2018-2019 Eğitim Öğretim yılı adlı öğrenci 10 haftalık sürede «Tersine Mühendislik Uygulamaları» konulu akademik çalışmaya katılımından ve performansından dolayı bu belgeyi almaya hak kazanmıştır. Tebrik eder, başarılarının devamını dilerim.

Merve TAŞÇI
Fen Bilimleri Öğretmeni









EK-14 Araştırmanın Uygulama İzin Yazısı



T.C.
ŞANLIURFA VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü



Sayı : 26292541-44-E.5463885

Konu : Uygulama İzni
(Merve TAŞÇI)

MARMARA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi :25.02.2019 tarih ve 1900052679 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği tezli yüksek lisans öğrencisi ve tez aşamasında olan Merve TAŞÇI'nın "Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8.Sınıf Öğrencilerinde Akademik Başarılarına, Problem Çözme Becerilerine, STEM Tutum ve Algılarına Etkisinin İncelenmesi" konulu tez çalışması kapsamında hazırlanan uygulamanın Müdürlüğümüze bağlı Eyyübiye İlçesinde bulunan Mehmet Hacıbozanoğlu ortaokulundaki öğrencilere uygulanmasına ilişkin ilgi yazı ve ekleri değerlendirilmiş olup;

Söz konusu uygulamanın sonuçlarının Müdürlüğümüzce paylaşılması ve uygulamanın eğitim öğretim faaliyetini aksatmadan, veli izin belgesi alınarak, gönüllülük esasına dayalı olarak yapılmasında herhangi bir sakınca görülmemiştir.

Bilgilerinize arz ederim.

Şerafettin TURAN
İl Millî Eğitim Müdürü

Güvenli Elektronik İmza
Aslı ile Aynıdır
15.03.2019

Mustafa KİTİK
İl Millî Eğitim Müdürü

T.C. MARMARA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ	
Tarih	21-03-2019
Sayı	1900052679
Bürosu	30208-01

Öğrenci İşl. D. Bxst
20.03.2019
M.B.

Adres: Hamidiye Mahallesi, Necmettin Cevheri Blv No:20, 63300
Şanlıurfa Merkez/Haliliye/Şanlıurfa
Elektronik Ağ:
e-posta:

Bilgi için: Mehmet TOSUN

Tel: 0 (414) 280 63 57
Faks: 0 (414) 280 63 99

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden e2ec-d3f1-37be-b4dd-f847 kodu ile teyit edilebilir.



T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı

Sayı : 16110545-302.08.01-E.1900081218
Konu : Merve TAŞÇI'nın Uygulama İzin İsteği

22.03.2019

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 22.02.2019 tarihli 1900051602 sayılı yazınız.

Biriminiz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi ve tez aşamasında olan (T.C:63259180688) Merve TAŞÇI, "**Tersine Mühendislik Uygulamalarının 8. Sınıf Öğrencilerinde Akademik Başarılarına, Problem Çözme Becerilerine, STEM Tutum ve Algılarına Etkisinin İncelenmesi**" başlıklı tez çalışmasını yapmasının uygun olduğuna dair yazı sureti ekte gönderilmiştir.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Özlem GÜNGÖR
Daire Başkanı

EK: Yazı Sureti



Marmara Üniversitesi Göztepe Yerleşkesi Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı
34722 Kadıköy / İSTANBUL
Telefon: 0216 414 05 45
ogrenci.yenikayit@marmara.edu.tr
Kep Adresi: marmarauniversitesi@hs01.kep.tr

Belgegeçer No: 349 56 45
http://oidb.marmara.edu.tr

Ayrıntılı bilgi için:
Fuat ERDEM
Bilgisayar İşletmeni



Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. maddesi gereğince Özlem GÜNGÖR tarafından güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <http://ebys.marmara.edu.tr/QR/1F2131978C684171>