



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

**IŞIK KONUSUNUN ARGÜMANTASYON DESTEKLİ TASARIM
TEMELLİ FEN VE MÜHENDİSLİK UYGULAMALARI İLE
ÖĞRETİMİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN 21. YÜZYIL YAŞAM
BECERİLERİ VE ÖĞRENME ÜRÜNLERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Ramazan DEMİREL

DANIŞMAN

Doç. Dr. Hasan ÖZCAN

AKSARAY, 2021

DOĞRULUK BEYANI

Doktora tezi olarak sunduđum bu çalıřmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı dűőecek bir yol ve yardıma bařvurmaksızın yazdıđımı, yararlandıđım eserlerin kaynakçada gűsterilenlerden olduđuunu, çalıřmamda kullandıđım verilerin orijinalliđini ve her tűrlű intihalden uzak olduđuunu beyan ederim.

Enstitű tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tűm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Ramazan DEMİREL

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince tez çalışmamın her aşamasında akademik birikimini ve her türlü desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, fikirleri ile çalışmalarına yol gösteren tez danışmanım Doç. Dr. Hasan ÖZCAN hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışma sürecince tez izleme komitesinde yer alan tezin şekillenmesi için her türlü katkısı sunan, görüş ve önerileri ile tezime katkı sağlayan Prof. Dr. Tuncay TUNÇ hocama ve Dr. Öğr. Üyesi Hakkı İlker KOŞTUR hocama binlerce kez teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimim ders aşamasında bilgilerinden istifade ettiğim Prof. Dr. Özgül KELEŞ, Doç. Dr. Safiye TEMEL, Prof. Dr. Naim UZUN ve Prof. Dr. Arzu DOĞRU hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez savunmasında yer alarak değerli görüşleri ve önerileri ile tezime katkı sağlayan Prof. Dr. Mustafa Sabri KOCAKÜLAH ve Doç. Dr. Ramazan ÇEKEN hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimim süresince her türlü yardımı ve misafirperverliği esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Nurcan TEKİN hocama teşekkür ederim.

Doktora eğitimim süresince karşılaştığım sorunların üstesinden gelmemde yardımcı olan ve manevi desteklerini esirgemeyen anneme teşekkür ederim.

Ramazan DEMİREL

AKSARAY, 2021

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem Durumu	1
1.2 Problem Cümlesi	2
1.3 Alt Problemler	3
1.4 Araştırmanın Amacı	4
1.5 Araştırmanın Önemi	4
1.6 Araştırmanın Varsayımları	9
1.7 Araştırmanın Sınırlılıkları	9
1.8 Tanımlar	10
2. KAYNAK ÖZETLERİ	12
2.1 Fen Eğitimi	12
2.1.1 TIMSS 2019 Türkiye raporu	16
2.2 STEM/FeTeMM Eğitimi	16
2.2.1 Bütünleştirilmiş STEM eğitimi.....	22
2.3 Tasarım Beceri Atölyeleri	26
2.4 Tasarım Temelli Fen ve Mühendislik Eğitimi	27
2.4.1 Tasarım temelli fen ve mühendislik eğitiminin temel özellikleri.....	28
2.4.2 Tasarımı temelli fen ve mühendislik etkinlikleri.....	34
2.4.3 Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında kullanılan problemlerin özellikleri	38
2.4.4 Fen ve mühendislik tasarım süreci	39
2.4.5 Tasarım temelli fen ve mühendislik eğitiminde öğretmenin rolü.....	50
2.4.6 Tasarım temelli fen ve mühendislik eğitiminin öne çıkan faydaları	52
2.4.7 Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında değerlendirme	58
2.4.8 Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında sınırlılıklar.....	58
2.5 Argümantasyon	59
2.5.1 Argümantasyonun önemi.....	61
2.5.2 Argümantasyon süreci	65
2.5.3 Toulmin'in argüman modeli	66
2.5.4 Eğitim ortamında argümantasyon uygulamaları kullanılmasının faydaları.....	72
2.5.5 Argümantasyon uygulamalarında görülen sınırlılıklar.....	74
2.6 21. Yüzyıl Yaşam Becerileri	75
2.6.1 21. yüzyıl yaşam becerileri nelerdir?.....	79
2.6.2 P21 21. yüzyıl becerileri için ortaklık.....	84
2.6.3 21. yüzyıl yaşam becerilerinin değerlendirilmesi.....	85
2.7 İlgili Araştırmalar	86
2.7.1 Tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimi ile ilgili ulusal alanda yapılan araştırmalar	86
2.7.2 Tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimi ile ilgili uluslararası alanda yapılan araştırmalar.....	91

2.7.3 Argümantasyon ile ilgili ulusal alanda yapılan araştırmalar	95
2.7.4 Argümantasyon ile ilgili uluslararası alanda yapılan araştırmalar	98
2.7.5 21. yüzyıl yaşam becerileri ile ilgili ulusal alanda yapılan araştırmalar.....	100
2.7.6 21. yüzyıl yaşam becerileri ile ilgili uluslararası alanda yapılan araştırmalar.....	102
3. YÖNTEM.....	105
3.1 Araştırmanın Modeli	105
3.1.1 Karma yöntem araştırması	105
3.2 Araştırmanın Deseni	107
3.3 Araştırmanın Evreni ve Örneklemi	108
3.4 Araştırmanın Çalışma Grubu.....	108
3.5 Veri Toplama Araçları.....	109
3.5.1 Nicel veri toplama araçları.....	110
3.5.1.1 Işığın madde ile etkileşimi akademik başarı testi (IMEABT)	110
3.5.1.2 Yirmi birinci yüzyıl yaşam becerileri ölçeği (YYYBÖ).....	114
3.5.2 Nitel veri toplama araçları	119
3.5.2.1 Nitel yönetime ilişkin ddak grup görüşmesi soruları (OGGS).....	121
3.6 Araştırmada Kullanılan Etkinlik Çalışma Kâğıtlarının Geliştirilmesi	121
3.7 Araştırmanın Uygulanması.....	123
3.7.1 Pilot uygulama	123
3.7.2 Asıl uygulama.....	124
3.7.2.1 Deney grubunda öğretim süreci	124
3.7.2.2 Kontrol grubunda öğretim süreci	127
3.8 Verilerin Toplanması.....	129
3.9 Verilerin Analizi.....	129
3.9.1 Nicel verilerin analizi	129
3.9.2 Nitel verilerin analizi	130
3.10. Araştırmanın Geçerliği	131
3.11. Etik boyut	131
4. BULGULAR	132
4.1 Araştırmanın Nicel Boyutuna İlişkin Bulgu ve Yorumlar	132
4.1.1 Araştırmanın birinci alt problemine yönelik bulgular	132
4.1.2 Araştırmanın ikinci alt problemine yönelik bulgular.....	134
4.2 Araştırmanın Nitel Bölümüne İlişkin Bulgu ve Yorumlar	136
4.2.1 Araştırmanın üçüncü alt problemine yönelik bulgular	136
4.2.2 Araştırmanın dördüncü alt problemine yönelik bulgular.....	138
4.2.3 Araştırmanın beşinci alt problemine yönelik bulgular	140
4.2.4 Araştırmanın altıncı alt problemine yönelik bulgular.....	142
4.2.5 Araştırmanın yedinci alt problemine yönelik bulgular.....	144
4.2.6 Araştırmanın sekizinci alt problemine yönelik bulgular	146
4.3 Etkinlik Dokümanlarından Elde Edilen Bulgular	148
4.3.1 Radyometre yapımına yönelik bulgular	149
4.3.2 Renk çarkı yapımına yönelik bulgular.....	156
4.3.3 Periskop yapımına yönelik bulgular	163
4.3.4 Teleskop yapımına yönelik bulgular	169
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	175
5.1 Öğrencilerin Akademik Başarısına İlişkin Sonuç ve Tartışma	175
5.2 Öğrencilerin 21. Yüzyıl Yaşam Becerilerine İlişkin Sonuç ve Tartışma	177

5.3 Yöntemin Fen Bilimleri Dersinde Kullanılmasına Yönelik Öğrenci Düşünceleri ile İlgili Sonuç ve Tartışma.....	178
5.4 Yöntemin 21. Yüzyıl Yaşam Becerilerinin Değişimine Yönelik Öğrenci Görüşleri ile İlgili Sonuç ve Tartışma	180
5.5 Yöntemde Kullanılan Etkinliklere Yönelik Öğrenci Görüşleri ile İlgili Sonuç ve Tartışma.....	181
5.6 Yöntemle Öğrencilerin Tasarım Sürecini Uygulama Becerilerinin Değişimi ile İlgili Sonuç ve Tartışma	182
5.7 Yöntemin Öğrencilerin Akademik Başarı ve 21. Yüzyıl Yaşam Becerilerinin Değişimi ile İlgili Düşüncelerine İlişkin Sonuç ve Tartışma ..	183
5.8 Yöntemin Öğrencilerin Argümantasyon Becerilerinin Gelişimi ile Düşüncelerine Yönelik Sonuç ve Tartışma	184
5.9 Öneriler.....	185
5.9.1 Uygulamaya yönelik öneriler	185
5.9.1.1 Pandemi sürecinde yapılacak araştırmalara yönelik öneriler.....	187
5.9.2 Araştırmacılara yönelik öneriler	188
5.9.3 Öğretmen ve yöneticilere yönelik öneriler	189
5.9.4 Kurum ve kuruluşlara yönelik öneriler.....	190
KAYNAKLAR	191
EKLER.....	209
EK A. Anne-Baba İzin Formu.....	210
EK B. Konya MEM Araştırma İzni.....	211
EK C. Aksaray Üniversitesi Etik Kurul İzin Belgesi	212
EK D. Işığın Madde İle Etkileşimi Akademik Başarı Testi	213
EK F. Odak Grup Görüşme Soruları	219
EK G. Işık Testi Belirtke Tablosu	221
EK H. Deney Grubu Ders Plânı	222
EK I. Kontrol Grubu Ders Plânı	248
EK İ. Araştırmada Kullanılan Etkinlikler.....	278
EK J. Sınıf İçi Öğretim Uygulamalarına Yönelik Fotoğraflar	317
ÖZGEÇMİŞ.....	320

DOKTORA TEZİ

IŞIK KONUSUNUN ARGÜMANTASYON DESTEKLİ TASARIM TEMELLİ FEN VE MÜHENDİSLİK UYGULAMALARI İLE ÖĞRETİMİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN 21. YÜZYIL YAŞAM BECERİLERİ VE ÖĞRENME ÜRÜNLERİ ETKİSİ

Ramazan DEMİREL

**Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İlköğretim Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Hasan ÖZCAN

ÖZET

Bu araştırmada argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin başarı, 21. yüzyıl yaşam becerilerine etkisi ve yönetime yönelik öğrenci görüşleri incelenmektedir. Araştırma karma yöntem araştırma desenlerinden açıklayıcı ardışık desene göre yürütülmüştür. Araştırmanın nicel boyutunda argümantasyon destekli tasarım temelli mühendislik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı ve 21. yüzyıl yaşam becerilerine etkisini incelemek amacıyla ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda ise öğrencilerin yönetime ilişkin görüşlerini tespit etmek amacıyla odak grup görüşmesi gerçekleştirilmiştir. Araştırma 2019-2020 eğitim öğretim yılı Bahar döneminde Konya ilinin Bozkır ilçesinde eğitim gören 7. sınıf öğrencileri ile 9 hafta süresince yürütülmüştür. Araştırmada kontrol grubu öğrencileri ile 5E öğrenme modeline göre öğretim gerçekleştirilirken, deney grubu öğrencileri argümantasyon destekli tasarım temelli mühendislik uygulamaları ile öğretim gerçekleştirilmiştir. Çalışmada araştırmacı tarafından 24 madde ve 5 faktörden oluşan 21. yüzyıl yaşam becerileri ölçeği geliştirilmiştir. Ölçeğin boyutları analitik düşünme, iş birliği, yaratıcılık, araştırma yürütme becerileri ve problem çözme becerilerinden oluşmaktadır.

Araştırma sonucunda argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin başarılarının arttığı ve 21. yüzyıl yaşam becerilerinin geliştiği tespit edilmiştir. Öğrenciler kullanılan yöntemin kolay öğrenme ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığını artırma, iş birliği ve çok boyutlu düşünme becerilerinin gelişmesini sağladığını düşünmektedirler. Araştırmadan elde edilen bulgular neticesinde MEB 2023 Eğitim Vizyonu belgesinde geçen tasarım beceri atölyelerinin okullarda yaygınlaştırılarak öğrencilerin tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarına katılımlarının artırılması önerisinde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tasarım Temelli Fen ve Mühendislik Eğitimi, Argümantasyon, 21. Yüzyıl Yaşam Becerileri, Işık, Tasarım Beceri Atölyeleri.

Mayıs, 2021; 320 sayfa

PhD. THESIS

THE EFFECT OF TEACHING THE SUBJECT OF LIGHT WITH ARGUMENTATION-SUPPORTED DESIGN BASED SCIENCE AND ENGINEERING PRACTICES ON THE LEARNING OUTCOMES AND TWENTY-FIRST CENTURY SKILLS OF SEVENTH GRADE STUDENTS

Ramazan DEMİREL

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Elementary**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hasan ÖZCAN

ABSTRACT

In this study, the argumentation support design based engineering on students' success, on the effect of living capabilities of the 21st century and the students' opinions regarding the method are investigated. The study has been carried out via the explanatory sequential design that is of the hybrid methods. In the quantitative dimension of the study quasi-experimental pattern with pre test and posttest control group is used so as to examine the effects of the argumentation supported design based engineering practices on the students' academic success and the capabilities of life in the 21st century. In the qualitative dimension of the study focus group discussion is performed to determine the views of the students. The research has been conducted 7th grade students in the educational year of 2019-2020 in the spring term in Bozkır/Konya during 9 weeks. While the education was followed through the 5E teaching model with the control group, it was carried out by the argumentation supported design based engineering practices with the experiment group in this study. 21st century living capabilities scale which consists of 24 items and 5 factors was developed by the researcher. Analytical thinking, team effort, creativity, conducting research and problem solving skills were dimensions of the scale.

As a result of the study, it is determined that the success of the 7th grade student has been increased thanks to the argumentation supported design based engineering and science practices and also their 21st century living skills. Students think that this method has provided the development of easy learning, the increase of permanent learning, the improvement of their hand manipulative skills, cooperation and multidimensional thinking abilities. In consequence of the findings of the study, it is suggested that the design and skill laboratories which have been started to be established in relation to the 2023 Education Vision should increased at schools. Thus, the participation of the pupils to the argumentation support design based engineering practices can be enhanced.

Keywords: Designed Based Science and Engineering Education, Argumentation, 21st Century Living Skills, Light, Design and Skill Labs.

May, 2021; 320 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. STEM öğretiminde yangın olarak kullanılan öğretimsel pratikler.....	23
Şekil 2.2. Tasarım süreci.....	43
Şekil 2.3. Tasarım süreci diyagramı.	44
Şekil 2.4. Toulmin'in argümantasyon modeli.....	67
Şekil 2.5. Toulmin'in argüman diyagramı.....	68
Şekil 2.6. 21. yüzyılda öğrencilerin sahip olması gereken beceriler.	81
Şekil 2.7. P21 partnership for 21st century skills 21. yy. becerileri için ortaklık.....	84
Şekil 3.1. İMEABT 1. Soru.	112
Şekil 3.2. YYYBÖ DFA sonuçları.	116
Şekil 4.1. Tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının Fen Bilimleri dersinde kullanılmasına yönelik öğrenci düşünceleri.	136
Şekil 4.2. 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişimine yönelik düşünceleri.....	138
Şekil 4.3. Tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılan etkinliklere yönelik düşünceleri.....	140
Şekil 4.4. Tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında öğrencilerin tasarım sürecini uygulama becerilerine yönelik görüşleri...	142
Şekil 4.5. Tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında öğrencilerin akademik başarı ve 21. yüzyıl yaşam becerilerinin değişimine yönelik görüşleri.	145
Şekil 4.6. Tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında öğrencilerin argümantasyon becerilerinin gelişimine yönelik düşünceleri.....	147
Şekil 4.7. Radyometre yapımında yer alan problem durumu.	149
Şekil 4.8. Radyometre etkinliği problemin belirlenmesi aşamasında öğrenci cevapları.....	150
Şekil 4.9. Radyometre etkinliği ürüne yönelik kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi aşamasında öğrenci cevapları.	151
Şekil 4.10. Radyometre etkinliği ürüne yönelik prototip oluşturma aşamasında öğrenci çizimleri.	152
Şekil 4.11. Radyometre etkinliği ürüne yönelik model oluşturma aşamasında öğrenci çizimleri.	153
Şekil 4.12. Radyometre etkinliği ürüne yönelik model oluşturma aşaması sonrasında öğrenci modelleri.....	154
Şekil 4.13. Radyometre etkinliği öğrencilerin oluşturduğu iddia ve gerekçeler.....	155
Şekil 4.14. Renk çarkı etkinliği problem durumu.....	156
Şekil 4.15. Renk çarkı etkinliği problemin belirlenmesi aşamasında öğrenci cevapları.....	157
Şekil 4.16. Renk çarkı etkinliği ürüne yönelik kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi aşamasında öğrenci cevapları.	158
Şekil 4.17. Renk çarkı etkinliği ürüne yönelik prototip aşamasında öğrenci çizimleri.	159
Şekil 4.18. Renk çarkı etkinliği ürüne yönelik model oluşturma aşamasında öğrenci çizimleri.	160
Şekil 4.19. Renk çarkı etkinliği ürüne yönelik model oluşturma aşaması sonrasında öğrenci modelleri.....	161
Şekil 4.20. Renk çarkı etkinliği öğrencilerin oluşturduğu iddia ve gerekçeler.....	162
Şekil 4.21. Periskop yapımı etkinliği problem durumu.	163

Şekil 4.22. Periskop etkinliği problemin belirlenmesi aşamasında öğrenci cevapları.	164
Şekil 4.23. Periskop etkinliği ürüne yönelik kriter ve sınırlılıkların belirlenmesinde öğrenci cevapları.....	165
Şekil 4.24. Periskop etkinliği prototip aşaması öğrenci çizimleri.	166
Şekil 4.25. Periskop etkinliği ürün model oluşturma aşaması öğrenci çizimleri.....	167
Şekil 4.26. Periskop etkinliği öğrencinin yapmış olduğu periskop modeli.	167
Şekil 4.27. Periskop etkinliği öğrencinin ürettiği iddia ve gerekçeler.	168
Şekil 4.28. Teleskop yapımı etkinliği problem durumu.	169
Şekil 4.29. Teleskop etkinliği problemin belirlenmesi aşamasında öğrenci cevapları.	170
Şekil 4.30. Teleskop etkinliği kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi aşamasında öğrenci cevapları.	171
Şekil 4.31. Teleskop etkinliği prototip aşaması öğrenci çizimleri.....	172
Şekil 4.32. Teleskop etkinliği ürün model oluşturma aşaması öğrenci çizimleri. ...	172
Şekil 4.33. Teleskop etkinliği öğrencilerin oluşturmuş olduğu iddia ve gerekçeler.	173

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Karma yöntem desenleri	107
Çizelge 3.2. Araştırmanın nicel ve nitel çalışma grubunun cinsiyete göre dağılımı.	109
Çizelge 3.3. Veri toplama araçlarının araştırmanın alt problemlerine göre dağılımı.	110
Çizelge 3.4. IMEABT 1. sorunun ait pilot uygulamasına ait değerler.	112
Çizelge 3.5. IMEABT madde istatistikleri.	113
Çizelge 3.6. YYYYBÖ' ye ait Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Barlett testi sonuçları.	115
Çizelge 3.7. Faktörlerin varyans açıklama yüzdeleri.	115
Çizelge 3.8. YYYYBÖ DFA uyum indeksleri.	117
Çizelge 3.9. YYYYBÖ maddelerinin faktör yükleri ve alt boyutlara dağılımı.	117
Çizelge 3.10. Deney grubu öğrencilerinin uygulama süreç takvimi.	126
Çizelge 3.11. Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama süreç takvimi.	128
Çizelge 3.12. Ön test ve son testlere ilişkin Shapiro-Wilks çarpıklık ve basıklık değerleri.	130
Çizelge 4.1. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin IMEABT ön test puan ortalamalarının eşleştirilmiş gruplar t testi sonuçları.	133
Çizelge 4.2. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin IMEABT son test puan ortalamalarının eşleştirilmiş gruplar t testi sonuçları.	133
Çizelge 4.3. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin YYYYBÖ ön test puan ortalamalarının eşleştirilmiş gruplar t testi sonuçları.	134
Çizelge 4.4. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin YYYYBÖ son test puan ortalamalarının eşleştirilmiş gruplar t testi sonuçları.	135
Çizelge 4.5. Öğrencilerin tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının fen bilimleri dersinde kullanılmasına yönelik görüşleri.	137
Çizelge 4.6. Öğrencilerin tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişimine yönelik görüşleri.	139
Çizelge 4.7. Öğrencilerin tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında kullanılan etkinliklere yönelik görüşleri.	141
Çizelge 4.8. Öğrencilerin tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile tasarım sürecini uygulama becerilerine yönelik görüşleri.	143
Çizelge 4.9. Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarının değişimine yönelik görüşleri.	145
Çizelge 4.10. Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin argümantasyon becerilerinin gelişimine etkisine yönelik görüşleri... 147	

SİMGELER VE KISALTMALAR

AFA	Açımlayıcı Faktör Analizi
ATBÖ	Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme
ATTFE	Argümantasyon Destekli Tasarım Temelli Fen Eğitimi
COVID-19	Coronavirus Disease 2019
DFA	Doğrulayıcı Faktör Analizi
FeTeMM	Fen Bilimleri Teknoloji Mühendislik Matematik
IMEABT	Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
NGSS	Next Generation Science Standards
NVivo	Nitel Veri Analiz Programı
P21	Partnership for 21st Century Skills
PISA	Programme for International Student Assessment
PYBS	Parasız Yatılı ve Bursluluk Sınavı
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
STEM	Science Technology Engineering Mathematics
STEAM	Science Technology Engineering Art Mathematics
TGA	Tahmin Gözlem Açıkla Yöntemi
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study
TTFMU	Tasarım Temelli Fen Mühendislik Uygulamaları
YÖK	Yükseköğretim Kurulu
OGGS	Yönteme ilişkin Odak Grup Görüşmesi Soruları
YYYBÖ	21. Yüzyıl Yaşam Becerileri Ölçeği
°	Derece

1. GİRİŞ

Araştırmanın bu bölümünde; problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, hipotezler, araştırmanın amacı, önemi, varsayımları, sınırlılıkları ve tanımlara yer verilmiştir.

1.1 Problem Durumu

Eğitim, araştırma ve deneye dayanan sürekli bir değişim içerir. Günümüzde ucuz ve alternatif eğitimsel fırsatlar, mobil ulaşım, yüksek kalitede videolar ile bilgi transferleri, eğitim için fiziki bir mekâna ihtiyacı ortadan kaldırmıştır. Dünya da her alanda sürekli değişimler yaşandığından geleceği tahmin etmek gittikçe zorlaşmaktadır. Bugünün okul ve üniversitelerinin hayatta kalması için ufuk ötesinde ne olabileceğini tahmin etme yeteneğine sahip olması ve karışık problemlere karşı yenilikçi çözümler oluşturup uyarlaması gerekmektedir (Rimm-Kaufman vd., 2014).

Eğitim alanında geçmişten günümüze kadar öğrencilerin öğrenmelerinin daha aktif hale getirilmesi üzerine çalışılmaktadır. Dijital bilgi patlaması ve bilgiye kolay ulaşım gittikçe bilgiyi ezberlemekten çok bilgiden faydalanmayı gerektirmektedir (Merritt vd., 2017). Günümüzde sınıflarda belirli standart ve değerlendirmeler mevcuttur. Eğitimin amacı öğrencilerin ileriki hayatlarında başarılı olmalarını sağlayacak beceriler geliştirmeleri için iyi donanımla mezun olmalarını sağlamaktır. Öğrencilerin sadece çoktan seçmeli testlere hazırlanmalarına yönelik bir eğitim yerine, bilgiyi nasıl okuyacakları ve nasıl değerlendireceklerini öğrenmeleri gerekir. Düşünme ve problem çözmenin nasıl olması gerektiğini öğrenme eğitimin odak noktasıdır (Sindelar, 2010). Mevcut öğretim yaklaşımları öğrencilerin kişiler arası iletişim ve problem çözme becerilerini geliştirme, mezun olduktan sonra gerçek hayat problemleriyle mücadelede hazırlanmasında başarısız olmaktadır (Ng vd., 2013).

Her türlü bilginin parmak uçlarımızda olduğu bu çağda okulun en önemli hedefinin sadece bilgiyi yapılandırma olarak görülmesi yanlıştır. Okul içerikle ilgili bilimsel bilgi ile birlikte genel ve kapsamlı becerilerin öğretilmesine de odaklanmalıdır (Dori vd., 2018).

Dünyada iş alanlarında yeni ürünler oluşturma ve problem çözmek için takım çalışmaları artarken, sınıflarımızda öğrenciler yalnız çalışmakta ve öğretmenin onayı

ile diğer bireylerle rekabet etmektedir. Teknoloji günlük yaşamın vazgeçilmez bir parçası olmuşken öğrenciler teknolojiyi sınıfın dışında bırakmakta, okul bilgisayarı ile sınırlandırmaktadır. Hayat gerçek yaşam problemleri ile dolu iken, öğrenciler zamanlarının büyük çoğunluğunu ünite sonundaki soruları cevaplamak için kullanmaktadır. Yenilik ve yaratıcılık gelecekteki ekonominin başarısı için çok önemli iken, okullarda yenilikçi ve yaratıcı uygulamalara daha az zaman ayrılmaktadır (Trilling ve Fadel, 2009).

Okullar yaşam becerilerinin içselleştirildiği mekânlardır. Her öğrenciye potansiyelinin tamamını ortaya çıkarabilmesi için gerekli fırsatlar sağlanmalıdır. Öğrenme materyalleri öğrenenlerin doğası ile uyumlu olmalıdır. Günümüzde öğrencilerin eğitim içerisindeki rolü pasif bir dinleyici olmanın ötesindedir. Öğrenme bireyin kendi merakı ile sürece katılımcı olma, deneyim sahibi olma ve sorgulamayı gerektiren dinamik bir süreçtir. Sadece basılı materyallerle günümüz öğrenme ihtiyaçlarını karşılamak imkânsızdır. Öğretmenler öğrencilere tasarım, sorgulama ve kavramsal öğrenmeye yönelik uygun ortamlar sağlamalıdır. Kodlama, 3D tasarım ve elektronik tasarım gibi becerilerin öğrenme sürecine entegrasyonu gerekmektedir (MEB, 2018a).

Bugünün fen sınıfları, öğrencilerin fen sınıflarında nasıl öğrendikleri ile ilgili yapılan araştırmaları genellikle yansıtmamaktadır. Fen kitaplarında öğrencilerin anlamlı gerçek hayat problemleri ile fen kavram ve süreçlerini öğrenmeyi nasıl sağlayacakları ile ilgili sınırlı bilgi yer almaktadır. Öğretmenler ise tamamen müfredatı ele almaya odaklanmakta, öğrencilerin anlamalarına gereken önemi vermek yerine, hatırlama seviyesindeki yüzeysel soruları kullanmaktadır (Pellegrino, 2017).

1.2 Problem Cümlesi

Argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin öğrenme ürünleri ve 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişimine etkisi nedir?

1.3 Alt Problemler

Araştırmanın amaçları doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmaktadır:

1. Işığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile eğitim alan deney grubu öğrencileri ile mevcut öğretim programı ile öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile mevcut öğretim programı ile öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerileri ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Deney grubu öğrencilerinin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının Fen Bilimleri dersinde kullanılmasına yönelik düşünceleri nelerdir?
4. Deney grubu öğrencilerinin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılmasıyla kendilerinin 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişimine yönelik düşünceleri nelerdir?
5. Deney grubu öğrencilerinin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında kullanılan etkinliklere yönelik düşünceleri nelerdir?
6. Deney grubu öğrencilerinin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile tasarım sürecini uygulama becerileri nasıl değişmektedir?
7. Öğrencilerle yapılan odak grup görüşmelerinden elde edilen veriler, argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılması öğrencilerin akademik başarı değişimini nasıl açıklamaktadır?
8. Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılmasının argümantasyon becerilerinin gelişimine yönelik düşünceleri nelerdir?

Hipotezler

Araştırmanın alt problemleri için bazı hipotezler üretilmiştir. Araştırmanın birinci alt problemi için aşağıdaki hipotez kurulmuştur:

Null Hipotezi (H_0): Işığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının akademik başarıya etkisi yoktur.

Araştırmanın ikinci alt problemi için aşağıdaki hipotez kurulmuştur:

Alternatif Hipotezi (H_1): Argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları deney ve kontrol gurubu öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerileri son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Araştırmanın altıncı alt problemi için aşağıdaki hipotez üretilmiştir:

Null Hipotezi (H_0): Argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının öğrencilerin tasarım sürecini uygulama becerilerine etkisi yoktur.

1.4 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı; Fen Bilimleri dersi argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının öğrencilerin öğrenme ürünleri ve 21. yüzyıl yaşam becerilerine etkisini incelemek ve öğrencilerin argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile ilgili görüşlerini ortaya çıkarmaktır. Araştırmada bahar dönemi Fen Bilimleri dersi 7. sınıf öğretim programında yer alan Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinde haftada 4 saat olmak üzere 9 hafta boyunca yapılan uygulama ile literatüre katkı sağlamak amaçlanmıştır.

1.5 Araştırmanın Önemi

Eğitim-öğretim sürecinde okullar öğrencileri iş dünyasına hazırlamakta yetersiz kalmaktadır. Gelecekte araştırma ve tasarıma dayalı iş alanları artacaktır. Günümüzde ortaokul, lise ve üniversite öğrencilerinin konuşma ve yazma, kritik düşünme ve

problem çözme, profesyonellik ve iş etiği, takım çalışması ve iş birliği, farklı takımlarda çalışma, teknolojiye yararlanma, liderlik ve proje yönetimi gibi becerilerden yoksun olduğu görülmektedir (Trilling ve Fadel, 2009).

21. yüzyılda bilgi kalıpları önemini kaybederken, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesi önem kazanmıştır. Bu nedenle Dünya çapında fen eğitiminde geleneksel yaklaşımların yerini öğrencilerin düşünmesi ve diğer kapsamlı becerileri içeren gerçek dünya ile ilgili aktif öğrenme uygulamaları almıştır (Peen ve Arshad, 2014).

Fen bilimleri zihinsel ve fiziksel aktivitelerin birleşmesinden oluştuğundan beri Fen Bilimleri dersi içerisine yazma, konuşma, akıl yürütme, kritik düşünme, hipotez üretme, problem çözme, deney tasarlama ve yürütme gibi aktiviteler iyi yerleştirilememiş, öğrencilerin ders içerisinde bu aktiviteleri nasıl yapacakları yeterince açıklanmamıştır (Nilson, 2010). Fen Bilimleri öğretimi sadece öğrencilerin içerik bilgisini kazanmaları değil, aynı zamanda öğrencilerin günlük hayatta problem çözme ve karara varma süreçleri için beceri geliştirmeleri ile ilgilidir (Kim vd., 2013).

Fen, matematik ve mühendislik uygulamalarının birleştirilmesi 21. yüzyılın karmaşık ve yoğun bilgi taleplerine yönelik öğrencileri hazırlamak için teknolojinin kullanılmasını esas alır. 21. yüzyıl iş gücünün karmaşık ve disiplinlerarası problemlerin çözümü için teknolojiye nasıl faydalanması gerektiğini bilmesi gerekmektedir (Crotty vd., 2017). Fen Bilimleri'nde 21. yüzyıl becerileri ile bireylerin el becerilerini kullanarak bilimsel yöntem süreçleri ile bir ürün tasarlama ve belirli sonuçlara ulaşmaları önemlidir (Pellegrino, 2017).

MEB tarafından 2016 yayınlanan STEM Eğitim Raporu'nda STEM yaklaşımının Fen Bilimleri, Matematik, mühendislik ve teknoloji de öğrenilenleri bütünün bir parçası olarak görmeyi sağladığı ve STEM eğitiminin Dünya çapında çok sayıda ülkenin eğitim programına dâhil edildiği açıklanmıştır. Günümüzde bireylerin ürün ortaya koyabilmesi için araştırma-sorgulama yapabilmesi, yaratıcılıklarını ortaya koyabilmesi için yeni ve farklı programlara ihtiyaç vardır. PISA ve TIMSS gibi uluslararası sınavlarda öğrencilerinin başarılarının artırılabilmesi için öncelikli olarak STEM uygulamalarının ülkemiz eğitim sistemine entegre edilmesi gerekmektedir. STEM eğitimi anaokulundan üniversiteye kadar tüm kademelerde öğrencilerin

araştırma-sorgulama yapabilen, üreten ve yeni buluşlar ortaya koyabilen bir nesil oluşmasını amaçlayan bir yaklaşımdır (MEB, 2016).

2018 yılında yayımlanan 3-8. sınıflar Fen Bilimleri dersi öğretim programının özel amaçları arasında Fizik, Kimya, Biyoloji, Astronomi, Çevre Bilimleri, Fen ve Mühendislik uygulamaları ile ilgili temel bilgileri kazandırmak yer almaktadır. Fen Bilimleri öğretim programına bilişsel süreç becerileri ve yaşam becerileri ile birlikte mühendislik ve tasarım becerileri, yenilikçi (inovatif) düşünme, alana özgü beceriler içerisine dâhil edilmiştir. Mühendislik ve tasarım becerilerinde Fen Bilimleri, mühendislik, teknoloji ve Matematik disiplinlerini bütünleştirerek disiplinlerarası bakış açısı sağlamak, öğrencilerin buluş ve inovasyon becerileri ile ürün oluşturma ve ürüne katma değer katabilmeleri için stratejiler geliştirmelerini kapsamaktadır. Yaşam becerilerinde ise, bilgiye ulaşma ve bilginin günlük hayatta kullanılmasına yönelik; iş birliği, yaratıcılık, analitik düşünme, karar verme, girişimcilik ve iletişim gibi temel beceriler yer almaktadır (MEB, 2018b).

Mühendislik, insanın ihtiyaçlarını karşılamak için araç-gereçleri kullanıp süreci tasarlayarak sistematik uygulamalar yapmasını gerektirir. Öğrencilerin mühendislik ve bilim arasında bağlantı kurma, öğrendiklerini günlük hayatta uygulama ve dünya görüşü geliştirmelerinde fen ve mühendislik uygulamaları önemlidir. Öğretim programında fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarıyla öğrenciler günlük hayattan bir problem belirleyip tanımlarlar. Öğrencilerin günlük hayattaki malzemeleri kullanarak bir ürün geliştirilmesi esastır. Öğrenciler ürün oluşturma sürecinde denemeler yapar. Ürünün tasarım ve yapım süreci okul ortamında gerçekleşir. Öğrenciler veri ve gözlemleri kaydeder. Grafikleri yorumlar ve analizler yapar (MEB, 2018b). Mühendislik, bilimsel ve teorik bilgi ile teknoloji arasında ilişki kurarak bireylerin sosyal gereksinimlerini karşılamak için bilim, fen ve matematiğin bütünleştirilmesini amaçlar (Tezel ve Yaman, 2017).

Öğretim sürecinde Fen Bilimleri disiplininin Matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarıyla bütünleştirilmesi ile öğrencilerin problemleri disiplinlerarası bakış açısıyla ele almaları hedeflenir. Öğretim sürecinde öğretmen öğrencilerin analitik düşünme, buluş ve inovasyon yapma, ürün geliştirmelerine rehberlik ederken, öğrenciler bilgiyi araştırma, açıklama, sorgulama, tartışma ve ürüne dönüştürme rolünü üstlenir. Özetle

öğrencilerin bilimsel bilgiyi mühendislik uygulamaları ile bütünleştirerek ürün oluşturup, tasarladığı ürünü okul paydaşlarına sunması gerekmektedir (MEB, 2018b).

MEB tarafından yayınlanan 2023 Eğitim Vizyonu belgesinde; 21. yüzyıl talim ve terbiye modeli, beceri ve ahlak olmak üzere iki boyuttan oluşmaktadır. 21. yüzyılda hayatın her alanında hızlı bir değişim yaşanmaktadır. 21. yüzyılda eğitim sadece okulda verilen eğitimle sınırlı değildir. Ev, sokak ve medya öğrenmeyi sağlayan ortamlardır. Bireylerin öğrenmeyi yaşam tarzı haline getirmesi gereklidir. Öğrencilerin ilgi ve yeteneklerinin gelişimi için ilkokuldan başlayarak tüm kademelerde tasarım-beceri atölyeleri kurulması planlanmaktadır. Tasarım beceri atölyeleri öğrencilerin el becerilerinin gelişmesi için diğer mesleklerle ilişkilendirilmiş görevler yer alacak ve becerilerin uygulama düzeyinde kazandırılması amaçlanacaktır. Tasarım beceri atölyeleri düzenlenirken öğrencilerin üretkenlik, grup çalışması, çok yönlü okuryazarlık, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişmesini sağlayan somut mekânlar oluşturulacaktır. Bu atölyeler disipline ait öğrenilen bilimsel bilgiler ile pratik arasındaki uyumu artıracaktır (MEB, 2018a).

Araştırmada yöntem olarak kullanılan tasarım temelli fen öğrenme, fen eğitiminde müfredat, bilimsel soruşturma, teknoloji ve mühendislik uygulamalarının bütünleştirilmesini içeren bir yaklaşımdır. Açık uçlu soruların çözümü ile gerçek hayat problemleri için çözümün tasarımı, bilimsel içerik ve bilgilerin kavramsallaştırılması sağlanır. Teknoloji ve mühendislik uygulamalarının yer aldığı tasarım temelli öğrenme, öğrencilerin gerçek hayat problemlerinin çözümünde prototip çözümler geliştirmek için içerik ile ilgili bilgi ve becerileri kullanabilmelerine imkan tanımaktadır (Felix, 2016).

Mühendislik tasarım sürecinde toplumsal problemlerle ilgili çalışma ve bu problemleri çözüme kavuşturma esastır. Birçok öğretmen mühendislik tasarım özellikli aktiviteleri oluşturma ve öğretmede kendisini hazırlıksız görmekte, ders planı ile mühendislik tasarım faaliyetlerini birleştirmeyi zor bir görev olarak nitelendirmektedir. Mühendislik tasarım süreci öğrencilerin fen başarısını oluşturma, öğrencileri fen sınıflarında öğrenmeye dâhil etme ve toplulukla etkileşimi sağlamada yararlı bir araçtır. Mühendislik tasarımda problem çözme yaklaşımı öğretmenlerin yeni mühendislik tasarım aktivitelerini nasıl oluşturabileceği ile ilgili bir basamak olarak kabul edilebilir. Mühendislik tasarım süreci ile eğitimde fen ve mühendislik pratikleri

ile ilgili temel içeriklerin öğretilmesi amaçlanır. Ancak öğrenciler mühendislik tasarım süreci ile ilgili aktiviteyi nasıl yapacakları ile ilgili yeterli bilgiye sahip değildirler (Turner vd., 2016).

Tasarım temelli öğrenmenin fen ve mühendislik alanlarında karmaşık konularda bilgi sahibi olma ve problem çözme, problem ve çözümle ilgili tasarım sürecinde esnek davranabilme, sorun ve problemlere çok yönlü çözüm tasarımları geliştirmeyi sağlamasına rağmen mühendislik temelli tasarım Fen Bilimleri ve STEM disiplinlerine entegrasyonu ile sınırlı sayıda araştırma yapılmıştır (King ve English, 2017). Öğretmenler fen eğitiminde mühendislik uygulamalarını kapsayan disiplinlerarası çalışmalara daha fazla yer vermelidir. Ancak Fen Bilimleri ile mühendislik uygulamalarının entegrasyonu ile öğrencilerin öğrenmelerinin nasıl kolaylaştırılacağı ile ilgili bilinenler sınırlıdır (Crotty, vd., 2017). STEM ve mühendislik uygulamaları lise ve üniversite öğrencileri ile sınırlandırılmıştır. Eğitimciler ilk ve ortaokul öğrencilerini erken yaşta mühendislik kavramları, pratikleri uygulamaları ve kariyer bilgilerini öğrenme, mühendisliğe hazırlama ve motive etmeleri gerekmektedir (Martinez Ortiz vd., 2018). Mühendislik tasarım uygulamaları genellikle ortaokul sonrası için düşünülse de, son zamanlarda ilk ve ortaokul öğrencilerinde de mühendislik ilgi ve bilgisinin geliştirilmesine odaklanılmaktadır (Lopez ve Goodridge, 2018).

Gençlerin başarısını artırmak için bugünün ilk ve ortaöğretim kurumlarının hem akademik beceriler hem de yaşam ve kariyer becerileri ile donatılmış olması ve öğrencilerin ilköğretim kurumlarından bu becerilere uygun bir şekilde mezun olmaları gerekmektedir. 21. yüzyıl öğrenme çevrelerinde öğrenciler hedefler için cesaretlendirilir, zamanı organize eder ve sorular sorar. Sınıflarda teknolojiye ulaşım, bireysel ve grup çalışmalarını destekleyen fiziksel alanlar oluşturma gibi faaliyetlerin 21. yüzyıl beceri pratiklerine entegre edilmelidir. Gençlerin 21. yüzyıl yaşam becerileri kazanmaları ile ilgili bilinenler sınırlıdır. 21. yüzyıl öğrenme çevreleri ile ilgili daha fazla araştırma yapılmalıdır (Ball vd., 2016).

Araştırma kapsamında yapılan ulusal ve uluslararası alanyazın taramaları sonucunda 21. yüzyıl yaşam becerileri ölçeği ile karşılaşılmamıştır. Literatürde 21. yüzyıl becerileri STEM'e yönelik tutum ölçeklerinin alt boyutu olarak sınırlı bir şekilde

verilmiştir. Yapılan bu çalışmada 21. yüzyıl yaşam becerileri ölçeği geliştirilerek literatürde yer alan boşluğu doldurmak amaçlanmıştır.

Ayrıca Yeni Nesil Fen Standartları (NGSS) arasında sayılan argümantasyon, ilk ve ortaokul ışık konusu mühendislik uygulamalarında kullanıldığı araştırmaya rastlanılmamıştır. Mühendislik uygulamalarının kanıt temelli açıklamalar ile desteklenmesi gerekmektedir. Mühendislik uygulamalarında bireyler sınırlılıklarla verilen problemlere en iyi çözümü bulabilmek için argümanları kullanmalıdır. Argümantasyonun önemi ile ilgili araştırma sayısı oldukça fazla iken, mühendislik uygulamalarında kullanılması ile ilgili bilinenler sınırlıdır (Mathis vd., 2017). Yapılan bu araştırma argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.6 Araştırmanın Varsayımları

Bu çalışmada;

- Veri toplama araçlarının geçerlilik ve güvenilirliğinin sağlanması aşamasında görüşüne başvurulmuş uzmanların objektif davrandıkları varsayılmaktadır.
- Araştırmanın örneklemini oluşturan ortaokul öğrencilerinin tüm nicel ve nitel ölçme araçlarına doğru ve içtenlikle cevap verdikleri varsayılmaktadır.
- Araştırmayı etkileyebilecek kontrol edilemeyen değişkenlerin deney ve kontrol grubu öğrencilerini eşit derecede etkilediği varsayılmaktadır.
- Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin okuldaki uygulama haricinde konu ile ilgili çalışma yapmadıkları varsayılmıştır.
- Odak grup görüşmesine katılan öğrencilerin birbirlerinden etkilenmedikleri varsayılmıştır.

1.7 Araştırmanın Sınırlılıkları

- Araştırma sırasında görülen COVID-19 salgın hastalığından dolayı öğrenciler maske kullanmak durumunda kalmışlardır.
- Araştırma esnasında COVID-19 salgını devam ettiğinden gruplarda bulunan öğrenci sayısı sınırlı tutulmuştur. Ayrıca grup üyelerinin birbiriyle etkileşimi kısmen azalmıştır.

- Araştırmanın veri toplama araçları, ışığın madde ile etkileşimi akademik başarı testi, 21. yüzyıl yaşam becerileri ölçeği ve kullanılan yöntemle ilişkin odak grup görüşme soruları ile sınırlıdır.
- Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının geliştirilmesi esnasında pandemi şartlarından dolayı ulaşılması planlanan öğrenciden daha sınırlı sayıda öğrenciye ulaşılmıştır.

1.8 Tanımlar

STEM Eğitimi: Fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin entegrasyonuna dayanan yaratıcılık, iş birliği, problem çözme ve yaşam boyu öğrenme temelli bir yaklaşımdır (Meng ve Dai, 2018). STEM, öğrencileri 21. yüzyıl karmaşık ve zengin bilgi taleplerine yönelik hazırlamak için fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin kullanımının birleştirilmesini içerir (Crotty, vd., 2017).

Argümantasyon: Öğrencilerin iddia üretme, tahminlerini desteklemek için model ve veri kullanma, iddialarını haklı çıkarma ya da çürütme süreçleriyle eğitime dâhil oldukları uygulamalardır (Psycharis, 2016).

Tasarım Temelli Fen Öğretimi: Tasarım temelli fen öğretimi müfredat, bilimsel soruşturma, teknoloji ve mühendislik uygulamalarının bütünleştirilmesini içeren bir yaklaşımdır. Bilimsel prensiplerin öğrenilip uygulandığı bir tasarım durumudur (Felix, 2016).

Mühendislik Uygulamaları: Fen; matematik ve teknolojiyi birleştirmeye yarayan doğal bir bağlantı mekanizmasıdır. Öğrenciler mühendislik tasarım uygulamaları ile fen ve matematik kavramlarını gerçek bir problemi çözme sürecinde ürün oluşturma, prototip ve model yapma gibi pratik amaçlar için kullanırlar (Jolly, 2017).

21. Yüzyıl Becerileri: 21. yüzyıl becerileri; iş birliği, iletişim becerileri, yaratıcılık, risk alma, üst düzey düşünme, günlük hayat araçlarını etkili kullanma ve yüksek kaliteli ürünler oluşturma gibi üst düzey becerilerden oluşmaktadır (Garrison, 2018).

Tasarım süreci: Tekrarlayan tasarım süreci ile mühendis tarzı düşünme gerektirerek mühendislik tasarım prensipleri ile desteklenen problem çözme uygulamalarını içermektedir (King ve English, 2017).

2023 Eğitim Vizyonu: MEB tarafından 23 Ekim 2018 tarihinde yayınlanan kademeli olarak eğitim sisteminde yapılması planlanan hedefleri içermektedir (MEB, 2018a).



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde fen eğitimi, STEM/FeTeMM eğitimi, bütünleştirilmiş STEM eğitimi, tasarım beceri atölyeleri, tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları, argümantasyon, 21. yüzyıl yaşam becerileri ve tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimi ile ilgili ulusal ve uluslararası alanda yapılan araştırmalar açıklanmıştır.

2.1 Fen Eğitimi

Öğrencileri gelecekte karşılaşılabilecekleri iş alanlarına, daha icat edilmemiş teknolojileri kullanmak ve henüz bilmediğimiz problemleri çözmek için hazırlamalıyız. Okullar öğrencileri iş dünyasına hazırlamakta yetersiz kalmaktadır. Gelecekte araştırma ve tasarıma dayalı iş alanları artacaktır. Ortaokullardan mezun olanlarla, lise ve üniversite öğrencilerinin konuşma ve yazma, kritik düşünme ve problem çözme, profesyonellik ve iş etiği, takım çalışması ve iş birliği, farklı takımlarda çalışma, teknolojiden yararlanma, liderlik ve proje yönetimi gibi becerilerden yoksun olduğu görülmektedir. Eğitimde yenilikçi öğrenme kapsamında, Dünya ne yönde değişiyor ve bu değişimler eğitim alanında ne anlama geliyor? Başarılı olmak için neyi öğrenmeye ihtiyacımız var? 21. yy öğrenmelerini 20. yy öğrenmelerinden farklı yapan nedir? Yüzyıl boyunca 21. yy becerileri nasıl değişir? Küresel problemlerin çözümünde 21. yy becerileri nasıl kullanılabilir? Sorularına anlamlı cevaplar aranmalıdır (Trilling ve Fadel, 2009).

Günümüz dünyasında her alanda bilgi yoğunluğu görülmektedir (Drake ve Reid, 2018). Öğrenciler birtakım testleri geçebilmek için gerekli bilgileri ezberleme yoluna başvurmaktadır. Öğrencilerin yaşam boyu öğrenenler olarak eldeki mevcut verileri düzenleyip anlamlandırma ve günlük karmaşık problemlerin çözümünde kullanabilmeleri gerekmektedir. Öğrencilerin bilgiye ulaşmak için yeni yollar keşfederek yaratıcı düşünürler olmaları gerekmektedir (Drake ve Reid, 2018). Eğitim sürekli değişmekte fen eğitimi istinasız yıllardır farklı faktörlerin etkisi altında kalmaktadır. Bu faktörlerden Yeni Nesil Fen Standartları (NGSS) en sonuncu dalga olarak kabul edilebilir. Bu yeni standartlar eski standartlardan tamamen farklı olarak mühendislik uygulamaları içermektedir. Yeni Nesil Fen Standartları'nda mühendislik merkezi prensip olarak kabul edilmektedir. Mühendislik uygulamaları öğrencilerin sınıflarda bilimsel soruşturma yapma ve problemlerin çözümünde tasarım sürecini

kullanmalarına olanak sağlamaktadır (Ames, 2014). Fen öğretiminde son yıllarda yapılan reformlar fen ve mühendislik pratiklerinin bütünleştirilmesini gerekli kılmıştır (Mathis vd., 2018).

Fen bilimlerinde bir şeyler yapmak temel prensipleri anlamayı geliştirmek için çoklu iddia ve gerekçeleri değerlendirebilmek gerekir. Okulda öğrenme kavramsal konularla ilgili içeriği öğrenme, beklenen bilgiyi öğrenme için iletişim, bilgiyi organize etme ve gösterme, öğretmen ödül ya da cezası, iddianın temeli için bilgiyi kabul etme vardır. Fen Bilimlerinde öğrenme ise öğrencilere iddia için gerekçe, soruda verilen içerikle ilgili kavramları başka bir şekilde ifade etme, deneysel veri ile teori arasındaki çelişkileri değerlendirme vardır (Taneja, 2016).

Fen Bilimleri öğrenimi ve öğretimi bilimsel ve karmaşık kavramlar içerisinde öğrenciler ve öğretmenler arasında meydana gelen diyaloga dayalı bir süreçtir. Fen Bilimleri öğretimi sadece hayat hikâyeleri, zihinsel model ve ilgi alanlarıyla sınırlandırmak yerine sürece iletişim ve oluşturma pratiklerinin de dâhil edilmesi gerekmektedir (Ruiz Ortega vd., 2015).

Bugünün fen sınıfları öğrencilerin Fen Bilimleri disiplinini nasıl öğrendikleri ile ilgili yapılan araştırmaları genellikle yansıtmamaktadır. Fen kitaplarında öğrencilerin anlamlı gerçek hayat problemleri ile fen kavram ve süreçlerini öğrenmeyi nasıl sağlayacakları ile ilgili sınırlı bilgi yer almaktadır. Öğretmenler ise müfredatı tamamen ele almaya odaklanmakta, öğrencilerin anlamalarına gereken önemi vermek yerine, hatırlama seviyesindeki yüzeysel soruları kullanmaktadır. Laboratuvarlarda öğretmenler ilgili yönergeyi uygulamakta, öğrencilerin öğrendiklerini varsayarak başka bir faaliyete geçmektedir. Yapılan aktivitelerde genellikle bilimsel içerik ve süreçlerin öğrenilmesi ile bütünleştirilememektedir. Öğrenciler hafta boyunca zamanını ders dinleme, ders kitabını okuma ve testlere hazırlanmakla geçirmektedir (Pellegrino, 2017). Günümüzde okullar öğrencileri akademik testlere hazırlamak ve test sonuçlarının düzeltilmesine odaklanmaktadır. Bütüncül bir bakış açısıyla bakılacak olursa okullar bireylerin düşünmeye odaklama, esnek ve donanımlı olma, yaratıcı problem çözme ve kendi topluluklarının aktif üyeleri olabilmelerini sağlamalıdır (Lamb vd., 2017).

Günümüzde bireyler öğrendiklerini sınıftan gerçek hayata transfer etmede başarısız olmaktadır. Araştırmalar öğrencilerin daha fazla günlük hayat problemi çözme, gerçek iş alanlarının staj ve çıraklığını yapmaları halinde daha anlamlı öğrendiklerini yansıtmaktadır. Standart test sistemleri okuma ve Matematik gibi temel beceri performanslarını ölçebilirken, 21. yüzyıl becerilerini ölçememektedir. Bilgiyi öğrencilere transfer etmek yerine; keşfetme, buluş ve proje öğrenme metotları ile bilgiyi yapılandırma ve gerektiği zaman bilgiye başvurma'nın nasıl yapılabileceği üzerine daha çok denemeler yapılmalıdır (Trilling ve Fadel, 2009).

Fen ve Matematik öğretmenleri genellikle belirli bir disiplinle ilgili gerçek bilgi kalıpları ve kapalı uçlu problem çözme teknikleri ile öğretim ve değerlendirme yapmaktadır (Martin vd., 2015). Fen öğretimi laboratuvarın dışına çıkarak gerçek hayatın içerisinde gerçekleşmelidir. Sınıfta gerçekleşen eğitim-öğretim, önceden tasarlanmış bazen üstü kapalı ve yeterince incelenmemiş şekilde gerçekleşmektedir (Cole ve Packer, 2016). Fen eğitimi sadece temel eğitimsel bir konu olarak anlaşılmamalı, öğrencilerin öğrendikleri bilgi ve becerilere başvurmalarını sağlayan teknoloji ve tasarım uygulamalarını içerisinde barındırmalıdır. Teknoloji ve tasarım uygulamaları fen eğitiminde öğrencilere okul sistemi içerisinde bir mekân sağlamakta, teknolojik dünyada öğrencilere bilgi, beceri ve yetenek imkânı sunmaktadır (Strimel ve Grubbs, 2016).

Fen Bilimlerinde öğrenmeyi öğrenme, öğrencilerin bilimsel fen kavramlarını öğrenmeleri değildir. Fen Bilimleri öğrencilerin, ilgilerini karşılamak, kavramları daha iyi bilmek ve anlamak için mühendislik ve teknoloji ile desteklenmesi gerekmektedir (Dori vd., 2018).

21. yüzyılda öğrenme aktif katılım, iş birlikli proje yaklaşımı, gerçek hayat problemleri ile bireysel ve grupta öğrenmeye motive eden öğrenci merkezli öğretmen rehberli öğrenmedir. Öğretmenler proje süreci boyunca etkili bir öğrenme rehberi olmalı, öğretim süreci daha fazla öğrenme ve öğretim için öğrencinin kendisi tarafından tasarlanmalıdır. Öğrencilerin kendi çalışmasını planlama, araştırma yapma, bulgularını diğer takım bulguları ile paylaşma, soru sorma, süreci tasarlama, grup içerisinde farklı roller ve liderlik gibi görevler üstlenme, kendi sonuçlarını analiz etme, arkadaşlarından geri bildirim sağlama, önemli proje tasarımlarının bir parçası olma,

21.yüzyıl becerileri ve derinlemesine anlamının öğrenme içeriğine yerleştirilmesi önemlidir (Trilling ve Fadel, 2009).

Fen eğitimindeki önemli reformlardan bir diğeri ise Fen Bilimleri'nin temel süreçlerinden olan argüman oluşturma ve kritik etmedir. Öğrenciler bilim insanları gibi oluşturdukları açıklamalar hakkında tartışma yapar, arkadaşları ile karşıt argümanları kritik ederken edindiği yorumlamaları savunur. Böylelikle öğrencilere Fen Bilimleri daha anlamlı hale gelir. Sonuç olarak öğrenciler bilimsel bilginin nasıl üretileceği ile ilgili anlayış geliştirirler (Mesa vd., 2013).

Öğrencilerde bilişsel becerilerin yanı sıra duygusal ve sosyal öğrenme için esnek becerilerin de edinilmesi önemlidir. Her becerinin kapsamlı olarak anlaşılması esastır. Kritik düşünme, yaratıcılık, metabilişsel beceriler, problem çözme, iş birliği, motivasyon, öz yeterlilik, özenli olma, cesaret ve azimli olma gibi beceriler kritik becerilerdendir (Lamb vd., 2017). Bilimsel yöntemin sınıflarda öğretilmesi, üst düzey düşünme becerilerini artırmakta öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarının gelişmesini sağlamaktadır. Öğretmenler bilimsel pratiklerle hem Fen Bilimlerini öğretme hem de öğrencileri bilimsel pratiklere dâhil etmeyi sağlamalıdır (Crawford ve Capps, 2018).

Bugün eğitimin amacı artık bilgiye ulaşım olarak kabul edilemez. Hatırlamaya dayalı faaliyetler ve test kitaplarında yer alan soruların çözülmesi yeterli değildir (Purzer ve Shelley, 2018). Genç bireyleri fen ve mühendislik uygulamalarına çekebilmek için gelecekte karşılaşabilecekleri problemlere karşı donanımlı hale getirme, problemler karşısında nasıl davranacağı ve mühendis tarzı düşünmeyi nasıl sağlayabileceği önemlidir (Lucas ve Hanson, 2016). Günümüzde fen sınıflarında öğrencilerin 21. yüzyıla akademik olarak ve yaratıcı bir şekilde dâhil olabilmesi bakımından fırsat sağlaması için katalizör görevi görebilecek sosyal dinamiklerin değişmesi gerekmektedir. Mühendislik tasarım uygulamaları öğrencilerin 21. yüzyıla akademik olarak ve yaratıcı bir şekilde müdahil olmasını sağlayabilecek bir reformdur (Hegedus, 2014). 2013 yılında Yeni Nesil Fen Standartları ile mühendislik tasarım uygulamaları fen sınıflarına giriş yapmıştır. Birçok alandaki bireyler fen ve mühendisliğin entegrasyonu heyecan verici olarak kabul etmektedir (Ames, 2014).

2.1.1 TIMSS 2019 Türkiye raporu

TIMSS uluslararası ölçekte 24 yıldır dörder yıllık periyotlarla 4. ve 8. sınıf düzeyinde öğrencilerin Fen Bilimleri ve Matematik başarılarını ölçen izleme sınavıdır. TIMSS 2019 verilerine göre; 4. sınıf seviyesinde 58 ülke ve 8. sınıf seviyesinde ise 39 ülke sınava dâhil olmuştur. Türkiye TIMSS 2019 4. sınıf Matematik alanında 58 ülke arasında 23. sırada yer almıştır. Türkiye ilk kez orta ölçek kabul edilen 500 puan sınırının üzerinde puan almıştır. Türkiye %15 oranında ileri düzey Matematik düzeyine sahip öğrenci ile en başarılı 10. ülke olmuştur. Türkiye 8. sınıf Matematik alanında 496 puan alarak orta düzey performans göstermiş ve 39 ülke arasında 20. sırada yer almıştır. Türkiye %12 ileri düzey Matematik düzeyine sahip öğrenci ile 9. sırada performans göstermiştir (MEB, 2020).

Türkiye TIMSS 2019 4. sınıf Fen Bilimleri alanında 58 ülke arasında 19. sırada yer almıştır. Türkiye ilk kez orta ölçek kabul edilen 500 puan sınırının üzerinde puan almıştır. Öğrencilerin %12' si ileri düzey fen yeterliliğine sahip öğrenci oranı ile Türkiye 9. sırada yer almıştır. 2011 TIMSS ileri düzey fen yeterliliğine sahip öğrenci oranı %3 iken TIMSS 2019 da bu oran %12'ye ulaşmıştır. Öğrencilerin %8'i ise alt fen yeterliliğine ulaşamamıştır. 4. sınıf düzeyindeki öğrencilerin akıl yürütme alanındaki sorularda başarılarının daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin bilgileri yeni durumlarda kullanma performanslarının daha düşük olduğu belirlenmiştir. TIMSS 8. sınıf Fen Bilimleri alanındaki değerlendirmede 515 ortalama fen puanı ile Türkiye 39 ülke arasında 15. sırada yer almıştır. Türkiye ilk kez ölçeğin orta noktasının anlamlı düzey üzerinde puan almayı başarmıştır. 8. sınıf seviyesinde ileri düzey fen yeterliliğine sahip öğrenci oranı %13 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca 8. sınıf öğrencilerin %12'si alt fen yeterlilik seviyesine ulaşamamıştır. 8. sınıf seviyesinde öğrenciler bilme alanında daha düşük, akıl yürütme alanında daha yüksek performans göstermişlerdir. Türkiye 4. sınıf ve 8. sınıf seviyelerinde hem fen hem Matematik alanlarında performansını anlamlı ölçüde artırmıştır (MEB, 2020).

2.2 STEM/FeTeMM Eğitimi

STEM eğitimi Amerika Birleşik Devletleri orijinli bir eğitim öğretim yaklaşımıdır. STEM yaratıcılık, problem çözme, kritik düşünme, iletişim, iş birliği, öğrenme becerileri ve yaşam boyu öğrenme temellidir. STEM uygulamalarında problemi

keşfetme, çözümü tasarlama, fen, matematik ve teknolojiyi problem çözmede kullanma ve mantıksal metotları kullanarak elde edilen çözümü doğrulama işlemleri mevcuttur. STEM öğrencilerin yaratıcılığını desteklemek için disiplinlerarası entegrasyon odaklıdır ve STEM uygulamalarında öğrencilerin uluslararası yeterliliklerinin geliştirilmesi esastır (Meng ve Dai, 2018). STEM eğitimi, eğitimciler ve araştırmacılar tarafından farklı şekilde tanımlanmış ve yorumlamıştır (Rehmat, 2015). STEM fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinden daha fazla anlam ifade eder (Ring, 2017). STEM eğitimi günümüzde Dünya çapında bir akım haline gelmiştir. Eğitimciler ulusal ve uluslararası alanda öğrencilerin STEM'e yönelik ilgi ve başarılarını artırmayı planlamaktadır (Wang, 2012).

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamalarının birleştirilmesi 21. yüzyılın karmaşık ve yoğun bilgi taleplerine yönelik öğrencileri hazırlamak için teknolojinin kullanılmasını esas alır. 21. yüzyıl iş gücünün karmaşık ve disiplinlerarası problemlerin çözümü için teknolojiden nasıl faydalanması gerektiğini bilmesi gerekmektedir (Crotty vd., 2017). 21. yüzyılda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında uzmanlaşmak için artan bir talep olduğu görülmektedir (Schnittka ve Schnittka, 2016).

Öğrencilerin STEM kariyerinde sahip olması gereken ilk yeterlilik fen, mühendislik ve matematik bilgilerinin açık uçlu problem çözümünde kullanabilmektir. Problem çözüm sürecinde çoklu çözüm yollarının değerlendirilmesi gerekmektedir. Bireylerin STEM'e yönelik mühendislik, teknoloji ve veri işleme süreçlerinin hesaplanması gibi yeterli becerilere sahip olması önemlidir. Mühendislik ve teknoloji bilgisi STEM alanında Fizik, Kimya ve Biyoloji disiplinlerinde yer alan bilgilerden daha önemli hale gelebilmektedir. Zaman, bilgi ve kaynak yönetimi STEM alanında önemli becerilerdendir (Jang, 2016).

21. yüzyıl iş gücü bireylerin karmaşık ve çoklu disiplinlerle ilgili problemlerin çözümünde teknolojiyi nasıl kullanabileceğini bilmesini gerektirmektedir. STEM eğitiminde öğrenciler karmaşık problemlerin çözümünde teknolojiyi nasıl kullanabileceklerini öğrenirler (Crotty vd., 2017). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin birleşimi olan STEM birlikte çalışarak toplumun ilerlemesi için gerekli bilgi konusunda bireyleri aydınlatmaktadır. Fen eğitiminde STEM eğitimi geleceğimiz için son derece önemlidir (Rehmat, 2015). Son yıllarda Dünya çapında ilk ve orta

dereceli okullarda bütünleşik STEM uygulamaları yoğun ilgi görmekte ve yapılan araştırmaların temelini oluşturmaktadır (Goldstein vd., 2018).

STEM hareketi Dünya çapında gelişmekte ve sürecin merkezinde tasarım temelli mühendislik uygulamaları bütünleştirici rol oynamaktadır (Purzer ve Shelley, 2018). Birçok ülkede mühendislik, teknoloji eğitiminin bir parçası olarak ön plana çıkmaktadır. STEM (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) uygulamaları başta ABD ve İngiltere olmak üzere birçok ülkede gittikçe popüler hale gelmektedir. Mühendislik uygulamalarının ortaokul üstü sınıflarda iyi bir başlama noktası olarak görülürken, ortaokul eğitiminde mühendislik uygulamaları ile ilgili bilimsel kavram ve prensiplerle ilgili daha fazla bilgiye ihtiyaç vardır (Köycü ve de Vries, 2016). STEM eğitimi ve mühendislik fakülteleri öğrencilere bilimsel fen içerikleri bütünleşik STEM uygulamaları ile küçük mühendislik tasarım süreçleri içerisinde gösterilmektedir. Öğrenciler küçük gruplarda kendi bilimsel bilgileri ile materyalleri farklı yapılar içerisinde test etme, veri toplama ve dokümanları gruplara sunma faaliyetlerine katılmaktadır (Ring, 2017).

Son yıllarda STEM'in ilk ve ortaöğretim eğitiminde önemi oldukça dikkat çekmektedir. Ayrıca fen eğitimine mühendislik tasarım uygulamalarının dâhil edilmesi gittikçe artan bir şekilde vurgulanmaktadır. Bu nedenle fenle ilgili eğitimcilerin fen öğretimde mühendislik tasarım uygulamalarını kullanabilmesi için gerekli yeterlilik ve becerilere sahip olması gerekmektedir (Capobianco ve Rupp, 2014). İlk ve ortaöğretim eğitiminde STEM fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerin birleştirilmesi ulusal ve uluslararası alanda yoğun ilgi görmektedir. Ancak ilk ve ortaöğretim seviyesinde kaliteli mühendislik eğitimi ile ilgili belirgin net bir açıklama ve iyi tasarlanmış bir uygulama bulunmamaktadır (Moore vd., 2014). İlk ve ortaöğretim eğitimde STEM öğrencilerin gelecek kariyerleri için gerekli becerileri geliştirebilmeleri için kritik bileşendir. Öğrencilerin fen ve matematik disiplinlerindeki başarısını artırmak için öğrencilerin STEM disiplinlerine ilgi duymaları ve farklı disiplinlerarası pratiklere katılmaları gerekmektedir (Rehmat, 2015).

İlk ve ortaokul ile lise öğrencileri ve öğretmenlerinin mühendislik tasarım bağlamında öğretim sürecine nasıl katılacakları ile ilgili bilinenler sınırlıdır. Fen Bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birleşmesiyle oluşan STEM kavramında E ile temsil edilen mühendislik uygulamalarına ilkokul, ortaokul ve lise

öğrencilerinin eğitiminde gereken önem verilmemektedir. 2013 yılında mühendislik uygulamalarının yeni nesil fen standartları içerisine alınmasından sonra eğitim kurumlarında mühendislik uygulamaları önem kazanmaya başlamıştır (Johson, 2016).

Diğer taraftan soru ve problemler öğrenme için doğal motivasyon sağlayıcı nesnelerdir. Niçin? sorusu ilgili öğrenciler tarafından sevilen bir sorudur ve niçin sorusu sorulmaya devam edilmelidir. Bu tür sorular öğrencinin olayı derinlemesine kavramasına yardım eder. Niçin sorusunu cevaplamak ve probleme yenilikçi çözümler oluşturmak için nasıl yapabiliriz sorusunu cevaplamakla oluşan otantik öğrenme ortamları derinlemesine anlama, odaklanma becerileri, duygusal tatmin oluşturma, iş ve öğrenme alanında yeni yollar ortaya çıkarmayı sağlamaktadır. Açık uçlu ve merak uyandırıcı sorular öğrencilerin hayal dünyasını geliştirip, keşfetme, öğrenme ve oluşturma için öğrencileri motive eder. Araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme ve problemlere çözüm tasarlama tasarım temelli öğrenme 21. yüzyıl öğrenme yaklaşımlarının merkezindedir (Trilling ve Fadel, 2009).

STEM eğitiminin 7 önemli bileşeni vardır (Ring, 2017):

- Genel farklı disiplinlerarası bağlantı sağlama
- Fen Bilimlerine odaklanma
- Fen Bilimleri ve mühendislik uygulamalarının denkliliği
- Mühendislik/ mühendislik tasarım süreçleri çok önemlidir.
- Bağlam olarak mühendislik
- STEM uygulamalarında matematik ve teknolojiyi araç ve destek olarak kullanmak
- STEM fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinden daha fazla anlam ifade eder.

5E modelinin STEM uygulamalarında kullanılması ise şu şekilde açıklanabilir (Dass, 2015):

Giriş Aşaması: Soru sorma ve problemi belirleme yer alır. Dersin başında öğrencilerde dersin hedeflerine yönelik ilgi ve merak oluşturma amaçlanır. Bu yönde gösteri, video, rapor, varsayıma dayalı hikâye ya da senaryo, açık uçlu sorular ve beyin fırtınası kullanılabilir.

Keşfetme aşaması: Model geliştirme ve kullanma, test edilebilir hipotezler üretme, araştırma sorgulama planlama ve yürütme, veri toplama, analiz etme ve yorumlama, matematiksel düşünmeyi kullanma görülür. Bu aşamada sorulara cevap, problemlere çözüm bulmak için bilimsel bilgi kullanılarak tasarım ve testler yapılır. Deney yürütme, laboratuvar aktivitelerine katılma, model oluşturma, doğal kavramların simülasyonunu yapma, bilgi toplama yolları ile mümkün olduğunca fazla bilgi ve veri toplanır. Aktiviteler öğrencilerin zihin ve beden olarak aktif katılımını gerektirmektedir.

Açıklama aşaması: Verilerin analizi ve yorumlama, kanıt temelli argüman ile açıklama oluşturma, kritik etme, çözüm tasarlama ve bilimsel bilgiyi yorumlamayı içermektedir. Bilimsel kavram ve prensiplerin sentezlenmesi, yeni bilimsel kavramlarla karşılaşma, açıklama ve formül üretme süreçleri yer alır.

Genişletme aşaması: STEM bilgisine başvurma ve kullanma önemlidir. Derslerde edinilen bilgilerin günlük hayatta kullanılmasıyla ilgilidir. Araştırma projesi, deney tasarımı, mühendislik tasarım modeli, günlük hayat durumlarını belirleme işlemlerinde derste öğrenilen bilgilere başvurulur.

Değerlendirme aşaması: STEM bilgisine başvurma ve kullanma süreçlerine devam edilir. Öğrencilerin bilgi ve anlamaları değerlendirilir.

STEM ile öğrenilen beceriler birçok alan için faydalıdır. Öğrencilerin STEM'e yönelik ilgilerinin yetersiz olması kritik beceri ve fırsatları kaçırmalarına sebep olmaktadır. Öğrencilerin STEM'in toplumdaki problemleri çözme ve gerekli iyileştirmeleri yapma için bir gereklilik olduğunu bilmeleri gerekmektedir. Öğrenciler kendilerini bilim insanı ya da mühendis olarak kabul etmezlerse, ilerde STEM süreçlerini iş alanlarında kullanmamaktadır (Harris, 2018).

21. yüzyılda gelişme için STEM kariyerinde eğitimsel gereklilikleri karşılamak, üst düzey düşünme ile fen ve matematik disiplinlerinde başarı sağlama önemlidir. Eğitimciler STEM disiplinlerine yönelik öğrencileri yetiştirirken günümüz mevcut ve gelecekte görülmesi muhtemel problemlere öğrencileri hazırlayabilmek için yenilikçi yöntemler bulması gerekmektedir. Günümüz toplumlarında teknolojik ve ekonomik gelişmeler fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleriyle sağlanmaktadır.

21. yüzyıl becerilerinin gelişimi için bu disiplinler merkezi görev üstlenmektedir. Öğrencilerin Dünya çapındaki problemlere yeni teknikler oluşturarak çözümler oluşturmaları gerekmektedir (Rehmat, 2015). Ortaöğretim öncesinde STEM ve Bütünleşik STEM eğitime artan bir yönelim ve odaklanma söz konusudur (Moore vd., 2014).

Öğrencilerin gelişen küresel ekonomi içerisinde varlığını devam ettirebilmeleri için STEM konularındaki başarısının artırılması önemlidir. Küresel problemler çok yönlü disiplinler ile bağlantılı olduğundan problemlerin çözümü için STEM disiplinlerinin birleştirilmesi gerekmektedir. Eğitimciler STEM eğitiminin öneminin farkında olmasına rağmen ne eğitimciler ne de araştırmacılar ilk ve ortaöğretimde STEM eğitiminin ne olduğunu ve anlaşılması ile ilgili bir fikir birliği içerisinde değildirlir. Günümüzde halen STEM disiplinlerinin tek disiplin merkezli olduğu düşünülmektedir. Ancak STEM konu ve görevler doğası gereği disiplinler arası bağlantı gerektirmektedir (Wang vd., 2011). STEM entegrasyonunda fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin birbirleriyle bağlantısının nasıl olacağı ve tüm bu disiplinlerdeki bilgi, süreç ve pratiklerin gerçek hayat problemlerinin çözümünde nasıl kullanılacağı ilgili belirsizlikler mevcuttur. STEM uygulamalarının etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için bu belirsizliklerin giderilmesi gerekmektedir (Dass, 2015).

STEM eğitiminde Fen Bilimleri, Matematik, teknoloji ve mühendislik olmak üzere 4 disiplinin birbirine bağlılığı vurgulanmaktadır. Bu bağımlılık bütünleşik STEM eğitiminin oluşmasını sağlamıştır (Ntemngwa ve Oliver, 2018). STEM ile ilgili içeriklerin bütünleştirilmesi STEM eğitiminin merkezindedir. Bütünleşik STEM eğitiminin epistemolojik, eğitimsel ve müfredatı ait içeriğinin tam olarak anlaşılması gerekmektedir. Bütünleşik STEM eğitimi ile daha fazla öğrencinin STEM ile ilgili bir kariyere sahip olmaları için Dünya çapında bir hareket başlatılmıştır (Ring, 2017). İlk ve ortaokullarda STEM eğitiminde yeni yönelim fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin entegrasyonunu gerekli kılmaktadır. STEM uygulamalarının bütünleştirilmesi çok yönlü olarak gerçek dünyada tecrübe yoluyla öğrenme fırsatları sunar (Dare vd., 2018). Son yıllarda eğitimciler STEM' e ait disiplinlerin karşılıklı çapraz kullanımına odaklanmaya başlamıştır (Chalmers vd., 2017). STEM eğitime yönelik gelecek nesiller için yaratıcı ve rekabetçi STEM programlarının geliştirilmesi

gerekmektedir. STEM bileşenleri arasında nasıl bağlantı sağlanacağını kavramak önem arz etmektedir (Moore vd., 2014).

2.2.1 Bütünleştirilmiş STEM eğitimi

Bütünleştirilmiş STEM eğitimi, STEM'i oluşturan Fen Bilimleri, Matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin aralarındaki bariyerleri kardin çok yönlü disiplinlerarası bir öğretim yaklaşımıdır (Wang vd., 2011). Bütünleşik STEM eğitiminde Fen ve mühendislik, Matematik ve teknoloji ya da Fen, Matematik ve mühendislik olmak üzere en az iki STEM alanının bütünleştirilmesi gereklidir (Walker vd., 2018). Bütünleştirilmiş STEM bir çeşit öğretim programlarının birleştirilmesini içerir. Farklı disiplinlerin bir araya getirilmesinden daha fazla anlam ifade eder (Wang vd., 2011). Bütünleştirilmiş STEM uygulamaları, bir projede iki ya da daha fazla STEM disiplininin birleştirilmesi ile elde edilen eğitsel bir yaklaşımdır. Bütünleştirilmiş STEM, STEM içerisindeki 4 alandan 2 ya da daha fazla disiplinin eğitsel amaçlar için birleştirilmesi olarak tanımlanabilir (Ntemngwa ve Oliver, 2018).

STEM uygulamalarında Fen Bilimleri ve Matematik entegrasyonu yapılabilir. Fen Bilimleri ve Matematik disiplinleri yüksek oranda birbirleriyle bağlantılıdır. STEM Fen Bilimleri, Matematik ve teknolojinin bütünleştirilmesinde teknoloji problem çözme sürecinde bir araç ya da süreç olarak kabul edilebilir. İlk ve ortaöğretim STEM eğitimde fen ve mühendislik disiplinlerin entegrasyonu önemli bir rol oynamaktadır (Wang, 2012).

Bütünleşik STEM uygulamaları ilk ve ortaöğretim eğitimi Fen Bilimleri ve Matematik öğretimde yenilikçi bir yol olarak düşünülebilir. Bütünleştirilmiş STEM, sınıflarda bir çeşit öğretim programlarının bütünleştirilmesinden oluşur. Farklı disiplinlerin birleştirilmesi çok yönlü disiplinler ya da disiplinlerarası şeklinde yapılabilir. Bütünleştirilmiş STEM uygulamaları ile öğretim sürecinde içerik bilgisi yanında problem çözme ve araştırma-sorgulama becerilerinin öğretimi de önemlidir (Wang vd., 2012). Kaliteli STEM eğitimi öğrencilerin gelecek başarısı için son derece önemlidir. Bütünleşik STEM eğitimi öğrencilerin öğrenmelerinin daha ilgili ve bağlantılı olmasını sağlayan bir yöntemdir. Bütünleştirilmiş STEM eğitimi oldukça yeni bir kavramdır (Stohlmann vd., 2012). Bütünleşik STEM eğitiminde belirli

öğretimsel pratikler kullanılabilir. Bütünleştirilmiş STEM öğretiminde yangın olarak kullanılan öğretimsel pratikler Şekil 2.1’ de verilmiştir.



Şekil 2.1. STEM öğretiminde kullanılan öğretim uygulamaları (Thibaut vd., 2018).

Bütünleştirici STEM metot ve öğrenme sonuçları farklı iken öğrencilerin öğrenme doğaları anlaşıldığında tasarım temelli mühendislik uygulamalarının kaçınılmaz derecede öneme sahip olduğu görülmektedir (Purzer ve Shelley, 2018). Bütünleştirilmiş STEM uygulamaları öğrencilerin farklı kavram ve pratikler arası bağlantı kurmalarını sağlayarak öğrenmelerini destekler. Öğrenciler 21. yüzyıl analitik becerilerini kullanarak otantik günlük hayat problemlerini çözmek için bütünleştirilmiş kavramlara başvurmayı öğrenirler. Öğrenciler farklı STEM disiplinlerine ait kavram ve prensiplerle çalışırlar (Ntemngwa ve Oliver, 2018).

Bütünleştirilmiş STEM eğitiminin amacı öğrencilerin STEM içerik ve pratiklerini öğrenmeleri, STEM’ e yönelik pozitif beklenti oluşturmaları ve öğrencileri yaşam boyu öğrenenler olarak hazırlamaktır (Ntemngwa ve Oliver, 2018). Bütünleşik STEM uygulamaları öğrencilerin daha karmaşık yapıları kavramalarını kolaylaştırarak derinlemesine öğrenme sağlar (Chalmers vd., 2017).

Bütünleştirilmiş STEM uygulamaları öğrencilerin sorgulama, mühendislik tasarım ve 21. yüzyıl becerilerini öğrenmelerini sağlarken, öğrencilerin aktif öğrenmelerini destekler. Bütünleştirilmiş STEM eğitimi öğrencilere hem akademik hem duygusal beceriler kazandırır (Ntemngwa ve Oliver, 2018). Bütünleştirilmiş STEM uygulamalarında tasarım senaryoları birçok çözüme imkân tanıyan açık uçlu bir doğaya sahip olduğundan Yeni Nesil Fen Standartları (NGSS) kapsamında yer alan eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme becerilerinin gelişmesini sağlamaktadır (Douglas vd., 2018). Yüksek kalitede bütünleştirilmiş STEM programlarına ihtiyaç vardır. STEM pratiklerinde programların birleştirilmesinin faydaları mevcuttur. Bütünleştirilmiş STEM uygulamaları STEM konu ve

kavramlarına yönelik öğrenci ilgilerini artırmakta, böylelikle STEM alanında yeni bir yol oluşturmaktadır (Wang, 2012). Bütünleştirilmiş STEM eğitimde Fen Bilimleri ve Matematik disiplinlerinin entegrasyonu iyi bir temel oluşturur. Bütünleştirilmiş STEM eğitiminde öğrenciler gerçek hayat problemlerine çözüm ararken kendi fikirlerini tasarım, açıklama, test ve revize ederek çeşitli materyal ve kaynaklara ihtiyaç duyarlar. Materyaller testere, metre, çekiç gibi yapı araçları, bilgisayar, tasarım programları, robotik kodlama kitleri ve hesap makinesi gibi elektronik materyaller, tahta, yapıştırıcı, karton, strafor köpük ve mukavva gibi tasarımda kullanılabilecek malzemelerden oluşur (Stohlmann vd., 2012).

Bütünleşik STEM eğitimi ile ilgili teorik ve pratikte yangın kullanılan ortak bir model bulunmamaktadır. STEM uygulamalarının bütünleştirilmesi ve uygulamanın kalitesi öğretmenin bilgi ve STEM' e yönelik düşüncelerine göre değişmektedir. İlk ve orta dereceli okullarda STEM eğitiminin ilk adımı öğretmenlerin bütünleşik STEM uygulamalarının önemini anlamalarıdır. Bütünleşik STEM eğitimi öğrencilerin sınıfta öğrenmesini kolaylaştırmalıdır. STEM uygulamalarında otantik bağlamda yenilikçi problem çözme uygulamalarının yer alması gerekmektedir (Ring, 2017).

Bütünleşik STEM eğitiminde 9 kategori, gösterge ve prensip STEM programına entegre edilmiştir: 1) Motive etme ve içeriğe dâhil olma, 2) Mühendislik tasarım süreci 3) Fen içeriğinin entegrasyonu 4) Matematik içeriğinin entegrasyonu 5) Öğrenci merkezli eğitsel stratejiler 6) Takım çalışması 7) İletişim 8) Organizasyon 9) Performans ve gelişimin değerlendirilmesi (Walker vd., 2018).

STEM ile ilgili eğitim almış birey sayısının az olması öğrencilerin STEM'e yönelik ilgilerini artırmak için büyük bir girişime neden olmuştur. Bu girişimlerden birisi öğrencilerin STEM için motivasyonlarını artırmaya yarayan bütünleşik STEM eğitimidir. Bütünleşik STEM eğitiminin eğitsel pratikleri ile ilgili bir fikir birliği bulunmamaktadır (Thibaut vd., 2018).

Bütünleştirici STEM uygulamaları öğrencilere eğitsel katılım ve başarı fırsatı sunar. Bütünleşik STEM eğitiminde probleme dayalı öğrenme ve proje tabanlı öğrenme gibi yöntemlerle öğrenciler küçük gruplarda gerçek dünyayı keşfederler. Öğrencilerin öğrendikleri bilgilerle gerçek dünya arası bağlantı kurması sağlanır. Literatürde

bütünleşik STEM öğretim becerileri ile ilgili öğretmenlerin sahip olması gereken özellikler kesin olarak belirlenememiştir (Havice vd., 2018).

Bütünleşik STEM uygulamaları karmaşık disiplinlerarası problemlere çözüm bulmak için öğrencileri başarılı bir şekilde hazırlamaktadır (Guzey vd., 2016). Bütünleştirilmiş STEM disiplinlerinde problem çözme süreci kritik bir bileşendir. Fen, mühendislik ve Matematik doğal olarak birbirleriyle bağlantılı disiplinlerdir. Problem çözme Fen Bilimleri ve Matematik disiplinlerine mühendisliğin entegrasyonunu mümkün kılmaktadır (Wang vd., 2012).

Literatürde bütünleşik STEM uygulamaları STEM içeriğinin entegrasyonu, probleme odaklanma, sorgulama, tasarım, takım çalışması, öğrenci merkezli, etkinlik temelli değerlendirme ve 21. yüzyıl becerileri olmak üzere 9 öğretimsel pratik üzerine odaklanılmıştır (Thibaut vd., 2018).

STEM uygulamalarının bütünleştirilmesinin önemli olmasına rağmen, STEM alanındaki uygulamalara bakıldığında STEM disiplinlerinin birbirleriyle bağlantılı olmadığı görülmektedir. Bütünleştirilmiş STEM uygulamalarına giriş öğretmen tecrübeleri ile ilgili sınırlı sayıda araştırma yapılmıştır (Dare vd., 2018). Bütünleşik STEM uygulamaları ile ilgili bir fikir birliği olmamasına rağmen, farklı STEM disiplinlerinin STEM'e entegrasyonu ile güçlü bir bağlantı bulunmaktadır (Thibaut vd., 2018).

STEAM fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve Matematik disiplinlerinin birleşiminden oluşur. STEAM eğitimi sadece makinelerin nasıl icat edildiğini açıklamak değil, aynı zamanda çeşitli iş birliği ve kaynakların faaliyet için kullanılmasını içerir (Rolling, 2016).

Öğrencilere sağlanan eğitimle öğrencilerin yaratıcılık becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Öğrencilere sanatsal pratik ve tasarımsal düşünme ile bireysel öğrenme, sosyal sorumluluk, yaratıcı problem çözme, fikir ve materyalleri anlamlı ve kaliteli çözümler üretmek için organize etmeyi gerektirir. STEM eğitiminin sanat ve beceriyi öğrenmenin merkezine alması önemlidir (Rolling, 2016).

2.3 Tasarım Beceri Atölyeleri

2017 yılında taslağı oluşturulan ve 2018 yılında yayımlanan 3-8 sınıflar Fen Bilimleri dersi öğretim programının özel amaçları arasında Fizik, Kimya, Biyoloji, Astronomi, Çevre Bilimleri, Fen ve Mühendislik uygulamaları ile ilgili temel bilgileri kazandırmak yer almaktadır. Fen Bilimleri öğretim programına mühendislik ve tasarım uygulamaları yenilikçi (inovatif) düşünme alana özgü beceriler içerisine dâhil edilmiştir. Mühendislik ve tasarım becerilerinde Fen Bilimleri, mühendislik, teknoloji ve Matematik disiplinlerini bütünleştirerek disiplinler arası bakış açısı sağlamak, öğrencilerin buluş ve inovasyon becerileri ile ürün oluşturma ve ürüne katma değer katabilmeleri için stratejiler geliştirmelerini kapsar (MEB, 2018b).

Sanat beceri atölyeleri okul ve toplumlarda çeşitli hedeflerin başarılması ve daha önce hiç düşünülmemiş tasarım çözümlerinin oluşturulması açısından önemlidir. Beceri atölyeleri öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarıyla ilgili çeşitli bilgilerin derinlemesine öğrenilmesini sağlar (Rolling, 2016).

2018 MEB Fen Bilimleri öğretim programında alana özgü beceriler içerisinde bilişsel süreç becerileri, yaşam becerileri ve mühendislik ve tasarım becerileri yer almaktadır. Yaşam becerileri bilgiye ulaşma ve bilginin günlük hayatta kullanılmasına yönelik; analitik düşünme, karar verme, yaratıcılık, girişimcilik, iletişim ve iş birliği gibi temel becerilerden oluşmaktadır (MEB, 2018b).

MEB tarafından yayınlanan 2023 Eğitim Vizyonu belgesinde; 21. yüzyıl talim ve terbiye modeli beceri ve ahlak olmak üzere iki boyuttan oluşmaktadır. Eğitim öğrencinin doğal motivasyonuna uygunsa yarar sağlar. Öğrenme bireyin öz sorumluluğu ve tatmini ile ilgilidir. 21. yüzyılda hayatın her alanında hızlı bir değişim yaşanmaktadır. 21. yüzyılda eğitim sadece okulda verilen eğitimle sınırlı değildir. Ev, sokak ve medya öğrenmeyi sağlayan ortamlardır. Bireylerin öğrenmeyi yaşam tarzı haline getirmesi gereklidir. Öğrencilerin ilgi ve yeteneklerinin gelişimi için ilkokuldan başlayarak tüm kademelerde tasarım-beceri atölyelerinin kurulması planlanmaktadır. Tasarım beceri atölyelerinde öğrencilerin el becerilerinin gelişmesi için diğer mesleklerle ilişkilendirilmiş görevler yer alacak ve becerilerin uygulama düzeyinde kazandırılması amaçlanacaktır. Tasarım beceri atölyeleri düzenlenirken öğrencilerin üretkenlik, grup çalışması, çok yönlü okuryazarlık, eleştirel düşünme ve problem

özme becerilerinin gelişmesini sağlayan somut mekânlar oluşturulacaktır. Bu atölyeler öğrenilen, ölçülen ve pratik arasındaki uyumu artıracaktır (MEB, 2018a).

2.4 Tasarım Temelli Fen ve Mühendislik Eğitimi

Fen ve mühendislik tasarım uygulamaları öğrencilerin yaratıcı bir şekilde düşünmeleri ve geliştirdikleri modeli test etmelerine imkân tanıyan, öğrencilerin iş birliği içerisinde çalışarak Matematik ve Fen Bilimlerine başvurmalarını sağlayan öğrenci merkezli bir aktivitedir (Van Haneghan vd., 2015). Fen ve mühendislik tasarım uygulamaları belirli hedeflere ulaşmak için Fen, mühendislik ve Matematik kavramlarının kullanılarak uygun çözümlerin geliştirilmesini sağlayan, bazen tekrarlı bir karar verme sürecidir (Mangold ve Robinson, 2013).

Fen ve mühendislik tasarım içerik ve pratikleri, fen eğitiminde varlığını gittikçe daha belirgin olarak hissettirmektedir. Mühendislik tasarım uygulamaları fen eğitiminde otantik eğitimsel bir yaklaşım olarak yerini almaktadır (Strimel ve Grubbs, 2016).

Tasarım temelli fen öğrenme, fen eğitiminde müfredat, bilimsel soruşturma, teknoloji ve mühendislik uygulamalarının bütünleştirilmesini içeren bir yaklaşımdır. Açık uçlu soruların çözümü ile gerçek hayat problemlerine yönelik çözümün tasarımı, bilimsel içerik ve bilgilerin kavramsallaştırılması sağlanır (Felix, 2016). Mühendislik uygulamaları, Matematik ve Fen Bilimlerinin teknoloji oluşturmak için kullanılmasıdır. Yapı, model, ürün, araç, süreç ve sistemlerin tasarımı ve yapılması ile ilgilidir (Reeve, 2016).

2013 yılında Yeni Nesil Fen Standartları ile mühendislik becerileri ortaokul öğretim programı içerisine dâhil edilmiştir. Mühendislik becerileri problem çözme, kritik düşünme, yaratıcı tasarım ve takım çalışması gibi önemli beceriler içermektedir (Porter vd., 2019). Yeni Nesil Fen Standartlarına göre mühendislik tasarım uygulamaları öğrenciler için fen öğretiminde bir metot olarak yorumlanmaktadır (Cunningham ve Kelly, 2017). Fen ve mühendislik tasarımları Fen, Matematik ve teknolojiyi birleştirmeye yarayan doğal bir bağlantı mekanizmasıdır. Uygulanabilir çözümde Fen, Matematik ve teknoloji için yapıştırıcı rolündedir (Jolly, 2017).

Mühendislik tasarım temelli fen pratikleri öğrencilerin bireysel ya da grup içerisinde teknolojinin gelişimini desteklemek ya da bir problem için çözüm ileri sürdükleri bir

metottur (Gruber-Hine, 2018). İlkokul ve ortaokul mühendislik tasarım eğitimi uygulamalarında amaç öğrencileri erken mühendislik kariyer potansiyeli için hazırlamaktır (Porter vd., 2019).

2.4.1 Tasarım temelli fen ve mühendislik eğitiminin temel özellikleri

Günümüz bilgi çağında disiplin bilgisinden daha çok yaratıcılık esastır. Disiplinle ilgili bilgileri kazanmadan ziyade yaratıcılık metotları ve problem çözme yaklaşımının öğrenilmesi daha önemlidir. Problem çözme aşamasında problemin tanımlanması ve anlaşılması yaratıcı bir çözüm için kilit rol oynamaktadır (Belskia vd., 2016). Bugünün disiplin merkezli, yoğun araştırmalar yürüten üniversitelerinde öğrenciler için tam anlamıyla deneyim ve tecrübeler yer almamaktadır. Bugünün üniversiteleri öğrencilere karmaşık, disiplinlerarası ve pratiğe dayalı problem çözme becerileri kazandırılmada başarısız olmaktadır. Bu beceriler inovasyon için önemlidir (Kamp, 2016).

Teknik ve teorik bilgiler transfer edilebilir ve öğrenilebilirken, profesyonel beceriler sadece geliştirilebilir. Sadece zeki öğrencilerin bilgiye ulaşması ve bu bilgileri gerçek hayat problemlerinin çözümünde kullanması yeterli değildir. Gelecek eğitimimiz bilgi nasıl sağlanır ve bilgi gerçek Dünya da yer alan karmaşık ve yapılandırılmamış problemlerin çözümünde nasıl kullanılabilir üzerine odaklanmalıdır. Öğretmenlerin teknolojik ve pedagojik yeniliklerden yararlanıp bugünün öğrencilerini yeni Dünya'nın artan ve değişen taleplerini karşılayabilecek becerilerle mezun olmalarını sağlaması gerekmektedir (Kamp, 2016).

Günümüzde bireylerin küresel bağlamda başarılı olabilmesi için öğrencilerin fen ve mühendislik tasarım eğitimlerinin yenilik ve yaratıcılıkla desteklenmesi gerekmektedir (Morocz vd., 2016).

Günümüzde öğrenciler okuldan mezun olduklarında çoklu disiplinlerde başarılı olması gereken bir Dünya ile karşılaşmaktadır. Mühendislik tasarım eğitimi ile öğrenciler ortaöğretim kapsamında karşılaşırken, mühendislik tasarım uygulamalarını ortaöğretim öncesi eğitimin bir parçası haline getirebilmek için dünya çapında artan bir ilginin söz konusu olduğu görülmektedir (Zarske vd., 2017).

Öğrencilere gelecekteki iş alanlarına yönelik becerilerin kazandırabilmesi için eğitim programlarının düzenlenmesi gerekmektedir. Gelecekle ilgili senaryolar belirsizliklerle doludur. Gelecekte öğrenciler daha önce hiç karşılaşmadıkları problemlerle karşılaşabilmektedir. Öğrencilerin teknik uzmanlığın ötesinde disiplin ile iş alanı arasındaki bağlantıyı kurması gerekmektedir. Tasarım yapan öğrenciler sadece problem çözücü değil; aynı zamanda problemi tespit eden, disiplinlerarası çalışabilen ve yenilikleri destekleyen bireyler olmalıdır. Öğrenciler değişen Dünya’da çok farklı alanlarda yeni teknolojiler üretmelidirler. Öncelikle öğrencilerin bu teknolojileri benimsemesi gerekmektedir (Kamp, 2016).

Hızlı şekilde değişen dünyada öğrenciler için gerekli becerilerin kazanılmasının yollarından biri gerçek hayat problemlerini yansıtan, öğrencilerin fen ve teknolojiye öğrendiklerini uygun bir yere yerleştirmelerini sağlayan öğrenme yaklaşımı fen ve mühendislik tasarım temelli öğrenmedir (King ve English, 2017). Toplumun gittikçe karmaşık bir hal alması sosyal problemlere çözümler üretebilmek için fen ve mühendislik alanlarında uzmanlaşmak ve bu alanlarda çoklu bakış açısı ve yaklaşımlar geliştirme gereksinimini ortaya çıkartmıştır. Günümüzün işverenleri ve liderlerinin iletişim becerileri gelişmiş, takım içerisinde uyumlu ve üretken bir şekilde çalışabilen birey gereksinimleri giderek artmaktadır. İnsanların kurtuluşu ve gelişimi iş birliğine bağlıdır (Gruber-Hine, 2018).

Tasarım temelli fen uygulamaları bir dizi çözüm aracılığıyla araştırma yapabilme, araştırmacının bir ya da daha fazla ön görülmemiş sezgi ya da tecrübe dışında farklı ve yeni alternatifler oluşturma ve oluşturulan modelin alternatiflerinin tasarımının etkisine yönelik değişkenleri kontrol edebilmek için çoğaltılabilir ve tekrarlanabilir olması gibi şartlara sahip olmalıdır (Anzola vd., 2016).

Tasarım temelli fen öğretimi, mühendislik uygulama süreçleri ile fen öğretiminin birleştirilmesini içerir. Tasarım temelli fen problemleri öğrencilerin yaratıcılık ve kritik düşünme becerilerinin gelişmesine fırsatlar sağlarken, aynı zamanda öğrencilerin iş birliği becerilerini de geliştirir (Vaino vd., 2018).

Ortaokul öğrencileri kesin öğrenme yeterliliklerine sahiptir, el becerileri temelli, yeni bilgi ve becerileri hızlı bir şekilde kazanma özellikleri vardır. Fen ve mühendislik

tasarım uygulamalarında öğrencilerin öğrenme süreçleri, el becerileri ve zihinsel aktivitelere katılması esastır (Meng ve Dai, 2018).

Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları problemlere teknolojik bir çözüm tasarlamaktan daha fazlasıdır. Bu yaklaşım tekrarlayan tasarım süreci ile mühendis tarzı düşünme gerektirerek fen ve mühendislik tasarım prensipleri ile desteklenen problem çözme uygulamalarını içermektedir (King ve English, 2017). Fen ve mühendislik tasarımı belirginlik, açıklıkluluk, sistemsel bakış açısı gibi özelliklere sahip olan disiplinlerarası bir yaklaşımdır. Belirginlik; gerçek hayatla bağlantılı, gerçek ve otantik olmasıdır. Otantiklik; öğrencilerin yeni öğrenmelerini keşfetmelerini sağlar. Öğrenciler problemi sahiplenirlerse doğal eğitimsel aktivitelere kendilerini daha hazır hissederler. Sistemsel bakış açısı, sistemsel düşünme içerir. İnsan faktörü ile küresel ve bütüncül bir bakış açısının birleştirilmesini içerir. Tasarım bir disiplinle ilgili değildir (Lammi vd., 2018).

Mühendislik uygulamaları gittikçe fen eğitiminin önemli bir parçası haline gelmiştir. Fen ve mühendislik uygulamalarının öğretmen ve öğrenciler arasında giderek önem kazanmasına rağmen, fen eğitimde mühendisliğin doğası ile ilgili bilinenler sınırlıdır (Pleasant ve Olson, 2019).

Fen ve mühendislik tasarım yöntemi diğer STEM disiplinlerinin ötesinde daha derinlere ulaşmayı sağlayan disiplinlerarası bir mücadeledir. Ortaokul öğrencilerine yönelik mühendislik tasarım uygulamaları yeni nesil fen standartları içerisinde yer almaktadır. Fen ve mühendislik tasarım uygulamaları fen ve matematik alanlarında mühendislik alışkanlıklarının zihinsel ve uygulamalı olarak tecrübe edilmesi, geliştirilmesi ve öğrenilmesini içerir. Mühendislik tasarım aktiviteleri öğrencilere tasarım uygulamaları ile otantik ortamlar, açık uçlu sorular, modelleme, en uygun düzeltmeyi yapma, zihinsel yapıda mühendislik uygulamalarının yükselmesi gibi faaliyetleri içerir (Lammi vd., 2018). Fen ve mühendislik tasarım uygulamaları uluslararası fen standartlarının içerisinde yer aldığı için önemlidir (Webb, 2015). Mühendislik uygulamalarının Yeni Nesil Fen Standartlarına dâhil edilmesi ile mühendislik uygulamaları fen sınıflarında öncelik kazanmaya başlamıştır (Gale vd., 2018).

Öğrenci ve öğretmenlerin mühendislik disiplininin yapısı ve Fen Bilimleri ile ilgili nasıl bir bağlantıya sahip olduğunu anlamaları gerekmektedir. Mühendislik uygulamalarının doğasını anlayabilmek ancak fen ve mühendislik disiplinlerinin fen müfredatıyla birleştirilmesi ile sağlanabilir (Pleasant ve Olson, 2019).

Son yıllarda mühendislik, fen standart ve programlarının önemli bir parçası haline gelmiştir. Mühendislik uygulamalarının fen program ve sınıfları içerisinde yer alabilmesi için öğretmenlerin bu uygulamaları kullanmaya hazırlanmasını gerekmektedir. Öğretmenlerin fen ve mühendislik tasarım temelli öğrenme için mühendislik bilgilerinin geliştirilmesi kritik önem arz etmektedir (Pleasant ve Olson, 2018).

Fen ve mühendislik tasarım uygulamaları öğrencilerin fen başarısını oluşturma, öğrencileri fen sınıflarında öğrenmeye dâhil etme ve toplulukla etkileşimi sağlamada yararlı bir araçtır. Tasarım temelli uygulamalarda problem çözme yaklaşımı öğretmenlerin yeni tasarım aktivitelerini nasıl oluşturabileceği ile ilgili bir basamak olarak kabul edilebilir. Tasarım sürecinde öğretmenler yaratıcı bir şekilde ve iş birliği içinde yenilikler aramalı ve bu yenilikleri öğrencilere öğretmelidir. Fen ve mühendislik tasarım uygulamaları sadece yaratıcılığa odaklanmayıp, aynı zamanda ünite ile ilgili farklı bakış açılarının öğretilmesine odaklanmaktadır (Turner vd., 2016).

Öğrencilerin küçük bilim insanı ve mühendisler olarak kabul edilmesine rağmen, ilkokullarda mevcut okul sistemi öğrencilere fen ve mühendislik fırsatları sağlamamaktadır. Ortaokullarda fen ve mühendislik tasarım uygulamalarına nadiren yer verilmektedir (Lucas vd., 2014). Öğrenciler arasında mühendislik uygulamaları ile ilgili kavram yanlışları mevcuttur ve bu yanlışlar öğrencilerde mühendislik disiplin ve uygulamalarına yönelik bir ön yargı oluşturmaktadır. Öğrencilerin mühendislik disiplinin yapısını anlamaları gerekmektedir (Pleasant ve Olson, 2019).

Mühendislik ve Matematik uygulama fırsatları öğrencilerin akademik uzmanlık ve kariyer hedeflerini etkilemektedir. STEM ve mühendislik tasarım uygulamaları lise ve üniversite öğrencileri ile sınırlandırılmıştır. İlk ve ortaokul öğrencilerinin erken yaşta fen ve mühendislik tasarım kavram, pratik uygulamaları ve kariyer bilgilerini öğrenme, kendilerini mühendisliğe hazırlama ve motive etmeleri gerekmektedir. Yeni

nesil fen standartları ortaokul öğrencilerinin eğitim süreçleri içerisinde mühendislik tasarım uygulamaları dâhil edilmiştir (Martinez Ortiz vd., 2018).

Fen ve mühendislik tasarım uygulamaları genellikle ortaokul sonrası için düşünülse de, son zamanlarda ilkokul ve ortaokul öğrencilerinin eğitiminde Fen ve mühendislik tasarım ilgi ve bilgilerinin gelişmesine odaklanılmaya başlanmıştır (Lopez ve Goodridge, 2018).

Yapılandırmacı modele göre öğrenciler en iyi nesnelere dokunarak ve nesnelerle bir şeyler yaparak öğrenirler (González-González ve Aller Arias, 2018). Fen ve mühendislik tasarım uygulamalarının küçük formları ilk ve ortaokullarda öğrencilere yönelik olarak yapılmalıdır. Küçük bireyler tasarım uygulamalarının Fen Bilimleri, mühendislik, Matematik, tasarım ve teknolojinin bütünleştirilerek kullanılması için cesaretlendirilmelidir. İlk ve ortaokullar öğrenciler için tasarım uygulamalarının prototipi olmalıdır. Böylelikle otantik, etkinlik temelli ve deneyimsel öğrenme sağlanmış olur (Lucas vd., 2014).

Fen ve mühendislik tasarım uygulamalarında ilk ve ortaokul eğitimi en etkili periyodu oluşturmaktadır (Lucas vd., 2017). Tasarım temelli öğrenme Fen Bilimleri alanında öğrenme, eğitsel tasarım ve müfredat geliştirilmesi alanlarında yapılan araştırmalarda gittikçe benimsenen bir yaklaşım haline gelmektedir (Grover ve Pea, 2016). Eğitimci ve araştırmacı genç bireylerin büyük ve giderek artan küresel problemlere çözüm oluşturabilmesinde tasarıma yönelik düşünmeyi nasıl kullanabileceklerini anlamaları gerekmektedir (Arastoopour vd., 2016).

Günümüzde öğrenciler kavrama ve içeriğe ulaşma yolunu bilmemekte, testi geçmek için gerekli bilgileri ezberlemeye başvurmaktadır. Günlük hayat aktiviteleri öğrencilere teknik bilginin ötesinde bir bağlam sağlamaktadır. Öğrenciler çevrelerinde fen ve mühendislik uygulamaları ve ürünlerini ortaya çıkartmak konusunda cesaretlendirilmelidir. Araştırma ve pratikte geniş çapta farklılık ve tutarsızlık görülen ortaöğretim öncesi öğrencilerinin fen ve mühendislik tasarım uygulamalarının literatürde araştırılması gerekmektedir (Lammi vd., 2018).

Tasarım temelli öğrenmenin fen ve mühendislik alanlarında karmaşık konularda bilgi sahibi olma ve problem çözme, problem ve çözümle ilgili tasarım sürecinde esnek

davranabilme, sorun ve problemlere çok yönlü çözüm tasarımları geliştirmeyi sağlamasına rağmen mühendislik temelli tasarım Fen Bilimleri ve STEM disiplinlerine entegrasyonu ile sınırlı sayıda araştırma yapılmıştır (King ve English, 2017). Son yıllarda fen ve mühendislik tasarım temelli öğrenmeye yoğun bir ilgi bulunmaktadır (Langman vd., 2018).

Öğretmenler fen eğitiminde mühendislik uygulamalarını kapsayan disiplinlerarası çalışmalara daha fazla yer vermelidir. Ancak Fen Bilimleri ile mühendislik uygulamalarının entegrasyonu ile öğrencilerin öğrenmelerinin nasıl kolaylaştırılacağı ile ilgili bilinenler sınırlıdır (Crotty vd., 2017).

Son eğitim politikalarına göre eğitimcilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik programlarının birleştirilmesi önemli görülmesine rağmen, üniversite öncesi öğrencilere yönelik mühendislik tasarım uygulamalarının etkisi ile ilgili bilinenler sınırlıdır (Phelps vd., 2018). İlk ve ortaöğretim fen eğitiminde mühendislik tasarım uygulamaları yeterince anlaşılamamış yeni bir araştırma alanıdır (Hegedus, 2014).

Dünya küresel olarak her geçen gün gelişirken çocuk ve yetişkinlerin tasarım temelli mühendislik uygulamaları ile bütünleşik STEM faaliyetleriyle ilgili bilgileri ve problem çözme becerilerini geliştirmeleri gerekmektedir. Ancak tasarım temelli mühendislik uygulamalarının ilk ve orta dereceli okulların merkezi bir parçası olması ve konu ile ilgili eğitsel araştırmalar nadiren dikkat çekmektedir. 2000 li yılların başında tasarım temelli mühendislik eğitimi ilk ve orta dereceli okullar ile yüksekokullarda önem kazanmaya başlamıştır. Tasarım temelli mühendislik uygulamaları ilk ve orta dereceli okullarda unutilan bir bileşen olmak yerine bütünleştirici bir bileşen olarak kabul edilmelidir (Purzer ve Shelley, 2018). Genç bireylerin mühendislik tasarım uygulamalarına dâhil olması ile ilgili sınırlı araştırma yapılmıştır. Mühendislik ve Fen Bilimlerinde benzer kavram ve beceriler kullanıldığı için çocukların Fen Bilimlerine yönelik ilgi ve tutumları mühendislik tasarım programları için bireyleri bilgilendirmede kullanılabilir (Cunningham ve Lachapelle, 2016).

Diğer taraftan birçok ülkede ortaokul ve üstü eğitim kurumlarında temel eğitimin bir parçası olarak mühendislik tasarım uygulamalarına yönelik ilgi artmaktadır. Öğrencilerin mühendislik uygulamaları hakkında ne düşündükleri araştırılmaktadır.

Öğrencilerin mühendislik tasarım uygulamaları ile ilgili ne düşündüklerine yönelik sınırlı araştırma yapılmıştır (Köycü ve de Vries, 2016).

Mühendislik tasarım standartlarının ilkökul, ortaokul ve ortaöğretim öğrencilerinin eğitiminde yorumlanması ve uygulanması ile ilgili araştırmaların başlangıç aşamasında olması, mühendislik tasarım standartlarının fen standartları ve genel akademik standartların arka planında kalmasına neden olmuştur. Öğretmenlerin fen ve mühendislikle ilgili standartlar açısından yeterli profesyonel gelişimlere sahip olmaması ve bu standartların yeterince yorumlanmaması nedeniyle fen ve mühendislikle ilgili standartlara birçok sınıfta yer verilmemektedir (Judson vd., 2016).

Öğrenciler sadece problem çözmek değil, aynı zamanda tasarımdaki başarısızlıklarla ilgili deneyimler edinmelidir. Yeni nesil fen standartlarında mühendislik uygulamalarının yer alması ile fen ve mühendislik tasarım uygulamalarının önem kazanmasına rağmen, fen ve mühendislik tasarım uygulamalarının öğretimi öğretmenler için tüm seviyelerde karmaşık bir uygulama olmuştur (Lottero-Perdue ve Parry, 2017).

Literatürde yapılan araştırma ve öğretim programları incelendiğinde STEM programlarında mühendisliğin faydaları açıkça ifade edilmesine rağmen, mühendisliğin fen eğitimi ile bütünleştirilmesi ile ilgili pratikler yetersiz kalmıştır (Hacıoğlu vd., 2017).

Fen ve mühendislik tasarım uygulamalarında toplumsal problemlerle ilgili çalışma ve bu problemleri çözüme kavuşturma esastır. Birçok öğretmen tasarım özellikli aktiviteleri oluşturma ve öğretmede kendisini hazırlıksız görmekte, ders planı ile tasarım sürecini birleştirmeyi zor bir görev olarak nitelendirmektedir (Turner vd., 2016).

2.4.2 Tasarımı temelli fen ve mühendislik etkinlikleri

Tasarım temelli etkinlikler sınıf pratikleri ile ilgili düzenlemeleri ön plan yapma ve bilgilendirme içerir (Grimes, 2017). Tasarım temelli fen etkinliklerinde tasarımın zamana bağımlılığını azaltmak ve kaliteyi artırmak için sayısal deneyler geliştirilir (Anzola vd., 2016). Tasarım temelli uygulamalarda problem gruba sunulduktan sonra çözümün düzenlenmesi ve tasarlanması gerekmektedir. Tasarım probleminin çözümü

için bir araç oluşturma, test etmeyi içerir ve bireyler gruplarda çalışarak çözüm tasarlarlar. Fen ve mühendislik tasarım alanında başarının artması diğer bireylerle iş birliği içerisinde çalışmaya bağlıdır (Schnittka ve Schnittka, 2016).

Okullarda fen ve mühendislik pratiklerinin geliştirilmesinin 2 amacı bulunmaktadır. Bunlar; öğrencilerin yaratıcılık potansiyelini geliştirmek ve yaygınlaştırılmasını sağlamaktır (Hegedus, 2014).

Yeni Nesil Fen Standartları Fen ve Mühendislik uygulamalarını;

- Sorular sorma ve sorunu tanımlama
- Model oluşturma ve kullanma
- Araştırma soruşturma planını uygulama
- Verileri analiz etme ve değerlendirme
- Matematik ve bilişim alanında düşünmenin kullanılması
- Açıklama oluşturma ve çözümü tasarlama
- Kanıtlardan argümana ulaşma
- Bilgi elde etme, değerlendirme ve birleştirme olarak nitelendirmiştir (Achieve, 2013; Turner vd., 2016).

Mühendislik tasarım uygulamalarına uygun bir ders materyali oluşturabilmenin ilk adımı öğrencilerin mühendislik tasarımı ile ilgili ön kavram ve imajlarının tespit edilmesini gerektirmektedir (Köycü ve de Vries, 2016).

Fen ve mühendislik tasarım uygulamalarında öğrencilerin dâhil olduğu süreçlerden bazıları şunlardır (Lucas vd., 2014):

- Problemi belirlemek ve sınıflandırmak, diğer problem ortakları ile görüşme ve tartışma gerçekleştirme
- Dikkatli sorgulama yapma
- Çözümün tasarımını yapan ve uygulayan takımın iyi bir üyesi olma
- Prensip olarak yaratıcı çözümler üretme ve değerlendirme
- Taslak hazırlama, model ve denemeler yapma
- Standarda göre tasarım yapma ve yapıyı gözden geçirme
- Yaşam boyu araştırma, soruşturma, tartışma ve düzeltme ile meşgul olma

Fen ve mühendislik tasarım aktivitelerinde, açık uçlu problemler, modelleme ve sürekli bir biçimde düzeltmenin yer aldığı otantik mühendislik uygulamaları bulunur (Lammi vd., 2018).

Yeni Nesil Fen Standartlarında K-12 mühendislik tasarım merkezli öğretim programı vurgulanmakta ve yüksek oranda talep görmektedir. Fen ve mühendislik tasarım temelli öğretim öğretmenler için profesyonel yeterlilikler gerektirmektedir (Forbes vd., 2018).

2030 yılına kadar tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimde 8 anahtar beceri önemlidir (Kamp, 2016):

- Kesin mühendislik tasarım bilgisi
- Kritik düşünme ve yapılandırılmamış problem çözme
- Disiplinlerarası sistemsel düşünme
- Hayal gücü, yaratıcılık, girişimcilik
- İletişim ve iş birliği
- Küresel zihniyet, çeşitlilik ve mobil hareketlilik
- Hırslı öğrenme kültürü ve profesyonel öğrenme toplulukları
- İstihdam edilebilirlik ve yaşam boyu öğrenme

Mühendislik tasarım uygulamalarında; problemin belirlenmesi ve sınırlandırılması, olası çözümlerin geliştirilmesi ve çözüm tasarımının iyileştirilmesi aşamaları mevcuttur. Mühendislik tasarım uygulamalarının temel özelliği sürecin tasarımı ve analizidir. Mühendislik tasarım uygulamalarında fen ve Matematik gibi disiplinlerde yer alan bilgiler kullanılır. Mühendislik tasarım uygulamaları bilimsel prensiplere dayanır. Mühendislik uygulama, problem ve çözümleri sosyal bağlamda meydana gelir. Mühendislik tasarım uygulamalarının kritik özelliği çözümün değerlendirilmesidir (Cunningham ve Kelly, 2017).

Tasarım temelli mühendislik uygulamaları ile bilgiyi ifade etme, bilmenin nasıl olması gerektiği ile ilgili talimatları, niçin bilmek gerektiği ile ilgili şemayı, ne zaman ve nerede bilmek gerektiği ile ilgili strateji gibi bilişsel becerileri kullanmayı gerektirir (Wells, 2016). Fen ve mühendislik tasarım metot ve araçları, Matematik gibi bir tasarım dili, algoritmik düşünme, sistemsel düşünme, iş birlikçi tasarımsal düşünme,

etik ve görsel okuryazarlık (3D, grafik ve tablo okuma, zihin haritaları kullanma ve düşünme baloncuğu) farklı kültürlerle bir arada çalışabilme becerileri geliştirilmelidir. En önemlisi öğrencilerin hayal gücünü kullanma, atik ve esnek olma becerilerini kazandırmalıdır (Kamp, 2016). Öğrenciler tasarım uygulamalarında fen ve Matematik kavramlarını gerçek bir problemi çözme sürecinde ürün oluşturma, prototip ve model yapma gibi pratik amaçlar için kullanırlar. Tasarım sürecinde öğrenciler problemi sistematik, düzenli ve açık uçlu bir şekilde ele alır ve bu probleme çözüm tasarlarlar. Öğrenciler bu proje sürecinde çalışırken en iyi çözüme ulaşmada kriterleri ve sınırlılıkları hesaba katmayı öğrenirler (Jolly, 2017).

Fen ve mühendislik tasarım uygulamaları ile öğrenciler soru sorma sürecinde problemi belirler. Öğrenciler sorular belirleyip, kriterler oluşturur ve problemler açıklanır. Öğrenciler bir sistem ve teknoloji tasarımı ile bireylerin ihtiyaçlarını karşılamayı amaçlarlar ve sonuçta ürün elde ederler. Tasarım uygulamaları; sorma, hayal etme, planlama, oluşturma ve düzeltme işlemlerinden oluşur. Mühendislik tasarım uygulamalarında öğrenciler bireylerin ihtiyaçlarını karşılamak için iş birliği içerisinde problem çözerler (Hegedus, 2014).

Trilling ve Fadel (2009) tasarım temelli fen öğrenmeyi 4 aşamada açıklamışlardır:

Belirleme, planlama, yapma ve gözden geçirme tasarım temelli fen ve mühendislik projelerinin basamaklarıdır.

Belirleme: Gerçek hayat problem ve sürecinde kolay, iyi, hızlı, ekonomik, daha etkili ve eğlenceli bir çözüm bulma esastır. Problemi belirleme projenin tasarımında iyi bir başlangıç yapmak için önemlidir.

Planlama: Kullanıcı, müşteri, teknoloji, piyasa ve sınırlılıklar problemi anlamak için zaman harcamaktır. İnsanların günlük hayatta problemleri ile nasıl mücadele ettikleri gözlemlenir.

Uygulama: Çeşitli canlandırma ve beyin fırtınası tekniği ile mümkün tasarım çözümleri ileri sürmek, pozitif ve negatif çözümleri sınıflandırmak en iyi tasarımı seçerek bu tasarımın prototipini oluşturulur. Öğrenciler prototipi gerçek hayatta gerçek problem durumlarında test eder ve sonuçlarla ilgili notlar alır.

Gözden geçirme: Geliştirilen prototip model değerlendirilir. Modelle ilgili zorluklar ve kafa karışıklığına sebep olan durumlar elenir. Tasarım daha iyi hale getirilir ve düzenlenir (Trilling ve Fadel, 2009).

Fen ve mühendislik tasarım uygulamalarında öğrenciler gerçek hayattaki problemleri çözerek Matematik ve diğer bilimsel bilgileri öğrenirler. Öğrenciler fiziksel bilgi ve kavramları anlamının yanı sıra, bu bilgilerin fen ve mühendislik tasarımındaki önemini kavrarlar. Problemin doğasını anlama ve esnek olarak bilgiyi problem çözümünde kullanma önemlidir. Mühendislik uygulamalarında öğrenciler kitapta öğrendiklerini pratik ederler. Öğrenciler düşünme ve pratik yapmak için yeni yollar bulma ile yeterliliklerini de geliştirmiş olurlar. İlk ve ortaokul öğrencileri pahalı laboratuvara bağımlı kalmadan bilgi teknolojileri ve pratik uygulamalarının birleştirilmesi ile tasarım, üretim, paylaşma ve değiştirme aktivitelerini yaparlar (Meng ve Dai, 2018).

2.4.3 Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında kullanılan problemlerin özellikleri

Fen Bilimleri ve mühendislik alanında öğrenme uygulamalarında kullanılan problemler amaca uygun, otantik, öğrenci merkezli ve öğrenenlerin gerçek pratiklere dâhil olmasını sağlayacak şekilde olmalıdır. Problem hikâye tarzında olmalı, öğrencilerin ilgisini çekmelidir. Problemler kriter ve sınırlılıkları belirleme ve çoklu çözüm yolları oluşturulmasını sağlamalıdır (Johson, 2016). Gerçek hayat problemlerinin STEM uygulamalarında kullanılması içeriğe dâhil olma ve motivasyonu artırmada önemlidir. Açık uçlu ve otantik problemler tasarım temelli öğrenmede kullanılmaktadır (Thibaut vd., 2018).

Öğrencilere soruşturma ve gerçek pratiklerle bilimsel bilgi ve becerileri kullanma fırsatları verilmelidir. Mühendislik tasarım uygulamalarında günlük hayattaki problemlere benzer problemler yer alır ve böylece problem çözme ile daha otantik bir yaklaşım sağlanır. Mühendislik tasarım uygulamaları bireylerin takım olarak birlikte çalışmalarını sağlayan sosyal bir yaklaşım olarak öğrenme ve problem çözme ile bilişsel prensiplere dâhil eder. Arkadaş dayanışması öğrencileri günlük hayat problemlerine hazırlar. Mühendislik tasarım uygulamalarında öğrenciler günlük hayat problemlerini çözmede bilimsel bilgi ve becerilere başvurma yeteneği kazanır (Crotty

vd., 2017). Fen ve mühendislik uygulamalarında günlük hayat problemleri, mühendislik düşünme ve tasarımına ek olarak çoklu disiplinlerde bilgi ve metot kullanarak problem çözmeyi gerektirir (Langman vd., 2018).

Mühendislik tasarım süreçlerinde probleme dayalı öğrenme ve proje tabanlı öğrenme kullanılabilir ve bu uygulamalarda açık uçlu problemler yer alır (Mangold ve Robinson, 2013). Tasarım sürecinde problemler açık uçlu olmalı, problemin tek bir çözümü olmamalıdır. Böylelikle öğrenciler önemli eleştirel düşünme beceri pratiklerini uygulama ve projelerin sahipliğini üstlenme fırsatı bulurlar (Hynes vd., 2011). Tasarım problemleri diğer problemlerden farklı olarak bilgi içermez. Tasarım problemleri derinlemesine anlama gerektirir. Tasarım problemleri bireylerin birlikte çalışmasını gerektirir. Mühendislik tasarım sürecinde problemi tanımlama, bilgi toplama, öğretim pratikleri, takım çalışması ve öğrenci öğrenmesini destekleme aşamaları vardır (Purzer vd., 2018).

Fen ve mühendislik tasarım uygulamalarında açık uçlu problemler için tasarım becerilerinin öğretilmesi uygundur. Tasarım uygulamalarında açık uçlu problemler kullanılarak her birey problemi farklı bir yolla ele alır ve her birey farklı ancak geçerli bir çözüm üretir. Öğretmen her bireyin çözümünü hızlı bir şekilde anlayıp geri bildirim sağlamalıdır (Martin vd., 2015).

2.4.4 Fen ve mühendislik tasarım süreci

Tasarım için yapılandırılmamış problem çözüme, bir dizi strateji, bir soruşturma aktivitesi ve mantıksal çıkarım gibi tanımlamalar yapılmıştır. Tasarım kelimesi sadece mühendislikle sınırlı olmadığı gibi soruşturma ya da Fen Bilimleri ile de sınırlı değildir. Tasarım bir kavramı derinlemesine anlama fırsatı, deney yürütme, çözüm sistemi ile ilgili bilgi toplama, tasarım fikrini keşfetme ve inceleme için çoklu temsilleri kullanma ve çözümün yenilenerek geri bildirimle düzeltilmesini içerir. Ortak tasarım stratejileri döngüsü problemin kapsamı, hipotezler üretme, hipotezleri test etme ve iletişim gibi aşamalar içerir (Purzer vd., 2018).

Ürünlerin birey ve grupların üretkenliğini artırmak için tasarlanması gerekmektedir. Proje belirleme, planlama, yürütme ve değerlendirme 21. yüzyıl dünyasında önemli hale gelmiştir. Eğitim alanında stüdyo model olarak geçen takım üyelerinin bir görevi

yerine getirmek için bir araya geldiği, her bireyin bir rol üstlendiği ve sonuçlar elde etmeye çalıştığı, başka bir projede bireylerin görevlerinin değiştiği çalışma şekli bulunmaktadır. Stüdyo proje modeli iş birliği, iletişim, kültürler arası bağlantı kurma gibi 21. yüzyıl becerilerinin yapılandırılmasına yardım etmektedir (Trilling ve Fadel, 2009). Tasarım temelli fen eğitimi; tasarım süreci (tasarım süreci problem ve arka planı, tasarım süreci plan ve uygulama, tasarım süreci test ve değerlendirme), fen, mühendislik ve matematik disiplinlerinin kullanımı, mühendis tarzı düşünme, mühendisler ve mühendislik uygulamalarını kavrama, mühendislik araçları, konu, çözüm ve etkileri, etik, takım çalışması, mühendislikle ilgili iletişimden oluşur (Walker vd., 2018).

Mühendislik tasarım süreci, fen ve matematik kavramlarının bir araya getirilmesi açık uçlu problemleri çözme, yaratıcı düşünce geliştirme, çözüm formüle etme, karar oluşturma ve çeşitli sınırlılıklar karşısında alternatif çözümleri hesaba katma ile oluşturulan bir stratejidir. Mühendislik tasarım süreci mühendisler tarafından problem çözme ve ürün geliştirme sürecinde kullanılır (Wang, 2012). Tasarım süreci hedefler, kriterler, sentez, analiz, yapılandırma, test ve değerlendirme gibi faydalı unsurlardan oluşur. Mühendislik tasarım uygulamalarında öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları problemler ele alınır. Mühendislik tasarım süreci öğrencileri mühendislik disiplinine dâhil etmenin yanında öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişmesini sağlar. Mühendislik tasarım süreci probleme yönelik yüksek kaliteli çözüm ve ürün oluşturmada karar verme süreci olarak kabul edilebilir. Mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin fen ve matematik disiplinlerine ait pratik bilgilere başvurmalarında öğrencileri el becerisi temelli uygulamalarla etkileşime geçme konusunda cesaretlendirme amaçlanır (Hynes vd., 2011). Mühendislik tasarım çalışmaları gerçek dünya ile ilgili kritik düşünme, mühendisliğin ötesinde doğaya uyum sağlama gibi meta-bilişsel becerilerin gelişimi mevcuttur (Mangold ve Robinson, 2013). Tasarım temelli fen öğrenme bilimsel prensiplerin öğrenilip uygulandığı bir tasarım durumu sağlar. Tasarım süreci öncelikli öğrenme amacı değildir. Tasarım temelli fen öğrenmenin mekanizması fen öğrenme ve fen içeriklerinin uygulanmasını ön plana alır. Tasarım temelli fen öğrenmede kavramlarla öğrenme hedefleri ve tasarım projesinin bağdaştırılması önemlidir (Felix, 2016).

Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları bilimsel süreç gibi tüm durumlarda takip edilmesi gereken adım adım işlemlerden oluşur. Bu süreç sabit ve basit bir süreç değildir. Tasarım prensipleri merkezinde öğrenciler çözüm için gereklilikleri belirler ve çözüm üretirler. Öğrenciler fen ve matematik bilgilerine başvururlar ve bilişsel becerileri kullanarak tasarım yoluyla ürün geliştirirler (Mathis vd., 2018). Tasarım temelli fen ve mühendislik süreci aşamaları; problemin belirlenmesi, hedef ve tasarım için gerekliliklerin anlaşılması, beyin fırtınası ile tasarım fikirlerinin kavranması, tasarımın güçlü ve zayıf yönlerinin değerlendirilmesi, tasarımın prototipin oluşturulması ve test edilmesi, çözümün sunumu şeklinde sıralanabilir (Alemdar vd., 2018). Tasarım temeli fen ve matematik eğitiminde tasarım süreci problemi belirleme, problemi anlama ve ön bilgilerine başvurma, planlama, uygulama, test, değerlendirme, tekrar tasarım yapma ve çözümü sunma aşamalarından oluşabilir (Mathis vd., 2018). Mühendislik tasarım faaliyetlerinde mühendislik içerik, mühendislik bağlam ve mühendislik pedagojisi yer alır. İçerik öğretilecek bilgi ve becerilerle ilgilidir. Mühendislik bağlamı fen, matematik ve teknoloji kavramlarının fiziksel ve öğretimsel çevresi ile ilgili olanak sağlar. Mühendislik pedagojisinde ise içerik ve bağlam ile ilgili düşünme, konuyu farklı açılardan ele alma ve kritik etme ile bilimsel öğretim stratejileri kullanılır (Culver, 2012).

Fen ve mühendislik tasarım sürecine yönelik bir ders hazırlama süreci aynı fikre sahip grup üyelerinin iş birliği içinde çalışmaları ile başlamaktadır. Problemin sosyal ve küresel önemine yönelik kriter ve sınırlılıklar belirlenir. Problemler daha küçük problemlere ayrılır. Beyin fırtınaları yapılır. Kriterler göz önüne alınarak çözümün sosyal ve çevresel etkileri değerlendirilir, çözüm test edilir ve artırılır. Belirli bir tasarım işleminde pratikleri test edilerek ve gerekli düzeltmeler yapılarak önce pilot tasarım aktiviteleri kullanılır. Böylelikle daha mükemmel tasarım süreci elde edilir (Turner vd., 2016).

Süreçte problem tanımlandığı zaman ilk çözümler zihinde belirmeye başlar. Öğrenciler problemi araştırırken yeni sınırlılıklar keşfedip problemi tekrar tanımlama ve sınıflandırma yapabilirler. Öğrenciler bireysel öğrenme ve yaratıcılıklarını desteklemek amacıyla gruplarda beyin fırtınasına katılır. Tasarımın nihai hedefi eldeki problemin çözümü için tamamlanmış bir ürün oluşturmaktır. İlkokul düzeyinde genellikle öğretmen tarafından belirlenmiş bir ürünün tamamlanması görülürken,

ortaöğretim düzeyinde öğrenciler kendi çözümleri ile ilgili muhakeme yapma ve kendi çözümlerini savunmaları gerekir. Öğrencilerin hata yapmasına izin verme ve hatalarından öğrenmelerine olanak sağlama oldukça önemlidir. Prototip her zaman tamamlanmış final çözümü anlamını ifade etmez. Öğrenciler problemin sınırlılık ve gereklilikleri kapsamında prototipin çalışıp çalışmamasına göre test ve değerlendirmeler yapar. Fikirleri ve bulguları diğer bireylerle paylaşma, diğer bireylere geri bildirimde bulunma mühendisliğin bir parçasıdır. Prototip final ürün haline gelinceye kadar her fikir test ve değerlendirmeye tabii tutulur (Hynes vd., 2011).

Tasarım temelli fen ve mühendislik modeli belirli aşamalardan oluşur (Moore vd., 2016):

Problemin belirlenmesi: Problemin çözülmesi niçin önemlidir? Çözüm için gerekli kriter ve sınırlılıklar nelerdir? Müşteri kim ve müşterinin ihtiyaçları nelerdir?

Problemin anlaşılması: Problemi çözmek için hangi ön bilgilere ihtiyaç vardır? Hangi fen ve matematik bilgileri gereklidir? Çözüm için hangi materyaller gereklidir? Problemin çözümü için neler yapılabilir?

Çözümün Planlanması: Bilimsel kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi, fikir üretimi, çok yönlü çözüm yolları üretme, sınırlılıkları hesaba katma, deneme için çözüm seçimi ve plan geliştirmeden oluşur.

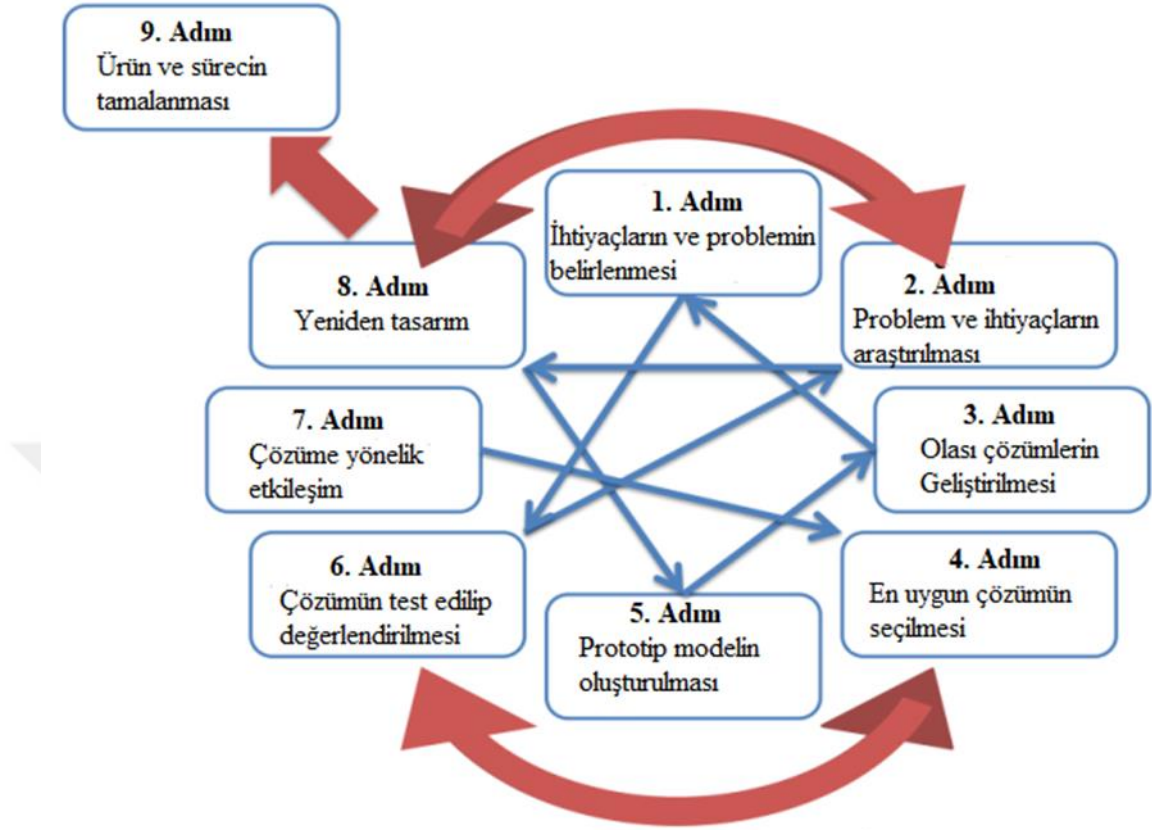
Çözümü Uygulama: Planı harekete geçirme, riskleri hesaba katma ve riskleri ortadan kaldırma, kriter ve sınırlılıkları dikkate alarak bir prototip oluşturma önemlidir.

Çözümün Test Edilmesi: Test edilebilir soru ve hipotezleri ele almak, deney ve dereceli puanlama anahtarları geliştirme, verilerin toplanması ve analiz edilmesi esastır.

En uygun çözümün seçilmesi: Tasarım problemin çözümü için kullanılabilir mi? Tasarım kriter ve sınırlılıklara uygun mu? Tasarım sonuç ve geri bildirimlere dikkate alınarak nasıl düzenlenebilir?

İletişim ve Takım Çalışması: Takım üyeleri tüm tasarım süreci boyunca sözlü ve yazılı iletişim ve işbirliği sağlaması gerekmektedir (Moore, vd., 2016).

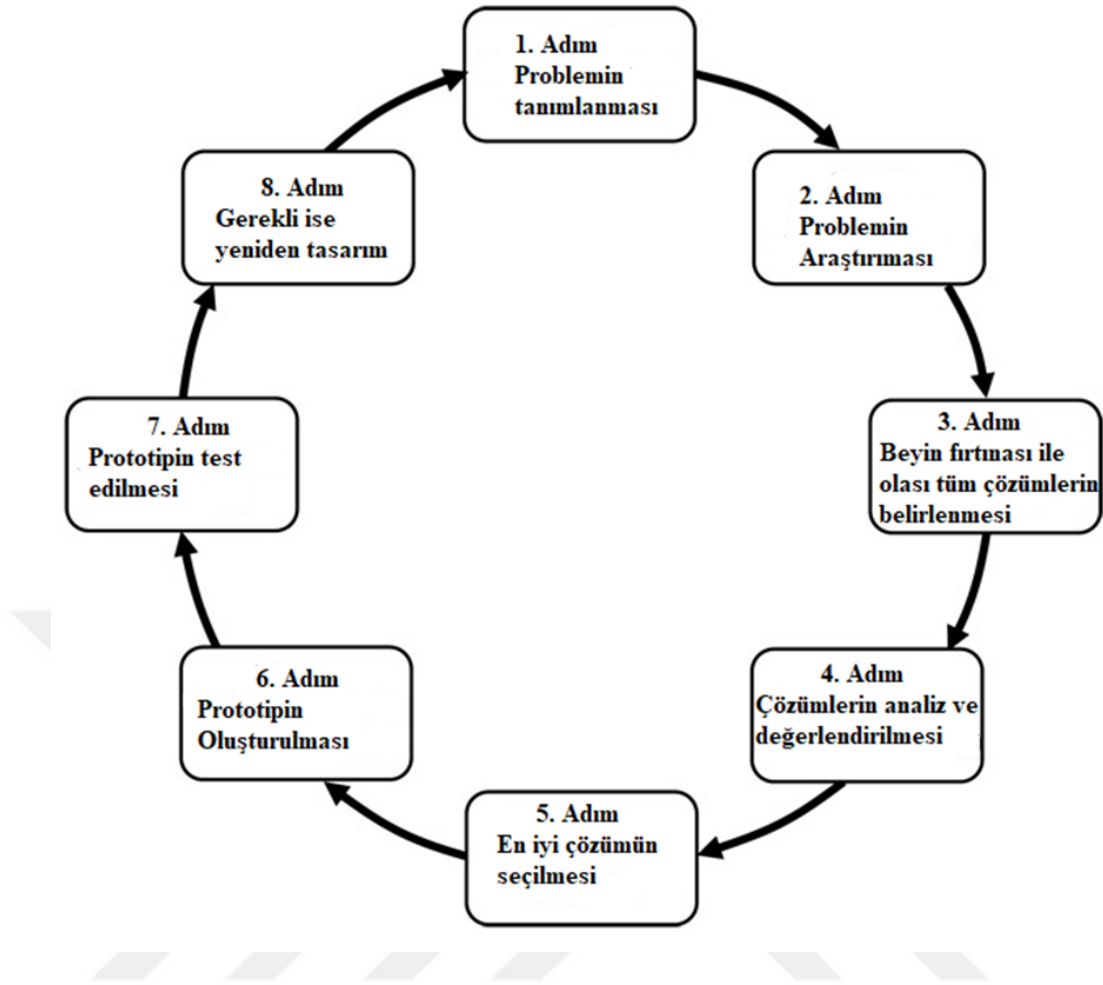
Mühendislik tasarım sürecinde problemin belirlenmesi, araştırılması, planlama ve beyin fırtınası, test, değerlendirme ve iletişim gereklidir. Hynes ve arkadaşları (2011) tarafından geliştirilen tasarım süreci Şekil 2.2’ de verilmiştir.



Şekil 2.2. Tasarım süreci (Hynes vd., 2011).

Şekil 2.2’de görüldüğü gibi mühendislik tasarım sürecinde 9 aşama bulunmaktadır: Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi, probleme yönelik araştırmanın yürütülmesi, tüm çözümlerin üretilmesi, en uygun çözümün seçilmesi, prototipin oluşturulması, çözümlerin test edilip değerlendirilmesi, çözüme yönelik iletişim, yeniden tasarım ve tasarımın tamamlanması aşamaları bulunmaktadır (Hynes vd., 2011).

Bir diğer tasarım süreci Mangold ve Robinson (2013) geliştirmiş oldukları mühendislik tasarım süreci 8 adımdan oluşur. Mangold ve Robinson (2013) tarafından geliştirilen tasarım süreci Şekil 2.3’ te sunulmuştur.



Şekil 2.3. Tasarım süreci diyagramı (Mangold ve Robinson, 2013).

Şekil 2.3’de görüldüğü gibi tasarım aşamaları: 1. Problemin belirlenip tanımlanması: Kim? Ne? Ne zaman? Nerede? 2. Problemin araştırılması: Problemle ilgili gerekli bilgiye nerede ve nasıl ulaşabilirim? 3. Olası çözümlerle ilgili beyin fırtınası: Olabildiğince fazla çözüm üretmek 4. Çözümlerin analizi ve değerlendirilmesi: Tasarımın kritik özelliklerini belirlemek. 5. En iyi çözümün belirlenmesi: Fikir ve analizleri göz önüne alarak en uygun çözümü seçmek 6. Prototipin oluşturulması: Prototipin oluşturulması için gerekli malzemeler nelerdir? 7. Prototipin test edilmesi. 8. Gerekli ise tekrar tasarım yapmak (Mangold ve Robinson, 2013).

Fen ve mühendislik tasarım süreci, bireysel ya da grup olarak bir probleme çözüm ileri sürme ya da teknolojinin gelişmesi ile çözümü desteklemeyi içerir (Gruber-Hine, 2018). Tasarım süreci öğrencilerin kavrama, tasarım, uygulama ve takım temelli çevrelerde modern karmaşık ve nitelikli sistem, süreç ve ürünü elde etme çalışmalarıdır (Wengrowicz vd., 2018). Fen ve mühendislik tasarım uygulamalarında

öğrenciler tasarım geliştirme, prototip, test ve problemin çözümünü iyileştirme için müdahalelerde bulunurlar (Gale vd., 2018).

Fen ve mühendislik tasarım süreci 8 kategoriden oluşmaktadır (Jime'nez-Aleixandre ve Crujeiras, 2017):

- Sorular sorma ve problemleri belirleme
- Bilgi elde etme, değerlendirme ve iletişime geçme
- Araştırma organize etme ve yürütme
- Verileri analiz etme ve değerlendirme
- Kanıtlardan argümana ulaşma
- Model geliştirme ve kullanma
- Matematiksel ve bilişimsel düşünmeyi kullanma
- Açıklamaları oluşturma ve çözümü tasarlama

Mühendislik tasarım uygulamalarında problemin belirlenmesi ve tanımlanması, kriterler, sınırlılıklar, ilk fikir ve hesaplamalar, pilot uygulamaların sonuçları ve tasarım değerlendirilmesinin sonuçları yer alır. Çözüm tasarımında Fen Bilimleri ve Matematik bilgileri kullanılmalıdır. Öğrencilere verileri toplama, tasarımı değerlendirme ve tasarımı düzeltirken ne öğrendiğini yansıtma fırsatı verilmelidir (Johson, 2016).

Fen ve mühendislik tasarım temelli her ders içeriğinde gerçek hayat probleminin yer aldığı hikâyeler yer alır. Öğretmen açık uçlu mühendislik senaryoları ile öğrencilerin neler bildiğini değerlendirir. Öğretmen sınıfta iş birlikli bir çalışma atmosferi oluşturur. Öğrenciler yaptıkları hatalar karşısında ısrar etmeyi, başarısızlığın olumsuz bir sonuç olmadığını ve daha fazla bilgi elde etme fırsatı olduğunu öğrenirler. Öğretmen başarısızlıklarda gerekli düzeltmeler ile öğrencilere yardımcı olur (Porter vd., 2019).

Mühendislik tasarım uygulamalarında veri ve kanıtlar kullanılarak karara varılır. Etkili mühendislik tasarım uygulamaları için veri ve kanıt önemlidir. Mühendislik tasarım uygulamalarında veriler kullanılır, problem başlangıçtaki şartlara göre değerlendirilir, araç, bileşen ve element parametreleri test edilir ve etkili bir prototip oluşturulur, model test edilir ve bağlama göre tasarım yapılır ve çözüm sunulur. Bireyler problemi

özme, analiz yapma ve çözümü tasarlama için çözümleri birleştirmeyi planlama, materyal ve olasılıkları hesaplama, sistemsel düşünmeyi kullanma, prototip oluşturma ve prototipten öğrenme araç ve stratejilerini kullanırlar (Cunningham ve Kelly, 2017).

Tasarım süreci; problemi belirleme, problemle ilgili araştırma yapma, olası çözümleri sıralama, en iyi çözüm için planlama yapma, prototip bir model oluşturma, prototipi test etme ve değerlendirme, çözüm için iletişime geçme ve prototipte gerekli düzeltmeyi yaparak tekrar tasarım yapma işlemlerinden oluşur. Bu aşamalar sıralı gibi görünse de bunlar tekrarlayan ve belirli bir sıraya gerek duymayan aşamalardır (Jolly, 2017). Tasarım merkezli projelerde bilginin öğrenci tarafından nasıl bir tasarım ya da oluşturma ile ürünün meydana getirildiğine odaklanılır (Wengrowicz vd., 2018).

Mühendislik pratiklerin merkezinde mühendislik tasarım süreçleri bulunmaktadır. Mühendislik tasarım eğitiminde 9 gösterge mevcuttur (Moore vd., 2014):

- Problem ve arka planı: Genel problem çözme becerileri mühendislik problemlerinin çözülebilmesi için ön koşuldur. Tasarım süreci problemin saptanması ve formüle edilmesi ile başlar. Bu aşamada problemin araştırılması, öğrenme aktivitelerine katılım ve sınırlılıkların belirlenmesi işlemleri gerçekleştirilir.
- Plan ve uygulama: Tasarım özümü için plan geliştirilir. Beyin fırtınası ile olası tüm çözümler listelenir. Bu aşamada prototip, model ve ürünün oluşturulması ile sonuçlanır.
- Test ve değerlendirme: Prototip, model ve ürün test edilir. Test edilebilir hipotez, soru ve tecrübeler değerlendirilir. Deneyler yürütölerek veriler toplanır. Tasarım kriterlerine göre çözümün güçlü ve zayıf yönleri ele alınır.
- Fen, Matematik ve mühendislik kavramlarına başvurma: Disiplinlerarası entegrasyon yapılır. Öğrenciler mühendislik problemini çözerken gerekli fen ve matematik kavramlarına başvururlar.
- Mühendis tarzı düşünme: Öğrencilerin problem kapsamında yeni bilgi araştırabilmek için mühendisler gibi bağımsız düşünürler olmaları gerekir. Mühendis uygulamaları öğrencilere bilgiyi kullanarak karar verme becerilerini geliştirir. Mühendislik uygulamaları öğrencilerin önceki tecrübe ve öğrenmelerindeki hatalarından nihai en iyi çözüme ulaşmak için bağımsız,

yansıtıcı ve metabilişsel düşünmelerini gerektirir. Öğrenciler aynı zamanda belirsizlik, risk, ürün güvenilirliği gibi faktörleri idare etmeyi öğrenmelidir. Aynı zamanda mühendislik uygulamalarında sistemsel düşünme, yaratıcılık, iyimserlik, azim ve yenilikçilik önemlidir.

- Mühendislik kavramları: Müşteri ihtiyaçları, sınırlılıklar altında tasarım ve hiçbir tasarımın mükemmel olmaması gibi durumları içerir.
- Mühendislik araç, teknik ve süreçleri: Mühendislik teknikleri bilimsel bir görevde belirlenmiş adım adım belirli bir yönergeden oluşur. Araçlar üzerinde çalışan görevi kolaylaştırma amacıyla farklı programların kullanımını esas alır.
- Konu, çözüm ve etkileri: Günümüz toplumlarında hayatta karşılaştığımız problemler giderek çoklu disiplinler arası ve karmaşık bir hal almaktadır. Bu problemleri çözebilmek için öğrenciler çözümlerinin sosyal, ekonomik, çevresel ve Dünya çapındaki etkilerini anlamalıdır.
- Etik: Öğrenciler mühendislik pratiklerinin etik ilkelerini kavramaları gerekir.
- Takım çalışması: Öğrenciler ortak bir amaç için bir proje içerisinde bir grupta yer alma, iş birlikli grup ve faaliyetlere katılma becerileri geliştirirler. Öğrenciler dinleme becerileri geliştirme, farklı bakış açılarını kabul etme, anlaşma, tüm üyelerin grup ve süreçte yer aldığını öğrenirler.
- Mühendislikle ilgili iletişim: Öğrenciler gruptaki ve çözümden etkilenen tüm bireylerle sözlü ve yazılı iletişim kurarlar.

Cunningham ve Lachapelle (2016) geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli öğrenme programında tasarım prensiplerini aşağıda paylaşılan dört kategoride açıklamıştır.

Gerçek Dünya bağlamında öğrenme: Öğrencilerin mühendisliğin Dünya’daki yerini anlayabilmeleri için hikâyeleri kullanma, mühendislik uygulamalarında insan, hayvan, çevre, topluma nasıl yardım edildiğini gösterme ve çeşitli demografik özelliklerde rol model sağlama yer alır.

Tasarım problemlerini otantik mühendislik pratikleri olarak sunma: Tasarım problemlerinin açık uçlu, birden fazla doğru cevabı olan problemlerden seçme, başarısızlıkları öğretici olarak değerlendirme, tasarım problemlerini hem nicel hem nitel ölçümlerle değerlendirilebilme, iş birliği ve takım çalışmalarını geliştirme,

öğrencileri aktif, el becerisi ve araştırma-soruşturma temelli mühendislik uygulamalarına dâhil etme esastır.

Öğrenci çalışmalarını destekleme: Belirgin mühendislik pratikleri yapma ve model olma, materyal, görev ve terminoloji öncelikli benzerliği olmadığını varsayma, farklı yollarla öğrenen öğrencilerin ihtiyaçları ve yetenekleri doğrultusunda esnek ders ve aktiviteler üretme önemlidir.

Her bireyin mühendis ve tasarımcı olabileceğini gösterme: Tüm öğrencilerin fikir ve değerlerinin önemli olduğu öğrenme çevreleri oluşturma, öğrencileri mühendis temsilci olarak destekleme, düşük maliyetli ve kolay ulaşılabilir materyaller gerektiren problemler geliştirme esastır (Cunningham ve Lachapelle, 2016).

Fen ve Mühendislik tasarım süreci problemi belirleme, araştırma, tasarım, prototip model, test etme ve değerlendirme, geri bildirim sağlama, iletişim, anlatma ve paylaşım aşamalarından oluşur (Guo, 2018). Fen ve mühendislik tasarım yaklaşımının özellikleri sistemsel düşünme, uyarlama, problemlerin farkına varma, problem çözümü oluşturma, hayal etme ve düzenlemeden oluşur (Lucas vd., 2017).

Tasarım temelli mühendislik uygulamaları, ilk ve orta dereceli okullarda tasarım ve problem çözme odaklı olarak STEM eğitimi içerisinde öğrenme uygulamalarını desteklemek için kullanılmaktadır (Purzer ve Shelley, 2018). Günümüzde öğretmen yetiştirme programları sınıf pratiklerine mühendislik kavram ve becerileri öğretiminin entegre edilmesi ile ilgili sınırlı bir şekilde yer verilmektedir (Culver, 2012). İlk ve orta öğretim mühendislik eğitimi Dünya'nın nasıl tasarlanabileceği ve bu tasarımın herkes için nasıl etkili hale getirilebileceği ile ilgili öğrencilerin anlama durumlarını artırma potansiyeli vardır. İlk ve orta öğretime mühendislik uygulamalarının dâhil edilmesi öğrencilerin tasarım dünyasını eleştirel bir şekilde değerlendirebilmeleri konusunda öğrencileri cesaretlendirebilir. Mühendislik uygulamalarının ilk ve ortaöğretim periyodundaki etkisi artmasına rağmen ilk ve ortaöğretim mühendislik eğitiminde yeterli yeni politika, standart ve değerlendirmeler mevcut değildir (Culver, 2012). Toplumlarda ortaöğretim öncesi STEM eğitiminin düzenlenmesi ve mühendislik tasarım sürecinin STEM uygulamalarına dâhil edilmesi bir gereklilik haline gelmiştir. Mühendislik tasarım uygulamalarında ilk ve ortaöğretim periyodu mühendislik eğitiminin özünü oluşturmaktadır (Hynes vd., 2011). Tasarım temelli

mühendislik uygulamaları, ilk ve orta dereceli okullarda tasarım ve problem çözme odaklı olarak STEM eğitimi içerisinde öğrenme uygulamalarını desteklemek için kullanılmaktadır (Purzer ve Shelley, 2018).

Fen ve mühendislik tasarım uygulamaları adım adım bir uygulama olmak yerine belirgin, açık uçlu bilimsel ve matematiksel düşünme ile desteklenen bir süreçtir. Mühendislik tasarım süreci modelleme, grafik okuma, karar verme, problem formüle etme, sorgulama, yansıtma, sürekli düzeltme, uygun haline getirme ve materyal kaynakları kullanma yer alır. Grafiksel görselleştirme mühendislik tasarımında en önemli temadır. Grafik okuma tasarımın taslak, not, çizimlerin dijital formları ve simülasyonlar vardır. Fen ve mühendislik tasarım süreci geniş çok sayıda yaklaşım ve çözüm içerir. Süreci daha sonra belirli Fen ve Matematik prensipleri takip eder. Mühendislik tasarımı proje sürecinde çözümü açık uçlu olarak ele almak gerekmektedir. Açık uçlu aktivitelerin sadece tek bir cevabı yoktur. Gerekçelendirme öğrencilerin prototip oluşturma derste öğrendikleri ve tasarım stratejilerini yansıtma esnasında arkadaşlarını bilgilendirmesine yardımcı olur. Problem formüle etme tasarım temelli yaklaşımın merkezindedir (Lammi vd., 2018).

Bilim insanları ve mühendisler açıklama oluşturabilme ve tasarımı test edebilmek için modelleri kullanırlar. Öğrencilerin tasarımı test etmesi kavramsal anlamayı sağlar. Öğrenciler bireysel ya da grup olarak işbirliği ile tecrübelerini anlamlandırır (Buxton vd., 2016).

Tasarım süreci aşamaları farklılık göstermektedir:

Tasarım süreç modeli: Hedef - problemin kapsamı - tasarımın sınırları - (bilgi toplama- açıklamaları şekillendirme)- hipotez üretimi- hipotezleri azaltma- sonuç aşamalarından oluşurken, Tasarım bağlamı: bilgi kazanımı - bilgi üretimi - bilgiye başvurma aşamalarından oluşabilmektedir. Mühendislik tasarım süreci; orijinal problem, orijinal bağlam, bir dizi kullanıcı ve bu faktörlerin birleşiminden oluşur. Sürecin sonunda gerekli bilginin üretimi, sentezi ve kullanımı ile uygulanabilir bir çözüme ulaşmak esastır (Purzer vd., 2018).

Tasarım becerilerinin okullardaki eksikliğini ortadan kaldırabilmek için:

- Matematik ve Fen Bilimleri gibi disiplinlerde konuları daha iyi anlamaya odaklanmak yerine sistemsel düşünme ve problem belirleme gibi mühendis tarzı düşünmeye odaklanılmalıdır.
- Öğrenme metotlarını güncellemek gerekmektedir.
- Öğretmen yeterliliklerini profesyonel gelişmelere göre düzenlemek gerekmektedir.
- Öğrencilere mühendislik tasarım yöntemi ile teknolojinin sınıfta nasıl kullanılacağını öğrenmelerine fırsat verilmelidir (Lucas vd., 2017).

Fen ve mühendislik tasarım sürecinde öğrencilere esneklik sağlanmalı, tasarımın yeniden tasarlanması aşamasında öğretmen gerekirse destekleme yapmalı ve tasarım problemleri farklı tasarımlara olanak sağlayabilecek tarzda üretilmelidir. Öğrencilerin tasarım gerçekleştirebilmeleri için daha fazla zamana ihtiyaçları vardır. Aynı gün içerisinde tasarım, yapılandırma ve yeniden yapılandırma yaparken öğrenciler zorlanmaktadır (King ve English, 2017).

Fen ve mühendislik tasarım temelli öğrenme uygulamalarında öğrencilerin öncelikle tasarım süreci ile ilgili bilgilendirilmeleri gerekmektedir. Öğrenciler diğer sınıflarda öğrenmiş olduğu bilgi ve becerilere başvuracaktır. Öğrencilerin zamanı akıllıca kullanma ve problemleri yaratıcı bir şekilde çözümleyebilmek için nasıl birlikte çalışabileceğini öğrenmesi gerekmektedir (Hemming, 2018).

Tasarım temelli mühendislik uygulamaları ortaokul öğrencilerinde Fen Bilimleri ve Matematik disiplinlerinde gerçek prototip, model ve çözüm kullanımına bağlı olduğu halde, öğrenciler belirgin bilimsel ve matematiksel kavramları kullanmadan başarılı olabilirler. Öğrencilerin bir programda bilimsel ve matematiksel kavramlara nasıl başvuracaklarını keşfetmeleri önemlidir (Mathis vd., 2018).

2.4.5 Tasarım temelli fen ve mühendislik eğitiminde öğretmenin rolü

Öğretmenlerin mühendislik uygulamalarında öğrencileri etkili bir şekilde sürece dâhil edebilmesi için, öğretmenlerin mühendislik disiplini ile ilgili yeterli bilgiye sahip olması önemlidir. Öğretmenlerin mühendislik disiplini ile ilgili bilgiye sahip olabilme ve mühendisliğin doğasını anlayabilmesi için mühendisler ne yapar, mühendisliğin

epistemolojik temelleri nelerdir ve mühendisliğin diğer çalışma alanları ile nasıl bir ilişkisi olduğunu anlaması gerekmektedir (Pleasants ve Olson, 2018).

Fen Bilimleri öğretmenlerinden birbiriyle bağlantılı ve merkezi disiplinleri bilimsel pratikler ile mühendislik pratiklerini kullanarak öğrencilere kazandırmaları beklenmektedir. Öğretmenler STEM konuları arasındaki bağlantıya daha fazla ve derinlemesine odaklanmalıdırlar (Guzey vd., 2016). Öğretmenlerin bütünleştirilmiş STEM eğitimini etkili bir şekilde gerçekleştirebilmeleri için gerekli bilgi, tecrübe ve alt yapı ile ilgili gelecekte yapılması gereken tartışma ve araştırmaların artırılması gerekmektedir (Stohlmann vd., 2012).

Tasarım temelli uygulamalarda öğretmen öğrencilerin problemi tanımlamalarına yardımcı olur. Öğrenciler soruları önce bireysel olarak daha sonra grup üyeleri ile tartışma yaparak cevaplarlar. Öğretmen problem, kriter ve sınırlıkları belirleme, tasarım fikirlerini ortaya çıkarma, verilerden iddia ve kanıt sağlayabilmeleri için öğrencilere sorular yöneltir. Öğrencilere yöneltilen sorular öğrencilerin eleştirel düşünmesini sağlamalıdır (Moore vd., 2016).

Tasarım temelli fen ve mühendislik eğitiminde detaylı tasarım projelerinin kullanılması öğrenciler açısından daha faydalı olmaktadır (Goldstein vd., 2018). Fen ve mühendislik tasarım temelli ders süreci içerisinde gerçek hayat problemlerinin yer aldığı hikâyeler yer alır. Öğretmen açık uçlu mühendislik senaryoları ile öğrencilerin neler bildiğini değerlendirir. Öğretmen sınıfta iş birlikli bir çalışma atmosferi oluşturur. Öğrenciler yaptıkları hatalar karşısında ısrar etmeyi, başarısızlığın olumsuz bir sonuç olmadığını ve daha fazla bilgi elde etme fırsatı olduğunu öğrenirler. Öğretmen başarısızlıklarda gerekli düzeltmelerde öğrencilere yardımcı olur (Porter vd., 2019).

Birçok öğretmen fen ve mühendislik uygulamalarının mühendislik tasarımı kapsamında birleştirilmesi sürecini yeni bir kavram olarak kabul etmektedir. Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarına hazır olmayan öğretmenlerden öğrencileri bu uygulamalarına hazırlamalarını beklemek olanaksızdır (Ames, 2014). Öğretmenler mühendislik tasarım programlarının sınıflarda potansiyel başarı ve faydaları ile ilgili bilgi yetersizlikleri, zaman kısıtlaması ve kaynaklara ulaşmadaki sınırlılıklar gibi sebeplerden dolayı mühendislik tasarım programlarını geliştirmede

zorlanabilmektedir. Mühendislik tasarım programları ile ilgili bir diğer zorluk öğretmen ve öğrencilerin mühendislik uygulamaları ile ilgili ön yargılarıdır (Mangold ve Robinson, 2013). İlk ve ortaokul Fen Bilimleri öğretmenlerinin mühendislik tasarım pratikleri ile sınırlı bilgi ve tecrübeye sahip oldukları görülmektedir. Fen Bilimleri öğretmenlerinin yeni nesil fen standartları ve yeni bakış açılarını nasıl planlayıp uygulayacaklarını bilmeleri gerekmektedir (Capobianco ve Rupp, 2014).

2.4.6 Tasarım temelli fen ve mühendislik eğitiminin öne çıkan faydaları

Bireyler mühendislik tasarım pratiklerinde takım içerisinde problemin çözümünde etkili iletişim becerileri sergilemeli, grup içerisinde uyumlu bir şekilde çalışmalı ve başarısızlıklarda ısrar etmelidir. Mühendislik tasarım uygulamalarında bireyler başarısızlıklardan öğrenir (Cunningham ve Kelly, 2017). Öğretmen rehber rolünde iken, öğrenciler araştırma, planlama, analiz etme, iş birliği, deney yapma, değerlendirme ve iletişim gibi projenin zihinsel süreçlerinde daha fazla faaliyet gerçekleştirir (Trilling ve Fadel, 2009).

Fen ve mühendislik tasarım temelli uygulamalarda öğrenciler hem disiplinler arası bağlantı becerileri geliştirme hem de tasarım sürecine başvurma için ön bilgi ve becerilere sahip olmalıdır. Tasarım görevi ve tasarımda kullanılan problemler Fen Bilimleri ve Matematik'te temel kavramların derinlemesine anlaşılmasını sağlamaktadır. Tasarım temelli uygulamalar öğrenci-öğrenci etkileşimi ile iş birliği becerilerini artırmaktadır. Fen, teknoloji ve matematik kavramlarının entegrasyonunu sağlamaktadır. Tasarım sürecinde yeniden tasarım yapma, tasarlanan modelin fiziksel özelliklerinin düzenlenmesine olanak sağlamaktadır. Öğrenciler tasarım sürecinde ön bilgilerine başvurmaktadırlar (King ve English, 2017).

STEM faaliyetleri merkezinde tasarım temelli mühendislik uygulamaları öğrencilerin bilimsel, matematiksel ve teknolojik okuryazarlığını geliştirirken, aynı zamanda öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcılık becerilerini destekler. Tasarım temelli mühendislik uygulamaları bütünleştirici öğrenme için ortam oluşturur ve farklı öğrenme sonuçları için fırsatlar sunar. Modern toplumlarda öğrencilerin günlük hayatlarında yaşadıkları evleri inşa edebilmeleri, aldıkları sağlık hizmeti sunabilme ve giydikleri kıyafetleri üretebilmeleri için tasarım temelli mühendislik uygulamaları bir gerekliliktir. Bu nedenle STEM eğitimi yeni nesillerin eğitimi

öğrencilerin uygun soruları sorabilme, problem çözme ve yaratıcı çözümler üretebilmeleri için kritik öneme sahiptir (Purzer ve Shelley, 2018).

Mühendislik tasarım süreci ve bütünleştirilmiş STEM uygulamaları tüm ilk ve orta dereceli okullarda ilgiyi artırma, kalıcılığı sağlama, Matematik ve Fen Bilimleri'ne ait kavramların öğrenilmesinin artırılmasında kullanılmaktadır. Fen ve Mühendislik tasarım etkinlikleri öğrencilerin yeni disiplin içerikleriyle karşılaşmalarını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda öğrencilerin STEM temellerini güçlendirip derinleştirir (Alemdar vd., 2018). Tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimi ortaokul sınıflarında Fen Bilimleri ve Matematik öğretimi için yangın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bazı ortaokul öğretmenleri Fen ve Matematik eğitiminde tasarım temelli mühendislik uygulamalarını doğal bir moderatör olarak kullanmaya başlamıştır (Mathis vd., 2018).

Mühendislik uygulamalarında cinsiyet farklılıklarına göre belirgin ayrımlar vardır. Proje tabanlı ve tasarım temelli uygulamalar mühendisliği kız öğrenciler için ilginç ve erişilebilir hale getirmektedir. Ortaokul öğrencilerini iş birliği içerisinde mühendislik uygulamaları ile tanıştırmak için uygun bir zamandır (Schnittka ve Schnittka, 2016).

Teknoloji ve mühendislik tasarım temelli öğrenme, öğrencilerin gerçek hayat problemlerinin çözümünde prototip çözümler geliştirmek için içerik ile ilgili bilgi ve becerileri kullanabilmelerine imkan tanımaktadır. Fen öğretiminde tasarım temelli fen uygulamaları, teknolojik ve mühendislik temelli fen yaklaşımlarının kullanılması bilimsel soruşturma ile gerçek hayat problemlerine çözümler geliştirebilme durumunu artırmaktadır. Tasarım temelli yaklaşım fen öğretiminde öğrencilerin öğrendikleri konular arasındaki ilişkiyi görmelerine fırsat verir (Felix, 2016). Fen ve araştırma temelli tasarım programları bireylerin hem teknolojik alanda başarılı olma hem de disiplinler arası ve pratiğe dayalı problem çözme becerilerinin gelişmesini sağlamaktadır (Kamp, 2016).

Tasarım temelli öğrenmede öğrencilerin tasarımsal düşünme becerileri, mühendislik fen becerileri ve liderlik becerilerinin gelişmesi amaçlanır. Tasarım temelli aktiviteler, tasarım inşa etme, planlama, karar verme, modelleme, hayalde canlandırma, taslak çıkartma, yaratıcılığı kullanma, sentezleme, ayrıştırma, iletişim ve bilgi araştırma gibi faaliyetleri sağlamaktadır (Saulnier vd., 2016). Tasarımla bilgiye başvurma öğrencinin ön bilgisini kullanmasını sağlar. Öğrenci problemin çözümünde önceki deneyimlerini

kullanır. Tasarımın fiziksel bir obje ile bitmesi gerekir. Tasarım sürecinde öğrencilerin formüle ve çözümleri öğrencilere problemi sınırlandırma, fikir üretme ve belirgin karar verme fırsatı sağlar. Öğrenciler tasarım sürecinde aynı zamanda ihtiyaçlar, sınırlılıklar ve kriterleri belirleme fırsatı bulur (Purzer vd., 2018). Fen standartlarına mühendislik tasarım uygulamalarının entegre edilmesi ile öğrenciler her konuda bilimsel bilgi, mühendislik tasarım uygulamaları, teknik iletişim ve soruşturma becerilerini öğrenmektedirler (Lopez ve Goodridge, 2018).

Öğrenciler tasarım sürecinde düşünme ve öğrenme, edindiği bilgileri problem çözmede kullanma, çözüm ve kanıtlar üzerinde eleştirel düşünme ve kanıtlara dayalı karar verme süreçlerini gerçekleştirirler (Douglas vd., 2018). Tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimi öğrencilere Fen ve Matematik kavramları ile ilgili eleştirel düşünme fırsatı sunar. Öğrenciler en etkili tasarımı oluşturabilmek için derinlemesine düşünme yaparlar (Mathis vd., 2018).

Okullarda tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimi ile ilgili çok çeşitli farklı uygulama şekilleri mevcuttur. Ancak farklı tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimi uygulamaları ile öğrencilerin öğrenme sonuçlarının karşılaştırılması ile sınırlı araştırma yapılmıştır (Goldstein vd., 2018). Fen ve tasarım süreçlerinin etkileşimi bilgi temelli tasarımı oluşturur. Tasarım sürecini ilk ve orta dereceli okullara entegrasyonu tasarım problemi ile çalışırken ve problemi çözerken yaratıcılık, iş birliği, iletişim ve eleştirel düşünme gibi becerilerin gelişmesini sağlar. Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında öğrenciler bilme, anlama, analiz, paylaşma, açıklama ve tartışma faaliyetlerine katılarak derinlemesine öğrenme gerçekleştirirler (Goldstein vd., 2018).

Öğrenciler gerçek bilimsel soruşturma süreçleri yürüterek uygulamalarla yeni ürün tasarlar ve üretirler. Mühendislik tasarım uygulamalarında bilimsel soruşturmalar öğrencilerin gerçek hayatla ilgili konularda doğal çözümler geliştirebilmelerine imkân tanır. Tasarım uygulamaları teknolojik dünyada öğrencilere bilgi, beceri ve yetenek fırsatı sunar (Strimel ve Grubbs, 2016).

Fen ve mühendislik tasarım uygulamaları ile öğrenciler çözümü değerlendirebilmek için kriter belirleme, elde edilen tasarımda çözümü test etme ve geliştirebilme için

sınırlılıkları hesaba katmayı öğrenirler. Fen ve mühendislik tasarım uygulamalarının birleştirilmesi öğrencilerin 21. yy. becerilerinin gelişmesini sağlar (Gale vd., 2018).

Mühendislik tasarım aktiviteleri ortaokul ve öncesi öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamalarında yer alan öğrenme faaliyetlerini artırmaktadır (Lammi vd., 2018). Fen ve mühendislik tasarım uygulamaları iş birliği, çok yönlü disiplinler arası kabul edilebilirliği olan, el becerisi ile öğrenme esaslı öğrencilerin tasarımda yaratıcılık ve yenilik fırsatı sunan, öğrencilerin kendi kendine tasarım yapmalarını sağlayan mükemmel bir ortam sağlar (Morocz vd., 2016). Öğrenciler kuvvet ve hareket, enerji dönüşümleri gibi birçok fizik konusunu tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile kavrayabilmektedir (Guzey vd., 2016).

Bir başka açıdan teorik seviyede mühendislik tasarım uygulamaları öğrencilere eşsiz fırsatlar sunmaktadır. Fen ve mühendislik uygulamaları yakın ilişkilidir ve bazı kritik özellikleri paylaşırlar. Her iki disiplinde teknik muhakeme yapılır. Fen ve mühendislik disiplinleri kesişmekte, birbirlerini etkilemekte ve bilgilendirmektir. Fen ve mühendislik alanları arasında farklar da mevcuttur. Fen Bilimleri yeni ve kanıtlanabilir bilgi üretmek hedeflenirken, mühendislik uygulamalarında belirli bir problemi çözmek amaçlanır. Fen bilimlerinde hedef kitle diğer bilim insanları, mühendislik uygulamalarında hedef kitle özel müşterilerdir ve teknoloji çözümün tasarımda kullanılabilir (Cunningham ve Kelly, 2017).

Tasarım uygulamaları öğrencilere 7 hedef kazandırmayı sağlar (Van Haneghan vd., 2015):

- Öğrenciler tasarım sürecinde Matematik, Fen ve Teknoloji ile ilgili bilgilere başvururlar.
- Öğrenciler verileri çok yönlü analiz edip yorumlayabilirler.
- Öğrenciler problemi tanımlama, formüle etme ve çözümleyebilme fırsatı bulurlar.
- Öğrenciler etkili bir şekilde nasıl iletişim kurabileceklerini öğrenirler.
- Öğrenciler çok yönlü disiplinler arası çalışan grupların bir parçası olmayı benimserler.
- Öğrenciler modern atölyelerde gerekli teknik, beceri ve araçları kullanabilme yeteneği kazanırlar.
- Öğrenciler bilgilerini geliştirme konusunda kendilerini motive ederler.

Mühendislik tasarım uygulamalarının bağlamı öğrencilere yeni yöntemlerle feni keşfetme yeteneği sağlar, bireylerin yaratıcı düşünme ve fen öğrenenler olarak kendi performanslarını iyileştirmelerine olanak tanır. Mühendislik tasarım projeleri öğrencilerin otantik bağlamda yaratıcılıklarını sergileyebilmeleri için öğrencilere motivasyon oluşturur. Fen ve mühendislik tasarımında öğrenciler bilgi ve metot paylaşırlar, ancak her yaklaşımın doğası farklı bir vurgusu vardır. Mühendislik eğitimi iddia üretme, tasarım, yenilik ve girişimcilik gibi yaratıcılık becerilerine yeni kapılar açma ve iş birliği becerileri gibi yeni becerilerde başarılı olmayı sağlar (Hegedus, 2014).

Fen ve mühendislik tasarım temelli öğrenmenin faydaları şu şekilde sıralanabilir (Pleasant ve Olson, 2018):

- Yeni teknolojiler için tasarım planı üretme
- Aygıt ya da makinenin nasıl çalışabileceğini araştırma
- Teknolojik sistemlerin analizini yürütme
- Teknolojinin performansını değerlendirme
- Teknolojik başarısızlıkların nedenlerini araştırma
- Teknolojik bir proje yürütme
- Teknolojik bir sistemi sürdürme
- Yeni bir teknoloji kurma
- Araç tamiratyapma

Tasarım temelli fen metodunda içeriğin gerçek hayatta sunumu, üst düzey düşünme ve problem çözme fırsatlarına olanak tanırken, aynı zamanda bilimsel kavramların anlaşılmasını sağlar. Tasarım temelli fen etkinlikleri öğrencilerin motivasyon ve fen içerik bilgilerini artırmaktadır. Tasarım temelli uygulamalar öğrencilerin fen kavramlarını derinlemesine anlaması, teknoloji eğitimi ve gerçek hayat problemleriyle üst düzey düşünme becerilerinin artmasını sağlar. Tasarım temelli öğrenme yaklaşımında problemin tanımlanması, araştırma sorularının belirlenmesi, öğrenme döngüsünde tasarım kriter ve kısıtlamalarını öğretmen yerine öğrenci belirler (Felix, 2016). Tasarım projesinde çalışma öğrencinin aktif katılımını sağlarken, iletişim becerilerini geliştirmektedir (Wengrowicz vd., 2018).

Tasarım temelli öğrenme uygulamaları ile öğrencilerin motivasyonu, bilgi kullanımı, meta- bilişsel yeterlilikler, fen ve teknoloji ile bilgi ve becerilerin anlaşılması artar. Tasarım temelli yaklaşım fen öğretiminde öğrencinin öğrendikleri konular arasındaki ilişkiyi görmelerine fırsat verir. Bilginin kullanılması, çok çeşitli alanlarda yeni durumlarda bilgiye başvurulması ve bilginin transfer edilmesini destekler. Tasarım temelli öğrenme belirli algoritmaların tersine yaratıcı bir şekilde problem çözme becerilerini geliştirir. Öğrenciler bilginin problem çözümünde nasıl kullanılacağını öğrenirler (Felix, 2016). Fen ve mühendislik tasarım aktiviteleri ortaöğretim öncesi öğrencilerin fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinde öğrenme öğretme aktivitelerini geliştirmektedir (Lammi vd., 2018).

Tasarım uygulamaları öğrencilerin iş birliği yaparak gerçek hayat bağlamındaki problemleri çözebilmek için kritik ve sistemsel düşünme, tartışma ve iletişim becerilerine başvurmalarını sağlar. Öğrencilerde eşyaların nasıl çalışacağına yönelik ilgi ile içsel motivasyon oluşturur. Tasarım uygulamalarında prototipte bulunan başarısızlıklar öğrenciler tarafından tanımlanır. Öğrenciler hatalarından öğrenir ve prototiple bulunan hataları düzeltir. Öğrenciler prototip hatalarını düzeltirken yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerine başvurur ve yansıtma yaparlar (Webb, 2015). Öğrenciler mühendislik uygulamalarında fen ile ilgili konularda tartışmalar yapmakta, bilimsel ve teknolojik bilgileri günlük hayatla ilişkilendirerek feni okul dışında da öğrenmeye devam etmektedir (Pellegrino, 2017).

Argüman destekli mühendislik uygulamaları, öğrencilere STEM tasarım temelli uygulama şablonu sunar. Argüman destekli mühendislik uygulamaları, öğrencileri disiplinle ilgili temel kavram ve Matematik prensipleri ile mühendislik tasarım temelli öğrenmeye dâhil eder, tasarım çözümü geliştirme ve çözümü kritik etme için kanıt temelli argümantasyon kullanılır. Bireysel olarak ya da bir grup içerisinde yazılı iletişim ve bilimsel tartışma uygulama pratiklerine katılımı sağlar. Probleme çözüm bulmak için mühendislik, Matematik ve Fen Bilimleri temel kavram ve pratiklerinin kullanımı vurgulanır. Mühendislik tasarım uygulamalarında argümantasyon öğrencilerin probleme çözüm geliştirme, değerlendirme ve düzeltme için ne bildikleri ve nasıl bildiklerine odaklanır (Chu vd., 2019).

Tasarım temelli öğrenme özellikle fen öğrenmede önemlidir. 21. yüzyılda öğretmenler yeni sınıf dinamikleri geliştirmeli, öğrencilerin bağımsız çalışma gruplarını

desteklemeli, öğrenciler yeni beceri ve anlamalar keşfederek kendilerini 21. yüzyıla hazırlamalıdır. 21. yüzyıl öğretmenleri öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerinden haberdar olmasını sağlamalıdır. Öğrencilerin birbirinden öğrenme, iletişime geçme, paylaşma, öğrenme proje ve aktivitelerinde iş birliği yapmaları esastır. Öğrenciler doğal problem araştırmacı ve çözücüleridir. Öğrenciler 21. yüzyıl becerilerini daha fazla kullanmaya hazırlanarak öğrencilerin daha iyi problem çözücü ve yenilikçi bireyler olmaları sağlanmalıdır. Günümüzde tüm öğrencilere nasıl daha iyi bir Dünya inşa edebileceklerini öğrenmeleri için imkân tanınmalıdır (Trilling ve Fadel, 2009).

2.4.7 Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında değerlendirme

STEM uygulamalarında birçok karmaşık süreç yer aldığından sadece sınıflarda uygulanan değerlendirme faaliyetlerini kullanmak doğru ve yeterli sonuçlar sağlayamaz. Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında öğretmen biçimlendirici değerlendirme ile otantik bağlamda öğrencilerin mühendislik pratikleri, eleştirel düşünme, karar verme, problem çözme ve yansıtma yapma becerilerini değerlendirir (Douglas vd., 2018).

Tasarım süreci için öğrenciler problemi anlama, çözüm üretme ve tasarım fikirleri ile ilgili diğer bireylerle iletişim kurma yeterliliklere sahip olması gerekir (Douglas vd., 2018).

2.4.8 Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında sınırlılıklar

Öğretmenler mühendislik uygulamaları ile öğretim konusunda birtakım sınırlılıklara sahip olabilirler. Öğrencilerde fen ve teknolojiyi anlama ile ilgili sınırlılıklar, materyali anlama ile ilgili sınırlılıklar, materyalle ilgili sınırlılıklar, yetersiz fırsat verilmesi ve üretken olmayan stratejileri kullanma gibi sınırlılıklar görülebilir (Johson, 2016).

Öğretmenlerin STEM entegrasyonuna yönelik farklı düşünce ve yargıları bulunabilir. Öğretmenlerin düşüncelerinin farklı olması onları farklı sınıf pratiklerine yöneltmektedir. Öğretmenler kendi STEM entegrasyonları ile ilgili daha fazla bilgiye ihtiyaç duyduklarının farkında olmalıdırlar (Wang vd., 2012).

Çocuklukta fen ve mühendislik tasarım uygulamaları problemin çözümünde kriter oluşturmada başarısızlık ve son tasarım işleminde kriterleri belirleyememe gibi birtakım başarısızlıklar görülmektedir (Lottero-Perdue ve Parry, 2017).

Mühendislik tasarım temelli öğrenme ile ilgili literatür incelendiğinde dokümanların çoğunda öğrencilerin becerilerinin yetersiz olduğu görülmektedir (McCormick ve Hammer, 2016). Bütünleşik STEM uygulamaları karmaşıktır ve bazı zorlukları da sınıfa getirir. Bu zorluklardan en önemlisi etkili bir şekilde fen ve mühendislik disiplinlerinin bütünleştirilmesidir. Birçok fen kavramı soyuttur, tasarım aktiviteleri ilk ve orta dereceli okullarda yangın olmayan teknikleri gerektirmektedir. Derinlemesine öğrenme ile disiplinlerin entegrasyonu iyi sağlanabilir (Guzey vd., 2016).

2.5 Argümantasyon

Argümantasyon, Fen Bilimleri'nde son derece önemli olan konuşmaya dayalı bir süreçtir (Erduran vd., 2015). Argümantasyon, öğrencilerin iddia üretme, tahminlerini desteklemek için model ve veri kullanma, iddialarını haklı çıkarma ya da çürütme süreçleriyle eğitime dâhil oldukları uygulamalardır (Psycharis, 2016). Argümantasyon, argüman üretmek için iletişimi gerektiren bir beceri ya da yetenektir (Lee vd., 2013). Argümantasyon, meta bilişsel süreçlerle bilginin daha anlamlı bir şekilde oluşturulmasıdır (Martínez ve Valdivia, 2016). Argümantasyon, deneysel kanıt ve muhakeme ile bir iddianın desteklenmesi olarak düşünülebilir (Kulatunga, 2013). Argümantasyon diyalog ile öğretim olarak bilinmekte; öğrenci, arkadaş ve öğretmeni ile diyaloglar kurmaktadır (Taneja, 2016). Kanıt temelli argümantasyon fen öğreniminde kritik bir uygulamadır (Henderson vd., 2017). Argümantasyon öğrenme süreçleri öğrencilerin muhakeme, kritik düşünme, sosyal davranışlar ve bilgi toplama ile ilgili becerilerinin gelişmesini sağlar. Argümantasyon tüm akademik alanlarda kullanılabilen bilimsel sürecin kritik bir bileşeni, bilimsel söylevin esas bir parçasıdır (Mathis vd., 2017). Argümantasyon iddiayı destekleme ya da reddetme için kanıtların kullanıldığı, iddianın kanıtlarla koordinasyonu sonucu argümanın elde edilmesini sağlayan sosyal bir şekilde görülen bilişsel bir gelişim sürecidir (Chen ve She, 2012). Fen ve mühendislik uygulamalarında bilimsel argümantasyon ile kanıt kullanma ve değerlendirme Yeni Nesil Fen Standartları kapsamında temel bir pratik olarak tanımlanmaktadır (Nunez-Eddy vd., 2018). Öğretmenler tarafından argümantasyon ile

muhakeme aynı kabul edilmektedir (Probosari vd., 2017). Argümantasyon bireyler için bilgi çatışması ve alternatiflerin birleştirilmesi ile sonuca ulaşılan merkezi bir tekniktir. Argümantasyon ikna için diyalogda bulunmak şeklinde ifade edilebilir (Thimm ve Villata, 2017). Argümantasyon ile kritik düşünme ve konuşma becerileri çok yakından ilişkilidir. Argümantasyon teorik, disiplinsel açıdan argüman kavramına göre daha teknik ve süreç temelli bir terimdir (Andrews, 2015). Konuşma söylev bilimsel pratiklerin merkezindedir. Argümantasyon Fen Bilimleri'nde konuşmaya dayalı pratiklerin merkezi bir parçasıdır. Argümantasyonun sosyal bir pratik olması bireylerin günlük hayat uygulamalarında kritik bir rol oynamaktadır (Xiao, 2015). Bilimsel argümantasyon bilimsel iddiaların değerlendirilmesi, kanıtların bulunması ve alternatif açıklamaların değerlendirilmesi ile sosyal bir şekilde bilginin yapılandırmasını sağlayan otantik bilimsel bir uygulamadır (Knight ve McNeill, 2012).

Bilimin amacı doğal dünya için bilgi üretmektir. Argüman ve kritik etme olmak üzere 2 pratik bu hedefin başarılması açısından önemlidir. Fen Bilimleri'nde argümanlar sözlü ve yazılı olabilir. Ayrıca argümanlar sembolik model ve grafiklerle görselleştirilebilir (Osborne, 2010). Argüman bireysel ya da grup olarak oluşturulabilir, her iki durum da fen öğrenme ile ilgilidir (Kulatunga, 2013). Fen eğitiminde argümantasyon bilgi paylaşma, işleme ve yapılandırma; hedef, fikir ve kanıtları kritik etmedir (Mesa vd., 2013). Argümantasyon karmaşık bir öğrenme uygulamasıdır. Objektif bilgi paylaşmak için sosyal olarak iddia oluşturma, destekleme ve kritik etme sürecidir (Manz, 2014). Argümantasyon Fen Bilimleri ile ilgili okuma ve yazmada ortak merkezi bir standart içerir (Llewellyn, 2015). Fen Bilimleri'nde argümantasyon diyaloga dayalı bir süreç olup, öğrencilerin sınıf tartışmalarında kullandıkları kavramlardan daha anlamlı bilgiler oluşturmalarında faydalı bir araçtır. Bu nedenle argümantasyon Fen Bilimleri'ni öğrenme ve öğretmede bir sorumluluk olarak varsayılmaktadır (Ruiz Ortega vd., 2015). Argümantasyon bir disiplin olarak Fen Bilimleri'nde bilgi geliştirme ve artırma sürecidir (Grooms vd., 2015).

Diğer taraftan öğrenciler konu ile ilgili ne biliyorlar, bildiklerini nasıl biliyorlar, bildiklerine niçin inanıyorlar, bildikleri ile nasıl etkileşime geçiyorlar sorularının cevabı argümantasyonu anlama ile ilgilidir (Taneja, 2016). Öğrencilerin kanıt temelli

iddialar üretme işlemi, mantıksal ve karmaşık argüman oluşturma, konu ile ilgili ön bilgileri ve kavram yanlışlarını ifade etme, kanıt temelli tartışmalar yapma, başkalarının bakış açıları ile ilgili bilgi alma ve bu bakış açılarına yönelik yansıtma yapma, medyada yer alan Fen Bilimleri ile ilgili konulardaki argümanları analiz etme ve anlama, yeterli dinleme ve konuşma becerilerini içermektedir (Llewellyn, 2015).

Sınıflarda argümantasyona dayalı süreçlerin gelişmesi için:

- Tartışma, eleştiri, karar vermedeki diyalog süreci ve başkalarının fikirlerini dinleme ve saygı gösterme önemlidir.
- Veri ve ifadeler arasındaki ilişkilerin belirlenme yeteneğini destekler.
- Tartışmada yer alan konu ile ilgili önerilen kriterlerle değerlendirme ve açıklama yapma yeteneklerini destekleyen bir süreçtir (Ruiz Ortega vd., 2015).

Yeni Nesil Fen Standartları arasında sayılan argümantasyon ilk ve ortaokul mühendislik tasarım uygulamalarında henüz kullanılmamıştır. Fen ve mühendislik tasarım yönteminde argümantasyon uygulamalarının kullanılması ile ilgili yapılan araştırma sayısı sınırlıdır. Mühendislik tasarım uygulamalarının kanıt temelli açıklamalar ile desteklenmesi gerekmektedir. Mühendislik tasarım uygulamalarında bireyler sınırlılıklarla verilen problemlere en iyi çözümü bulabilmek için argümanları kullanmalıdır. Argümantasyonun önemi ile ilgili araştırma sayısı oldukça fazla iken, fen ve mühendislik tasarım uygulamalarında kullanılması ile ilgili bilinenler sınırlıdır (Mathis vd., 2017). Argüman destekli mühendislik uygulamaları, anlamlı problemlere çözüm tasarlama ve kritik etme fırsatı verirken fen ve mühendisliğin temel kavram ve pratiklerini kullanmayı esas alır (Chu vd., 2019).

2.5.1 Argümantasyonun önemi

Bilimsel soruşturma gibi pratikler ilkokuldan ortaokula geçişte bilimin diliyle ilk kez sistematik olarak karşılaşılabilecek olan öğrenciler için gittikçe önemli hale gelmektedir. Öğrenciler ortaokula geçtikleri zaman hipotezin ne anlama geldiğini ifade edip hipoteze örnek verebilirken, gözlem ve kanıtı kullanarak hipotezi değerlendirmede sıkıntı yaşamaktadır. Ortaokul ve ortaöğretim öğrencileri değişken kavramının genel olarak anlamını bilirken, değişkenin okul içerisinde matematiksel ve bilimsel kullanımı arasındaki farkı ayırt etmekte zorlanmaktadır (Buxton vd., 2016).

Öğretmenler sadece problem çözme, kritik düşünme, iletişim, takım çalışması, etkili iş birliği gibi standartlar ve içerik bilgisi değil, ayrıca öğrencilerde argümantasyon gibi profesyonel becerilerin gelişmesine yardımcı olmalıdır (Mathis vd., 2017). Son zamanlarda argümantasyonun öğrenmedeki önemi ile ilgili çok sayıda eğitimsel araştırma yapılmaktadır. Araştırmaların çoğu öğrencilerin bilimsel tartışma yapmaya alışkın olmadığını göstermektedir. Fen öğreniminde bilimsel iletişimin bir parçası olan bilimsel argümanlar bilimin doğasının bütünleyici bir parçasıdır. Bazı araştırmalara göre zayıf argümanlar sadece ilköğretim ve ortaokul eğitiminde değil aynı zamanda yükseköğretimde de görülmektedir (Probosari vd., 2017). Argümantasyon, Yeni Nesil Fen Standartlarına göre ilk ve ortaöğretim fen sınıflarında öğrencileri kavramsal, epistemik ve sosyal amaçlar açısından sürece dâhil ettiğinden önemli pratikler arasında sayılmaktadır (Chen vd., 2018). Argümantasyon Yeni Nesil Fen Standartları odaklıdır ve özellikle Fen Bilimleri ve mühendislik uygulamalarında belirgin olarak ortaya çıkmaktadır (Llewellyn, 2015). Yaşam boyu öğrenme ve geleceğin fen sınıflarında başarı için tüm yaş ve yetenekteki öğrencileri bilimsel argümantasyona dâhil etme en önemli gerekliliklerdendir (Nunez-Eddy vd., 2018). Öğrencilerin kanıt temelli argümanlarla öğretim sürecine dâhil edilmesi Yeni Nesil Fen Standartları (NGSS) içerisinde yer alan temel pratiklerdendir. Kanıt temelli argümanlar birçok ABD eyaletinde 3 yılı aşkın süredir kullanılmaktadır. Diyaloğa dayalı etkileşimler öğrencilerin bilimsel bilgi oluşturma ve muhakeme yapabilme durumlarını desteklemektedir. Bu nedenle bilimsel argümantasyon Yeni Nesil Fen Standartlarının merkezinde yer almaktadır (Fishman vd., 2017).

Argümantasyon yerel, ulusal ve uluslararası çevrenin yanı sıra günlük etkileşimin merkezinde görünmektedir (Andrews, 2015). Argümantasyon fen öğretiminin desteklenmesinde etkilidir. Argümantasyon öğrencilerin gerçek Dünya’da mevcut fen süreçlerine dâhil olma, Fen Bilimleri’ne yönelik olumlu tutum kazanılmasında sıçrama tahtası olarak kullanılabilir. Argümantasyon bilimsel okuryazarlığın düzeltilmesinde önemlidir (Myers, 2015). Argümantasyon gittikçe temel entelektüel bir beceri olarak kabul edilmektedir. Argümantasyon 21. yüzyılda kritik öneme sahip bir beceridir. Argümantasyon üst düzey düşünme ve eleştirel düşünme sağlayan entelektüel beceriler arasında sayılmaktadır (Crowell ve Kuhn, 2014). Argümantasyon niçin önemlidir sorusunun cevabı; argümantasyon fikir, düşünce, duygu ve tahminlerin ifade edilmesini sağlar. Öğrenciler argümantasyon uygulamalarında mevcut bilgileriyle

etkileşime geçerek mantıksal gerekçeler ve kanıtlarla iddia üretebilme şansı yakalarlar (Andrews, 2015). Argümantasyon Fen Bilimleri'nde epistemik doğru bilgi sağlayan bir pratik olarak yer almaktadır. Bilimsel argüman doğal Dünya'yı anlamlandırmada açıklamalar yaparak diğer bireyleri ikna etmek için kullanılır. Argüman ile argümantasyon kavramlarının farklı tarafları mevcuttur. Argümantasyon bireyler arası sosyal etkileşime bağlı iken, sadece bir birey bilimsel argüman oluşturup kritik edebilir (Knight, 2015). Argümantasyon fen eğitiminde dikkate değer bir hedef haline gelmiştir (Knight ve McNeill, 2012). Fen eğitiminde argüman öğrencilerin kavramsal, prosedüre ait ve doğru bilgi gelişimini destekleyerek öğrencilerin düşünebilme ve muhakeme yapmalarını sağlar. Argümantasyon öğrenciler için olduğu gibi öğretmenler için de yararlı bir pratiktir (Knight, 2015). Öğrencilerin bilimsel diyalogların yer aldığı yazılı ve sözlü argümantasyon süreçlerine katılarak muhakeme yaparak kanıtları kullanarak daha otantik öğrenme süreçlerine katılması gerekmektedir. Bilimsel konuşmaların içerisinde yer almak bilimsel bilgi ve pratiklerin gelişmesinde faydalı bir rol oynamaktadır (Knight ve McNeill, 2012).

Argümantasyon hipotez üretme, model geliştirme, araştırma bulgularını muhakeme yapma için kullanma açısından araştırma sorgulamaya dayalı öğrenmenin özelliklerini içerir. Argümantasyonun araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme ile birçok ortak noktası mevcuttur ve argümantasyon öğrencilerin araştırma sürecine dâhil olmalarını sağlamaktadır. Argümantasyon bilimsel muhakeme ile yakından ilgilidir. Öğrenciler argümantasyon uygulamalarında kendi hipotezlerini üreterek ve hipotezlerini kendi prosedürlerine göre test ederek problemi çözerler. Öğrenciler önemli değişkenleri seçer, değişkenler arası ilişkiyi fark eder, kendi modelinin doğruluğunu ve deneysel verileri kaynaklardan kontrol eder (Psycharis, 2016).

Diğer taraftan argüman ve tartışma Fen Bilimleri'nde yaygınken, fen eğitimde argüman ve argümantasyon yeteri kadar yer almamaktadır. Yapılan son araştırmalar iş birlikli söylev ve argümantasyonun öğrencilerin kavramsal anlama, bilimsel muhakeme beceri ve kapasitelerini artırdığını göstermektedir. Bilim insanları eğitimsel pratiklerde muhakeme ve tartışma pratiklerinin nadiren uygulanmasının eğitimsel pratiklerin zayıf kalmasına sebep olduğunu düşünmektedir (Osborne, 2010). Öğretmenler fen derslerinde argümantasyon ve kanıt temelli argümanlara nadiren yer vermektedir (Fishman vd., 2017). Birçok Fen Bilimleri öğretmeni öğrencilerin sözlü

ve yazılı argümantasyon becerilerini geliştirmek için öğrencilerini hazırlamamaktadır ve argümantasyonu çalışmalarının bir parçası olarak hiç kullanmamışlardır. Öğretmenler argümantasyonu kullanmaya çalıştıkları zaman sınıf tartışma ve yazılı argümanları analiz etmekte zorlanmaktadır (Chen, 2017). Argümantasyon işleminin çoğunda sadece iddiaların bulunduğu ve argümanların muhakeme ve kanıt açısından yetersiz olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin kesin cevabı olan bir soru sormak yerine öğrencilere açık uçlu sorular yöneltilmelidir. Sınıflarda öğrenme aktivitelerinde öğretmen öğrenme materyalini açıklayarak süreci kontrol etmekte, öğrencilere tartışmaları için soru yöneltilmemektedir. Öğretmenler genellikle kısa cevaplı soruları kullanmaktadır. Öğrenciler tartışma ile diğer bireylerle iletişime nadiren geçebilmektedirler. Böylelikle öğrencilerin tartışma becerileri zayıflamaktadır (Ramli vd., 2017).

Öğrenciler özellikle iddialarını destekleme için muhakeme yapmada yetersizdir. Öğrenciler verinin iddiayı desteklemede bir kanıt olarak kullanılmasında niye bu veriyi kullandığı, bu verinin ne manaya geldiğini düşünmeden sadece bilimsel verileri rapor etmektedir. Fen Bilimleri’ni içeren her disiplinde okuryazarlık 21. y.y. becerisi olarak önemlidir. Öğrenciler üretken bir birey olmak istiyorlarsa öğrencilerin sözlü ve yazılı iletişimde yetkin olmaları gerekmektedir. Kanıt temelli açıklamalar oluşturma fen eğitiminde önemli bir bilimsel pratik olarak vurgulanmaktadır (Novak vd., 2016). Eğitimsel literatürde öğrencilerin argüman becerilerinin nasıl geliştirileceği ile ilgili sınırlı bilgi yer almaktadır (Crowell ve Kuhn, 2014). Bilimsel muhakeme ve argümantasyon ilköğretim, ortaöğretim ve üniversite eğitiminde oldukça değerli sonuçlar sağlamaktadır (Fischer vd., 2014).

Günümüzde öğrenciler birtakım ön bilgileri ile sınıfa gelmektedirler. Öğretmen, eğitimi talimatlardan arındırıp öğrencinin düşünceleri ile öğrenme sürecini birleştirebilirse öğrencideki öğrenme hedeflerine ulaşma başarısı artmaktadır. Öğrencilere kendi fikirlerini ifade etme ve savunma, iş birliği içinde çalışma ve sınıf arkadaşlarına soru sorma fırsatı verilmelidir (Taneja, 2016). Tartışma özellikle argümantasyonun fen öğrenimi ve fenin anlaşılmasındaki kritik rolü gittikçe belirgin hale gelmektedir. Ortaokul standartları öğrencileri kritik bilimsel pratik olarak bilimsel argümantasyona dahil etmeyi gerektirmektedir (Craig-Hare vd., 2017).

Bilimsel argümantasyon öğrencilerin bilimsel kavramları anlamasını artırdığı için uluslararası fen standartlarında fazlaca vurgulanmaktadır (Heng vd., 2014). Argümantasyon bilimsel soruşturma ve okuryazarlığın bir parçası olarak fen sınıflarında öğrenilmeli ve öğretilmelidir. Günümüzde argümantasyonun öğretimi ve öğrenimi (kanıtla teori koordinasyonu ile sonuç, model veya tahmini desteklemek ya da reddetmek) önemli bir eğitsel amaç olarak ortaya çıkmaktadır. Argümantasyon son yıllarda araştırmalarda önemli bir konu haline gelmiştir (Erduran vd., 2015). Bilimsel argümantasyonun eğitimsel hedefleri son on yılda küresel çapta gittikçe momentum kazanmaktadır. Argümantasyonla ilgili yapılan araştırmalar yakın zamanda gittikçe artmıştır. Bilimsel argümantasyon sadece bir yapılandırma örneği değildir. Öğretmenler argümantasyon ile ilgili bilgilendirilerek desteklenmelidir. Diyaloga dayalı argümantasyon sürecinde öğrencilerin sosyal, duygusal, epistemolojik ve 21. yüzyıl becerileri geliştirilmesine olanak sağlandığında daha etkili sonuçlar alınmaktadır (Henderson vd., 2017). Argümantasyonun eğitimde kullanılmasında öğretmen ve öğrencilerin başlangıç meta bilişsel becerilerinin geliştirilmesi oldukça önemlidir (Martínez ve Valdivia, 2016). Öğrencileri bilim insanları gibi argüman oluşturma ve kritik etmeye alıştırmak için sınıf aktivite çeşitleri ve tartışma kalıplarının değişmesi gerekmektedir (Chen ve Steenhoek, 2013). Fen eğitimi ve fen sınıflarında argümantasyon belirgin bir rol oynamaktadır (Grooms vd., 2015). Argümantasyon becerisi öğrencilerin okul başarıları ve sonraki hayatlarında önemli bir faktör olarak kabul edilebilir. Argümantasyon süreci Fen Bilimleri öğretmenleri tarafından son yıllarda sınıf aktiviteleri arasında yer vermeye başlanmıştır (Frey vd., 2015). Bilimsel söylemlerle argümantasyonun rolü 20 yılı aşkın süredir önem kazanmaya devam etmektedir (Kulatunga, 2013).

2.5.2 Argümantasyon süreci

Argüman destekli uygulamalar; ilgili prosedürlerin toplanması ve analiz edilmesi, argüman üretimi, grup argümantasyonu, bilimsel yazma ve sürecin gözden geçirilmesi aşamalarından oluşur (Enderle vd., 2013). Argüman yazma ve değerlendirme önemli beceriler arasında sayılmaktadır. Argüman yazma okulda günlük hayatın getirdiği sorumluluk ve hakları deneyim etmek için bilginin oluşturulması ve değerlendirilmesinde oldukça önemlidir. Etkili argümantasyon becerilerinin geliştirilmesi eğitimin anlamı ve amacıdır. Nitelikli argüman oluşturma ve

değerlendirme için anahtar kavram ve bilgilerin anlama, değerlendirme ve tartışılması gerekmektedir (Lu ve Zhang, 2013).

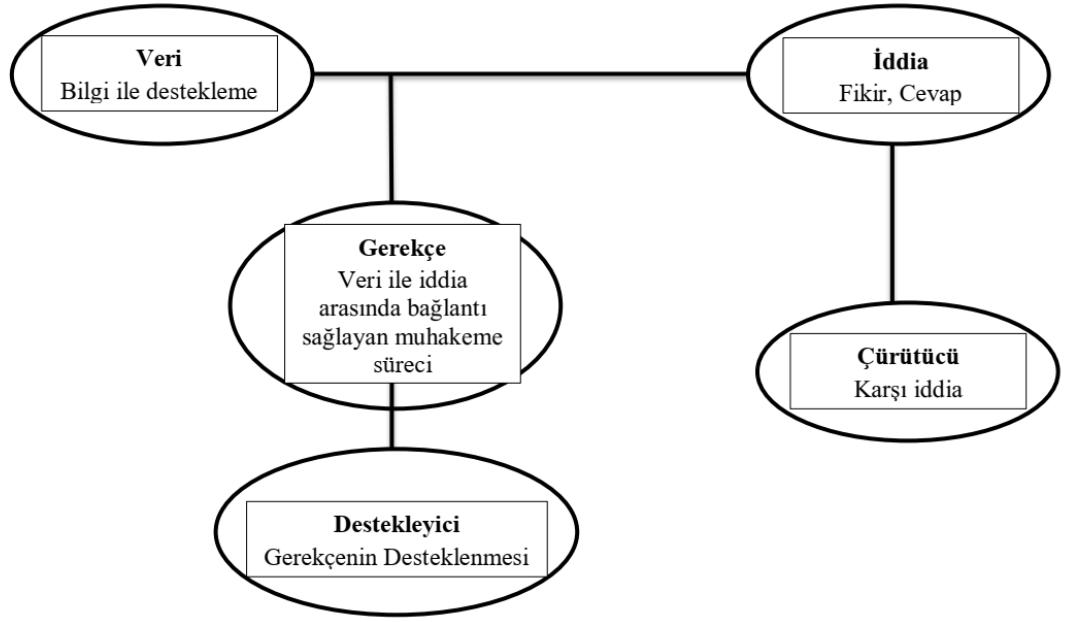
Bilimsel argümantasyon iddia, niteleyici, kanıt, veri, gerekçe, bilgi ve teori kavramlarını içerir. Mantıksal muhakeme yapma, şartlı cümlelerde muhakeme yapma, karşıt argüman ve çürütücülere karşılık verme faaliyetlerini içerir (Craig-Hare vd., 2017). Argümantasyon, iddia ve gerekçeden oluşur. Retorik veya diyaloga dayalı olarak meydana gelebilir (Lee vd., 2013).

2.5.3 Toulmin'in argüman modeli

Toulmin'in argüman modeli iddia-sav, veri-kanıt, iddia ile kanıt arasındaki ilişki gerekçe, gerekçeyi güçlendirmede kullanılan destekleyici, sınırlayıcı ve iddianın geçerliliğini yitirmesine sebep olan çürütücü olmak üzere 6 faktörden oluşmaktadır (Myers, 2015).

Argümanlar veri ile desteklenmiş iddia, gerekçe, destekleyici, basit bileşenler, sınırlayıcı ve çürütücü gibi çok yönlü ve kompleks bileşenlerden oluşur (Heng vd., 2014). Argümantasyonun merkezinde bir iddia vardır. İddiayı destekleyen bir kanıt vardır. Gerekçe ise kanıt ile iddia arasında bir bağlantı sağlayan muhakeme zinciridir. Nitelikli bir muhakeme süreci destekleyici içerir. Argüman iddia ile ilgili harici durumları belirlemek için çürütücü içerir. İddianın geçerli olduğu şartlar ve limitleri sınırlayıcı oluşturur (Frey vd., 2015). İddia; kavram ya da sonuçların bazı yönlerinin tanımlanması amacıyla oluşturulan sonuç ya da ifadedir. Kanıt; veri ve muhakeme ile iddianın nasıl ve niçin destekleneceğini içeren açıklamalardır (Chen vd., 2018).

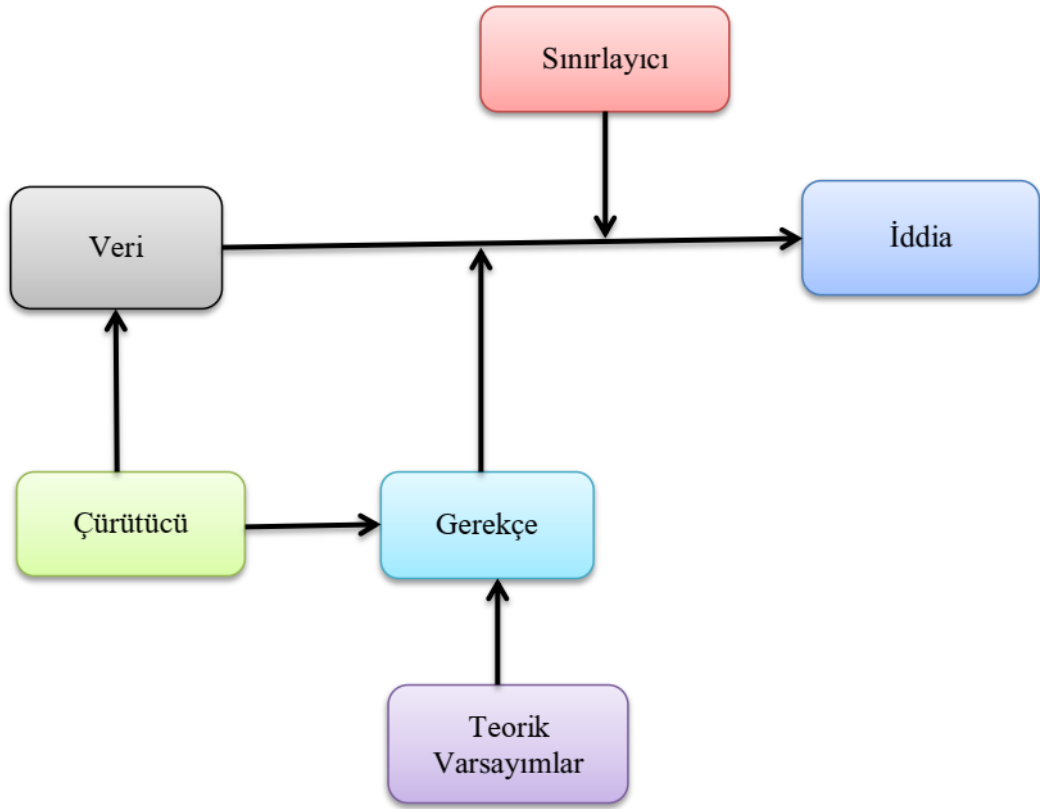
İddia, veri, gerekçe temel argümanlardır ve argümanın merkezini oluşturur. Üst düzey argümanlar destekleyici ve çürütücü içerir (Kulatunga, 2013). Toulmin'in argümantasyon modelinde iddia, veri, gerekçe, destekleyici ve çürütücü bulunur. Toulmin'in argümantasyon modeli Şekil 2.4'te verilmiştir.



Şekil 2.4. Toulmin'in argümantasyon modeli (Kulatunga, 2013).

Şekil 2.4'te görüldüğü gibi Toulmin' in argümantasyon modeli veri, iddia, gerekçe, destekleyici ve çürütücü gibi unsurlardan oluşur. İddia, probleme verilen cevap ya da öğrencinin sorguladığı problemin ifadesidir. Öğrencinin bakış açısını içerir ve belirli bir ifadedir. Öğrencinin savunma ve açıklama yapması gerekir. Kanıtın içerik ve göreve göre çeşitli formları vardır. Muhakeme öğrencinin içerik alanına derinlemesine girerek kanıtların iddiayı nasıl destekleyeceğini açıklamasıdır. Çürütücü karşıt argümanları çürütmek için kullanılır (Novak vd., 2016). Veri, deney ve soruşturmalardan elde edilen gerçek bilgidir. Kanıt, anlamlı açıklamalar için verilerin nasıl yorumlandığı ile ilgilidir (Chen vd., 2016).

Toulmin' in modelinde sınırlayıcı ve teorik varyasyonlar yer alabilir. Toulmin'in argüman diyagramı Şekil 2.5'te verilmiştir.



Şekil 2.5. Toulmin'in argüman diyagramı (Osborne, 2010).

Şekil 2.5'te görüldüğü gibi argüman diyagramını oluşturan kavramlar arasında bir bağlantı söz konusudur. fen eğitiminde argümantasyon bilimsel olarak muhakeme yaparak bilimsel argüman oluşturma ve değerlendirmeyi gerektirir. Öğrencilere iddia üretme, iddialarını haklı çıkarma ve gerektiğinde iddialarını değiştirme fırsatları sağlanmalıdır. Argüman oluşturma grup içerisinde sosyal olarak yapılması karşıt argüman ve çürütücülerin test edilerek yeni anlamların kazanılmasını sağlar. Sınırlayıcı iddianın geçerli olduğu limitleri açıklar (Osborne, 2010). Argüman diyagramına örnek olarak CO₂ seviyesinin yükselmesi ve buzulların erimesi verilerinden iklim değişikliğinin görüleceği iddiasında bulunabiliriz. (Osborne, 2010).

Argümantasyonda öğrenciler iddia ve kanıtın olduğu argümanlar oluştururlar. İddia; öğrencinin araştırma, soruşturma ya da belirli bir tecrübeden anladıklarının ifadesidir. Öğrenciler iddialarını desteklemek için sorgulama süreçleri ile verileri muhakeme yaparak etkili kanıtlar oluştururlar. Kanıtlar bilimsel topluluklarda yürütülen araştırmalar, araştırma sonuçları ve ders boyunca yapılan gözlemleri içerir. Tüm veriler kanıt için kullanılamaz. Muhakeme ile desteklenen veriler kanıt için kullanılabilir (Nunez-Eddy vd., 2018). Argümantasyonda argümanlar ve karşıt

argümanlar hesaba katılır. Hangi argümanın ikna edici olduğu belirlenir (Thimm ve Villata, 2017). Bilim adamları yeni fikir, iddia, destekleyici kanıt ve kanıtın gerekçesi gibi argümanlar ortaya koyduğu zaman diğer bilim adamları tarafından kritik edilerek değerlendirilir. Argümanı kritik etme, muhakeme ve değerlendirme varsa bilimsel argüman güçlenir, kanıt ve bilimsel muhakeme ile argümanın niteliği artar (Grooms vd., 2015). Bilimsel argüman oluşturma; analiz etme, verileri toplama, açıklama yapma, fikirleri destekleme ve argümanın geçerliliğini artırma gibi zihinsel süreçler içerir (Heng vd., 2014).

Argümanın kalitesi kullanılan kanıtın kalitesine bağlıdır. Öğrencilerin kanıtın kalitesini kritik etmezlerse ikna edici argüman oluşturmaları zorlaşır. Kanıt temelli argümanlar okuma, yazma ve konuşma şeklinde kullanılabilir. Bilimsel kanıtlarda bireysel araştırma-soruşturma sonucu bizzat toplanan birincil veri, diğer kaynaklardan alınan ikincil veri olmak üzere deneysel veriler kullanılır. Gerekçe formları ve deneysel kanıtlar bir argümanın kalitesini belirler (Knight, 2015).

Argümantasyon bilimsel tartışma süreci 6 aşamadan oluşur (Chen vd., 2016):

- Kritik soruların geliştirilmesi
- Değişken grup modellerinin oluşturulması
- Gruplarda değişebilen argümanların oluşturulması
- Model ve argümanların tüm sınıf tartışması şeklinde tartışılması
- Uzmanla danışma
- Bireysel yazma ile yansıtma yapma

Öğretmen öğrencilere bilimsel fikirlerini desteklemede kanıtların niceliği ve niteliğini nasıl artıracığı konusunda rehberlik etmelidir. Öğretmen nereden anladın, argüman, iddia ve açıklamayı destekleyecek kanıtın nedir, bu iddiaya katılıp katılmadığını nedeni ile birlikte açıklar mısın? Sorularını yönelterek hem öğrencilerin cevaplarını hatırlamalarını sağlar hem de bilimsel argümantasyona dahil olma çabalarını destekler (Mesa vd., 2013). Öğretmen öğrencileri dinler, öğrencilerin muhakemeleri hakkında geri bildirim sağlarsa öğrencilerin eğitimlerinin içerisine argümantasyonu yerleştirmiş olur. Öğretmen bilgi yayma ve sınıf tartışmalarında otoriter tavrından vazgeçmelidir (Taneja, 2016). Argümantasyon sınıfın öğrencilere tartışma yapma fırsatı verecek şekilde tasarlanması ile beslenir. Soru-cevap ve öğrenci sorularına cevap verme gibi

öğretmenin pedagojik bilgisinin gelişmiş olması argümantasyon sürecini destekler (Ramli vd., 2017).

Argümantasyon öğrencilerin kritik düşünme becerilerini kullanarak bilimsel bir konu ile ilgili destekleme, kritik yapma, düzeltme, haklı gösterme ve savunma durumlarını içerir. Öğrenciler soru sorar, cevap hazırlar, şüpheleri açığa çıkarır, alternatif açıklamaları değerlendirir ve fenle ilgili geçerli bir prensibe ulaşır (Taneja, 2016).

Ortaokul öğrencileri tartışmayı sevmelerine rağmen, fikirleri için kanıt sağlamada yetersiz kalmakta, kendi fikirlerinin kalitesini değerlendirme şansı bulamamaktadır. Ortaokul öğrencileri başlangıçta topluluk pratiklerine katılmada destek ihtiyacı hissedebilir. Öğrencilerin katılımı artırmak için destekleyici stratejiler kullanılabilir. Öğrenciler bilimsel argümantasyonu kavramları anlama, kanıt kullanmayı ise arkadaşlarını ikna etmek için argümanın geçerliğini artırma olarak anlamlandırır (Mesa vd., 2013).

Argümantasyonun ortaokul seviyesinde anlaşılabilmesi için:

- Gözlemlerinden bir sonuç çıkarma
- Bir yargıya katılma ya da yargıyı reddetme
- Diğer bireylerin iddialarını test etme
- Kanıtlardan kendi bireysel iddiasını oluşturma gerekmektedir (Llewellyn, 2015).

Tartışma ile öğrenme için öğrencilerin öncelikle tartışmayı öğrenmeleri gerekir. Öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini anlama becerileri yoksa argümantasyonla öğrenmeye girişte problem yaşarlar. Öğrencilerin argümantasyona dâhil olabilmesi için içerik hakkında tartışma, fikirlerini rahatlıkla ifade etme, arkadaşlarının iddialarını değerlendirebilme ve karşıt fikirleri kişisel çatışma yapmadan ifade edebilmesi gerekmektedir. Argümantasyon süreci açık uçlu bir sorunun yöneltmesi ile başlar. Öğretmen öğrencilerin tartışmalarına muhakeme ve kanıt temelli cevaplar için rehberlik eder. (Taneja, 2016).

Argümantasyon süreci argümantasyon içeren cevap ve ifadeleri başlatan başlangıç sorusu, öğretmen-öğrenci ya da öğrencilerin arkadaşları ile konuşmaları gibi birçok faktöre bağlıdır. Öğretmenin bilgi ve becerisi argümantasyon sürecini kolaylaştırmada

belirgin bir role sahiptir (Ramli vd., 2017). Argümantasyonda bilimsel muhakeme becerilerinin öğretimi bilimsel iddiayı açıklama ve bu iddiayı savunacak argümanları sunmayı içerir. Argümantasyon uygulanması için öğrencinin içeriği bilmesi soruya verilecek en iyi cevabı belirlemesi için cevapları birleştirmeyi değerlendirmesi gerekir (Taneja, 2016). Öğrenciler öncelikle araştırma sorusuna cevap olarak deneysel verilerden kendi bilgisini oluşturabilmesi için geçici bir argüman oluşturmaktadır. Daha sonra argümanı diğer arkadaşlarına sunma ve argümanın zayıf yönleri ve etkisiz kanıtları tartışmalı, argümanı ile soru ve merkez fikirle bağlantı kurabilmelidir (Chen ve Steenhoek, 2013). Öğrencileri bilim insanları gibi argüman oluşturma ve kritik etmeye alıştırmak için sınıf aktivite çeşitleri ve tartışma kalıplarının değişmesi önemlidir (Chen ve Steenhoek, 2013).

Argümantasyon tartışma döngüsü; araştırma sorusu belirleme- küçük gruplarda sorgulama- grup argümanını sunma- argümanlarını kitap ve çevrim içi olarak kontrol etme- düzeltilmiş argümanı sunma ve bağlantılı kavramları öğrenme ve yazma ile bireysel yansıtma yapma şeklinde sıralanabilir (Chen ve Steenhoek, 2013). Argümantasyon öğretiminde 3 bileşen önemlidir (Ruiz Ortega vd., 2015):

- Epistemolojik bileşen: Fen Bilimleri'nde bilgi oluşturmada argümantasyon ile ilgili öğretmenin bakış açısı
- Kavramsal tarafı: Öğretmenin bilimsel argümantasyon ile ilgili fikirleri
- Öğretici tarafı: Öğretmenin argümantasyonu fen sınıflarına nasıl dâhil edeceğine yönelik düşünceleri

Bilimsel muhakeme ve argümantasyon uygulamalarında kullanılabilecek 8 bilimsel aktivite şunlardır (Fischer vd., 2014):

- Problemin belirlenmesi: İlk aşama belirli problemle ilgili mevcut açıklamaları incelemektir. Probleme odaklanılarak durum analizi yapılır.
- Sorgulama: Muhakeme sürecinde gerekli sorular belirlenir. Bu sorulara yönelik sistematik kanıtlar belirlenir. Bu aşamada problem sınıflandırılmış olur.
- Hipotez üretimi: Öğrenciler sorulara olası cevapları değerlendirerek çözüme yönelik tahminde bulunur. Hipotez üretme süreci bilimsel standartlara uygun olmalıdır.

- Modelin oluşturulması ve yeniden tasarımı: Mühendisliğe yönelik üretilen maddenin bir prototipi oluşturulur. Model yapılandırılması teorik bilgi temelli olarak yapılmalıdır.
- Kanıt üretimi: Kanıt üretimi ilgili kavram gözlemlene, paylaşma ve tanımlama süreçleriyle oluşturulur.
- Kanıtların değerlendirilmesi: Kanıtların değerlendirilmesindeki amaç belirli bir bölüm kanıtın iddia ya da teoriyi ne derece desteklediğinin belirlenmesidir.
- Sonuçların belirlenmesi: Deneysel tecrübe ve alan çalışmalarından elde edilen veri ve gözlemler analiz edilir.
- Tekrar inceleme ve iletişim: Elde edilen süreç ve sonuçların diğer bireylerle paylaşımı yapılır. Öğrenciler gruplar halinde konuşma ve tartışmalar gerçekleştirirler.

Argüman destekli mühendislik uygulamaları 8 aşamadan oluşmaktadır (Chu vd., 2019):

- Problemi tanıma, tasarım çözümü sağlama, ihtiyaç ve sınırlılıkları belirleme
- Kavram üretimi: Problemi araştırma ve kavram üretimi
- Kavram seçimi: Değerlendirme için kriterleri belirleme ve kavramı değerlendirme
- Argümantasyon tasarımı: Tasarım argümanı oluşturma, kritik etme ve geri bildirim
- Tasarımı test etme: Tasarımın tekrarlanması, test etme ve değerlendirme
- Argümantasyonun değerlendirilmesi: Tasarım argümanının değerlendirilmesi, kritik etme ve değerlendirme
- Rapor geliştirme: Rapor yazma, kritik etme ve değerlendirme
- Yansıtma ve Tartışma: Süreç ve ürünün yansıtılması, gelecek çalışmalar için plan geliştirme.

2.5.4 Eğitim ortamında argümantasyon uygulamaları kullanılmasının faydaları

Fen bilimleri özellikle bilimsel iletişim ile ilgili öğrenme hedeflerinin başarılmasında sınıf tartışmaları önemli bir rol oynar. Argümantasyon büyük ölçüde sınıf etkileşimlerinde öğretmen ve öğrencilerin dil kullanımına bağlıdır. Bilimsel tartışma bir durum ya da problemin çözümünü açıklamak için öğrencilerin soru, cevap, iddia ve argümanları kullanarak sürece katılımlarını gerektirir (Probosari vd., 2017).

Argümantasyon bireylerin verileri yorumlayıp kanıtlarla iddiaya ulaşma ve arkadaşlarıyla bu iddiaları tartışarak bilgiyi yapılandırmalarına imkân sağlar (Chen, 2017). Argümantasyon öğrencilerin bakış açısı ve anlamlandırmalarının gelişebilmesi için iletişim becerilerini destekleyen büyük bir potansiyele sahiptir. Alternatiflerin değerlendirilmesi, kanıtların ölçülmesi, bilimsel iddiaların geçerliğinin yorumlanma ve değerlendirilmesi bilimsel argümanın önemli bileşenleridir (Chen ve She, 2012).

Öğrenciler hem sözlü hem yazılı iletişime geçtikleri zaman kendi fikirleri ile bağlantı kurmakta disiplinin temel özelliklerini derinlemesine öğrenmektedir. Özellikle ortaokulda argümantasyon derinlemesine iş birliği, karşıt alanla ilgili yazma ve muhakeme, tecrübe geliştirme ve öğrenciler için bir araçtır. Argümantasyonun kullanılması ile öğrenciler daha komplike açıklamalar, daha değerlendirilmiş iddialar, etige uygun ve sıralı kanıtlar (çoklu kanıt ve çürütücülerin birleşimi), iddia ve kanıtla iletişime geçme ve muhakemeyi geliştirme imkanı bulurlar (Novak vd., 2016). Argümantasyonla öğrenciler iddiasının geçerliliğini düşünme ve yaşamlarının her alanında kanıt gösterme düşüncesi geliştirirler (Mesa vd., 2013).

Argümantasyon öğrencilerin gerekçe ve neden göstererek konuyu örneklerle tartışmalarına fırsat vererek, argümanları bağımsızca değerlendirmesi böylelikle bağımsız tartışma yapabilmesini sağlar (Ramli vd., 2017). Argümantasyonun bileşenleri öğrencilere tartışmalı konularda üretken ve anlamlı bir tarzda yapı oluşturmalarını sağlar (Craig-Hare vd., 2017). Argümantasyon öğrencinin çalıştığı kavramlarla ilgili bilimsel prensipleri ve öğrendiklerini içselleştirmelerini kolaylaştırır. Öğrencilerin feni oluştururken bilimsel aktivitelerin anlaşılmasını artırır (Ruiz Ortega vd., 2015).

Argüman sözlü, sosyal ve rasyonel bir aktivitedir. Bilimsel bilgi kalıplarının bilimsel soruşturma ile kabul edilmesi, kaynağa dayalı bilimsel argümanların üretilme ve değerlendirilmesini sağlar (Lee vd., 2013).

Argümantasyon içeren diyaloglar iş birlikçi öğrenme içerisinde değerlendirilir, öğrenenlerin kendi düşünme süreçlerini diğer bireyler içerisinde karşılıklı olarak düzenlemelerini sağlayan bir araç olarak görülebilir. Argümantasyon bireyin kendi iddiası ve karşıt iddiaların farkında olmasını gerektirir ve argümantasyon sürecinde bireyler kendi iddialarının güçlü yönlerini karşıt iddiaların ise zayıf yönlerini

araştırmaları gerekir (Martínez ve Valdivia, 2016). Bilimsel argümantasyon, bilimsel bilgin gelişmesi ve düzeltilmesinde önemli bir aktivitedir. Argümantasyon destekli bilimsel kavramlar öğrencilerin birçok önemli bilimsel pratiklere dahil olması ve öğrencilerin Fen Bilimleri'nde içerik bilgilerini artırmalarını sağlar (Grooms vd., 2015).

Karşıt fikirlerin tartışılması argümantasyonun bir formudur. Karşıt fikirlerin akranlar tarafından tartışılmasının öğrencilerin öğrenmelerini desteklediği kanıtlanmıştır. Deneysel çalışmalar tartışmanın öğrencilerin öğrenmelerini kesin olarak artırmazken, tüm sınıf argümantasyon uygulamalarının öğrencilerin öğrenmelerini anlamlı bir şekilde artırdığını göstermektedir. Tüm sınıf argümantasyon uygulamaları fen öğrenmenin belirleyicisidir (Larrain vd., 2014).

Yapılan araştırmalar fen sınıflarında argümantasyona dayalı tartışmaların fen kavramlarını daha iyi anlamayı sağlayıp, akademik başarıyı artırdığı konusunda uzlaşa olduğunu göstermektedir (Taneja, 2016). Fen sınıflarında küçük gruplarda tartışma sadece anlamlı bilginin oluşturulmasında değil, aynı zamanda kavramların anlamını oluşturmayı kolaylaştırmakta, böylelikle öğrenilen kavramlar sınıf dışına transfer edilebilmektedir (Ruiz Ortega vd., 2015).

Argümantasyon ile kurulan iletişimden öğretmen öğrencilerin anlamalarının farkına varır, öğrencinin fikirleri ile iletişime geçer. Böylelikle öğretmen öğrencinin anladığı kavramlara göre dersi modifiye edebilir (Taneja, 2016). Öğrenci grup içerisinde tartışırken fikirleri irdeleme, karşılaştırma ve anlatma öğrencilerin sınırlı olduğu özelliklerini tanıması ve hangi kavramlarda yetersiz olduğunu tespit etmesini sağlar. Bu durum öğrenciler mevcut kavramsal yapıları ile yeni bilgileri birleştirmeye çalıştıkları zaman önem kazanır (Heng vd., 2014).

2.5.5 Argümantasyon uygulamalarında görülen sınırlılıklar

Öğrenciler argümanlarını birbirlerine iletmek yerine direkt olarak öğretmene iletmektedir. Öğrenciler gerekçe sağlamadan veya karşıt argüman ve çürütücü üretmeden iddia ve gerekçeleri birleştirmektedir. Öğrenciler kendi iddiasını hakkı çıkarma konusunda rahatken, arkadaşlarının iddialarını değerlendirme konusunda sıkıntı yaşamaktadır (Taneja, 2016). Argümantasyon çalışmalarının birçoğu çok kısa

bir zaman diliminde gerçekleşmekte ve öğrencilerin argümantasyon yeterliliklerini geliştirmemektedir (Chen ve She, 2012).

Argümantasyonun fen sınıflarına entegrasyonunda öğretmen ve öğrenci kaynaklı sıkıntılar mevcuttur (Knight ve McNeill, 2012). Argümanların değerlendirilmesinde rubrik kullanılmasına çok az çalışmada yer verilmiştir (Lu ve Zhang, 2013). Öğrenciler geleneksel tartışmada başarılı iken, bilimsel argümanları düzenleme, uluslararası standartlarda argüman kullanma, bilimsel sorgulamanın doğasını anlama, bilimsel muhakeme becerileri geliştirme, bilim adamları ve mühendislerin pratikleri ile iş alanında takdir edilme konusunda etkili değildirler (Llewellyn, 2015). Argümantasyon öğrencilerde kritik düşünme becerilerinin yetersizliğinden dolayı öğrencilerin zorlandıkları bir süreçtir (Frey vd., 2015). Öğrenciler iddialarını savunmak için verileri kullanabilmekte, ancak verileri niçin ve nasıl kanıt olarak kullandığını açıklamakta yetersiz kalmaktadır (Knight, 2015). Öğrenciler iyi yapılandırılmış argüman oluşturmada zorluklar yaşamaktadır (Xiao, 2015). Argümantasyon sürecinin değerlendirilmesinde geçerli ve güvenilir değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Henderson vd., 2017).

2.6 21. Yüzyıl Yaşam Becerileri

20. yy. da mevcut olan düşünme ve çözümler 21. yy. da artık geçerli değildir. 21. yüzyılda bilimsel ve teknolojik araştırmalar, bilginin teknolojik yeniliklere dönüşümü, ekonomik ve sosyal değeri olan aktiviteler gerçekleştirmek ve sürdürülebilir bir toplum oluşturmak için önemli hale gelmiştir. Dünyada globalleşme ve dijitalleşme, sosyo-ekonomik Dünya da yatay hareketler ve teknik, ekonomik ve toplumsal kültür hızlı bir şekilde değişim yaşanmasına sebep olmaktadır. 21. yüzyılda araştırma ve geliştirme aktiviteleri önemsenmeli, yenilikçi atölye ve laboratuvarlar açılmalı ve bu mekânlardan yararlanılmalıdır (Kamp, 2016).

Endüstri ve iş alanlarında bireylerin daha önce hiç olmadığı kadar kapsamlı ve donanımlı beceriler geliştirmeleri beklenmektedir. Bugünün iş alanları bireylerden akademik ve teknik becerilerin yanı sıra iletişim, iş birliği ile etkili bir şekilde çalışma, analitik düşünme ve problem çözme gibi kritik beceriler gerektirmektedir (Garrison, 2018).

Eğitim sistemlerinin bireylere 21. yüzyıl dünyasında karşılaşılabilecek durumlarla ilgili eğitimsel tecrübeleri sağlaması gerekmektedir. Yeni ğrenme alanları transfer edilebilir beceri ve yeterlilikleri barındırmalıdır. Toplumlar, eğitim sistemlerinden öğrencilerin gerektiğinde temel bilgi ve kavramları kullanabilme becerileri ile mezun olmasını sağlamalarını beklemektedir. Genç bireylerin problem zebilen, belirgin bir şekilde etkileşimde bulunabilen, kanıt temelli açıklamalar yapabilen, birlikte çalışabilen ve yaratıcı düşünebilen özelliklere sahip olması gerekmektedir (Care vd., 2018).

Eğitimcilerin ğrencileri gelecek kariyerlerine daha donanımlı hazırlayabilmeleri için STEM eğitiminde reformların yapılması gerekmektedir. Reform çalışmalarında dikkat edilmesi gereken beceriler 21. yüzyıl becerileri olarak karşımıza çıkmaktadır (Jang, 2016).

Doğru eğitim sisteminde yeni durumlar karşısında fikir, kavram ve disiplinler arası ilişkilerin anlaşılabilmesi gerekmektedir (Germaine vd., 2016). Her yıl daha fazla okul ve topluluk 21. yüzyıl öğrenme yaklaşımlarını benimsemektedir. Okullarda bilgi ile pratiğin birleştirilmesi gerekmektedir. Eğitimde ğrenciler arası daha fazla etkileşim, iş birliği, iletişim, liderlik, sosyal ve kültürler arası becerileri kazandıracak araçların kullanılması esastır. 21. yüzyıl yaşam becerilerinde bireylerin farklı kültür ve yaşam tarzlarından bireylerle çalışması önemli hale gelmiştir. Kültürel ve sosyal farklılıkları anlama, bu farklılıkları daha yaratıcı fikirler oluşturma ve problem üzümünde kullanma günümüz dünyası için önemlidir (Trilling ve Fadel, 2009). 21. yüzyıl becerileri öğrencilerin öğrenmelerinde önemlidir. 21. yüzyıl becerilerinin öğrencilerin kapsamlı düşünebildikleri için bütünleşik STEM uygulamaları içerisinde öğretilmesi gereklidir (Ring, 2017).

Günümüz ğrencilerinin kariyerlerini tamamlamak ve kariyerlerinde başarılı olabilmek için 21. yüzyıl becerilerini kazanmaya ihtiyaçları vardır. Aynı zamanda bugünün ğrencilerinin 21. yüzyılda yaşama ve çalışmaya hazırlanmalıdırlar (Reeve, 2016). Gençlerin başarısını artırmak için günümüz ortaöğretim kurumlarının hem akademik beceriler hem de yaşam ve kariyer becerileri ile donatılmış olması ve öğrencilerin ilköğretim kurumlarından bu becerilere uygun bir şekilde mezun olmaları gerekmektedir. Öğrencilerin ortaokul eğitiminden sonra başarılı olabilmesi için gerekli özellik ve becerilerin belirlenmesi önemli hale gelmiştir (Ball vd., 2016). Eğitim

dünyasında son zamanlarda anlamlı derinlemesine öğrenme ve 21. yüzyıl becerilerine yoğun bir ilgi bulunmaktadır. PISA sınavı öğrencilerin kendi bilgilerine başvurmak için öğretimin kolay olmadığını göstermektedir (Pellegrino, 2017).

Günümüz Dünya'sında bilgi çağını yaşamaktayız. Eğitimsel amaçlara ulaşabilmek için iletişim, iş birliği ve öğrenme içerisinde teknolojinin gücünü artırmalıyız. Bireylerin günlük hayatta başarılı olabilmeleri için öğrenmede dijital araçları yönetme, kritik düşünme ile teknolojik araçlara başvurma, bilgi okuryazarlığı ile günlük hayatta gerekli olduğunda bilgiyi kullanma önemli hale gelmiştir. Öğrencileri yeni bilgi, servis ve ürünlerle tanıştırmak gerekmektedir. Bireylerin 21. yüzyıl becerilerine nasıl başvurulacağını bilmesi, problem çözme, iletişim, takım çalışması, inovasyon ve teknoloji kullanımı 21. yüzyıl dünyasının önceliklerini oluşturmaktadır (Trilling ve Fadel, 2009).

Gelecek dünyada bireylerin yaratıcı, kritik düşünme ve problem çözme gibi bir dizi beceri ve yeterliliklerini geliştirmeleri gerekmektedir. Gelecek neslin becerileri ne olmalıdır? Okul bu becerilerin gelişmesinde ne kadar etkili olabilir sorularına cevap aranmalıdır (Lamb vd., 2017). Öğrencilerin 21. yüzyıl okul ve kariyerinde başarılı olabilmesi için kişiler arası ve etkileşime dayalı birtakım becerilere sahip olması gerekmektedir. 21. yüzyıl becerileri bireylerin hem okul hem kariyerlerinde başarılı olabilmeleri için gerekli olan becerilerden oluşmaktadır (Jacobson-Lundeberg, 2016). Gelecekte bizleri neyin beklediğini bilmesek de, tek emin olmamız gereken şey kendimizi daha donanımlı hale getirmek ve değişmektir. Birçok eğitim kurumu öğrencilerini bilgi, beceri ve karakterde donanımlı hale getirmek, karmaşık ve belirsiz bir Dünya içerisinde onları yaşam boyu öğrenenler olarak hazırlamak için öğrenme uygulamalarını değiştirmiştir. Bu bilgi, beceri ve karakterler 21. yüzyıl yeterlilikleri olarak isimlendirilmektedir. 21. yüzyıl becerileri kişilerarası, toplumsal ve kültürel bağlamda geçerli becerilerdir (Buckingham Shum ve Crick, 2016).

Öğrenciler 21. yüzyıl becerileri ile öğrendiklerini yeni durum ve problemlerde kullanmayı pratik eder. Karmaşık problemler ve bu problemlerin çözülmesinde bilgiye nasıl, niçin ve ne zaman başvurulduğunun öğrenilmesi esas alınır. 21. yüzyıl bireylerinin sadece aynı prosedürlere alışkinlık göstermeleri değil, değişen durumlara etkili bir şekilde adapte olmaları gerekmektedir. Yeni problemleri yeni uygulamalar ve yaratıcı problem çözme yöntemleri ile çözerken ve yeni durumlara uyum sağlarken

derinlemesine öğrenme önemli hale gelir. 21. yüzyıl becerileri ön bilgilerin yeni durumlarda problem çözme işleminde kullanılması ile ilgilidir. Eğer bireyin öğrenme yeteneği ve öğrenmenin değeri ile ilgili üretkenlik inançları varsa transfer edilebilen 21. yüzyıl becerilerinin gelişimi daha iyi olmaktadır (Pellegrino, 2017).

21. yüzyılda bilmek, yapmak ve olmak önemli hale gelmiştir. 21. yüzyıl becerileri bilginin ezberlenmesi yerine sürdürebilirlik, değişim, sebep ve sonuçlar, disiplinler arası bilgiye yönelik kavramsal düşünmeye odaklanmaktadır. Hatırlamak ve tanımlamak gibi alt düzey zihinsel aktiviteler yerine iletişim, iş birliği, eleştirel düşünme, bilgi yönetimi ve yaratıcılık ön plana çıkmaktadır. 21. yüzyıl becerileri bireylerin yaşamlarını başarılı bir şekilde sürdürebilmeleri için gereklidir ve öğretim programlarının merkezinde yer almalıdır (Drake ve Reid, 2018). 21. yüzyıl öğrenme çevrelerinde öğrenciler hedefler için cesaretlendirilir, öğrenciler zamanı organize eder ve sorular sorar. Sınıflarda teknolojiye ulaşım, bireysel ve grup çalışmalarını destekleyen fiziksel alanlar oluşturma gibi faaliyetlerin 21. yüzyıl beceri pratiklerine entegre edilmesi sağlanmalıdır (Ball vd., 2016).

Öte yandan erkek ve kız öğrencilere yönelik STEM profesyonel atölyelerinin hazırlanması 21 yüzyıl öğrenme becerilerinin gelişimi için önemlidir (Sontgerath ve Meadows, 2018). Tasarım uygulamalarından öğrenme tüm öğrencilerin 21. yüzyılda yaşam için gerekli becerileri geliştirmelerini sağlar (Webb, 2015). Kız öğrenciler ilkokul eğitiminden itibaren mühendislik uygulamaları fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanında eksik temsil edilmektedir. Öğrencilere STEM tecrübelerinin sağlanması mühendislik uygulamalarında cinsiyet faktörünün etkisini azaltmakta ve 21. yüzyıl becerilerinin yerleştirilmesini sağlamaktadır (Sontgerath ve Meadows, 2018).

Beceri ve yeterlilikler açısından ise; 20. yüzyılda geçerli olan beceri ve yeterlilikler 21. yüzyılda geçerliliğini yitirmiştir. Eğitim, öğrenme-öğretme, değerlendirme ve iş alanlarında teknoloji destekli değişimler söz konusudur (Kivunja, 2015). 21. yüzyıl becerileri gelecek toplumsal yapı ile ilgili beceriler olduğu için bu becerilerin gelişmesi önemlidir. Otomasyon, dijitalleşme ve globalleşmenin etkisi altındaki mesleklerin değerlendirilmesini içermektedir. Toplumsal bir konuda tahmin edilemeyen ve karmaşık bir problemle karşılaşıldığında 21. yüzyıl becerileri bu

sorunlarla ilgili mücadelede sorumlu olmayı gerektiren becerileri vurgular (Webb vd., 2018).

21. yüzyıl becerilerinin gelişme fırsatı öğrencilerin el becerilerini kullanarak gerçek hayat problemlerini çözmeleri ile sağlanabilir (Garrison, 2018). Fen Bilimlerinde 21. yüzyıl becerileri bireylerin el becerilerini kullanarak bilimsel yöntem süreçleri ile bir ürün tasarlama ve belirli sonuçlara ulaşmasını içermektedir (Pellegrino, 2017).

Son yıllarda 21. yüzyıl becerilerine yoğun ilgi bulunmaktadır. 21. yüzyıl becerileri 21.yüzyıl ile birlikte ortaya çıkan beceriler olmayıp, eski zamanlardan beri önemli görülen beceriler olduğu söylenebilir (Germaine vd., 2016). Gençleri 21. yüzyıl yaşam beceri pratik ve fırsatları sağlama ile ilgili bilinenler sınırlıdır. 21. yüzyıl öğrenme çevreleri ile ilgili daha fazla araştırma yapılmalıdır (Ball vd., 2016). Öğrencilere iş birliği, yaratıcılık ve yenilik becerilerinin okullardaki disiplinlerde nasıl öğretilebileceği ile ilgili bilinenler sınırlıdır. Eğitimde 21. yüzyıl becerilerine yönelik ilgi artmasına rağmen, konu ile ilgili teorik derinleştirme ve deneysel araştırma yeterli kadar yapılmamıştır (Häkkinen vd., 2017).

2.6.1 21. yüzyıl yaşam becerileri nelerdir?

21. yüzyıl becerilerinin neler olduğu nasıl ölçüleceği ve değerlendirileceği ile ilgili farklı düşünceler mevcuttur. Bu becerilerin öğrencilerin gelecek hayatlarına hazırlanmasına yardımcı olacak beceriler olması gerekir (Lamb vd., 2017). Son yıllarda 21. yüzyıl becerilerinin eğitim programlarının bir parçası olarak gelişmesi uluslararası alanda gittikçe önem kazanmaktadır. Ancak eğitimciler 21. yüzyıl becerilerin neler olduğu, nasıl öğretilebileceği ve değerlendirilebileceği ile ilgili fikir birliği içerisinde değillerdir (Drake ve Reid, 2018). 21. yüzyıl becerileri kapsamlı ve tanımlaması kolay olmayan becerilerdir. Eğitimde sıklıkla kullanılmasına rağmen hangi becerileri kapsadığı tam belirli değildir. Sosyal ve duygusal öğrenme becerileri, kapsamlı beceriler, esnek beceriler, transfer edilebilir beceriler, bilişsel olmayan beceriler genel beceri ve yeterlilikler bu kapsamda ele alınabilir (Lamb vd., 2017).

21. yüzyıl öğrenme becerileri, öğrencileri 21. yüzyıl öğrenme uygulamalarına hazırlamak olarak tanımlanabilir (Häkkinen vd., 2017). İş sektörleri ve eğitimsel organizasyonlar öğrencilerin transfer edilebilir bilgi ve becerilere sahip olmalarını

beklemekte ve bu becerileri 21. yüzyıl becerileri olarak nitelendirmektedir (Pellegrino, 2017). 21. yüzyıl becerileri, gelecekte küresel iş sektöründe başarılı olabilmek için gerekli bilgi, beceri ve hazırlıkları kapsayan beceriler olarak açıklanabilir (Germaine vd., 2016).

21. yüzyıl yaşam ve kariyer becerileri öğrencilerin yaşam ve iş çevrelerinde çeşitli karmaşık becerileri kapsar. Liderlik, zaman yönetimi, girişim, öz denetimli öğrenme ve diğer grup üyeleri ile etkili bir şekilde çalışabilmeyi içerir. Yaşam ve kariyer becerileri, bilişsel olmayan akademik başarıyı artırma, kariyer, hazırbulunuşluk ve desteklemeyi içerir (Ball vd., 2016). 21. yüzyıl becerileri; problem çözme, kritik düşünme, iletişim, iş birliği ve yaratıcılıktır. Bu becerilere ek olarak iyi insan olmayı ifade eden kültürel farkındalık, tüketicilik ve güveni öğrenmektir (Reeve, 2016).

21. yüzyıl becerileri; düşünme becerileri, sosyal ve duygusal beceriler, motivasyon ve öz yeterlilik gibi tutumla ilgili becerileri içerir. Araştırmacılar kritik düşünme, yaratıcılık, metabilişsel problem çözme, iş birliği, motivasyon, öz yeterlilik, özenli olma, cesaret ve azimli olma gibi becerilerin kritik beceriler olduğunu belirtmişlerdir. Bu beceriler 21. yüzyıl becerileri olarak kabul edilebilir öğrenilebilir ve geliştirilebilir (Lamb vd., 2017).

21. yüzyıl becerileri analitik düşünme, takım çalışması, iletişim, problem çözme ve dijital okuryazarlık gibi becerilerden oluşur. İletişim, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözme en yaygın belirlenen becerilerdendir. Bilgi teknolojileri, sosyal beceriler ve girişimcilik gibi diğer beceriler geniş bir aralıkta tanımlanmıştır (Germaine vd., 2016; Care vd., 2018). Benzer şekilde 21. yüzyıl yaşam becerileri esneklik ve uyum sağlama, girişimcilik ve öz denetim, sosyal ve kültürel iletişim, üretkenlik ve hesap verebilirlik, liderlik ve sorumluluk olmak üzere 5 kategoride sınıflandırılabilir (Eryandi ve Nuryanto, 2020).

21. yüzyıl becerileri öğrenme ve yenilik, kariyer ve yaşam, dijital okuryazarlık olmak üzere 3 alandan oluşmaktadır. Yaşam ve kariyer becerileri arasında esneklik ve uyum sağlayabilme, girişimcilik ve öz denetim, sosyal ve kültürler arası etkileşim, üretkenlik ve hesap verebilirlik, liderlik ve sorumluluk becerileri yer almaktadır (Kivunja, 2015).

Esneklik ve uyum sağlayabilme; 21. yüzyılda iş alanları ve çalışma şartları çok hızlı bir şekilde değişmektedir. İşverenler bireylerden donanımlı ve uyumlu olmalarının yanı sıra değişen şart ve çevrelerde yeni fikirlere adapte olabilecek esnekliğe sahip olmalarını beklemektedir.

Girişimcilik ve öz denetim; 21. yüzyıl iş alanlarında organizasyonel etki ve üretkenliğin nasıl sağlanacağını keşfetmekle ilgilidir. Bireylerin zamanı nasıl yönetebileceklerini belirleyebilmeleri ve bağımsız çalışabilmeyi sağlayabilmeleri önemlidir. Öğrencilerin hata yapma risklerinin olduğu, hata yapma durumları olsa da yanlışta vazgeçmeyip ürüne ulaşmaların önemli olduğunun bilincinde olmalıdırlar.

Sosyal ve kültürler arası beceriler; 21. yüzyıl iş alanları çalışanlardan diğer bireylerle etkili bir şekilde etkileşime geçerek bir takım içerisinde çalışabilmelerini gerektirmektedir. Bireylerin sosyal ve kültürel yapıları, etnik kökeni farklı bireylerle çalışmalar gerçekleştirebilmelidir (Kivunja, 2015).

21. yüzyılda öğrencilerin sahip olması gereken 16 beceri Şekil 2.6’da verilmiştir.



Şekil 2.6. 21. yüzyılda öğrencilerin sahip olması gereken beceriler (Soffel, 2016).

Şekil 2.6’ da görüldüğü gibi öğrencilerin sahip olması gereken beceriler temel okuryazarlık, yeterlilik ve karakter niteliği olmak üzere 3 kategoride ele alınmıştır. Okuryazarlık, matematiksel yatkınlık, bilimsel okuryazarlık, teknolojik okuryazarlık, finansal okuryazarlık ve kültürel okuryazarlık temel okuryazarlık temasını oluştururken, kritik düşünme-problem çözme, yaratıcılık, iletişim ve iş birliği yeterlilikler temasını; ilgi, girişimcilik, ısrar, uyum sağlama, liderlik, sosyal ve kültürel uyum sağlama karakter niteliği temasını oluşturmaktadır (Soffel, 2016).

21. yüzyıl becerileri tutum, davranış, eylem, durum, bağlama ve karşı transfer edilebilir düşünme becerileri gibi çok yönlü becerilerin birleşmesinden oluşmaktadır. 21. yüzyıl becerilerinden iş birlikçi ve karmaşık problem çözme, bilgi ve iletişim okuryazarlığı PISA gibi uluslararası sınavlarda öğrencilere 21. yüzyıl becerilerinin öğretimi ve değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. 21. yüzyıl becerileri içerisinde akademik başarı ile ilgili göstergeler fen okuryazarlığı, Matematik okuryazarlığı ve dil okuryazarlığı gibi becerilerde yer almaktadır. 21. yüzyıl becerileri denilince metabilşsel süreçler, farklı bakış açılarının benimsenmesi, iş birlikçi problem çözme, öz düzenlemeli öğrenme, argümantasyon, yaratıcı kritik düşünme ile problem çözme ve yansıtma becerilerinin kullanılması akla gelmelidir. 21. yüzyıl becerileri açısından yaratıcılık, kompleks problem çözme, iletişim, iş birliği ve öz düzenlemeli öğrenme önemlidir (Webb vd., 2018).

Trilling ve Fadel (2009) 21. yüzyıl becerilerini 3 kategoride sınıflandırmıştır:

Öğrenme ve yenilik becerileri: Kritik düşünme ve problem çözme, etkileşim ve iş birliği, yaratıcılık ve inovasyon

Dijital okuryazarlık becerileri: Bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı, bilişim teknolojileri okuryazarlığı

Yaşam ve kariyer becerileri: Esneklik ve uyum sağlama, girişimcilik ve öz denetim, sosyal ve kültürler arası iletişim, üretkenlik ve hesap verebilme, liderlik ve sorumluluk

Garrison (2018) 21.yüzyıl becerilerini (takım çalışması, kişilerarası beceriler, iş birliği, kişisel ve sosyal sorumluluk, etkileşim) gibi iletişim becerileri; (temel, bilimsel ve teknik beceriler, kültürel okuryazarlık ve küresel farkındalık) gibi dijital okuryazarlık; (karmaşıklığa uyum sağlama ve idare etme, ilgi, yaratıcılık, risk alma, üst düzey

düşünme, sağlam muhakeme yapma) gibi yaratıcı düşünme; (sonuçları önceliklendirme, planlama ve yönetme, günlük hayat araçlarını etkili kullanma ve yüksek kaliteli ürünler oluşturma) gibi üst düzey üretkenlik olarak 4 grupta ele almıştır.

Van Laar vd. (2017)' ne göre 21. yüzyıl becerileri teknik, bilgi yönetimi, iletişim, iş birliği, yaratıcılık, kritik düşünme ve problem çözmedir. Bilgi yönetimi; aranacak terimleri belirleme, farklı kaynaklardan bilgiye ulaşım, edinilen bilginin güvenilirlik ve kullanılabilirliğini değerlendirme ve bilgiyi daha sonra hatırlayabilme için yönetmeyi içerir. İletişim; uygunluk ve anlamlılığı içerir. İş birliği; sorumluluk, planlama, bağımlılık ve bilgi paylaşımını içinde barındırır. Kritik düşünme; konuları sınıflandırma, kaynağın uygunluğunu değerlendirme, iddia için argümanlara başvurma ve tartışma ile yeni fikirler ileri sürmeyi kapsar. Yaratıcılık; hızlı bir şekilde çoklu fikirler üretme, çeşitli alternatifleri hesaba katma, yeni fikirler düşünme, fikirlerdeki detayları bulmayı içerir. Problem çözme; problem durumunu anlama ve bilgiyi aktif olarak kullanarak bir çözüm bulmadan oluşur.

21. yüzyıl becerilerinde bilişsel, içsel ve kişilerarası olmak üzere 3 alan ön plana çıkmaktadır. Bilişsel alan; muhakeme ve zekâ, içsel alan; metabilişsel ve duygusal, kişilerarası alan ise fikir ifade etme, diğer bireylerin fikirlerini yorumlama ve bunları cevaplandırmayı içerir. Bilişsel yeterlilikler daha çok üzerinde çalışılmış eğitimdeki başarı seviyesini artırma, daha iyi kazanma ve daha iyi bir sağlığa sahip olma ile ilgilidir. İçsel yeterlilikler organize olma, sorumluluk duyma ve çalışkan olmayı içerir. Anti sosyal davranışlar öz düzenleme ve iletişim ile ilgili araştırma sonuçları zayıftır (Pellegrino, 2017).

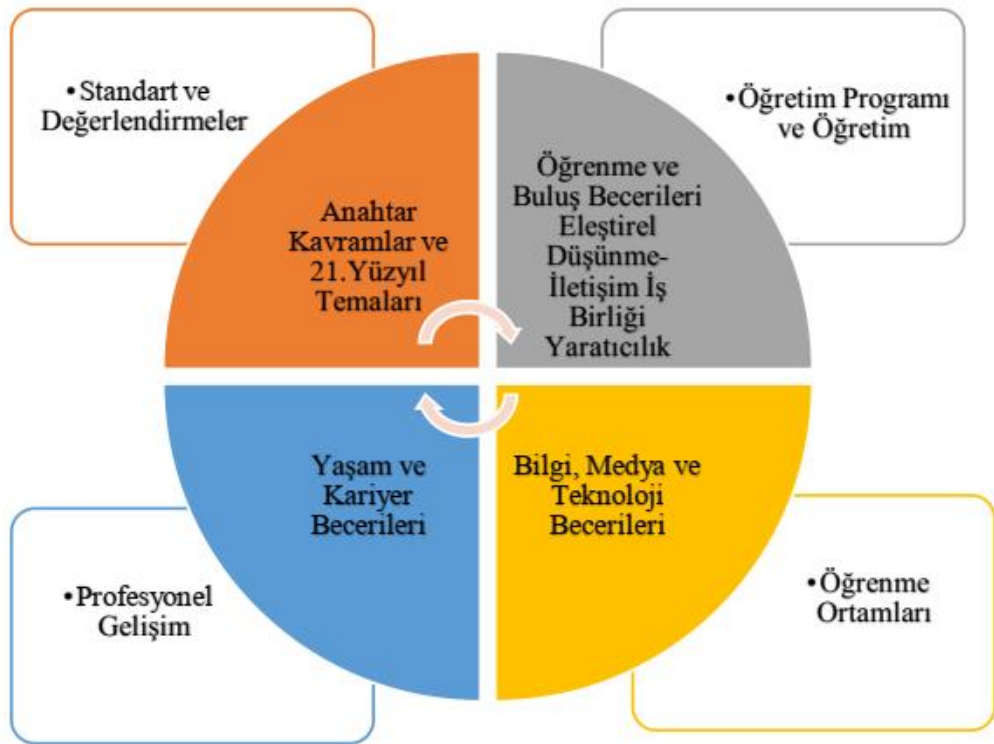
Yaratıcılık ve yenilik (inovasyon) 21. yüzyıl becerilerinin en parlak yıldızı haline gelmiştir. İnovasyon çağında yeni fikirler, yenilikçi ürünler, yerel ve küresel problemlere orijinal çözümler oluşturma gittikçe önemsenmektedir. Yaşam ve kariyer becerileri 21. yüzyıl hem iş hem öğrenme alanında önemlidir. Yaşam ve kariyer becerileri hiç şüphesiz 22. yüzyılın da önemli becerilerinden olacaktır (Trilling ve Fadel, 2009).

2.6.2 P21 21. yüzyıl becerileri için ortaklık

P21 “Partnership for 21st Century Skills” adı ile bilinen “21. yy. Becerileri için Ortaklık” ABD temelli bir organizasyon olup öğrencilerin kritik düşünme, problem çözme, sosyal etkileşim ve takım çalışması, yaratıcılık ve yenilik olmak üzere 4 önemli beceriyi 21. yüzyıl becerisi olarak sınıflandırmıştır (Pellegrino, 2017).

P21, ABD ve diğer ülkelerde binlerce eğitimci ve yüzlerce okulda kullanılan 21. yüzyıl becerilerini öğrenmenin merkezine yerleştiren bir sistemdir. Sistemin standart, değerlendirme, öğretim programı, profesyonel gelişmeler ve öğrenme çevrelerinde bilgi ve becerinin birleştirildiği, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde daha fazla yer aldığı bir süreçtir. Bu sistem dijital ve global olarak birbirine bağlı Dünya da öğrencileri başarılı olmaya hazırlayacak şartları sağlamaktadır (Van Laar vd., 2017).

P21 öğrenme, öğrenmenin temel yapısını günümüze uygun hale getirmiştir. Okuma, yazma, Matematik ve Fen, Coğrafya ve Tarih gibi geleneksel alanlara finans, sağlık ve çevresel okuryazarlık gibi konular eklenmiştir (Trilling ve Fadel, 2009). P21, 21. yy. becerileri için ortaklık Şekil 2.7’de sunulmuştur.



Şekil 2.7. P21 partnership for 21st century skills 21. yy. becerileri için ortaklık (Trilling ve Fadel, 2009).

Şekil 2.7’de görüldüğü gibi P21, yaşam ve kariyer becerileri, öğrenme ve buluş becerileri, bilgi, medya ve bilişim becerilerinden oluşmaktadır. 21. yüzyıl öğrenme; yaşam ve kariyer becerileri, bilgi, medya ve teknoloji becerileri, öğrenme ve yenilik becerileri olarak gruplandırılmıştır. Öğrencilerin iş, kariyer ve modern yaşama hazırlanmasında 21. yüzyıl becerileri önemlidir (Lamb vd., 2017). P21 de yer alan yaşam ve kariyer becerileri, günümüzün öğrencilerinin karmaşık hayat ve iş çevresinde olayları yönlendirebilmek için düşünme becerileri, içerik bilgisi, sosyal ve duygusal yeterlilikler geliştirmesi gerekmektedir. Bu beceriler; esneklik ve uyum sağlama, girişim ve öz yönlendirme, sosyal ve kültürler iletişimi, üretkenlik ve hesap verilebilirlik, liderlik ve sorumluluk olarak sıralanabilir (Van Laar vd., 2017).

21. yüzyıl yaşam ve kariyer becerileri ile 21. yüzyıl öğrenme çevreleri gençlere öğrenme fırsatları sağlama ve gençlerin donanımlı olarak mezun olmalarında faydalı olmaktadır (Ball vd., 2016).

21. yüzyıl becerilerinin öğretim programlarına entegre edilmesi zengin öğrenme ortamlarının oluşturulmasını sağlamaktadır (Drake ve Reid, 2018).

2.6.3 21. yüzyıl yaşam becerilerinin değerlendirilmesi

21. yüzyıl becerilerinin değerlendirilmesi beceri ve yeterlilik temelli, iletişim, iş birliği ve problem çözme gibi disiplinler arası becerileri barındırmalıdır. Değerlendirmede çok çeşitli soru türleri yer almalı, sorular açık uçlu olmalı, davranışlar gözlemlenmeli ve sonuç kadar sürecinde önemli olduğu unutulmamalıdır. 21. yüzyıl becerilerinin değerlendirilmesinde geniş aralıkta insan becerileri ölçülmelidir (Care vd., 2018).

21. yüzyıl becerileri yaratıcılık, karmaşık problem çözme, iletişim, takım çalışması, öz düzenlemeli öğrenme gibi motivasyona dayalı ve duygusal bileşenlerden oluşmaktadır. Çok sayıda karışık bileşenden oluştuğu için 21. yüzyıl becerilerinin değerlendirilmesi kolay bir süreç değildir. 21. yüzyıl becerilerinin değerlendirilebilmesi için bilgi teknolojileri, öğretmenlerin geleneksel değerlendirme metotları ve akran değerlendirme gibi metotlarının birleştirilmesi gerekmektedir. 21. yüzyıl becerilerinin değerlendirilmesi önemli ve zor bir süreçtir (Webb vd., 2018).

21. yüzyıl becerilerinin değerlendirilmesinde önemli hususlar şunlardır (Care vd., 2018):

- Öncelikle 21. yüzyıl becerilerinin doğası anlaşılmalıdır.
- Öğrenme süreçleri geliştirilmelidir.
- Uygun ve otantik değerlendirme teknikleri tasarlanmalıdır.
- Ülke ve eğitim sistemi reformları dikkate alınmalıdır.

21. yüzyıl becerileri açısından değerlendirmede not yerine öğrenme yönünden geri dönüt sağlama önemlidir. Öğrenciler değerlendirme sürecinin bir parçası olmalıdır. Öğrenciler öğretmenleri ile birlikte değerlendirme kriterlerini belirlemeli ve değerlendirme yapabilmelidir (Drake ve Reid, 2018).

2.7 İlgili Araştırmalar

Araştırmanın bu bölümünde tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimi, argümantasyon ve 21. yüzyıl yaşam becerileri ile ilgili alanyazında ulusal ve uluslararası alanda gerçekleştirilen araştırmalara yer verilmiştir.

2.7.1 Tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimi ile ilgili ulusal alanda yapılan araştırmalar

Alanyazın araştırıldığında tasarım temelli mühendislik uygulamaları ile ilgili ilkökul, ortaokul, lise ve üniversite öğrencileri ile farklı eğitim kademelerinde yapılmış çalışmalar mevcuttur. Öncelikle ilkökul kademesinde yapılan araştırmalar gözden geçirildiğinde; Bircan (2019) ilkökul 4. sınıf öğrencileri Matematik dersi ölçme konusunda gerçekleştirdiği araştırmasında STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM'e yönelik tutum, 21. yüzyıl becerileri ve Matematik başarısına etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda STEM etkinliklerinin ilkökul öğrencilerinin STEM' e yönelik tutum ve 21. yüzyıl becerilerini anlamlı bir şekilde artırırken, öğrencilerin Matematik başarılarını artırmada etkili olmadığı tespit edilmiştir.

İlkokul 4. sınıf öğrencileri ile yapılan benzer bir çalışmada Asal (2020) tasarım temelli fen ve mühendislik öğretiminin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları ve eleştirel düşünme eğilimine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin bilimsel

yaratıcılıkları ve eleştirel düşünme becerileri açısından anlamlı farklılık elde edilmiştir.

Tasarım temelli mühendislik eğitimi ile ilgili ortaokul kademesinde yapılan araştırmalar incelenecek olursa; Ceylan (2014) ortaokul 8. sınıf öğrencileri yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında Fen Bilimleri dersi Asitler ve Bazlar ünitesinde FeTeMM temelli öğretimin öğrencilerin akademik başarı, yaratıcılık ve problem çözme becerilerine etkisi ve yöneme ilişkin öğrenci görüşlerini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin akademik başarı, yaratıcılık ve problem çözme becerilerinin arttığı ve yöntemin kullanılmasına ilişkin öğrenci görüşlerinin olumlu olduğunu belirlemiştir.

Diğer bir araştırmada Ercan (2014) ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile Kuvvet ve Hareket ünitesi doktora tez çalışmasında tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarı, karar verme becerileri ve mühendisliğe yönelik bilgi düzeylerinin gelişimine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin akademik başarı, karar verme becerileri ve mühendisliğe yönelik bilgi düzeylerinin arttığını tespit etmiştir.

Başka bir araştırmada Mercan Höbek (2014) ortaokul 6. 7. ve 8. sınıf fen öğretim programında mühendislik tasarım süreci kullanılarak öğretimi yapılabilecek konuları inceleyip, 8. sınıf alternatif enerji kaynakları konusunda mühendislik tasarımına göre uygulanan öğretimin etkisini araştırdığı doktora tez çalışmasında ortaokul MEB 2006 Fen öğretim programında mühendislik tasarım süreci kullanılarak oluşturulan herhangi bir etkinlik bulunmadığını tespit etmiştir. Alternatif enerji kaynakları konusunda ise mühendislik tasarımına uygun etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı ve mühendislik tasarım yönteminin etkin fen eğitimi sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Yine diğer bir çalışmada Ercan ve Şahin (2015) 7. sınıf öğrencileri ile tasarım temelli fen eğitimi faaliyetlerinin kuvvet ve hareket ünitesinde öğrencilerin akademik başarılarının gelişimine katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Ortaokul öğrencileri ile yapılan başka bir araştırmada Yasak (2017) ortaokul 8. sınıf kuvvet ve hareket ünitesi basınç konusunda tasarım temelli fen eğitiminde fen, teknoloji, tasarım ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı, fene

yönelik tutumlarına etkisi ve yöneme ilişkin öğrenci görüşlerini incelemiştir. Araştırma sonucunda basınç konusunda FeTeMM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı ve fene yönelik tutumlarını artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca öğrenciler uygulanan yöntemin etkili ve kalıcı öğrenmeyi sağladığını belirtmişlerdir.

Yine ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen diğer bir çalışmada Pekbay (2017) STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerileri ve FeTeMM' e yönelik ilgilerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda STEM uygulamalarının öğrencilerin günlük hayata dayalı problem çözme beceri ve FeTeMM' e yönelik ilgilerini geliştirdiğini tespit etmiştir.

Aynı kademe aynı sınıf düzeyinde özel yetenekli öğrenciler ile yürütülen benzer bir araştırmada Şen (2018) Bilim ve Sanat Merkezi kapsamında mühendislik tasarımı odaklı bütünsel STEM etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcılık, problem çözme, iletişim, iş birliği, yaşam ve kariyer becerilerinin gelişmesini sağladığını tespit etmiştir.

Aynı şekilde 7. sınıf öğrencileri ile yapılan başka bir araştırmada Doğan (2019) ortaokul öğrencilerinin elektrik ünitesinde STEM etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, fen ve STEM tutumlarına etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda STEM etkinlikleri elektrik konusunda öğrencilerin başarılarını artırdığı, bilimsel süreç becerileri ve fene yönelik tutum açısından anlamlı farklılık sağlamadığını tespit etmiştir.

Ortaokul kademesinde farklı bir çalışmada Aydın ve arkadaşları (2018) 4-8. sınıf öğrencileri için mühendislik bilgi düzeyi ölçeklerini Türkçe' ye uyarlamış ve öğrencilerin mühendislik bilgi düzeylerinin orta düzeyde olduğu, sınıf düzeyi, anne-baba eğitim düzeyi ve okulların bulunduğu illere göre öğrencilerin mühendislik bilgi düzeylerinde farklılıklar olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Yine temel eğitim 6. sınıf öğrencileri ile Uzel (2019) tarafından yürütülen çalışmada tasarım temelli mühendislik uygulamaların öğrencilerin problem çözme ve tasarım becerilerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda tasarım temelli uygulamaların öğrencilerin tasarım ve problem çözme becerilerinin artmasını sağladığı tespit edilmiştir.

Aynı kademe 5. sınıf öğrencileri ile Doğan (2020) gerçekleştirdiği araştırmada canlıların sınıflandırılması konusunda bütünleşik STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin teorik bilgilerini artırdığı, ayrıca öğrencilerin iş birliği, eleştirel düşünme, iletişim becerileri, problem çözme ve karar verme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır.

Lisans öğrencileri ile yürütülen tasarım temelli mühendislik uygulamaları üzerine yapılan çalışmalar ele alındığında; Bozkurt (2014) Fen Bilgisi öğretmenliği lisans öğrencileri ile Laboratuvar Uygulamaları dersinde yaptığı mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve karar verme becerilerine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda tasarım temelli uygulamaların öğretmen adaylarının karar verme becerileri ve bilimsel süreç becerilerinin geliştirdiği ve öğrencilerin tasarım temelli Fen eğitimi uygulamalarının karar verme ve bilimsel süreç becerilerinin geliştireceği ile ilgili görüşlere sahip olduğunu tespit etmiştir.

Mühendislik eğitiminin öğrencilerin yaratıcılık düzeylerine etkisinin araştırıldığı çalışmada Hacıoğlu ve arkadaşları (2016a) Fen Bilimleri öğretmen adayları ile tasarım temelli fen ve mühendislik eğitiminin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda tasarım temelli Fen ve mühendislik eğitiminin lisans öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına olumlu etkisi olduğu ve bilimsel yaratıcılığın akıcılık, esneklik ve orijinallik puanlarını arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Başka bir çalışmada Hacıoğlu ve arkadaşları (2017) tasarım temelli fen ve mühendislik eğitime ilişkin Fen bilgisi lisans öğrencilerinin görüşlerini incelemiştir. Lisans öğrencileri tasarım temelli fen ve mühendislik eğitiminin yaparak yaşayarak öğrenme, problem çözme, yaratıcı düşünme ve eleştirel düşünmeyi sağladığını belirterek gelecekte öğretmen olduklarında derslerinde mühendislik temelli uygulamaları kullanmayı istediklerini ifade etmişlerdir.

Yıldırım (2018) tasarım temelli eğitime yönelik sınıf öğretmenliği lisans öğrencilerinin görüşlerini incelediği araştırmada öğrenciler tasarım temelli öğrenmenin merak, sorumluluk, hayal gücü, yaratıcılık, özgüven ve empati gibi özelliklerin gelişmesini sağladığını belirtmiştir.

Yine sınıf öğretmeni adayları ile yapılan araştırmada Ayaz (2019) mühendislik tasarım temelli fen ve mühendislik öğretiminin öğrencilerin karar verme becerileri, bilimsel yaratıcılık ve tasarım becerilerine etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre karar verme becerileri ve bilimsel yaratıcılık puanlarında anlamlı farklılık elde edilmiştir. Öğrencilerin tasarım becerilerinde süreç boyunca gelişme sağlanmıştır.

Fen Bilimleri öğretmen adayları ile yapılan çalışmalarda Çetin ve Kahyaoğlu (2018) STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin fen, matematik, teknoloji, mühendislik ve 21. yüzyıl becerilerine yönelik tutumlarına etkisi incelemiş, STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve 21. yüzyıl becerilerine yönelik tutumlarını artırırken, matematiğe yönelik tutumlarını azalttığı sonucuna ulaşmışlardır. Türk (2019) geliştirilen STEM eğitim programı ile ilgili öğrencilerin bilişsel, sosyal, psiko motor becerileri ve öğrenmeye olumlu etkileri olduğunu ve Fen Bilimleri dersini diğer derslerle bütünleştirmeyi sağladığını düşünmektedir.

Diğer bir çalışmada Gül (2019) Fen Bilimleri öğretmen adayları ile STEM yöntemine göre ders tasarlama, uygulama ve değerlendirmeyi amaçladığı araştırmasında Fen bilgisi lisans öğrencilerinin STEM farkındalıkları ve STEM eğitimi ile ilgili bilgilerinin düşük seviyede olduğunu tespit etmiştir. Öğrenciler STEM eğitiminin temel özelliklerini gerçek hayat problemi ve 21 yy becerilerini içermesi, STEM disiplinlerini entegrasyonu olarak açıklamışlardır.

Farklı bir araştırmada Tuhtakaya (2019) Fen bilimleri lisans öğrencileri ile tasarım temelli fen ve mühendislik öğretiminin öğrencilerin mühendislik beceri, bilimsel yaratıcılıkları ve tasarım süreci uygulamalarına yönelik görüşlerine olan etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin mühendislik beceri son test lehine artış görülürken bilimsel yaratıcılık açısından ise akıcılık, orijinallik ve esneklik boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmiştir. Öğrencilerin mühendislik tasarım uygulamaları ile günlük hayat problemlerine ilgileri artarken, yaratıcı düşünme becerilerinin geliştiği tespit edilmiştir.

Literatürde öğretmenlerle gerçekleştirilen araştırmalara da rastlamak mümkündür. Hacıoğlu ve arkadaşları (2016b) öğretmenler ile yaptığı çalışmada tasarım temelli fen ve mühendislik eğitime yönelik öğretmenlerin görüşlerini incelemiştir. Öğretmenler

tasarım temelli fen ve mühendislik eğitiminin öğrencilerin analitik ve eleştirel düşünme, karar verme, bilimsel süreç ve psiko-motor becerilerinin gelişimini sağladığını düşünmektedirler. Ayrıca öğretmenler yöntemle ilgili uygulama, maliyet ve sınıf yöntemi ile ilgili olumsuz görüşler de belirtmişlerdir.

Sınıf öğretmenleri ile yapılan diğer çalışmada Uştu (2019) ilkokul düzeyinde STEM uygulamalarına beşinci bir boyut sanatın eklenmesi ile STEAM uygulamalarının gerektiği, STEM etkinliklerinde öğretmenlerin mühendislik ve teknoloji boyutlarında zorlandıklarını belirtmiştir.

2.7.2 Tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimi ile ilgili uluslararası alanda yapılan araştırmalar

Tasarım temelli eğitim ile ilgili uluslararası alanda ortaokul düzeyinde yapılan çalışmalar incelenecek olursa; Mangold ve Robinson (2013) ile yaptığı araştırmada mühendislik tasarım uygulamalarının öğrencilerin el becerilerini kullanması ile ilgi ve öğrenmelerini arttığı sonucuna ulaşmıştır.

Ortaokul öğrencileri ile yapılan diğer bir çalışmada Grover ve Pea (2016) web tabanlı tasarım temelli uygulamaların Fen ve Bilişim alanında kullanılmasının etkisini araştırmış, araştırma sonucunda yöntemin öğrencilerde bilişimsel düşünmeyi artırarak algoritmik kavramların derinlemesine öğrenilmesi sağladığını belirtmiştir.

Farklı bir çalışmada King ve English (2017) 5. sınıf öğrencileri ile ayna, mercek ve optik konusunda yaptıkları mühendislik tasarım temelli uygulamaların öğrencilerin tasarım, yapılandırma ve yeniden tasarlamada faydalı bir yaklaşım olduğunu belirtmişlerdir.

Yine diğer bir araştırmada Alemdar ve arkadaşları (2018) tasarım temelli fen ve mühendislik eğitiminin ortaokul öğrencileri Fen ve Matematik akademik başarı, sorumluluk ve öz yeterliliklerine etkisini incelemiş, en az 2 mühendislik kursu alan öğrencilerin Fen ve Matematik puanları ile fene yönelik ilgilerinde anlamlı farklılık elde etmiştir. STEM uygulamalarında düşük akademik başarıya sahip öğrencilerin başarılarındaki artışın daha fazla olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Ortaokul kademesindeki çalışmalardan Goldstein ve arkadaşları (2018) 7. sınıf öğrencilerinin farklı iki tasarım temelli Fen ve mühendislik uygulamasını karşılaştırmış, bazı öğrenme sonuçları farklı olsa da tasarım projelerinin orijinalliği ve sadeliğinin avantaj sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Bir başka çalışmada Thibaut ve arkadaşları (2018) ortaokul eğitiminde bütünleşik STEM eğitsel pratikleri ile ilgili, STEM içerik entegrasyonu, problem merkezli öğrenme, araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme, tasarım temelli ve işbirliğine dayalı öğrenme olmak üzere 5 kritik yapıya sahip olduğunu belirtmiştir.

Mathis ve arkadaşları (2018) ortaokul öğrencileri ile yürüttüğü çalışmada öğrencilerin bilimsel ve matematiksel prensipleri tasarım temelli fikirlerini savunmak amacıyla kullandıklarını tespit etmiş, tasarım temelli uygulamaların öğrencilerin bilimsel ve matematiksel kavramları nasıl öğrendiklerini değerlendirmelerini sağladığını sonucuna ulaşmışlardır.

Ntemngwa ve Oliver (2018) ortaokul öğrencileri ile bütünleşik STEM eğitimin robotik konusunda kullanımı ile ilgili yaptığı çalışmada öğretmenlerin tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimi ile ilgili bilgilerinin yetersiz olduğunu sonucuna ulaşmıştır. Öğrenciler STEM uygulamalarının disiplinleri öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırdığını belirtmişlerdir.

Aynı şekilde Köycü ve de Vries (2016) yaptıkları çalışmada 40 farklı ülkede eğitim gören öğrencilerin mühendislik tasarımı ile ilgili düşüncelerini araştırmışlardır. Öğrenciler mühendisliğin ürün üretme ve icat etmeyi içeren aktif bir uygulama olduğunu belirtmişlerdir. Ortaokul seviyesinde mühendislik tasarım uygulamalarına yönelik düşüncelerin cinsiyete göre farklılaştığı ve ortaokul sonrasında ise cinsiyete göre farklılık olmadığını tespit etmişlerdir.

Başka bir çalışmada Vaino ve arkadaşları (2018) tasarım temelli fen uygulamalarının 8. sınıf öğrencilerinin fen kavramları, işlevsel prensipler ve tasarım kriterleri anlam düzeylerinin arttığını belirtmişlerdir.

Yine 8. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen başka bir çalışmada Gale ve arkadaşları (2018) Fen Bilimleri Fizik disiplini için mühendislik ve Fen Bilimlerinin birleştirilmesi yeni bir program oluşturmuşlardır. Araştırmada problemin

belirlenme ve sınırlandırması, çözümün geliştirilmesi ve problemin çözümünde Fizik bilgisine başvurmada deney grubu öğrencilerinin daha başarılı oldukları sonucuna ulaşmışlardır.

Martinez Ortiz ve arkadaşları (2018) yaptığı çalışmada fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin birleştirilmesinin ortaokul öğrencilerinin gelecek kariyerleri ile ilgili karar verme durumları arasındaki ilişkiyi incelemiş, araştırma sonucunda uygulamanın öğrencilerin mühendislikle ilgili öz yeterlilik, mühendislik kariyer bilgileri ve gelecek mühendislik kariyer motivasyonlarını artırmıştır.

Felix (2016) yaptığı doktora tez çalışmasında tasarım temelli öğrenme uygulamalarının öğrencilerde bilimsel kavramları üst düzey düşünme ile kavrama, açık uçlu soruların çözümünde kavramsal bilgileri kullanmayı sağladığı ve öğrencilerin derse yönelik motivasyonunu artırdığını tespit etmiştir.

Saulnier ve arkadaşları (2016) yaptığı çalışmada öğrenciler tasarım temelli yöntemin esneklik sağlama, yüksek duyarlılıkta test etmenin önemini artırma, sadeliğin değerini anlama, denemenin önemini kavrama, empati yapma ve motivasyon sağlamaya yardım ettiğini belirtmişlerdir.

Ortaöğretim öğrencileri ile tasarım temelli mühendislik uygulamalarına yönelik yapılan çalışmalardan Wells (2016) biyoteknoloji konusunda tasarım temelli etkinliklerin ortaöğretim öğrencilerinin mühendislik tasarım temelli uygulamalar ile biyoteknoloji içerik bilgileri kazanmaları arasında güçlü bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin bilimsel içerik ve uygulamalarda derinlemesine öğrenme gerçekleşmiştir. Uygulama ile öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri gelişmiştir.

Diğer bir çalışmada Cunningham ve Lachapelle (2016) düşük sosyo ekonomik çevrede yaşayan dezavantajlı akademik başarıları düşük öğrencilere yönelik mühendislik tasarım materyalleri geliştirmişlerdir. Çalışmada bireyler ve toplumu problem çözme, yenilik, soruşturma ve mühendislik tasarım uygulamaları ile sürece dâhil etmek amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin fen ve mühendisliğe yönelik ilgi, tutum ve akademik başarılarının arttığı tespit edilmiştir.

Bir başka araştırmada Arastoopour ve arkadaşları (2016) 21. yüzyıl tasarım pratiklerinin online simülasyonu kullanarak, uygulamanın öğrencileri otantik mühendislik tasarımına yönelttiği, mühendislik tarzı düşünme yollarını geliştirdiğini tespit etmişlerdir.

Crotty ve arkadaşları (2017) ortaöğretim öğrencileri ile yaptığı çalışmada içeriğin öğrenilmesine STEM mühendislik uygulamaları ile başladığı zaman öğrencilerin STEM mühendislik değerlendirmelerinde akademik başarılarını arttığını belirtmişlerdir.

Yine lise öğrencileri ile gerçekleştirilen doktora tez araştırmada Harris (2018) STEM ve tasarım temelli uygulamalarının öğrenci davranışlarına etkisini incelemiştir. STEM ve tasarım temelli uygulamaların öğrencilerin birbiriyle sosyal etkileşim becerilerini geliştirip, öğrencilerin öz yeterliliklerini artırdığını tespit etmiştir.

Bir başka doktora tez çalışmasında Guo (2018) lise öğrencilerinin Biyoloji dersi tasarım temelli fen mühendislik uygulamalarında kız öğrencilerin fazla bulunduğu gruplarda öğrencilerin akademik başarılarının arttığını belirlemiştir.

Aynı şekilde Phelps ve arkadaşları (2018) ortaöğretim öğrencileri ile yaptığı çalışmada mühendislik tasarım uygulamalarının öğrencilerin akademik hazırlıklarını artırarak mühendislik bölümlerinin seçiminde etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Öğretmenlere yönelik gerçekleştirilen çalışmalardan, Ring (2017) yaptığı doktora tez çalışmasında farklı bütünleşik STEM uygulamaları ile ilgili öğretmenlerin uygulamalarını incelemiş, sadece tek bir çeşit bütünleşik STEM uygulaması olmadığını belirtmiş, herhangi bir disiplin öğretmenin STEM'e ait diğer disiplinlerde de kendisini geliştirmesi gerektirdiğini belirtmiştir.

Başka bir çalışmada Van Haneghan ve arkadaşları (2015) ortaokul Matematik ve Fen Bilimleri öğretmenlerinin mühendislik tasarım uygulamaları ile ilgili görüşlerini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğretmenler mühendislik tasarım uygulamalarının değerli olduğunu belirtken, okul türüne göre öğretmenlerin tasarım uygulamalarına yönelik fikrinin değiştiğini tespit etmişlerdir.

Yine Guzey ve arkadaşları (2016) 48 öğretmenin katılımıyla 20 tasarım temelli STEM ünitesi tasarlamışlardır. Araştırma sonucunda Fizik alanıyla ilgili tasarım temelli STEM ünitelerinde diğer STEM ünitelerine göre öğrencilerin istek ve motivasyonlarının daha fazla olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Fen Bilimleri öğretmenleri ile yapılan başka bir araştırmada Dare ve arkadaşları (2018) ortaokul öğretmenlerinin STEM uygulamalarına ilk dâhil olduklarında öğretmenin farkındalığına göre düşük, orta ve yüksek düzeyde bütünleştirme yapılabileceği ve öğretmenlerinin farklı disiplinleri sınıflarına getirerek birleştirmeleri gerektiği sonucuna ulaşmışlardır.

Ortaöğretim öğretmenleri ile gerçekleştirilen çalışmada ise, Forbes ve arkadaşları (2018) öğretmenlerin mühendislik tasarım materyallerini sınıflarında kullanmalarına yönelik yaptığı mühendislik öğretimi dijital kütüphane ortamının öğretmenlerin başarı ve pratiklerine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğretmenlerin mühendislik müfredat ve pedagoji kullanımı ve öğrenme pratiklerindeki başarısının arttığını tespit etmişlerdir.

Porter ve arkadaşları (2019) yaptığı araştırmada ilkokul öğretmenleri mühendislik uygulamalarını sınıflarında uygulamışlardır. Öğretmenlere mühendislik programı eğitimi verilmiştir. Mühendislik müfredat programı eğitiminde öğretmenlerin mühendislik hakkında bilgilerini artırmak ve mühendislik uygulamalarını öğretme üzerine odaklanılmıştır. Öğretmenler uygulamalarında zaman, para, materyal ve bilgi gibi sınırlılıklarla karşılaşmışlardır.

2.7.3 Argümantasyon ile ilgili ulusal alanda yapılan araştırmalar

Argümantasyon uygulamalarına ilişkin ulusal alanda farklı eğitim kademelerinde yapılan çalışmalar incelenmiş ve kısaca açıklanmıştır. Ortaokul düzeyinde yapılan araştırmalardan Kabataş Memiş (2011) Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme (ATBÖ) uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı ve başarılarının kalıcılığına etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin akademik başarılarının arttığı ve öğrenilenlerin kalıcılığının sağlandığı tespit edilmiştir.

Diğer bir çalışmada Demirel (2015) 8. sınıf öğrencileri ile kuvvet ve hareket ünitesinde argümantasyona dayalı etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı

farklılık sağlamadığını, grupla argümantasyonun bireysel argümantasyona göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Ortaokul 8. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen çalışmalardan Cömert (2019) araştırmada asitler ve bazlar ünitesinde argümantasyon uygulamalarının öğrencilerin başarı, kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri deney grubu öğrencileri lehine anlamlı düzeyde farklılaşırken, öğrencilerini akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri açısından anlamlı farklılık elde edilememiştir.

Yine 8. Sınıf öğrencileri ile Kutluer (2020) tarafından yürütülen madde döngüleri ve çevre sorunları konusunda yapılan çalışmada ATBÖ uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları ve argümantasyon seviyelerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda ATBÖ yaklaşımının öğrencilerin akademik başarı, derse yönelik aktif katılım, öğrencilerin kendi aralarında tartışma, fikir alışverişinde bulunma ve argümantasyon becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

7. sınıf öğrencileri ile yapılan araştırmalardan Temiz Çınar (2016) elektrik konusunda bilimsel argümantasyona dayalı uygulamaların öğrencilerin akademik başarı ve kavramsal anlamaları üzerine etkisini incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre argümantasyon uygulamaları öğrencilerin başarı, kavramsal anlama ve tartışma isteklilik durumlarını etkili bir şekilde artırırken, öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri açısından anlamlı farklılık sağlanmamıştır.

Aynı sınıf düzeyinde gerçekleştirilen bir diğer uygulamada Demirel (2017) argümantasyon destekli artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları, fene yönelik güdülenmeleri, eleştirel düşünme becerileri ve argümantasyon becerilerine etkisini incelemiştir. Yapılan araştırma argümantasyon destekli artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin başarı ve güdülenmelerini artırmada daha etkili olduğunu, öğrencilerin tümdengelim yoluyla çıkarım yapma becerisini geliştirdiğini göstermiştir.

7. sınıf öğrencileri ile yürütülen bir başka çalışmada Küçüköner (2018) kuvvet ve hareket konusunda argümantasyon destekli kavramsal değişim metinleri ve animasyonların öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisini araştırmıştır. Araştırma

sonucunda argümantasyon temelli kavramsal değişim metinleri ve animasyonların öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinde anlamlı düzeyde farklılık sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Meral (2018) yaptığı çalışmada ATBÖ yaklaşımının ortaokul öğrencilerinin başarı, eleştirel düşünme eğilimi ve argüman oluşturma becerilerine etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin başarı, eleştirel düşünme eğilimleri ve argüman becerileri açısından anlamlı farklılık sağlanmıştır.

Bir diğer çalışmada Özcan (2019) sosyo-bilimsel argümantasyon yönteminin ortaokul öğrencilerinin girişimcilik, sürdürülebilir Fen bilimlerine yönelik tutum ve öğrendikleri bilgileri günlük hayatla ilişkilendirme düzeylerine etkisini incelemiştir. Yapılan araştırmada sonuçlarına göre argümantasyon yöntemi deney grubu öğrencilerinin girişimcilik düzeyleri ve bilgileri günlük hayatla ilişkilendirme düzeylerinin anlamlı düzeyde değişmesini sağlamıştır. Ayrıca öğrencilerin fen eğitiminin sürdürülebilirliğine yönelik görüşlerinde olumlu yönde değiştiği tespit edilmiştir.

Yine Kalemkuş (2018) ilkokul 4. sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada argümantasyon destekli fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve akademik başarılarında anlamlı farklılık sağlamıştır.

Ortaöğretim öğrencileri ile yapılan başka bir çalışmada Gültepe (2011) argümantasyona dayalı uygulamaların öğrencilerin eleştirel düşünme ve bilimsel süreç becerilerine etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerinin bilimsel süreç ve eleştirel düşünme becerileri açısından deney grubu lehine anlamlı farklılık elde edilmiştir.

Lisans öğrencileri ile argümantasyon uygulamalarına yönelik gerçekleştirilen araştırmalardan Cengiz (2017) yaptığı çalışmada argümantasyon uygulamalarının maddenin hâlleri ve ısı konusunda öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşleri ve öğretme becerilerine etkisini incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşleri gelişmiş ve daha bilinçli hale gelmiştir. Ayrıca argümantasyon uygulamaları öğretmen adaylarının öğretme becerilerine katkı sağlamıştır.

Bir diğerk araştırmada Ecevit (2018) argümantasyona dayalı araştırma-sorgulama uygulamalarının lisans öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ve eleştirel düşünme eğilimlerine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda yöntemin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, üst biliş farkındalık düzeyleri, eleştirel düşünme eğilimleri ve bilimin doğası ile ilgili görüşlerinin gelişmesine katkı sağladığını belirlemiştir.

Öğretmen adaylarıyla yürütölen farklı bir çalışmada Karakaş (2018) çevre ve enerji konularında argümantasyon yoluyla öğretimin öğrencilerin başarı, argüman oluşturma ve eleştirel düşünme becerilerine etkisini incelemiştir. Yapılan araştırma ile argümantasyon temelli öğretimin lisans öğrencilerinin eleştirel düşünme becerileri, akademik başarıları ve argüman oluşturma becerilerinin anlamlı düzeyde değiştiği tespit edilmiştir.

Bayram (2019) öğretmen adayları ile yaptığı argümantasyon uygulamalarının öğrencilerin sosyobilimsel pedagojik alan bilgilerine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda argümantasyon uygulamalarının öğrencilerin pedagojik alan bilgilerini anlamlı düzeyde değiştirdiği sonucuna ulaşmıştır.

2.7.4 Argümantasyon ile ilgili uluslararası alanda yapılan araştırmalar

Argümantasyon ile ilgili uluslararası alanda ilkokul öğrencileri ile yürütölen araştırmalardan Larrain ve arkadaşları (2014) argümantasyon uygulamalarının öğrencilerin öğrenme, argümantasyon beceri ve fene yönelik tutuma etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin başarı ve fene yönelik tutumlarında anlamlı fark elde edilemezken, argümantasyon becerilerinde deney grubu lehine anlamlı farklılık elde etmiştir.

İlkokul öğrencileri ile yapılan bir başka çalışmada Xiao (2015) ilkokul öğrencilerinin sosyobilimsel konularda sınırlı düzeyde ve düşük seviyede argüman yazma becerilerine sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yapılan araştırma ile öğrenciler bilimsel açıklamaları değerlendirme ve kendi fikirlerini farklı açılardan inceleme durumları gelişmiştir.

İlkokul ve ortaokul öğrencilerinden her iki eğitim düzeyini de kapsayan araştırmalardan Mathis ve arkadaşları (2017) mühendislik tasarım uygulamalarını argümantasyon yöntemi ile desteklemiştir. Argümantasyonun en önemli etkisi

mühendislik tasarım uygulamalarının son tasarımın müşteriye açıklanması ve savunulmasında kullanılmasıdır. Argümantasyon uygulamalarının tasarım süreci, tasarımsal düşünme ve mühendislik bağlamında iletişim süreçlerinde faydalı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ortaokul kademesinde yapılan çalışmalar incelenecek olursa; Chen ve She (2012) 8. sınıf öğrencileri ile Fizik dersinde yaptığı argümantasyon destekli çalışmaların deney grubu öğrencilerinin argümantasyon yetenekleri ve bilimsel kavram kazanımında anlamlı farklılık elde etmiştir.

Yine Knight ve McNeill (2012) ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada öğrencilerin yazılı argüman becerilerini incelemiş, öğrencilerin hem yazılı hem sözlü argümantasyon becerilerinde öğretmenlerin etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Bir diğer çalışmada Crowell ve Kuhn (2014) ortaokul öğrencileri ile yaptığı 3 yıl süren bir çalışma sonucunda öğrenciler argümantasyon söylev becerileri kazanmışlardır.

Craig-Hare ve arkadaşları (2017) ortaokul öğrencileri ile yaptığı araştırmada bilimsel argümantasyonun çevrim içi oyunlarla sosyobilimsel konularla ele alınmasının öğrenme ürünlerine etkisini araştırmıştır. Yapılan çalışma sonucunda sosyobilimsel konularda argümantasyonun öğrenciler üzerinde pozitif ve destekleyici sonuçlar sağladığını belirtmiştir.

8. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen farklı bir çalışmada Chu ve arkadaşları (2019) fen sınıflarında argüman destekli mühendislik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin mühendislik kimlikleri (mühendislik farkındalık ve mühendislik ilgi) etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda kız öğrencilerin mühendislik farkındalık ve mühendislik ilgi puanlarının erkek öğrencilere oranla daha düşük olduğunu tespit etmiştir.

Başka bir araştırmada Heng ve arkadaşları (2014) bireysel ve grupla argümantasyonun öğrencilerdeki etkilerini karşılaştırmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin grupla argümantasyondaki performanslarının bireysel argümantasyona göre daha iyi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Ortaöğretim öğrencileri ile yapılan çalışmada ise; Myers (2015) Biyoloji dersinde argümantasyon destekli soruşturma süreçlerinin öğrencilerin Biyoloji disiplin bilgisi ve argümantasyon becerilerine etkisini araştırmıştır. Argümantasyon uygulamaları öğrencilerin argümantasyon becerilerinin gelişimi, Biyoloji bilgilerinin artırılması ve sürece dâhil olmalarını pozitif etkilemiştir.

Lisans öğrencileri ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde; Martínez ve Valdivia (2016) yüksekokuldaki öğrencilerin argümantasyon (bilimsel tartışma) becerilerinin grafik araçları kullanılarak analiz edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin içerik bilgileri ve analitik becerileri açısından anlamlı farklılık elde edilmiştir.

Bir diğer üniversite öğrencileri gerçekleştirilen çalışmada Psycharis (2016) Fen ve Matematik eğitiminde argümantasyonun öğrencilerin giriş aşamasındaki kavramları edinmelerinde etkili olduğu ve öğrencilerin zamanla argümantasyon seviyelerinin arttığı sonucuna ulaşmıştır.

Biyoloji öğretmenleri ile yapılan araştırmalardan Probosari ve arkadaşları (2017) öğretmenlerin argümantasyona yönelik görüşlerini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğretmenlerin büyük çoğunluğunun argümanla muhakemeyi benzer kabul ettiğini, argümantasyonla öğretimle düşük motivasyon, sınırlı araçlar ve yöneme yönelik sınırlı bilginin engel olarak karşımıza çıktığı sonucuna ulaşmışlardır.

Yine Biyoloji öğretmenleri ile yürütülen başka bir çalışmada Ramli ve arkadaşları (2017) Biyoloji dersinde argümantasyon sürecini analiz etmişlerdir. Araştırma sonucunda öğretmenlerin pedagojik becerileri ve argümantasyon işleminde açık uçlu soruların kullanımı arttıkça argümantasyon sürecinin geliştiğini belirtmişlerdir.

2.7.5 21. yüzyıl yaşam becerileri ile ilgili ulusal alanda yapılan araştırmalar

21. yüzyıl becerileri ile ilgili ilkökul öğrencileri ile yapılan araştırmada Kılıç (2015) aktif öğretim sürecinin öğrencilerin yaşam becerilerine etkisini incelemiş, araştırma sonucunda aktif öğretim tekniklerinin öğrencilerin takım çalışması, liderlik ve öğrenmeyi öğrenme gibi öz yönetim becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır.

Ortaokul eğitim kademesinde yapılan çalışmalardan; Karakaş (2015) araştırmasında 8. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerine ne oranda sahip olduklarını tespit etmeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucunda 8. sınıf öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin sosyal, bilişsel ve duyuşsal boyutlarına büyük oranda sahip oldukları tespit edilmiştir.

Aynı şekilde 8. sınıf öğrencileri ile yürütülen Diker Akman (2019) yaptığı uygulamada TIMSS Fen Bilimleri sonuçlarını 21.yy becerileri açısından incelemiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin TIMSS Fen puanları ile 21. yy becerileri arasında bir ilişki tespit edilmemiştir.

Ortaokul 5. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen başka bir çalışmada Özgün (2019) yaratıcı drama destekli öğretimin öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri üzerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin 21. yüzyıl öğrenme beceri düzeyi envanteri açısından deney grubu lehine anlamlı farklılık bulunamamıştır.

Başka bir araştırmada Korkmaz (2019) ATBÖ uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin epistemolojik inanç ve 21. yüzyıl becerilerine etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerin alt boyutlarından sosyal hassasiyet açısından deney grubu lehine anlamlı farklılık elde edilmiştir.

Bir diğer çalışmada Benek (2019) sosyobilimsel STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin 21. yüzyıl becerileri ve tutumlarına etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda, STEM etkinliklerinin öğrencilerin 21. yüzyıl beceri ve STEM'e yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği, öğrencilerin 21. yüzyıl beceri ve STEM'e yönelik tutumlarını kalıcı bir şekilde geliştirdiği tespit edilmiştir.

Ortaokul özel yetenekli öğrencileri ile yürütülen farklı bir araştırmada Külegel (2020) çevre eğitiminde STEM uygulamalarının öğrencilerin çevreye yönelik algıları ve 21. yüzyıl becerilerine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda STEM uygulamalarının öğrencilerin çevreye yönelik algıları ve 21. yüzyıl becerilerini artırmada etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Lisans öğrencileri ile gerçekleştirilen çalışmalardan Başar (2018) Fen Bilimleri öğretmen adaylarının Fen Bilimleri'nde Matematik' in kullanımına yönelik 21. yüzyıl becerileri öz yeterlik algı düzeylerine etkisini araştırmış, lisans öğrencilerinin 21. yüzyıl becerileri öz yeterlik algı düzeylerinin yüksek olduğu tespit etmiştir.

Yine başka bir araştırmada Çolak (2019) Fen bilgisi lisans öğrencilerinin 21.yüzyıl becerilerine yönelik algılarını araştırmıştır. Araştırma sonucunda lisans öğrencilerinin 21.yy. becerileri özyeterlik algılarının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Öğretmenlerle 21. yüzyıl becerilerine yönelik yapılan çalışmalardan Çolak (2018) Fen Bilimleri disiplininin 21. yüzyıl becerilerinin edinilmesine ilişkin ortaokul Fen Bilimleri öğretmenleri görüşlerini incelemiştir. Araştırma sonucunda öğretmenlerin Fen Bilimleri dersinin 21. yy. becerilerini kazandırmadaki etkililiği ile ilgili kararsız kaldıkları ve dersin 21. yy. becerilerini kazandırmadaki rolüne kısmen katıldıkları belirlenmiştir.

Meslek lisesi öğretmenleri ile gerçekleştirilen araştırmada Cemaloğlu ve arkadaşları (2019) öğretmenlerin 21. yüzyıl becerileri özyeterlik algılarını incelemiştir. Çalışma sonucunda öğretmenlerin 21. yy. becerileri özyeterlik algı seviyelerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Genç öğretmenlerin öğrenme ve yenilenme becerileri alt boyutunda daha yüksek seviyede algıya sahip oldukları bulunmuştur. Öğretmenlerin algılarının cinsiyet, mesleki kıdeme ve eğitim durumuna göre farklılık göstermediğini tespit edilmiştir.

2.7.6 21. yüzyıl yaşam becerileri ile ilgili uluslararası alanda yapılan araştırmalar

21. yüzyıl yaşam becerilerine yönelik ilk ve ortaokul öğrencileri ile uluslararası alanda yapılan çalışmada Sontgerath ve Meadows (2018) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamalarını yer aldığı robotik programlarının öğrencilerin fen ilgi ve kimliklerine, 21. yüzyıl becerilerinden olan kritik düşünme, azim, akran ve yetişkinlerle iletişime etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda tek cinsiyetten oluşan gruplarla, her iki cinsiyetten oluşan grupların fen ilgi ve kimlikleri arasında anlamlı bir farklılık elde etmezken, kız öğrenci gruplarının akranlar arası iletişimi ile erkek öğrencilerin akranlar arası iletişime göre anlamlı düzeyde farklılık elde etmişlerdir.

Ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirilen başka bir araştırmada Ball ve arkadaşları (2016) 21. yüzyıl yaşam ve kariyer becerileri ile öğrencilerin liderlik ve sorumluluk, akranlar ile etkili bir şekilde çalışabilme ve uyum sağlama becerilerini ölçtüğünü ve sınıf çevrelerinin desteklenmesi öğrencilerin 21. yüzyıl yaşam ve kariyer becerilerini desteklediğini belirlemiştir.

Ortaöğretim öğrencileri ile yapılan çalışmalardan Jacobson-Lundeberg (2016) öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri ile ilgili ne düşündüğü ve hayatlarına nasıl yansıtıktıkları ile ilgili çalışmada öğrenciler 21. yüzyıl becerilerinden etkileşimin kilit öneme sahip olduğu ve işbirliği ile kendi yaratıcılıklarını harekete geçirdiğini belirtmişlerdir.

Bir diğer çalışmada Eryandi ve Nuryanto (2020) mühendislik programında ortaöğretim öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerilerine etkisini incelemiş, araştırma sonucunda teori ve pratiğin öğretilmesinde geliştirilen programın etkili olduğunu sonucuna ulaşmıştır.

Teknik lise öğrencileri ile 21. yüzyıl iş becerilerine yönelik gerçekleştirilen bir başka çalışmada, Garrison (2018) öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri ile ilgili etkili yazılı ve sözlü iletişim becerilerine sahip olması, diğer bireylerle birlikte çalışabilme yeteneği, iş birliği ve problem çözme becerilerine sahip olması gerektiğini belirtmiştir.

Farklı bir araştırmada Van Laar ve arkadaşları (2017) 21. yüzyıl becerileri ile dijital beceriler arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırma sonucunda 21. yüzyıl becerilerinin dijital becerilerden daha kapsamlı olduğu ve 21. yüzyıl becerilerinin iletişim teknolojileri destekli olmasının gerekmediğini belirtmişlerdir.

Eğitim sistemlerine üzerine yapılan bir başka çalışmada Wang, Lavonen ve Tirri (2018) Çin ve Finlandiya eğitim sistemini 21. yüzyıl yeterlilikleri açısından karşılaştırmışlardır. 21. yüzyıl yeterliliklerinin Finlandiya eğitim sisteminde daha çok yer aldığı, her iki eğitim sisteminde sorgulama ve bilgi okuryazarlığına önem verildiği sonucuna ulaşmıştır.

21. yüzyıl becerilerinin değerlendirilmesine yönelik yürütülen bir diğer araştırmada Webb ve arkadaşları (2018) 21. yüzyıl becerilerinin değerlendirilmesinin nasıl yapılabileceği araştırmışlardır. 21. yüzyıl becerilerin kompleks olmasından dolayı bu becerilerin ölçülmesinde kapsamlı bir tarzda bir sorgulama yapılarak, kesin ölçüm sonuçları ile korelasyon ve aynı zamanda bazı sonuçlara ulaşmak için nedensel zincirleme yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.



3. YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde, araştırma yöntemi, araştırma modeli, araştırma deseni, araştırmanın evreni ve örnekleme, araştırmanın çalışma grubu, araştırma verilerinin toplanmasında kullanılan ölçme araçları, deneysel işlem süreci, veri toplama araçlarının geçerlilik ve güvenirlik çalışmaları ile verilerin analizi yer almaktadır.

3.1 Araştırmanın Modeli

Araştırmada ortaokul 7. sınıf argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının mevcut Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'na dayalı öğretim uygulamalarına göre öğrencilerin akademik başarı ve 21. yüzyıl yaşam becerileri açısından anlamlı bir farklılığa sebep olup olmadığının tespit edilmesi için karma yöntem (mixed-method) araştırma modeli kullanılmıştır.

3.1.1 Karma yöntem araştırması

Karma yöntem; sağlık, sosyal ve davranış bilimleri alanlarında kullanılan, problemi anlamak için hem nicel hem nitel verilerin toplanarak bütünleştirilmesiyle sonuçların çıkarıldığı bir yaklaşımdır. Karma yöntem kapalı uçlu veri (nicel) ve açık uçlu (nitel) verilerden çıkarılmış 2 farklı bakış açısı sunar (Creswell, 2015). Karma yöntem araştırmaları nicel ve nitel yöntemlerin farklı yönlerinin birleştirilmesi ile oluşur (Edmonds ve Kennedy, 2017). Karma yöntem araştırmaları bir projede nicel ve nitel verilerin toplanıp bütünleştirilmesini içermektedir (Leavy, 2017).

Karma yöntem araştırmaları tek bir çalışma gibi görünse de aynı araştırma sorusuna yönelik çoklu metotların kullanılmasını esas alan bir dizi çalışma içerir (Anderson, 2016). Karma yöntem araştırmalarında nicel metotlar tümdengelim, doğrulama, hipotez test etme, açıklama, tahmin etme, verilerin toplanmasını standart hale getirme, istatistiksel analiz ve nitel metotların tümevarım, keşfetme, teori üretme ve nitel analiz gibi kritik özelliklerinin dikkate alınması gerekir (Edmonds ve Kennedy, 2017).

Tüm araştırma yöntemlerinde birtakım sınırlılıklar mevcuttur. Karma yöntem araştırmalarında hem nicel hem nitel desenler kullanılarak, desenler birbirlerinin zayıf ve kuvvetli yönlerini dengeleyebilmektedir (Anderson, 2016). Karma yöntem araştırmalarında hem nicel hem nitel yaklaşımlar kullanıldığından değerlidir.

Tümdengelim ve tümevarım yaklaşımlarının birleştirilmesiyle nicel ve nitel verilerin üretilmesi sağlanır. Karma yöntem araştırmaları karmaşık problem ve konularla çalışma, problemleri tanımlama, açıklama ve değerlendirmede uygun ve faydalıdır (Leavy, 2017).

Karma yöntem araştırmalarında üç temel desen ve desenler üzerine kurgulanan üç gelişmiş desen bulunmaktadır. Karma yöntem araştırmalarında temel desenler; birleştirme (çeşitleme) deseni, keşfedici ardışık desen ve açıklayıcı ardışık desen olmak üzere 3 desenden oluşur (Creswell, 2015). Karma yöntem araştırmalarında ardışık, yakınsak ve iç içe olmak üzere başlıca 3 desen bulunur (Leavy, 2017).

Ardışık desende nicel ve nitel verilerin toplanması sırayla yapılır. Nicel ve nitel yöntemlere eşit derecede önem verilir. Ardışık desen açıklayıcı ardışık desen ve keşfedici ardışık desen olarak 2 şekilde yapılabilir (Leavy, 2017).

Keşfedici ardışık desende problem önce nitel yöntemlerle keşfedilir. Nicel aşama için nitel bulgular kullanılır. Öncelikle nitel veri toplama ve analizi ile yeni veri toplama araçları geliştirme ve nicel bölümü tasarlama için nitel sonuçlar kullanılır. Nicel aşama ve verilerin analizinden sonra çıkarım elde edilir (Creswell, 2015).

Keşfedici ardışık desen; nitel metotlarla bir konu keşfedilerek nitel veriler nicel bir araştırma gerçekleştirmek için kullanılır (Leavy, 2017). Keşfedici ardışık desen; araştırmacılar birinci aşamada nitel bulgular doküman geliştirmek için kullanılır. İkinci aşamada doküman nicel olarak test edilir (Edmonds ve Kennedy, 2017).

Açıklayıcı ardışık desen ise nicel sonuçları açıklamak için nitel verilerin kullanıldığı desendir. İlk aşama nicel veriler toplanıp analiz edilir. Nicel sonuçları açıklamaya yardımcı olmak için nitel veriler toplanıp analiz edilir (Creswell, 2015). Açıklayıcı ardışık desende, nicel sonuçlar öncelikle vurgulanır. Nicel sonuçları açıklamak için nitel veriler kullanılır (Edmonds ve Kennedy, 2017). Açıklayıcı ardışık desende nicel bulguları açıklamak için nitel veriler toplanıyorsa bu yöntemin entegrasyonunda açıklayıcı veriler araştırılır. Bir veri diğerini açıklamak için kullanılır (Leavy, 2017).

Karma yöntem araştırmalarında kullanılan başlıca 5 deseni çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Karma yöntem desenleri (Leavy, 2017).

Desen	Yöntem	Bütünleştirme Şekli
Açıklayıcı Ardışık Desen	Nicel bulguları açıklamak için nicel metotları nitel metotlar takip eder.	Veriler açıklanır.
Keşfedici Ardışık Desen	Nitel metotlarla bir konu keşfedilir. Nicel dokümanları uygulamak ve geliştirmek için nitel bulgular kullanılır.	Veriler yapılandırılır.
Sıralı Desen	Nicel ve nitel veriler eş zamanlı toplanır. Veriler bir araya getirilerek paylaşılır.	Veriler birleştirilir.
İç içe desen I	Öncelikli nicel bir desen içerisine ikinci bir nitel bileşen yerleştirilir.	Veriler yerleştirilir.
İç içe desen II	Başlıca nitel bir desen içerisine ikinci bir nicel bileşen yerleştirilir.	Veriler yerleştirilir.

Çizelge 3.1’de görüldüğü gibi; açıklayıcı ardışık desende nicel sonuçlara öncelik verilir, nicel bulguları açıklamak için nitel bulgulara başvurulur (Edmonds ve Kennedy, 2017). Sıralı desen; nicel ve nitel verilerin toplanması ve verilerin analizi birlikte yapılır. Bulgular karşılaştırılarak analizler birleştirilir (Leavy, 2017). Eş zamanlı paralel desen; nicel ve nitel yöntemlerle verilerin toplanması farklı veri toplama araçları ile aynı zamanda yapılır. Verilerin analizi de eş zamanlı yapılır (Edmonds ve Kennedy, 2017).

İç içe gömülü desen; araştırma soruları nicel ve nitel farklı verilerin toplanmasını gerektirdiğinde kullanılır. Gömülü desende nicel ya da nitel yöntemlerden birisi öncelikli temel rol oynar (Edmonds ve Kennedy, 2017). İç içe desen; bir metot başlıca metot olarak kullanılırken, ek verilerin toplanması için ise ikinci bir metot kullanılır. İkinci metotla toplanan veriler birinci metodu güçlendirmek için kullanılır. Nitel verilerin nicel desenlerin içine yerleştirilmesi durumunda nicel metotlar öncelikli metot olarak ele alınırken nitel veriler desene yerleştirilir. Nicel verilerin nitel desenlerin içine yerleştirilmesi durumunda ise nitel metotlar ana metot olarak yöntemde yer alırken nitel veriler desene yerleştirilir (Leavy, 2017).

3.2 Araştırma Deseni

Araştırmada karma yöntem temel desenlerinden açıklayıcı ardışık desen kullanılmıştır.

Açıklayıcı ardışık desen kullanılan araştırmalarda öncelikle nicel veriler toplanıp analiz edilir. Elde edilen nicel sonuçları açıklamak için nitel verilerden yararlanılır (Creswell, 2015). Açıklayıcı ardışık desende nicel bulguları açıklamak için nicel

metotları nitel metotlar takip eder (Leavy, 2017). Nicel sonuçlar öncelikle vurgulanır, nicel sonuçları açıklamak için nitel veriler kullanılır (Edmonds ve Kennedy, 2017).

Araştırmada öncelikle nicel veriler toplanmış, nicel verilerden elde edilen analizlerin açıklanmasında nitel verilerden yararlanılmıştır. Araştırmanın nicel boyutu olan deneysel araştırma sürecinde, 2019-2020 eğitim öğretim yılı bahar döneminde argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve 21. yüzyıl yaşam becerilerine etkisini incelemek amacıyla ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen esas alınmıştır. Araştırmanın nitel boyutu ise durum çalışması (case study) desenine göre yürütülmüş, öğrencilerle odak grup görüşmesi gerçekleştirilmiştir.

3.3 Evren ve Örneklem

Araştırmanın evreni Konya ilinde yer alan ortaokullarda eğitim-öğretim gören tüm 7. sınıf öğrencilerini kapsamaktadır. Araştırma nicel boyutunda örneklemnin belirlenmesi için, çalışma evreninden örneklem seçimi kolay ulaşılabilir örneklem yöntemi ile yapılmıştır. Araştırmanın nitel boyutunda ise nicel kısmın örneklemini içerisinden seçilen amaçlı örneklem kullanılmıştır.

Açıklayıcı ardışık desende nicel veriler için seçkisiz örnekleme, nitel veriler için amaçlı örnekleme kullanılır. Nitel kısma ait örnekleme nicel kısma ait örneklemin bir alt kümesi gibidir (Creswell, 2015).

3.4 Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu 2019-2020 eğitim-öğretim yılı Konya İl'i Bozkır İlçesi'nde bir devlet ortaokulunda 7. sınıfta eğitim-öğretim gören 48 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmanın gerçekleştirildiği devlet okulunda 7/A-B-C olmak üzere 3 adet 7. sınıf bulunmaktadır. Okul idarecileri ile yapılan görüşmeler sonrasında şubelerin oluşturulması esnasında herhangi bir kriterin esas alınmadığı, sınıflardaki öğrencilerin akademik başarıları ve velilerin sosyo-ekonomik düzeylerinin benzer olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmanın nicel aşaması için yapılan kura sonucunda rastgele 7/B sınıfı deney grubu, 7/C sınıfı ise kontrol grubu olarak atanmıştır. Araştırmanın nitel çalışma grubu deney grubunu oluşturan öğrenciler arasından seçilen 6 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın nicel ve nitel çalışma grubunun cinsiyete göre dağılımı Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırmanın nicel ve nitel çalışma grubunun cinsiyete göre dağılımı.

	Deney Grubu				Kontrol Grubu			
	Kız		Erkek		Kız		Erkek	
	f	%	F	%	f	%	f	%
Nicel Çalışma Grubu	12	50	12	50	11	45.83	13	54.16
Nitel Çalışma Grubu	3	50	3	50	-	-	-	-

Çizelge 3.2’ de ifade edildiği gibi nicel çalışma grubunu oluşturan deney grubu öğrencilerinin 12 (%50)’si kız, 12 (%50)’si erkek öğrencilerden oluşurken, kontrol grubu öğrencilerinin ise 11 (%45.83)’ i kız, 13 (%54.16)’ü erkek öğrencilerden oluşmaktadır.

Nitel çalışma grubunu ise 3 (%50)’ü kız öğrenciler, 3 (%50)’ü erkek öğrenciler oluşturmaktadır.

3.5 Veri Toplama Araçları

Araştırmada karma yöntem araştırma deseni kullanıldığından, nicel ve nitel veri toplama araçları birlikte kullanılmıştır.

Veri toplama araçları nicel ve nitel veri toplama araçları olarak iki kategoride ele alınmış, bu araçlara ait geçerlilik ve güvenilirlik süreçleri ile araçların psikometrik özelliklerine yer verilmiştir.

Araştırmanın her bir alt problemi için kullanılan veri toplama araçları Çizelge 3.3’ de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Veri toplama araçlarının araştırmanın alt problemlerine göre dağılımı.

Alt Problemler	Veri Toplama Aracı	Katılımcı Sayısı
Argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinde öğrencilerin akademik başarılarına etkisi var mıdır?	Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi	48
Argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinde öğrencilerin 21. Yüzyıl yaşam becerilerine etkisi var mıdır?	21. Yüzyıl Yaşam Becerileri Ölçeği	48
Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının Fen Bilimleri dersinde kullanılmasına yönelik düşünceleri nelerdir?	Yönteme ilişkin Odak Grup Görüşmesi Soruları	6
Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılmasıyla kendilerinin 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişimine yönelik düşünceleri nelerdir?	Yönteme ilişkin Odak Grup Görüşmesi Soruları	6
Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında kullanılan etkinliklere yönelik düşünceleri nelerdir?	Yönteme ilişkin Odak Grup Görüşmesi Soruları	6
Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile tasarım sürecini uygulama becerileri nasıl değişmektedir?	Yönteme ilişkin Odak Grup Görüşmesi Soruları	6
Argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarının değişimini nasıl açıklamaktadır?	Yönteme ilişkin Odak Grup Görüşmesi Soruları	6
Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik destekli öğrenme uygulamalarının kullanılmasıyla kendilerinin argümantasyon becerilerinin gelişimine yönelik düşünceleri nelerdir?	Yönteme ilişkin Odak Grup Görüşmesi Soruları	6

3.5.1 Nicel veri toplama araçları

Araştırmanın nicel verilerini elde etmek amacıyla; araştırmacı tarafından geliştirilen Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi (IMEABT) ve 21. Yüzyıl Yaşam Becerileri Ölçeği (YYYBÖ) veri toplama araçları olarak kullanılmıştır.

3.5.1.1 Işığın madde ile etkileşimi akademik başarı testi (IMEABT)

Araştırmacı tarafından argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemek amacıyla

ortaokul 7. sınıf Fen Bilimleri öğretim programında yer alan “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesine yönelik olarak akademik başarı testi geliştirilmiştir.

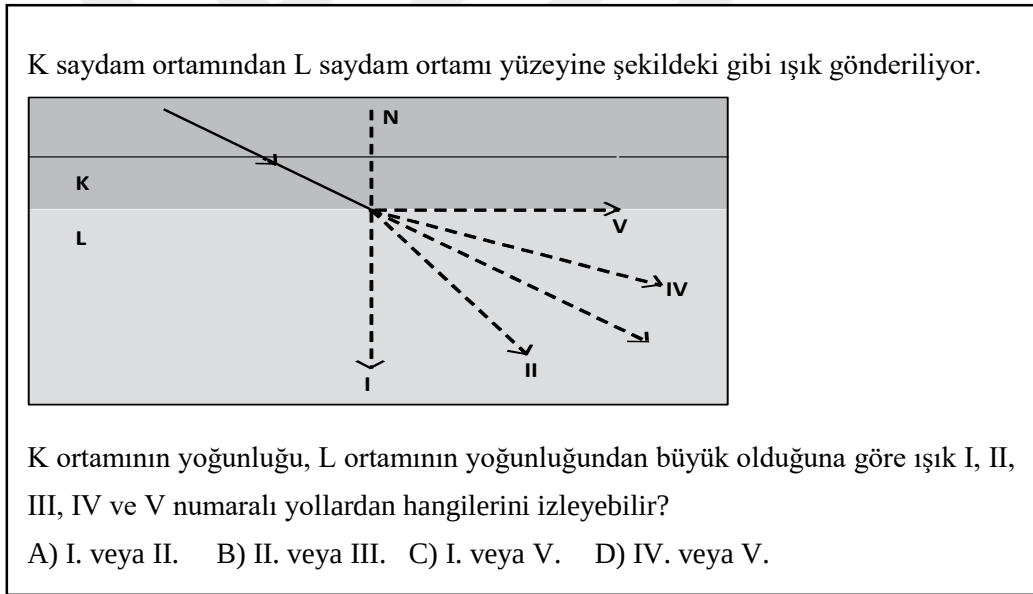
Işığın Madde ile Etkileşimi Ünitesinde Fen Bilimleri öğretim programında 12 kazanım yer almaktadır. Akademik başarı testi, ilkök ve ortaokul Fen Bilimleri dersi öğretim programı 7. sınıf “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesindeki kazanımlara uygun olarak MEB 8. sınıf sınavla öğrenci alacak ortaöğretim kurumlarına ilişkin merkezi sınav soruları, MEB 7. sınıf ilköğretim ve ortaöğretim kurumları bursluluk sınavı soruları (PYBS), fenokulu.com, mebvitamin.com, morpakampüs.com gibi internet sitelerinde yer alan sorular incelenerek araştırmacı tarafından hazırlanmış dört seçenekli 36 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır.

IMEABT geliştirme sürecinde öncelikle testin amacı ve kapsamı belirlenmiş; öğretim programında yer alan “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesi ile ilgili 12 kazanımı ölçmek amacıyla soru havuzu oluşturulup, soru havuzunun kapsam geçerliliğinin incelenmesi için uzman görüşüne başvurulmuştur. Uzman görüşü doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapıp her kazanımla ilgili 3 soru olmak üzere 36 çoktan seçmeli sorudan oluşan deneme form elde edilmiştir. Deneme test maddelerin ünite kazanımlarına uygunluğunu gösteren kapsam geçerliliğinin sağlanması için belirtke tablosu hazırlanmıştır (EK-G). Test maddelerinin yapı geçerliliği için faktör analizi yapılmıştır. Deneme test formu madde analizi için yapılan istatistiksel işlemlerde testte yer alan her bir maddenin güçlük indeksi (p_j) ve madde ayırt edicilik indeksi (r_{jx}) hesaplanmıştır. Madde güçlüğü sorunun doğru cevaplanma yüzdesi iken, madde ayırt ediciliği maddenin bilenle bilmeyeni ayırt etme durumudur. Öğrencilerin verdiği cevaplar SPSS analiz programına aktarılmış ve analiz edilmiştir. Öğrencilerin boş bıraktığı sorular değerlendirmeye katılmamıştır.

Deneme form Bozkır İlçesi’nde bulunan devlet ortaokullarında eğitim öğretim gören “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesini bir önceki yıl öğrenmiş olan 8. sınıf 100 öğrenci ile okul idaresinden gerekli izinler alınarak pilot uygulama olarak gerçekleştirilmiştir. Madde analizinde basit yöntem %27’lik üst ve alt gruplar belirlenmiştir. Pilot çalışmaya 100 öğrenci katıldığından üst ve alt grupta 27 öğrenci bulunmaktadır. Pilot uygulamada elde edilen verilere bağımsız örnekler için t testi yapılmış, tüm maddelerin üst ve alt gruplarda anlamlı farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir. Basit analiz

yöntemine göre her bir maddeye ait madde güçlük indeksi (p_j) ve madde ayırt edicilik indeksi (r_{jx}) hesaplanmıştır.

Madde güçlüğü, maddenin üst ve alt grupta doğru cevaplanma oranını gösterirken, madde ayırt ediciliği üst grup ve alt grupta soruyu doğru cevaplayan bireyleri ayırt etme gücüdür. Madde güçlüğü .50 civarında olması beklenirken, madde ayırt ediciliğinin .40 üzerinde olması maddenin çok iyi olduğu, ayırt edicilik değerinin .30 ile .39 arasında olması maddenin iyi bir madde olduğunu göstermektedir. Ayırt edicilik değeri .20 ile .29 arasında ise maddenin düzeltilmesi gerekirken, madde ayırt ediciliği .20' nin altında olması maddenin ölçekten çıkarılması ya da tamamen gözden geçirilmesini gerektirmektedir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2012). IMEABT 1. sorunun geliştirilme aşamaları örnek olarak verilmiştir. IMEABT de yer alan 1. soru Şekil 3.1' de verilmiştir.



Şekil 3.1. IMEABT 1. soru.

IMEABT geliştirme sürecinde IMEABT de yer alan 1. sorunun pilot uygulamasına ait soruda bulunan seçeneklerin üst ve alt gruplarda cevaplanma oranları Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. IMEABT 1. sorunun ait pilot uygulamasına ait değerler.

Soru	Grup	A	B	C*	D	Toplam
1	Üst	3	3	19	2	27
	Alt	11	5	7	4	27

Çizelge 3.4’ te görüldüğü gibi pilot uygulamada 1. soru üst grupta 19 öğrenci, alt grupta 7 öğrenci tarafından doğru cevaplanmıştır. Üst grupta ve alt grupta soruyu doğru cevaplayan öğrenciler dikkate alındığında 1. sorunun madde güçlüğü (p_j) 0.48, madde ayırt edicilik indeksi (r_{jx}) 0.44 olarak hesaplanmıştır. İMEABT de yer alan 1. sorunun orta güçlükte ve ayırt ediciliği yüksek bir madde olduğu söylenebilir.

İMEABT deneme form ölçeğinde yer alan her bir soruya ait madde istatistikleri Çizelge 3.5’te verilmiştir.

Çizelge 3.5. İMEABT madde istatistikleri.

Madde No	Madde Güçlüğü (p_j)	Madde Ayırt Ediciliği (r_{jx})
1	0.48	0.44
2	0.66	0.66
3*	0.81	0.28
4	0.57	0.55
5*	0.98	0.03
6	0.76	0.48
7	0.70	0.37
8	0.48	0.74
9	0.61	0.48
10	0.75	0.37
11*	0.84	0.28
12	0.76	0.33
13	0.55	0.44
14	0.63	0.44
15	0.57	0.55
16*	0.81	0.27
17*	0.35	0.21
18	0.77	0.37
19*	0.63	0.22
20	0.66	0.59
21*	0.85	0.30
22	0.52	0.52
23	0.61	0.48
24	0.43	0.33
25*	0.81	0.22
26	0.35	0.37
27	0.39	0.55
28	0.61	0.63
29	0.65	0.36
30	0.30	0.44
31*	0.41	0.15
32	0.72	0.33
33	0.67	0.59
34*	0.41	0.30
35	0.61	0.70
36	0.74	0.52

Madde analizleri sonucunda madde ayırt edicilik ve madde güçlük indeksi uygun olmayan 3, 5, 11, 16, 17, 19, 21, 25, 31 ve 34 numaralı maddeler testten çıkarılarak 25 maddeden oluşan Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi (IMEABT) elde edilmiştir. IMEABT' nin ortalama güçlük indeksi 0.622, ortalama ayırt edicilik indeksi 0.505'dir. Testin KR-20 güvenilirlik kat sayısı 0.74 olarak hesaplanmıştır.

3.5.1.2 Yirmi birinci yüzyıl yaşam becerileri ölçeği (YYYBÖ)

Öğrencilerin 21. yüzyıl yaşam becerilerini ölçmek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen 21. Yüzyıl Yaşam Becerileri Ölçeği (YYYBÖ) kullanılmıştır.

YYYBÖ geliştirme sürecinde öncelikle ulusal ve uluslararası alanda 21. yüzyıl yaşam becerileri ile ilgili literatür taraması yapılmış ve ölçülecek özelliğin kapsamı belirlemiştir. 20 ortaokul 8. sınıf öğrencisinden 21. yüzyıl becerileri ile ilgili araştırma yapmaları proje ödevi olarak verilmiş ve "21. yüzyıl becerileri nelerdir? Hangi 21. yüzyıl becerileri niçin önemlidir? Fen Bilimleri dersinde hangi uygulamalar 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişmesini sağlar?" konulu kompozisyon yazmaları istenmiştir. 21. yüzyıl becerileri ile ilgili uluslararası ve ulusal alanda literatür taraması yapılmış, STEM ölçeklerinin 21. yüzyıl becerileri alt boyutları incelenmiş ve madde havuzu oluşturulmuştur. Araştırma kapsamında analitik düşünme, yaratıcılık, takım çalışması, problem çözme becerileri ve araştırma yürütme becerileri 21. yüzyıl yaşam becerileri olarak kabul edilmiştir. Bu 21. yüzyıl yaşam becerileri ile ilgili uluslararası ve ulusal alanda literatür kapsamında duyuşsal, bilişsel ve psiko-motor davranışları kapsayan 70 madde oluşturulmuştur. Deneme formda bulunan maddelerin 31'i bilişsel, 22'si duyuşsal ve 17'si psiko-motor alanını kapsamaktadır ve maddelerin 49'u olumlu, 21'i olumsuz ifadelerden oluşmaktadır. Ölçek 5'li likert tipte hazırlanmıştır. Ölçekte olumlu ifadeler ve puanlaması şu şekildedir: Kesinlikle Katılıyorum, 5 puan; Katılıyorum, 4 puan; Kısmen Katılıyorum, 3 puan; Katılmıyorum, 2 puan; Kesinlikle Katılmıyorum, 1 puanı ifade etmektedir. Olumsuz ifadelerin değerlendirilmesi ise; Kesinlikle Katılıyorum, 1 puan ile Kesinlikle Katılmıyorum, 5 puan arasında değişmektedir. Ölçeğin kapsam geçerliliğine yönelik Fen Bilgisi eğitimi alanında uzman öğretim üyelerinden uzman görüşü alınmıştır. Ölçek için amaç, madde sayısı, cevaplama şekli ve tahmini cevaplama süresini içeren bir yönerge hazırlanmıştır. Ölçek pilot olarak Konya'nın Bozkır İlçesi'nde bulunan devlet ortaokul ve imam hatip ortaokullarında öğrenim gören 420 ortaokul öğrencisine uygulanmıştır. Ölçeği

oluşturan maddelerin geçerliliği ve güvenilirliğini kontrol etmek amacıyla gerekli analizler yapılmıştır. YYYBÖ SPSS 22.0 programıyla faktör analizi gerçekleştirilerek Açımlayıcı Faktör analizi (AFA) yapılmıştır. YYYBÖ'ye ait Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Barlett testi sonuçları Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. YYYBÖ' ye ait Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Barlett testi sonuçları.

Kaiser-Meyer-Olkin Değeri	KMO	.902
Bartlett's Testi Değeri	Ki-kare değeri	2496.11
	df	420
	p	.00
Cronbach's Alpha Değeri		.875

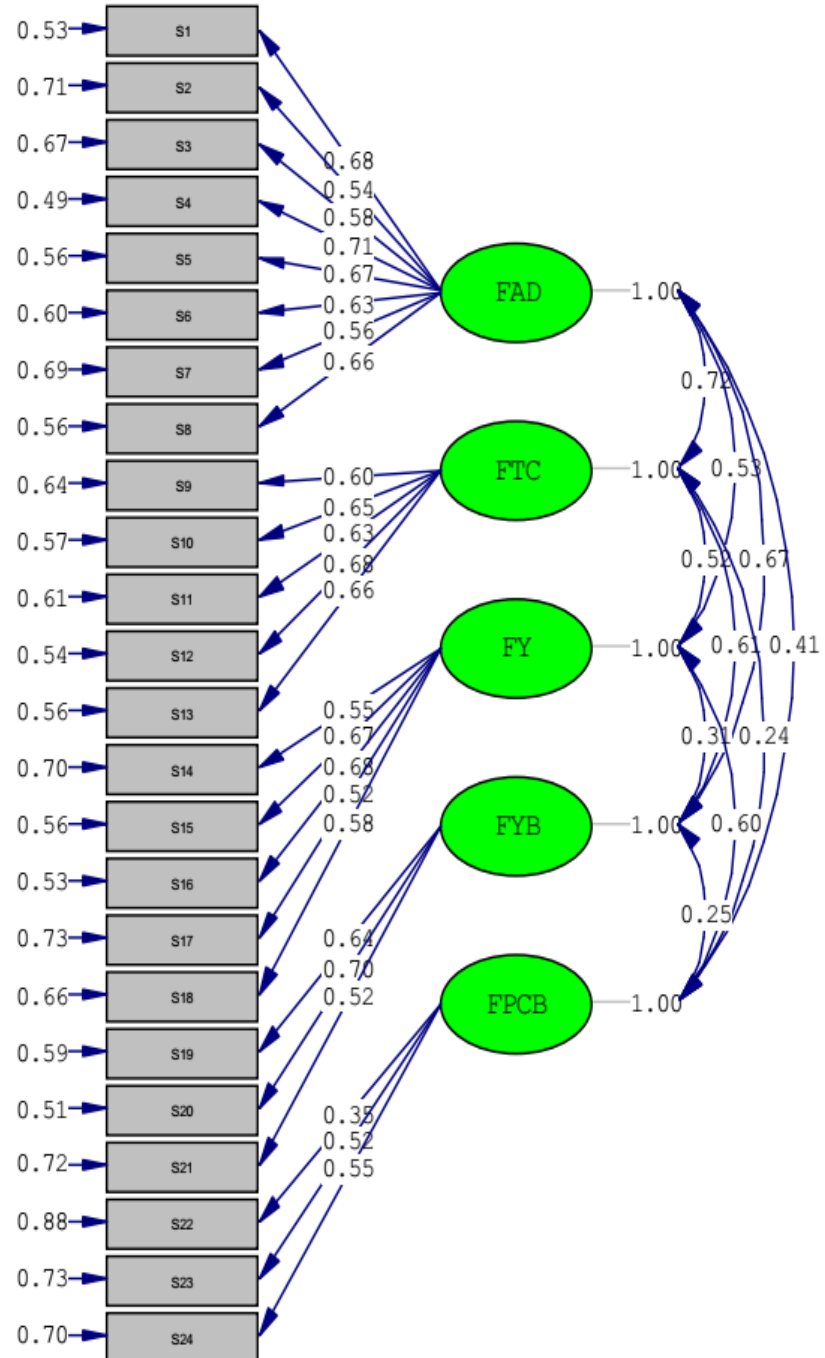
Çizelge 3.6' da görüldüğü YYYBÖ' nün KMO değeri .902 olarak hesaplanmıştır. KMO değeri .902 olması örneklem büyüklüğünün uygun olduğunu göstermektedir. Barlett testi sonuçlarına bakıldığında ki-kare değerinin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. YYYBÖ' ye ait güvenirlik katsayısı Cronbach Alpha değeri .875 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin Barlett testinin anlamlı, KMO değerinin 0.60 ve Cronbach Alpha değeri 0.70 değerinden büyük olması gerekmektedir (Büyüköztürk, 2010). Bu durumda verilerin faktör analizine uygun olduğu görülmektedir.

Deneme formda bulunan 70 maddeden oluşan ölçek AFA' ya tabi tutulduğunda öz değeri (eigenvalue) 1 ve 1'den küçük olan faktörler ölçeğe dâhil edilmemiştir. Ayrıca birden fazla faktörle ilişkili olan ve faktör yükü .30'un altında olan maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Varimax döndürme rotasyonu sonucu 24 maddeden ve 5 faktörden oluşan ölçek varyansın % 51.500' ni açıklamaktadır. Faktörlerin varyans açıklama yüzdeleri Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Faktörlerin varyans açıklama yüzdeleri.

Faktör	Öz değeri	Varyans Yüzdesi	Toplam Varyans Yüzdesi
1	3.686	15.358	15.358
2	2.792	11.632	26.990
3	2.487	10.361	37.351
4	1.858	7.744	45.095
5	1.537	6.406	51.500

Çizelge 3.7’de görüldüğü gibi ölçeğin 5 faktörden oluştuğu ve toplam varyansın %51.500’ nü açıkladığı görülmektedir. Son olarak 24 maddeden oluşan 21. Yüzyıl Yaşam Becerileri Ölçeği için Lisrel 8.80 programı aracılığıyla da Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) gerçekleştirilmiştir. 21. yüzyıl yaşam becerileri ölçeği DFA sonuçları Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. YYBÖ DFA sonuçları.

Şekil 3.2’de görüldüğü gibi madde-faktör katsayıları 0.35 ile 0.71 arasında değişmektedir. Madde-faktör kat sayılarının 0.30’dan büyük olduğu takdirde geçerli olduğu söylenebilir (Schermelleh-Engel, Moosbrugger ve Müller, 2003). DFA sonuçlarının yorumlanarak uyum indeksi değerleri kontrol edilmiştir. YYYBÖ DFA uyum indeksleri Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8. YYYBÖ DFA uyum indeksleri (Schermelleh-Engel vd., 2003).

Uyum indeksleri	Değerler	Uygun Değer
χ^2/sd (316.27/242)	1.30	$0 \leq \chi^2/sd \leq 2$
Hataların Yaklaşık Ortalama Karekökü (RMSEA)	0.027	$0 \leq RMSEA \leq 0.05$
Ortalama Hataların Standartlaştırılmış Karekökü (RMR)	0.040	$0.05 \leq RMR \leq 1.00$
Karşılaştırmalı Uyum İndeksi (CFI)	0.99	$0.95 \leq CFI \leq 1.00$
İyilik Uyum İndeksi (GFI)	0.94	$0.90 \leq GFI \leq 1.00$
Düzeltilmiş İyilik Uyum İndeksi (AGFI)	0.93	$0.85 \leq AGFI \leq 1.00$
Standartlaştırılmamış Uyum İndeksi (NNFI)	0.99	$0.95 \leq NNFI \leq 1.00$
Standartlaştırılmış Uyum İndeksi (NFI)	0.96	$0.90 \leq NFI \leq 1.00$

Çizelge 3.8’ de görüldüğü gibi χ^2/sd değeri 1.30, RMSEA değeri 0.027, RMR değeri 0.040, CFI değeri 0.99, GFI değeri 0.94, AGFI değeri 0.93, NNFI değeri 0.99, NFI değeri 0.96 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak YYYBÖ’ nün geçerli bir modele sahip olduğu söylenebilir. YYYBÖ maddelerinin faktör yükleri ve alt boyutlara dağılımı Çizelge 3.9’da verilmiştir.

Çizelge 3.9. YYYBÖ maddelerinin faktör yükleri ve alt boyutlara dağılımı.

Madde No	Madde	Faktörler				
		Analitik Düşünme	Takım Çalışması	Yaratıcılık	Araştırma Yürütme	Problem çözüme
1	Farklı fikirlerin kullanılabilirliğini değerlendirebilirim.	.723				
2	Girişimci bir ruhla farklı proje ve buluşlara yönelebilirim.	.687				
3	Konu ile ilgili farklı bakış açıları analiz edebilirim.	.662				
4	Farklı fikirleri ifade ederken rahat davranabilirim.	.661				

Çizelge 3.9 (devam). YYYYBÖ maddelerinin faktör yükleri ve alt boyutlara dağılımı.

5	Problemin çözümünde elde edilen verileri analiz edebilirim.	.610				
6	Gözlemlerim sonucunda konu ile ilgili bir yargıya varabilirim.	.596				
7	Sorun için sıralanan çözümlerden en uygun çözümü seçebilirim.	.559				
8	Kendi sorumluluklarımı küçük parçalara ayırarak yerine getirebilirim.	.509				
9	Yakınımdaki insanlarla iyi bir iletişim kurabilirim.		.691			
10	Bir topluluğu ilgilendiren bir karar alacağım zaman tüm bireylerin fikirlerini alırım.		.676			
11	Takım çalışmalarında tüm bireylerin farklılıklarını bir kenara koyarak takım olarak çalışabilmelerinin önemli olduğunu düşünüyorum.		.671			
12	Takım üyeleri benim bir hedefi başarabileceğim konusunda bana güvenebilir.		.636			
13	Grup çalışmalarında üzerime düşen görevi zamanında tamamlamaya çalışırım.		.618			
14	Herkesin düşündüğünden farklı bir çözüm yolu geliştirmenin zor olduğunu düşünüyorum.			.714		
15	Kendi çalışmalarımın orijinalliğini göstermekte zorlanırım.			.687		
16	Bir hedefi başarmak için elde ettiğim sonuçları yorumlamada zorlanabilirim.			.680		
17	Kendime özgü tasarımlar yapamam.			.674		
18	Bir takıma belirli bir hedefe yönelik çalışmalarında liderlik yapmakta zorlanabilirim.			.522		
19	Araştırmaların sonucunda edindiğim bilginin geçerli olup olmadığını kontrol ederim.				.759	
20	Yeni edindiğim bir bilginin bilimsel doğruluğunu araştırırım.				.724	
21	Sorgulama süreçlerini kullanarak bir bilginin doğruluğunu ispatlayabilirim.				.561	
22	Problemleri farklı açılardan ele alabileceğimi düşünmüyorum.					.746
23	Problem çözmek için farklı yöntemler deneyebileceğimi düşünmüyorum.					.724
24	Değişen dünyaya her alanda uyum sağlayabilirim.					.466

Çizelge 3.9’ da görüldüğü gibi YYYYBÖ 1. faktör analitik düşünme olup ilk 8 madde 1. faktör ile ilgilidir. 9 ile 13. maddeler arasında yer alan 5 madde 2. faktör takım

çalışması (iş birliği) ile ilgilidir. 14 ile 18. maddeler arasında yer alan 5 madde 3. faktör yaratıcılık ile bağlantılıdır. 19, 20 ve 21. maddeler 4. faktör araştırma yürütme becerileri ve 22, 23 ile 24. maddeler 5. faktör problem çözme becerileri ilgilidir. YYYBÖ 5 faktörden oluşmaktadır.

3.5.2 Nitel veri toplama araçları

Araştırmanın nitel boyutu durum çalışması (case study) nitel araştırma desenine göre yürütülmüştür. Durum çalışması; bir kavram ya da durumun gerçek hayat bağlamı içerisinde ve derinlemesine sorgulanması içermektedir (Yin, 2018). Durum araştırmaları, bütüncül, doğal Dünya'ya uygun süreç izlemeye yönelik yaygın olarak kullanılan nitel bir yaklaşımdır (Gerring, 2007). Durum çalışmaları, bireylerle ilgili durumları tanımlama, anlama, tahmin etme ve kontrol etmeye odaklanan araştırmalardır (Woodside, 2010).

Durum çalışmalarında birden fazla gözlem gerekebilir. Durum çalışmalarında birey ya da bireylere odaklanılır (Gerring, 2007). Durum çalışmalarının temel prensibi bireyler, etkileşimler, görüşler ve davranışları derinlemesine anlamayı sağlamasıdır. Durum çalışmaları davranışların direkt olarak gözlenmesini mümkün kılar. Teori oluşturma ve teori test etme durum çalışmalarında kullanılabilir. İşlevsel verilerle katılımcıların açıklama ve yorumlamaları sorgulanır. Durum çalışmalarında yazılı doküman ve doğal durumlar analiz edilir. Durum araştırmalarında sıklıkla bireylerin yaşamları ile ilgili hikâyeler toplanır ve yorumlanır. Yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilir (Woodside, 2010).

Durum çalışmalarında araştırmacılar belirli sistematik aşamaları takip etmezler. Durum çalışmalarında durumun tanımlanması ve sınırlandırılması gerekmektedir. Durum çalışmaları keşfedici, betimleyici ve açıklayıcı özelliklere sahiptir. Durum çalışmaları tekli durum ya da çoklu durum çalışması olarak yapılabilir. Durum çalışmaları tekli bütüncül durum çalışması, tekli gömülü durum çalışması, çoklu bütüncül durum çalışmaları ve çoklu gömülü durum çalışmaları olmak üzere 4 şekilde yürütülebilir. Tekli durum çalışmaları araştırmacılar tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Tekli gömülü durum deseninde konu alt birimlere ayrılır. Alt birimlere ayrılan kavramlar daha detaylı incelenir (Yin, 2018).

Araştırmada nitel veriler deney grubu öğrencileri ile uygulama sonrasında odak grup görüşmesi gerçekleştirilerek elde edilmiştir. Odak grup görüşmesi, belirli bir grup bireyin belirli bir konuya yoğunlaşarak etkileşimli bir tartışmaya katılmasıyla elde edilen nitel bir yaklaşımdır. Odak grup görüşmeleri sosyal bilimler araştırmalarında gittikçe merkezi bir nitel yaklaşım haline gelmektedir. Odak grup görüşme yöntemi esnek bir araştırma metodu olup çok çeşitli kullanım alanı mevcuttur. Odak grup görüşmeleri açıklama ve değerlendirme araştırmalarında kullanılabilir, karma yöntem araştırmalarının değerli bir bileşeni olarak kabul edilmektedir (Hennink, 2014). Odak grup görüşmesi, belirli bir grup bireyin bilimsel bir konu hakkında tartışmalarını içeren ve nitel araştırmalarda kullanılan eşsiz bir metottur (Hennink, 2007).

Odak grup görüşmeleri özellikle karma araştırma desenlerinde nicel yöntemlerle ulaşılamayan verileri elde etmek amacıyla kullanılan nitel yaklaşımlarda kullanılmaktadır. Odak grup görüşmeleri sosyal bilimler, sağlık ve davranış araştırmaları, sosyal programların değerlendirilmesi ve halk politikalarının paylaşılmasında kullanılmaktadır (Hennink, 2007).

Odak grup görüşmesi yönteminde görüşmeden önce katılımcılar belirlenir. Odak grup görüşmeleri insanların doğal ve sosyal etkileşimlerine uygundur. Araştırmacının etkisi sınırlıdır. Katılımcılar konuyu belirler ve sorulara doğal cevaplar verirler. Odak grup görüşmelerinin öncesi çok iyi hazırlık yapmak gerekmektedir. Görüşme öncesinde moderatör (görüşmeyi yöneten), katılımcılar, rapor yazarı, grup genişliği, konu ve zaman belirlenmelidir. Moderatör katılımcıların rahatça fikir belirtebilecekleri bir ortam hazırlamalıdır. Odak grup görüşmelerinde görüşmeler kayıt altına alınır. Odak grup görüşmesi sonucunda elde edilen bulgular raporlaştırılır (Hennink, 2007).

Odak grup görüşmelerinde genellikle 6-8 katılımcı bulunur. Ancak araştırmanın amacına göre katılımcı sayısı 5-10 arasında değişebilir. Katılımcılar araştırma konusu ile ilgili benzer deneyimleri olan önceden belirlenmiş kişilerden oluşur. Tartışmalarda belirli konu ya da sınırlı konular üzerinde detaylıca tartışacak kadar zaman ayrılır. Odak grup görüşmelerinde amaç konu ile ilgili ifade edilmemiş bakış açıları ve tecrübeleri ortaya çıkartmaktır, fikir birliğine varmak hedeflenmez. Katılımcıların yer aldığı tartışmalar başlıca veri toplama yöntemidir. Odak grup görüşmelerinde bireylerin cevaplarının derinleştirilmesini sağlayan moderatör bulunur. Moderatör katılımcıların aktif bir şekilde konuyu farklı açılardan ele alabilmesi için sorular

yöneltir, katılımcıların herhangi bir yargılama olmadan fikirleri rahatça ifade edebilecekleri ortam oluşturur. Odak grup görüşmeleri konu ile ilgili çok çeşitli verilerin hızlı bir şekilde toplanmasını sağlar. Odak grup görüşmelerinde geleneksel görüşmelerde görülen limitleri ortadan kaldırmak için farklı yöntemler kullanılır (Hennink, 2014).

Araştırmanın nitel verilerini elde etmek amacıyla; argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik yöntemine ilişkin odak grup görüşmesi soruları (OGGS) veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.

3.5.2.1 Odak grup görüşmesi soruları (OGGS)

Araştırmada öğrencilerin argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarına ilişkin görüşlerini öğrenmek amacıyla odak grup görüşmesi tekniği kullanılmıştır.

Araştırmacı tarafından hazırlanan 10 odak grup görüşme sorusunun geçerlilik ve güvenilirliğinin sağlanabilmesi için uzman görüşü alınmış, gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra 10 sorudan oluşan argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik yöntemine ilişkin odak grup görüşmesi soruları hazırlanmıştır.

OGGS deney grubu öğrencilerinden amaçlı örnekleme göre seçilen 3'ü kız, 3'ü erkek olmak üzere 6 öğrenciye argümantasyon destekli tasarım temelli deneysel uygulamaların sonrasında uygulanmıştır. Gerçekleştirilen odak grup görüşmesinin tamamı video kamera ile kayıt altına alınmış, görüşmeye ait veriler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Odak grup görüşmesi gerçekleştirilirken istekli öğrenciler sırayla görüşlerini belirtmişler, daha az konuşan öğrencilere görüşleri açıklamaları için “*Sen bu konuda ne düşünüyorsun?*” “*Bu konuyu biraz açıklar mısın?*” gibi sorular yöneltmiştir.

3.6 Etkinlik Çalışma Kâğıtlarının Geliştirilmesi

Araştırma süreci boyunca deney grubu öğrencilerinin öğretiminin yürütülmesinde kullanılan argümantasyon destekli tasarım temelli uygulamalarının yer aldığı etkinlik çalışma kâğıtları araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Etkinlik çalışma kâğıtları

hazırlanırken mühendislik tasarım süreci aşamalarının içerisine argümantasyon uygulamaları yerleştirilmiştir.

Araştırmacı tarafından geliştirilen 12 etkinlik çalışma kâğıdı ile öğrencilerin etkinliklerdeki performansları ve araştırma süreci boyunca göstermiş oldukları gelişimleri hakkında bilgi sahibi olmak amaçlanmıştır. Geliştirilen etkinlik çalışma kâğıtları EK-I' de sunulmuştur. 12 etkinlik çalışma kâğıdının 5 tanesi argümantasyona dayalı tasarım temelli uygulamalardan oluşurken, 7'si argümantasyona dayalı uygulamalardan oluşmaktadır. Öğrencilerin araştırma süreci boyunca argümantasyon uygulamaları ile ilk kez karşılaşmaları ve argümantasyon uygulamalarında zorlandıklarını belirtmeleri nedeniyle 7 adet ek argümantasyona dayalı etkinlik çalışma kâğıdı geliştirilmiştir. Böylelikle süreç boyunca araştırma tarafından 12 etkinlik gerçekleştirilmiştir.

Argümantasyona dayalı mühendislik tasarım süreci esas alınarak hazırlanan tasarım temelli uygulamaların yer aldığı etkinlik çalışma kâğıtlarında öncelikle problem durumunun yer aldığı bir örnek olay bulunmaktadır. *Problem nedir?* sorusuyla etkinliğin ilk aşamasında öğrencilerden hikayede verilen problemi tespit edip, tanımlamaları beklenmektedir. Etkinliklerde ikinci olarak *Problemle ilgili ön bilgileriniz nelerdir?* sorusu ile öğrencilerin konu ile sahip oldukları ön bilgiler tespit edilmektedir. Etkinliğin bir sonrası aşamasında argümantasyon uygulamaları yer almaktadır. Öğrenciler öncelikle etkinliğin amacını kendi cümleleri ile ifade ederek, kendilerine verilen hipotezlerden bir tanesi seçip, hipotezi seçme gerekçelerini belirtmektedirler. Öğrenciler argümantasyon etkinliği ile ilgili verileri not alarak, etkinliğin sonucunu kendi cümleleri ile ifade etmektedirler. Daha sonra tasarım temelli süreç başlamaktadır. Öğrenciler problemin çözümüne yönelik tasarlamayı planladıkları ürünle ilgili kriterleri ve sınırlılıkları belirlemektedirler. Öğrenciler daha sonra problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyaçları olduğu tespit ederler. Problemin çözümüne yönelik araştırmalar gerçekleştirirler. Öğrenciler çözümler arasında problemin çözümüne yönelik en uygun çözüm yolunu belirlerler ve problemin çözümüne yönelik prototip (ilk örnek) bir model tasarlarlar. Öğrenciler daha sonraki aşamada tasarlamış oldukları prototip modeli test ederler. Öğrenciler prototip modelin eksik yönlerini ele alırlar. Öğrenciler modeli tekrar tasarlayarak modele son şekli

verirler. Etkinliğin son aşamasında öğrenciler konu ile ilgili bir iddia üretir. İddialarına bir gerekçe belirtirler.

Argümantasyona dayalı etkinlik çalışma kâğıtlarında ise; tüm etkinliklerde ortak olan öncelikle problem durumunun yer aldığı bir örnek olay bulunmaktadır. *Problem nedir?* sorusuyla etkinliğin ilk aşamasında öğrencilerden hikayede verilen problemi tespit edip, tanımlamaları beklenmektedir. Etkinliklerde ikinci olarak *Problemle ilgili ön bilgileriniz nelerdir?* sorusu ile öğrencilerin konu ile sahip oldukları ön bilgiler tespit edilmektedir. Bu aşamadan sonra etkinliklerde argümantasyon ortamı sağlayan TGA (Tahmin-Gözlem-Açıklama), Bir deneyin tasarımı ve İfadeler Tablosu etkinliklerinden herhangi biri yer almaktadır. En son aşamada öğrenciler konu ile ilgili bir iddia üretir. İddialarına bir gerekçe belirtirler.

3.7 Uygulama

Araştırmanın uygulanması pilot ve asıl uygulama olmak üzere 2 bölümden oluşmaktadır. Her iki uygulama da aynı devlet ortaokulunda 7. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir.

3.7.1 Pilot uygulama

Araştırmanın pilot uygulaması 2018-2019 eğitim-öğretim yılı güz yarısında 20 ortaokul 7. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamada öğretim süreci argüman destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarına göre 4 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama için argüman destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarını içeren 2 etkinlik belirlenmiştir. Pilot çalışma grubunu 11 kız ve 9 erkek öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma grupları belirlenirken öğrenci istekleri göz ardı edilmiştir. Çalışma öncesinde farklı başarı düzeyinde sahip 5'er öğrenciden oluşan 4 grup oluşturulmuştur. Pilot uygulama ile asıl uygulamadan önce araştırmada kullanılacak argüman destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Pilot uygulama sonucunda grup çalışmalarındaki dinamizmi artırmak için grup üyeleri belirlenirken öğrenci fikirlerinin dikkate alınması gerektiği görülmüştür. Etkinlik malzemelerinin araştırmacı tarafından hazırlanmasının uygun olacağı

kararlaştırılmıştır. Etkinlik aşamalarında sadeleştirmeye gidilmiştir. Pilot uygulamada etkinlikler için ayrılan zaman yetersiz bulunmuş ve etkinlik süreleri artırılmıştır.

3.7.2 Asıl uygulama

Uygulama 2019-2020 eğitim ğretim yılı bahar döneminde araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın nicel boyutu ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desene göre yürütülmüştür. Araştırmada Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi (IMEABT) ve 21. Yüzyıl Yaşam Becerileri leği (YYYB) deney ve kontrol grubu öğrencilerine ön test ve son test olarak uygulanmıştır.

Öğretim süreci kontrol grubunda mevcut Fen Bilimleri ğretim programına göre yürütülürken, deney grubunda ğretim argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları esas alınarak yürütülmüştür.

Araştırmanın bağımsız değişkeni argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları, bağımlı değişkenleri ise akademik başarı ve 21. yüzyıl yaşam becerileridir.

3.7.2.1 Deney grubunda ğretim süreci

Araştırmacı deney grubunda uygulama için argümantasyon destekli tasarım temelli faaliyetleri içeren 12 etkinlik geliştirmiştir. Uygulama 9 hafta boyunca öğrencilerin öğrenim gördükleri sınıflarda araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Dersler 2 ders saati ard arda 40+40 dakika olacak şeklinde haftada 4'er saat olarak yürütülmüştür.

Uygulama aşamasında 4'er kişiden oluşan ğrenci grupları eğitim yönlendiricisi tarafından ğrenci isteklerini de dikkate alarak oluşturulmuştur. Gruplar kendi içerisinde heterojen üyelerden oluşmaktadır. Gruptaki ğrenciler her oturumda görevleri değişmek üzere grup lideri, yazıcı, düzenleyici ve grup yesi gibi roller üstlenmişlerdir. Geliştirilen 12 etkinlik çalışma kâğıdı için 12 etkinlik planı hazırlanmıştır. Deney gruu etkinlik planları EK-H, kontrol grubu etkinlik planları EK-I kısmında sunulmuştur. Işığın Madde ile Etkileşimi konulu etkinlik çalışma kâğıtlarında öğrencilerin takip etmesi gereken aşamalar şu şekilde açıklanabilir:

Argümantasyona Dayalı Tasarım Temelli Fen ve Mühendislik Uygulama Basamakları

1. Aşama Problem Durumunun Belirlenmesi: Öğrenciler hikâyede verilen olayı okuyup problem durumunu belirlerler. Öğrenciler grup içerisinde müzakere yaparak problemle ilgili alt problemleri belirlerler. Problem tespit edilerek problemin tanımı yapılır.
2. Aşama Konu ile İlgili Ön Bilgilerinin Açığa Çıkarılması: Öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri yönlendirici tarafından açığa çıkarılır. Konu ile ilgili sahip olunan kavram ve deneyimler belirlenir.
3. Aşama Argümantasyona Dayalı Etkinlik: Öğrencilerin konu ile ilgili bilimsel bir iddia üretebilme ve üretilen iddiaya gerekçeler bulabilmesi için Bir Deneyin Tasarımı, TGA ve İfadeler Tablosu gibi bilimsel tartışma ortamı sağlayan uygulamalardan biri gerçekleştirilir.
4. Aşama Probleme Yönelik Geliştirilecek Ürün için Kriterlerin Belirlenmesi: Tasarımı yapılacak ürünün hangi özelliklere sahip olması gerektiği belirlenir.
5. Aşama Probleme Yönelik Geliştirilecek Ürün için Sınırlılıkların Belirlenmesi: Ürünün sahip olabileceği olumsuz özellikleri değerlendirilir. Hangi durumlarda tasarımın çalışmayacağı ya da ürün performansının düşük olacağı tespit edilir.
6. Aşama Problemin Çözümüne Yönelik İhtiyaçların Belirlenmesi: Problemin çözümüne yönelik ihtiyaçlar belirlenir. Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyaç olduğu tespit edilir. Gerekli kaynaklardan çözüme yönelik araştırma yapılır.
7. Aşama Problemin Çözümü İçin Olası Çözüm Yolları Geliştirme ve En İyi Çözüm Yolunu Belirleme: Beyin fırtınası ile öğrenciler tarafından problemin çözümüne yönelik tüm çözüm yolları listelenir. Grup üyeleri arasında fikir alışverişi yapılarak en uygun çözüm yolu üzerinde fikir birliğine varılır.
8. Aşama Problemin Çözümüne Yönelik Prototip (İlk örnek) Bir Model Tasarlama ve Prototipi Test Etme: Problemin çözümüne yönelik geliştirilecek ürün için öncelikle

modelin prototipinin çizimi yapılır. Gerekli araç-gereçler hazırlanarak prototip çizimi yapılan modelin çalışıp çalışmayacağı test edilir.

9. Aşama Geliştirilen Modeli Tekrar Tasarlayarak Ürüne Son Şeklini Verme: Prototip modelin eksik ve çalışmayan kısımları tekrar tasarlanır. Gerekli düzeltmeler yapılır. Ürünün prototip modelinin test edilmesi sonucu gerekli iyileştirmelerin yapılarak ürüne son şekli verilir.

10. Aşama Ürünün Sunumunu Yapma: Grup olarak geliştirilen ürünün çalışma prensipleri diğer öğrencilere sunum yapılarak tanıtılır. Süreç sonunda öğrenciler kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirirler. Daha sonra bu etkinliği göz önüne alarak iddialarını üretirler. Öğrenciler iddiaları ile birlikte iddialarının gerekçelerini belirtirler. Deney grubu öğrencilerinin uygulama sürecinde yaptığı çalışmalar Çizelge 3.10’ da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Deney grubu öğrencilerinin uygulama süreç takvimi.

Tarih	Gerçekleştirilen Uygulama	Veri Toplama Araçları
1. Hafta	ATTFE Sürecinin Tanıtımı ve Açıklanması Ön testlerin Yapılması	IMEABT YYYBÖ Veli İzin Formu
2. Hafta	Işığın Soğurulması Tasarım Temelli Etkinlik1 Beyaz Işık Renk Çarkı Tasarım Temelli Etkinlik-2	Video kayıtları Çalışma Kâğıtları Etkinlik Planı
3. Hafta	Cisimlerin Renkleri Argümantasyona Dayalı Etkinlik Güneş Enerjisi Tasarım Temelli Etkinlik-3	Video kayıtları Çalışma Kâğıtları Etkinlik Planı
4. Hafta	Farklı Aynalarda Görüntü Argümantasyona Dayalı Etkinlik	Video kayıtları Çalışma Kâğıtları Etkinlik Planı
5. Hafta	Ayna Çeşitleri ve Kullanım Alanları Argümantasyona Dayalı Etkinlik	Video kayıtları Çalışma Kâğıtları Etkinlik Planı
6. Hafta	Işığın Kırılması Argümantasyona Dayalı Etkinlik	Video kayıtları Çalışma Kâğıtları Etkinlik Planı
7. Hafta	Ayna ve mercekleri kullanarak Görüntüleme Aracı Tasarlama	Video kayıtları Çalışma Kâğıtları Etkinlik Planı
8. Hafta	Aynalar Görüntüleme Aracı Tasarım Temelli Etkinlik-4 (Periskop Yapımı) Odak Noktası Argümantasyona Dayalı Etkinlik	Video kayıtları Çalışma Kâğıtları Etkinlik Planı
9. Hafta	Merceklerin Kullanım Alanları Argümantasyona Dayalı Etkinlik Mercekler Görüntüleme Aracı Tasarım Temelli Etkinlik-5 (Teleskop Yapımı) Son Testlerin Yapılması	Video kayıtları Çalışma Kâğıtları Etkinlik Planı IMEABT YYYBÖ OGGS

3.7.2.2 Kontrol grubunda öğretim süreci

Kontrol grubunda eğitim-öğretim süreci araştırmacı tarafından mevcut öğretim programına göre yürütülmüştür. Kontrol grubunda öğretim süreci 5E (Giriş/ Engage- Keşfetme/ Explore- Açıklama/ Explain- Derinleşme/ Elaborate-Değerlendirme/ Evaluate) modeline göre yürütülmüştür. 5E modeli öğrencilerin ilgi ve dikkat düzeylerini artırma, buluş yoluyla öğrenmelerine fırsat sağlama ve yapılandırmacı yaklaşıma göre dersi inşa etmeye olanak tanıma gibi özelliklerinden dolayı kontrol grubunda 5E modeli tercih edilmiştir.

Giriş (Engage) Aşaması: Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinde hazırlık çalışmalarında ünite ile ilgili hazırlık soruları cevaplanır. Merak uyandırma ve dikkat çekme için öğrencilere çeşitli sorular yöneltilir. Öğrencilerin hazırbulunuşluk dereceleri tespit edilir. Işığın Madde ile Etkileşimi konusu ile ilgili anahtar kelime ve kavramlarla ilgili öğrencilerin önbilgileri belirlenir. Öğretmen rehber olarak öğrencilerin farklı düşünmeye yönelten sorular sorar. Öğrencilerin düşüncelerini rahatça ifade edebilecekleri demokratik sınıf ortamı sağlanır. Öğrencilerin karşıt argümanlar geliştirmeleri için tartışma ortamı oluşturulur. Öğrencilerin düşüncelerini gerekçelendirebilmelerine olanak sağlanır.

Keşfetme (Explore) Aşaması: Öğrenciler hazırladıkları araç ve gereçleri kullanarak bir etkinlik tasarlar. Öğrenciler bireysel olarak ya da bir grup içerisinde aktif olarak sürece dâhil olurlar. Konu ile ilgili hipotezler oluşturup, hipotezleri test ederler. Etkinliğin amacını kendi cümleleri ile ifade ederler. Etkinliğin aşamalarını takip ederek, etkinlikle ilgili veri ve bulguları kaydederler. Etkinlikteki verileri yorumlayarak etkinlikten çıkarılan sonuçları kendi cümleleri ile ifade ederler.

Açıklama (Explain) Aşaması: Öğrencilerin etkinlikte buluş yoluyla edindiği bilgileri yapılandırmalarına fırsat sağlanır. Öğretim sürecinde rehber olan öğretmen tarafından öğrencilere gerekli dönüt ve düzeltmeler sağlanır. Konu ile ilgili örneklendirme ve pekiştirme yapılır. Öğrencilerin konu ile ilgili yetersiz ve eksik bilgilerini doğru bilgilerle değiştirebilmesi için rehber tarafından gerekli açıklamalar yapılır. Öğrencilere sorular yöneltilir ve çözüm için ipuçları sağlanır. Öğrenciler birbirleri ile tartışmalar gerçekleştirirler.

Derinleşme (Elaborate) Aşaması: Öğrencilerin edindikleri bilgileri derinleştirip pekiştirmeleri için somut örnek ve araştırmalar yapılır. Öğrenciler yeni problemlerle karşı karşıya kalırlar. Öğrenciler kazanımları yeni olay ve problemlere uyarlarlar. Öğrenciler bilgilerini günlük hayatta karşılaştıkları bir problemin çözümünde kullanırlar.

Değerlendirme (Evaluate) Aşaması: Öğrencilerin süreç içerisindeki performansı değerlendirilir. Öğrenciler öğretmen rehberliğinde ulaştıkları bilgileri değerlendirirler. Öğrencilerin eksik kaldıkları konularla ilgili geri bildirim sağlanır. Öğrenciler süreç boyunca performansları ile ilgili kendilerini ve akranlarını değerlendirirler.

Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sürecinde yaptığı çalışmalar Çizelge 3.11’ de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama süreç takvimi.

Tarih	Gerçekleştirilen Uygulama	Veri Toplama Araçları
1. Hafta	Ön testlerin Yapılması Etkinlik-1 Işık Altındaki ve Gölgedeki Cisimler	IMEABT YYYBÖ Veli İzin Formu
2. Hafta	Etkinlik-2 Işığın Soğurulması Etkinlik-3 Renk Çarkı	Video kayıtları Etkinlik Planı
3. Hafta	Cisimlerin Renkleri Etkinliği Güneş Enerjisi Etkinliği	Video kayıtları Etkinlik Planı
4. Hafta	Aynalarda Görüntü Oluşumu Etkinliği	Video kayıtları Etkinlik Planı
5. Hafta	Aynaların Kullanım Alanları Etkinliği	Video kayıtları Etkinlik Planı
6. Hafta	Işığın Kırılması Etkinliği Su Altındaki Cismin Görüntüsü Etkinliği	Video kayıtları Etkinlik Planı
7. Hafta	Merceklerde Işığın Kırılması Etkinliği	Video kayıtları Etkinlik Planı
8. Hafta	Merceklerde Işığın İzlediği Yol Etkinliği Merceklerde Odak Uzaklığını Bulma Etkinliği	Video kayıtları Etkinlik Planı
9. Hafta	Görüntüleme Aracı Tasarlama Etkinliği (Periskop Yapımı) Son Testlerin Yapılması	Video kayıtları Etkinlik Planı IMEABT YYYBÖ

3.8 Verilerin Toplanması

Araştırmanın gerçekleştirilmesi için Aksaray Üniversitesi Etik Kurulu ve Konya İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli resmi izinler alındıktan sonra araştırmanın çalışma grubunu oluşturan öğrencilerle görüşmeler yapılarak uygulama hakkında gerekli bilgiler verilmiştir. 2019-2020 eğitim öğretim yılı güz yarıyılında kullanılacak veri toplama araçları geliştirilmiş, ölçeklerin geçerlik ve güvenirliği sağlanmıştır. Uygulamada kullanılacak etkinlik çalışma kâğıtları ve ders planları hazırlanmıştır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerine IMEABT ve YYYBÖ veri toplama araçları ön test olarak uygulanmıştır. Uygulama süreci 2019-2020 eğitim öğretim bahar yarıyılında başlamış ve 9 haftada tamamlanmıştır. Öğretim süreci deney grubunda argümantasyon destekli tasarım temelli uygulamalara göre yürütülürken, kontrol grubunda mevcut öğretim programı 5E modeline göre yürütülmüştür.

Uygulama tamamlandıktan sonra deney ve kontrol grubu öğrencilerine IMEABT ve YYYBÖ veri toplama araçları son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca deney grubu öğrencilerine OGGS nitel veri toplama aracı uygulanmıştır.

3.9 Verilerin Analizi

Karma yöntemin kullanıldığı bu çalışmada alt problemlere cevap bulabilmek için elde edilen nicel ve nitel veriler analiz edilmiştir.

Verilerin analizi, nicel verilerin analizi ve nitel verilerin analizi şeklinde iki ayrı başlık altında sunulmuş, araştırma kapsamında toplanan verilerin analiz süreçlerine yönelik açıklamalara yer verilmiştir.

3.9.1 Nicel verilerin analizi

Araştırmanın nicel verilerinin analizi için SPSS 22.0 analiz paket programı kullanılmıştır. Araştırmanın nicel verilerinin analizinde kullanılacak istatistiksel yöntemlere karar vermeden önce verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini tespit etmek için çarpıklık katsayısına bakılmış ve Shapiro-Wilks uyum testi puanların normallik varsayımına uygunluğu kontrol edilmiştir. Ön ve son testlere ilişkin Shapiro-Wilks, çarpıklık ve basıklık değerleri Çizelge 3.12' de verilmektedir.

Çizelge 3.12. Ön test ve son testlere ilişkin Shapiro-Wilks çarpıklık ve basıklık değerleri.

Testler	N	X	Çarpıklık	Basıklık	Shapiro-Wilks Testi		
					İstatistik	sd	P
IMEABT Ön Test	24	11.416	.313	.960	.136	24	.086
IMEABT Son Test	24	17.916	-.093	.288	.100	24	.358
YYYBÖ Ön Test	24	75.208	-.109	-.606	.108	24	.630
YYYBÖ Son Test	24	99.500	-.651	-.127	.148	24	.410

Çizelge 3.12’ de görüldüğü gibi IMEABT ile YYYBÖ ön test son test çarpıklık ve basıklık değerleri -1 ile +1 arasında yer aldığından ve Shapiro-Wilks testi sonuçları $p > .05$ olduğundan dağılım normaldir. Araştırma verilerinin çözümlenmesinde deney ve kontrol grupları arasındaki istatistiki işlemler için veriler normal dağılım gösterdiğinden parametrik testler kullanılmıştır.

Deney ve kontrol grubunun IMEABT ve YYYBÖ ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için eşleştirilmiş t testi analizi kullanılmıştır. Sonuçların yorumlanmasında anlamlılık düzeyi .05 olarak kabul edilmiştir.

3.9.2 Nitel verilerin analizi

Deney grubunda yer alan öğrencilerin; süreç içerisinde uygulanan argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimi ile ilgili etkinlikler hakkındaki görüşlerini tespit etmek amacıyla OGGS uygulanmıştır. Verilerin analizinde nitel veri analizinde kullanılan NVivo analiz programından yararlanılmıştır. Öğrencilerin OGGS verdikleri cevapların analizinde içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. OGGS cevaplarının değerlendirilmesi 2 ayrı araştırmacı tarafından yapılmıştır. Öğrenci cevaplarına yönelik tema ve kodlar oluşturulmuştur. Uzmanlar arası uyum yüzdesine bakılarak, uyum yüzdesinin uygun seviyede olup olmadığına karar verilmiştir. Değerlendiriciler arası uyum, $\text{Görüş birliği} / (\text{Görüş birliği} + \text{Görüş ayrılığı}) \times 100$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Miles ve Huberman, 1994). Değerlendiriciler arasındaki uyum 0,87 olarak hesaplanmıştır.

3.10 Araştırmanın Geçerliği

Araştırmanın iç geçerliğinin sağlanabilmesi için deney ve kontrol grubunda öğretim aynı araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Deney ve kontrol grubunun belirlenmesi rasgele seçkisiz bir şekilde yapılmıştır. Deney ve kontrol grubunda veri toplama aracı olarak IMEBAT ve YYYBÖ aynı ölçekler kullanılmıştır. Testlerin cevaplanma şekli ile ilgili yönerge hazırlanmıştır. Deney ve kontrol grubunda öğretim benzer sınıf ortamlarında gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın dış geçerliği araştırma sonuçlarının diğer çalışmalara genellenebilmesidir. Araştırmanın dış geçerliğinin sağlanabilmesi için örneklemin seçilmesi, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, uygulama ortamı, araştırma süreci, verilerin toplanması ve analizi tüm aşamalar detaylı olarak açıklanmıştır. Ayrıca öğrencilerin çalışma ortamında performanslarını tam anlamıyla gösterebilmeleri ve doğal davranabilmeleri için araştırmanın bir parçası oldukları öğrencilere hissettirilmemeye çalışılmıştır.

3.11 Etik boyut

Araştırmanın etik boyutu ile ilgili olarak araştırma öncesinde Aksaray Üniversitesi Etik Kurulu ve Konya İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli resmi izinler alınmıştır (EK B ve EK C). Öğrenci velilerine bilgilendirme yapılarak gerekli izin alınmıştır. Veli izin belgeleri EK A'da sunulmuştur. Öğrencilerin araştırmaya gönüllük esasına göre dâhil olması sağlanmıştır. Araştırma boyunca öğrencilerin gerçek isimleri yerine kodlar kullanılmıştır. Öğrenci fotoğraflarında öğrencilerin kimliklerinin belirli olmaması için gerekli önlemler alınmıştır. Çalışma grubunu oluşturan öğrencilere araştırmanın yapılma nedeni, araştırmadan elde edilen verilerinin nerede ve ne amaçla kullanılacağı açıklanmıştır.

4. BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde araştırma süresince toplanan nicel ve nitel verilerin analizi ile elde edilen bulgu ve yorumlar araştırma problemi ve alt problemleri doğrultusunda sunulmaktadır.

4.1 Araştırmanın Nicel Boyutuna İlişkin Bulgu ve Yorumlar

4.1.1 Araştırmanın birinci alt problemine yönelik bulgular

Işığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile mevcut öğretim programı ile öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile öğrencilerin akademik başarılarının araştırma sürecinde değişimini incelemek amacıyla araştırmanın nicel boyutunda IMEABT ve YYYBÖ ön test son test olarak uygulanmıştır. Öğrenci dağılımlarının normal olup olmadığının belirlenmesi için Kolmogorov Smirnov testi, Shapiro-Wilk testi, çarpıklık-basıklık ve histogram grafikleri yöntemleri kullanılmıştır. Öğrenci dağılımları normal dağılım gösterdiğinden verilerin analizinde bağımsız örneklem için t-testi kullanılmıştır. Nitel kısımda araştırmaya katılan deney grubu öğrencilerinin etkinlik dokümanları betimsel olarak analiz edilmiştir. Ayrıca araştırmanın nitel boyutunda nicel araştırmanın devamında deney grubunda uygulamaya katılan her gruptan gönüllük ilkesine göre bir öğrenci seçilerek 6 öğrenci ile OGGS uygulanmıştır. Öğrencilere bulunduğu gruba göre Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5 ve Ö6 şeklinde semboller verilmiştir. Öğrenci cevapları NVivo 11 programına aktarılmış, elde edilen nitel analizler tablo ve grafikler şeklinde sunulmuştur.

Deney ve Kontrol Gruplarının IMEABT Ön Testine İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin araştırma öncesinde Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinde IMEABT akademik başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı bağımsız örneklem için t-testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 4.1’ de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin IMEABT ön test puan ortalamalarının eşleştirilmiş gruplar t testi sonuçları.

Gruplar	N	X	SS	Sd	t	p
Deney Grubu	24	11.416	3.223	23	1.692	.104
Kontrol Grubu	24	9.708	3.786			

Çizelge 4.1 incelendiğinde, deney grubunda yer alan öğrencilerin IMEABT ön test puan ortalamalarının 11.416 ve standart sapmasının 3.223 olduğu; kontrol grubunda yer alan öğrencilerin IMEABT ön test puan ortalamalarının ise 9.708 ve standart sapmasının 3.786 olduğu görülmektedir. Böylece deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin IMEABT ön test puan ortalamaları arasında deney grubu lehine 1.708 puanlık farkın istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık sağlamadığı görülmektedir ($t:1.692$; $p>0.05$). Bu bulgulara göre deney ve kontrol grubunun uygulama öncesinde Işığın Madde ile Etkileşimi akademik başarı düzeylerinin denk olduğu söylemek mümkündür.

Deney ve Kontrol Gruplarının IMEABT Son Testine İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin yapılan uygulama sonrasında Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinde IMEABT son test akademik başarı puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı bağımsız örneklem için t-testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 4.2’ de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin IMEABT son test puan ortalamalarının eşleştirilmiş gruplar t testi sonuçları.

Gruplar	N	X	SS	Sd	T	p
Deney Grubu	24	17.916	4.282	23	4.772	.000
Kontrol Grubu	24	12.041	4.016			

Çizelge 4.2 incelendiğinde, deney grubunda yer alan öğrencilerin IMEABT son test puan ortalamalarının 17.916 ve standart sapmasının 4.282 olduğu; kontrol grubunda yer alan öğrencilerin IMEABT son test puan ortalamalarının 12.041 ise ve standart sapmasının 4.016 olduğu görülmektedir. Böylece deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin IMEABT son test puan ortalamaları arasında deney grubu lehine 5.875 puanlık farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($t:4.772$; $p<0.05$). Ayrıca etki büyüklüğünü belirlemek için yapılan analiz sonucunda Cohen d değeri $d: 1.415$ olarak hesaplanmıştır ($d>0.80$). Tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaların öğrencilerin akademik başarılarını artırmada büyük bir etkiye

sahip olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaların 7. sınıf öğrencilerinin Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesine yönelik akademik başarılarını artırmada etkili olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda “*Işığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım beceri atölyeleri destekli öğrenme uygulamalarının akademik başarıya etkisi yoktur.*” şeklinde belirlenen H_0 hipotezi reddedilmiştir.

4.1.2 Araştırmanın ikinci alt problemine yönelik bulgular

Argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile mevcut öğretim programı ile öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerileri ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile öğrencilerin 21. yüzyıl yaşam becerilerinin araştırma sürecinde değişimini incelemek amacıyla araştırmanın nicel boyutunda YYYBÖ ön test son test olarak uygulanmıştır. Nitel kısımda araştırmaya katılan deney grubu öğrencilerinin etkinlik dokümanları betimsel olarak analiz edilmiştir.

Deney ve Kontrol Gruplarının YYYBÖ Ön Testine İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin araştırma öncesinde Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinde YYYBÖ puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı bağımsız örneklem için t-testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 4.3’ de sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin YYYBÖ ön test puan ortalamalarının eşleştirilmiş gruplar t testi sonuçları.

Gruplar	N	X	SS	Sd	T	p
Deney Grubu	24	75.208	9.986	23	-1.370	.184
Kontrol Grubu	24	77.916	7.934			

Çizelge 4.3 incelendiğinde, deney grubunda yer alan öğrencilerin YYYBÖ ön test puan ortalamalarının 75.208 ve standart sapmasının 9.986 olduğu; kontrol grubunda yer alan öğrencilerin YYYBÖ ön test puan ortalamalarının 77.916 ise ve standart

sapmasının 7.934 olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin YYYYBÖ ön test puan ortalamaları arasında kontrol grubu lehine olan 2.708 puanlık farkın istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığına sebep olmadığı görülmektedir ($t:-1.370$; $p>0,05$). Bu bulgulara göre deney ve kontrol grubunun uygulama öncesinde Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesi 21. yüzyıl yaşam beceri düzeylerinin denk olduğu söylemek mümkündür.

Deney ve Kontrol Gruplarının YYYYBÖ Son Testine İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin yapılan uygulama sonrasında Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinde YYYYBÖ son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı bağımsız örneklem için t-testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 4.4’ de sunulmuştur.

Çizelge 4.4. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin YYYYBÖ son test puan ortalamalarının eşleştirilmiş gruplar t testi sonuçları.

Gruplar	N	X	SS	Sd	T	p
Deney Grubu	24	99.500	8.807	23	3.437	.002
Kontrol Grubu	24	89.041	13.870			

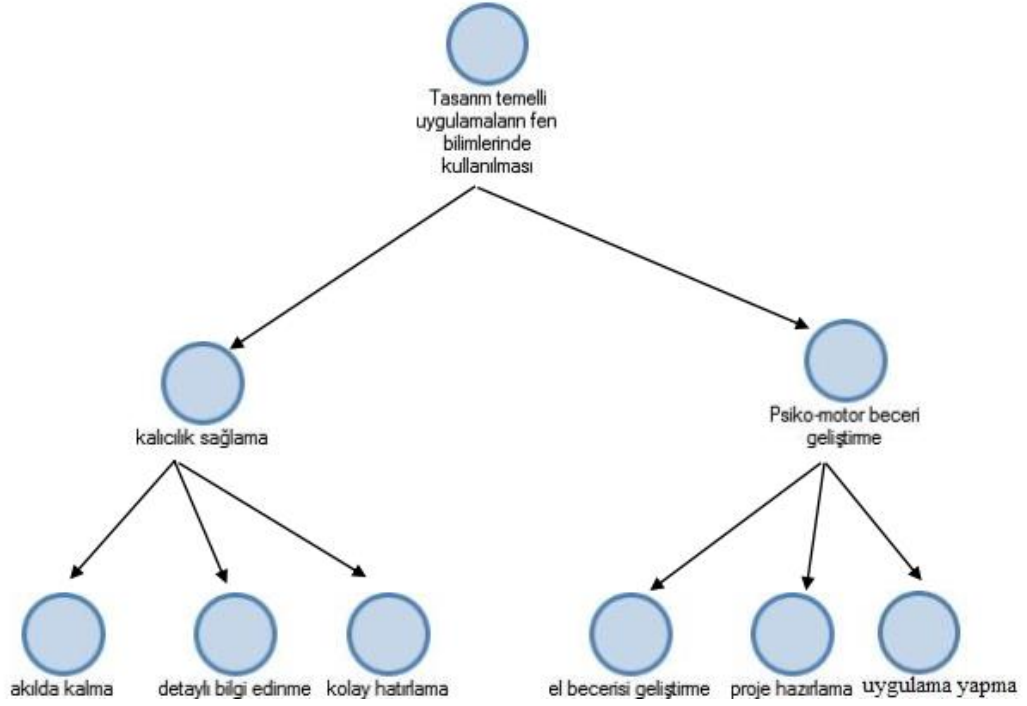
Çizelge 4.4 incelendiğinde, deney grubunda yer alan öğrencilerin YYYYBÖ son test puan ortalamalarının 99.500 ve standart sapmasının 8.807 olduğu; kontrol grubunda yer alan öğrencilerin YYYYBÖ son test puan ortalamalarının 89.041 ise ve standart sapmasının 13.870 olduğu görülmektedir. Böylece deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin YYYYBÖ son test puan ortalamaları arasında deney grubu lehine 10.459 puanlık farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($t: 3.437$; $p<0.05$). Ayrıca etki büyüklüğünü belirlemek için yapılan analiz sonucunda Cohen d değeri $d: 0.90$ olarak hesaplanmıştır ($0,20<d<0.80$). Tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaların öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini artırmada büyük bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaların 7. sınıf öğrencilerinin Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesine yönelik 21. yüzyıl yaşam becerilerini artırmada etkili olduğu görülmektedir. Bu sonuca göre; *“Argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları deney ve kontrol gurubu öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerileri son test puanları arasında anlamlı bir farklılık vardır.”* şeklinde ifade edilen H_1 hipotezi kabul edilmiştir.

4.2 Araştırmanın Nitel Bölümüne İlişkin Bulgu ve Yorumlar

4.2.1 Araştırmanın üçüncü alt problemine yönelik bulgular

Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının Fen Bilimleri dersinde kullanılmasına yönelik düşünceleri nelerdir?

Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin Işığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının Fen Bilimleri dersinde kullanılmasına yönelik öğrenci düşüncelerini belirlemek amacıyla araştırmanın nitel boyutunda deney grubunda uygulamaya katılan öğrenciler ile OGS uygulanmıştır. Öğrencilerin tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının Fen Bilimleri dersinde kullanılmasına yönelik düşünceleri Şekil 4.1’ de verilmiştir.



Şekil 4.1. Tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının Fen Bilimleri dersinde kullanılmasına yönelik öğrenci düşünceleri.

Odak grup görüşmesinde yer alan “argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının Fen Bilimleri dersinde kullanılması ile ilgili düşünceleriniz nelerdir?” sorusuyla ilgili öğrenci görüşlerine yönelik kategori, kod ve frekans değerleri Çizelge 4.5’ de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Öğrencilerin tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının fen bilimleri dersinde kullanılmasına yönelik görüşleri.

Kategori	Kodlar	F	%
Kalıcılık Sağlama	Akılda kalma	4	30.76
	Kolay hatırlama	2	15.38
	Detaylı bilgi edinme	1	7.69
Psiko-motor beceri geliştirme	El Becerisi geliştirme	3	23.08
	Uygulama yapma	2	15.38
	Proje hazırlama	1	7.69

Çizelge 4.5 incelendiğinde argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının Fen Bilimleri dersinde kullanılması ile öğrencilerin %30.76'sı akılda kalmayı sağlama, %23.08'i el becerisi geliştirme, %15.38'i kolay hatırlama ve uygulama yapma, %7.69'u detaylı bilgi edinme ve proje hazırlamayı sağladığını belirtmişlerdir.

Araştırma kapsamında ortaokul 7. sınıf öğrencileri tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının Fen Bilimleri dersinde kullanılmasına yönelik olarak ışık konusunda daha fazla deneysel gözlem işlemi yer aldığından ve ışık konusunun gerçek hayatta daha çok kullanıldığı için bu konuda yöntemin kullanılmasının daha faydalı olduğunu ve öğrendiklerinin kalıcılığı ve el becerilerinin gelişmesini sağladığını belirtmişlerdir.

Tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının Fen Bilimleri dersinde kullanılmasına yönelik odak grup görüşmesine katılan bazı öğrencilerin ifadelerine örnek olarak yer verilmiştir:

Ö2: “*Fen Bilimlerinde yer alan Hücre konusu gibi bazı konuları yazılı olarak çalışarak aklımızda tutabiliriz. Ama bazı fen konularını deney yaparak gözlem yapmamız gerekiyor. Deney yapmazsak aklımızda kalmıyor.*”

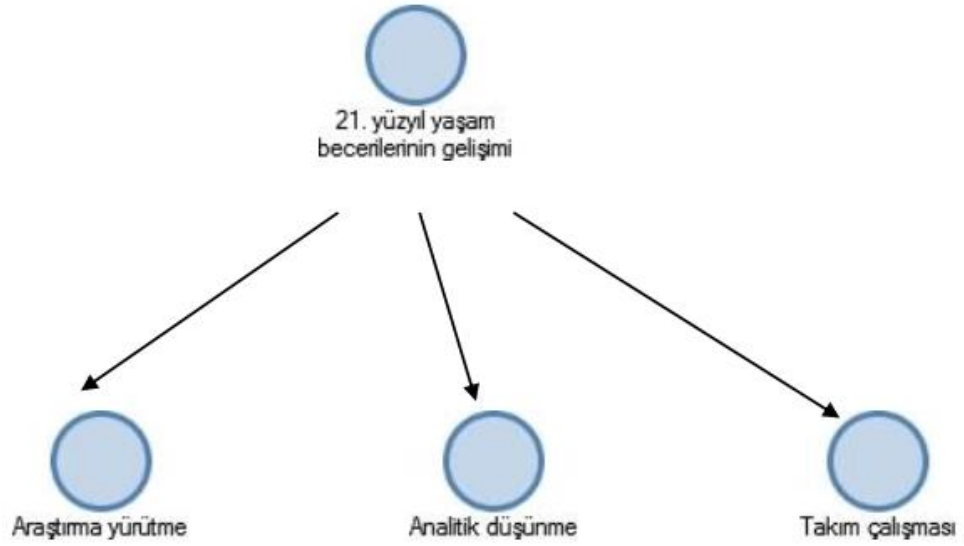
Ö5: “*Işık konusunda tasarım temelli fen uygulamaları sayesinde tüm renklerin birleşiminin beyaz renk olduğunu gözlemlene şansı yakaladık. Beyaz ışığı oluşturan renkleri gördük. Işıkla ilgili daha fazla bilgi edindik. Etkinlikler sayesinde ışığın soğurulmasını daha iyi anladık.*”

Ö6: “Işık konusunda daha fazla proje yapmamız öğrendiklerimizin aklımızda kalmasını sağladı. Daha detaylı bilgiler edindik. Öğrendiklerimizi daha kolay hatırladık. Etkinlikleri uygulamalı olarak yaptığımız için daha faydalı oldu.”

4.2.2 Araştırmanın dördüncü alt problemine yönelik bulgular

Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılmasıyla kendilerinin 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişimine yönelik düşünceleri nelerdir?

Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin Işığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının öğrencilerin 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişimine yönelik düşüncelerini belirlemek amacıyla araştırmanın nitel boyutunda deney grubunda uygulamaya katılan öğrenciler ile OGGS uygulanmıştır. Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılmasıyla kendilerinin 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişimine yönelik düşünceleri Şekil 4.2’ de verilmiştir.



Şekil 4.2. 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişimine yönelik öğrenci düşünceleri.

Odak grup görüşmesinde yer alan “argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının sizin 21. yüzyıl yaşam becerilerinizin gelişimine yönelik düşünceleriniz nelerdir?” sorusuyla ilgili öğrenci görüşlerine yönelik kategori, kod ve frekans değerleri Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Öğrencilerin tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişimine yönelik görüşleri.

Kategori	Kodlar	f	%
Takım çalışması	İş birliği yapma	4	30.76
	İş bölümü yapma	3	23.08
	Gruplarda farklı görevlerde bulunma	2	15.38
Analitik düşünme	Çok boyutlu düşünme	3	23.08
	Farklı açılardan değerlendirme	2	15.38
	Sorgulama yapma	1	7.69
Araştırma yürütme	Problemi tespit etme	1	7.69
	Deney yapma	1	7.69

Çizelge 4.6 incelendiğinde argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının 21. yüzyıl yaşam becerileri ile ilgili öğrencilerin %30.76’sı iş birliği yapma, %23.08’i çok boyutlu düşünme ve iş bölümü yapma, %15.38’i gruplarda farklı görevlerde bulunma ve farklı açılardan değerlendirme, %7.69’u sorgulama yapma, problemi tespit etme ve deney yapmayı sağladığını belirtmişlerdir.

Ortaokul 7. sınıf öğrencileri tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının öğrencilerin 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişmesini sağladığını belirtmişlerdir. Öğrenciler tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının bir düşünceyi farklı açılardan ele alma ve çok boyutlu düşünmeyi sağladığını, iş bölümü ve iş birliği yapmanın önemi kavrama, araştırma yürütme ve iletişim becerilerinin geliştiğini belirtmişlerdir.

Tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının öğrencilerin 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişimine yönelik odak grup görüşmesine katılan bazı öğrencilerin ifadelerine örnek olarak yer verilmiştir:

Ö1: “Tasarım etkinliklerinde yer alan grup çalışmaları sayesinde farklı bireylerle iletişime geçerek arkadaşlık geliştirdik. Gruplarda farklı görevlerde bulunduk. Tüm grup üyeleri sürece katıldı. Araştırma yapmanın aşamalarını dikkatlice uyguladık. Bu durum kendimizi geliştirmemizi sağladı.”

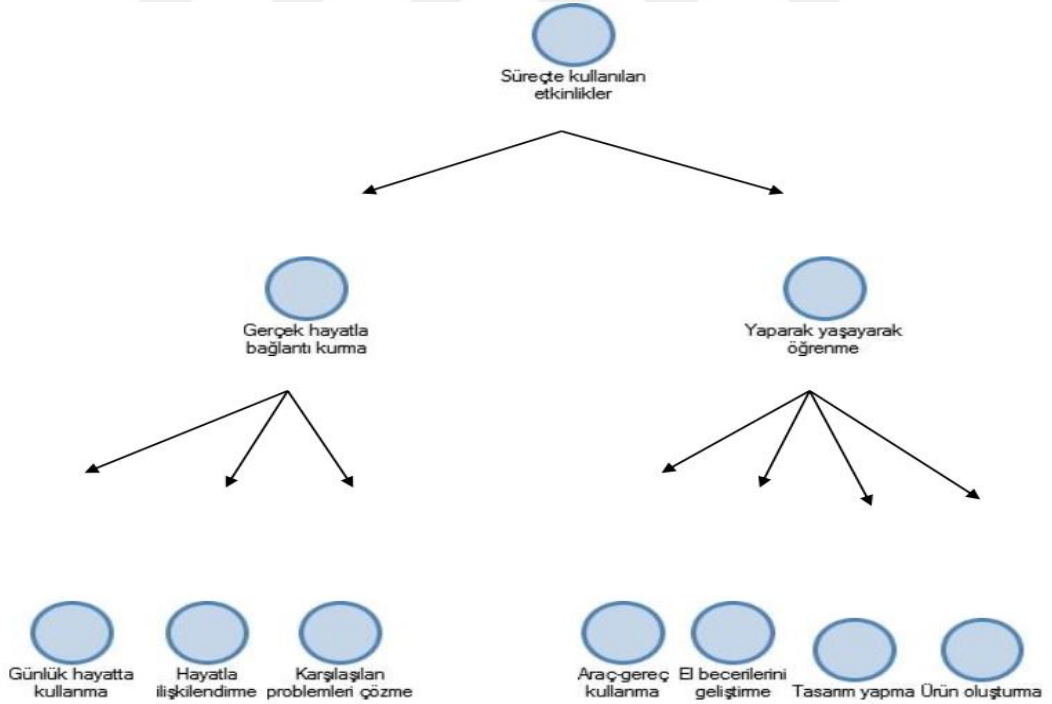
Ö2: “Normal derste herkes derse katılmaz ama gruplarda tasarım yaparken herkesin katkısı oldu. Bireysel katılım gerektirdiği için herkes düşüncesini ortaya attı. Derslerde farklı fikirler ortaya çıktı. Konu ile ilgili farklı fikirlerden haberdar olduk. Farklı fikirlere saygı duymayı öğrendik. Fikirleri farklı açılardan değerlendirdik.”

Ö4: “Grup çalışmalarında iş bölümü yaptık. Gruplarda herkesin bir görevi vardı. Gruplarda birlikte verimli çalışmalar gerçekleştirdik. Normal derste herkes derse katılmaz ama gruplarda herkesin katkısı oldu. Grup olarak çalışmamız sayesinde daha nitelikli ürünler ortaya koyabildik.”

4.2.3 Araştırmanın beşinci alt problemine yönelik bulgular

Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında kullanılan etkinliklere yönelik düşünceleri nelerdir?

Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında kullanılan etkinliklere yönelik düşüncelerini belirlemek amacıyla araştırmanın nitel boyutunda deney grubunda uygulamaya katılan öğrenciler ile OGGs uygulanmıştır. Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında kullanılan etkinliklere yönelik görüşleri Şekil 4.3’ de verilmiştir.



Şekil 4.3. Tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılan etkinliklere yönelik düşünceleri.

Odak grup görüşmesinde yer alan “argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında kullanılan etkinliklere yönelik düşünceleriniz

nelerdir?” sorusuyla ilgili öğrenci görüşlerine yönelik kategori, kod ve frekans değerleri Çizelge 4.7’ de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Öğrencilerin tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında kullanılan etkinliklere yönelik görüşleri.

Kategori	Kodlar	f	%
Yaparak yaşayarak öğrenme	Araç-gereç kullanma	3	23.08
	Tasarım yapma	2	15.38
	Ürün oluşturma	2	15.38
	El becerilerini geliştirme	1	7.69
Gerçek hayatla bağlantı kurma	Günlük hayatta kullanma	2	15.38
	Hayatla ilişkilendirme	2	15.38
	Karşılaşılan problemleri çözme	1	7.69

Çizelge 4.7 incelendiğinde argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının kullanılan etkinliklerle ilgili öğrencilerin %23.08’i araç-gereç kullanmayı sağlama, %15.38’i tasarım yapma, ürün oluşturma, günlük hayatta kullanma ve öğrendiklerini günlük hayatla ilişkilendirme % 7.69’u el becerilerini geliştirme, hayatla ilişkilendirme ve karşılaşılan problemleri çözmeyi sağladığını belirtmişlerdir.

Öğrenciler ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında kullanılan etkinlikler ile ilgili farklı fikirler belirtmişlerdir. Öğrenciler tasarım etkinliklerinin uygulama yaparak öğrenme, deney yapma ve el becerilerinin gelişmesini sağlama, tasarım yapma ve ürün oluşturma, farklı araç-gereçlerin kullanmayı öğrenmeyi sağladığını ifade etmişlerdir.

Öğrencilerin argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında kullanılan etkinliklerle ilgili düşüncelerine yönelik odak grup görüşmesine katılan bazı öğrencilerin ifadelerine örnek olarak yer verilmiştir:

Ö3: “Etkinliklerde sadece yazı yazmadık, aynı zamanda tasarımlar geliştirdik. Deney olduğu için hem bireysel hem grup olarak bilgi sağladık. Bu yöntemle daha fazla bilgi öğrendik. Merceklerin odak noktasını deneylerde gördük. Mercek türlerini öğrenmiş olduk.”

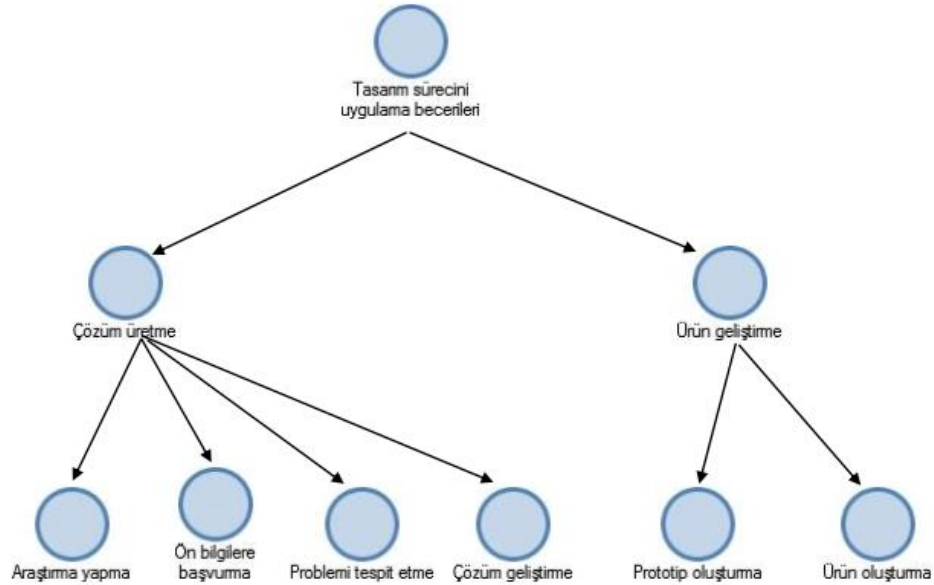
Ö4: “Görsel Sanatlar ve Teknoloji Tasarım dersi haricinde çeşitli araç gereçler kullandık. Silikon tabancası ve DC motor gibi farklı araç gereçlerin kullanım alanlarını öğrenmiş olduk. Etkinliklerde birbirimizin başarısını karşılaştırabildik.”

Ö5: “Bir görevde önce problemin belirlemenin önemli olduğunu öğrendik. Problemin çözümü için farklı kaynaklardan araştırmalar yaptık. Etkinliklerde önce prototip yaparak eksiklerimizi görme şansı bulduk. Tüm grup olarak tasarım ürünleri ortaya koyduk. Başarımız ile birlikte el becerimizde gelişti. Deney yaptığımız için yaparak öğrendik. Öğrendiklerimizi hayatımızda kullanmaya başladık.”

4.2.4 Araştırmanın altıncı alt problemine yönelik bulgular

Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile tasarım sürecini uygulama becerileri nasıl değişmektedir?

Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları öğrencilerin tasarım sürecini uygulama becerilerini nasıl değiştirdiğini belirlemek amacıyla araştırmanın nitel boyutunda deney grubunda uygulamaya katılan öğrenciler ile OGS uygulanmıştır. Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile tasarım sürecini uygulama becerilerine yönelik görüşleri Şekil 4.4’ de verilmiştir.



Şekil 4.4. Tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında öğrencilerin tasarım sürecini uygulama becerilerine yönelik görüşleri.

Odak grup görüşmesinde yer alan “argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile tasarım sürecini uygulama becerileriniz nasıl değişmektedir?” sorusuyla ilgili öğrenci görüşlerine yönelik kategori, kod ve frekans değerleri Çizelge 4.8’ de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Öğrencilerin tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile tasarım sürecini uygulama becerilerine yönelik görüşleri.

Kategori	Kodlar	F	%
Ürün geliştirme	Ürün oluşturma	3	23.08
	Prototip oluşturma	3	23.08
Çözüm üretme	Araştırma yapma	2	15.38
	Çözüm geliştirme	2	15.38
	Problemi tespit etme	2	15.38
	Ön bilgilere başvurma	1	7.69

Çizelge 4.8 incelendiğinde argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında tasarım sürecini uygulama becerileri ile ilgili öğrencilerin %23.08’i ürün ve prototip oluşturma, %15.38’i çözüm geliştirme, araştırma yapma ve problemi tespit etmeyi %7.69’u ön bilgilere başvurmayı sağladığını belirtmişlerdir.

Argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında öğrencilerin tasarım sürecini uygulama becerilerinin geliştiğini, günlük hayatta tasarım sürecini kullandıkları ve bir ürünün prototipi yaparak üründeki hataları önceden görme şansı yakaladıklarını belirtmişlerdir.

Böylece araştırma öncesinde belirlenen “*Argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının öğrencilerin tasarım sürecini uygulama becerilerine etkisi yoktur.*” H_0 hipotezi red edilmiştir.

Argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında öğrencilerin tasarım sürecini uygulama becerilerinin değişimine yönelik odak grup görüşmesine katılan bazı öğrencilerin ifadelerine örnek olarak yer verilmiştir:

Ö1: “*Tasarım çalışmalarına ilk başladığımızda hikâyede yer alan problem durumu, ürüne yönelik kriter ve sınırlılık belirleme ve ürünün prototipini oluşturmada zorlanıyorduk. Sonraki günlerde olayda geçen problemi kolaylıkla tespit etmeye başladık. Zamanla ürünün prototipini hızlı bir şekilde tasarlamaya başladık.*

Tasarımda önce prototip yaparak çalışmayı tasarımı önceden görme şansımız oluyordu.”

Ö2: “Tasarımda geliştirdiğimiz prototip modeller sayesinde ürünlerdeki hataları belirleme imkânımız oldu. Mühendislerin kullanmış olduğu tasarım sürecini günlük hayatta beceri gerektiren işlerde uygulama imkânı bulduk. Örneğin evde kullandığımız bir araç-gereç çalışmadığında problemi tespit edip, çözümleri sıralayarak ürünle ilgili prototip oluşturabiliyoruz. Ürünü tamir edebiliyoruz.”

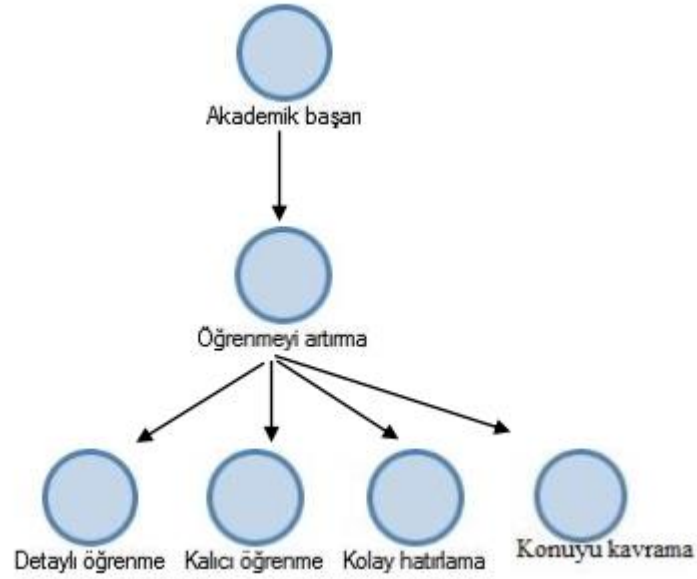
Ö4: “Bu derslerden önce tasarım sürecini ve aşamalarını bilmiyorduk. Tasarım temelli fen uygulamaları ile tasarım döngüsünü kullandık. Önceden el becerisi gerektiren tamirat gibi işlerin sadece erkeklere yönelik olduğunu düşünüyordum. Oysa tasarım çalışmalarıyla kızlarında tornavida, silikon tabancası ve matkap gibi ürünleri kullanabileceği gördüm. İleride seçebileceğim meslekler içerisinde mühendislik de eklenmiş oldu.”

4.2.5 Araştırmanın yedinci alt problemine yönelik bulgular

Argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarının değişimini nasıl açıklamaktadır?

Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin Işığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları kullanılmasının öğrencilerin akademik başarı değişimini nasıl açıkladığı belirlemek amacıyla araştırmanın nitel boyutunda deney grubunda uygulamaya katılan öğrenciler ile OGGS uygulanmıştır.

Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile akademik başarılarının değişimine yönelik görüşleri Şekil 4.5’ de verilmiştir.



Şekil 4.5. Tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında öğrencilerin akademik başarılarının değişimine yönelik görüşleri.

Odak grup görüşmesinde yer alan “argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılmasının akademik başarınızın değişimini nasıl açıklamaktadır?” sorusuyla ilgili öğrenci görüşlerine yönelik kategori, kod ve frekans değerleri Çizelge 4.9’ da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarının değişimine yönelik görüşleri.

Kategori	Kodlar	F	%
Öğrenmeyi artırma	Kalıcı öğrenme	3	23.08
	Detaylı öğrenme	2	15.38
	Kolay hatırlama	2	15.38
	Konuyu kavrama	1	7.69

Çizelge 4.9 incelendiğinde argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarının değişimi ile ilgili öğrencilerin %23.08’i kalıcı öğrenme, %15.38’i detaylı öğrenme ve kolay hatırlama, %7.69’u konuyu kavramayı sağladığını belirtmişlerdir.

Argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında öğrenciler akademik başarılarının ve öğrendiği bilgilerin kalıcılığının arttığını, kolay hatırlama ve konuyu kavramayı sağladığını belirtmişlerdir.

Argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarının değişimine yönelik odak grup görüşmesine katılan bazı öğrencilerin ifadelerine örnek olarak yer verilmiştir:

Ö3: “Derslerde tasarım yaptığımız için normal işlediğimiz derslere göre daha akılda kalıcı oldu. Tasarımlar yaparak öğrenmemizi sağladı. Bu beceriler derslerde dikkate alınmıyordu. Sadece hatırlamaya yönelik dersler kullanıyordu. Bilgi öğrenmek için tartışma kullanmayı öğrendik.”

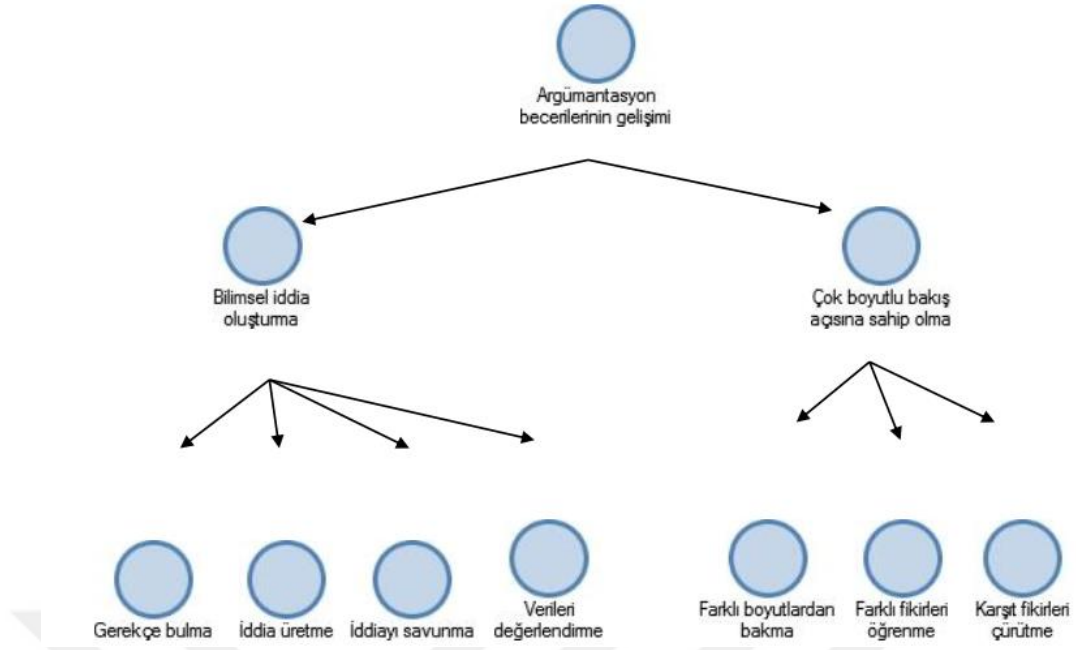
Ö5: “Işık konusu ile ilgili test çözerken tasarım yaparken gruplarda yaptığımız çalışmalar aklıma geldi ve konuyu kolaylıkla hatırladım. Fen Bilimleri dersinde deney yapmayı zaten seviyorduk. Tasarımlar sayesinde daha iyi öğrendik. Tasarımlar kendimizi geliştirmemizi sağladı.”

Ö6: “Tasarım yaparken bir proje üzerinde çalıştık. Ürün geliştirdik. Normal derse göre daha detaylı öğrendik. Işık konularını daha iyi kavradık. Öğrendiklerimizi kolaylıkla unutacağımızı düşünmüyorum. El becerimiz ile birlikte başarımız da gelişmiş oldu.”

4.2.6 Araştırmanın sekizinci alt problemine yönelik bulgular

Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılmasının argümantasyon becerilerinin gelişimine yönelik düşünceleri nelerdir?

Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin Işığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kendilerinin argümantasyon becerilerinin gelişimine etkisini belirlemek amacıyla araştırmanın nitel boyutunda deney grubunda uygulamaya katılan öğrenciler ile OGS uygulanmıştır. Öğrencilerin argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile argümantasyon becerilerinin gelişimine yönelik düşünceleri Şekil 4.6’ da verilmiştir.



Şekil 4.6. Tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında öğrencilerin argümantasyon becerilerinin gelişimine yönelik düşünceleri.

Odak grup görüşmesinde yer alan “argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılmasının argümantasyon becerilerinizin gelişimine yönelik düşünceleriniz nelerdir?” sorusuyla ilgili öğrenci görüşlerine yönelik kategori, kod ve frekans değerleri Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin argümantasyon becerilerinin gelişimine etkisine yönelik görüşleri.

Kategori	Kodlar	f	%
Çok boyutlu bakış açısına sahip olma	Farklı fikirleri öğrenme	2	15.38
	Farklı boyutlardan bakma	1	7.69
	Karşıt fikirleri çürütme	1	7.69
Bilimsel iddia oluşturma	İddia üretme	4	30.76
	Gerekçe bulma	2	15.38
	İddiayı savunma	2	15.38
	Verileri değerlendirme	1	7.69

Çizelge 4.10 incelendiğinde argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin argümantasyon becerilerinin gelişimi ile ilgili öğrencilerin %30.76’sı iddia üretme, %15.38’i farklı fikirleri öğrenme, gerekçe bulma, iddiayı savunma %7.69’u farklı boyutlardan bakma, karşıt fikirleri çürütme ve verileri değerlendirmeyi sağladığını belirtmişlerdir.

Işığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının öğrencilerin argümantasyon becerilerinin değişimine yönelik odak grup görüşmesine katılan bazı öğrencilerin ifadelerine örnek olarak yer verilmiştir:

Ö2: *“Tasarım uygulamalarında argümantasyon yöntemi ile karşı düşünceye sahip kişilerin fikirlerinin zayıf taraflarını bulduk, tartışmanın her zaman olumsuz anlamda olmadığını anladık. Konu ile ilgili farklı fikirlerden haberdar olduk. Her etkinlik sonucunda grup olarak iddia oluşturduk. İddialarımızı diğer gruplara karşı savunduk.”*

Ö3: *“İlk argümantasyon etkinliklerinde her konuda iddia oluşturmada ve her iddiaya gerekçe yazmada zorlandık. Sonraki etkinliklerde konu ile ilgili iddia ve gerekçeleri daha kolay yazdık. Argümantasyon sayesinde günlük hayatta kendimizi daha iyi savunup ifade edebildik.”*

Ö6: *“Argümantasyon mühendislik tasarım uygulamalarına göre daha zordu. Konularla ilgili gerekçe yazarken ve iddiaları savunurken zorlandık. Farklı fikirlere saygı duymayı öğrendik. Bir konu üzerinde tartışmanın bilgilerimizi artırmaya ve kendimizi geliştirmeye yardımcı olduğunu gördük.”*

4.3 Etkinlik Dokümanlarından Elde Edilen Bulgular

Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin Fen Bilimleri dersi ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının kullanmasının öğrenci başarı ve 21. yüzyıl yaşam becerilerine etkisini incelemek amacıyla araştırmada kullanılan çalışma kâğıtları betimsel olarak analiz edilmiştir.

Çalışma kâğıtlarında argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulama süreci; problem durumunun belirlenmesi, çözümlerin sıralanması ve en uygun çözümün seçilmesi, kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi, prototipin oluşturması, ürünün geliştirilmesi ve argümantasyon aşamalarından oluşmaktadır. Araştırma kapsamında 5 grup bulunmaktadır. Gruplara ait dokümanlar betimsel olarak ve sürekli karşılaştırmalı analiz ile analiz edilmiştir.

Öğrencilerin argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında tasarım becerilerinin süreç boyunca nasıl değiştiğini belirlemek amacıyla araştırmada yer alan öğrenci grupların etkinlik çalışma kâğıtları değerlendirilmiştir.

4.3.1 Radyometre yapımına yönelik bulgular

Araştırma kapsamında argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında öğrenci gruplarından 1. etkinlik olarak radyometre yapımı istenmektedir.

Radyometre yapımında öğrencilerden Güneş enerjisini hareket enerjisine dönüştürebilecekleri bir ürün tasarımları amaçlanmaktadır. Radyometre yapımı etkinliğinde yer alan problem durumu Şekil 4.7’ de verilmiştir.

Fatih, Fen Bilimleri dersinde tüm enerji türlerinin kaynağının Güneş enerjisini olduğunu öğrenmişti. Enerjinin korunumu ile enerji türlerinin birbirine dönüşebileceğini hatırlamıştı. Fatih Güneş enerjisini diğer enerji türlerine nasıl dönüştürebilirim diye düşünmeye başladı. Güneş enerjisi hareket enerjisine dönüştürmek istiyordu. Fen Bilimleri öğretmeni bir radyometre tasarlayabilirsen amacına ulaşmış olacaksın, dedi. Fatih radyometreyi araştırıp gerekli malzemeleri hazırlayarak çalışmalara başladı.

Şekil 4.7. Radyometre yapımında yer alan problem durumu.

Tasarım sürecinin ilk basamağı olan problemin belirlenmesi aşamasında öğrencilerden olayda geçen problem ya da problemleri belirlemeleri istenmektedir. Öğrenciler grup içerisinde fikir alışverişi yaparak problem durumunu kendi cümleleri ile ifade etmişlerdir.

Öğrenci gruplarının radyometre etkinliği problemin belirlenmesi aşamasına vermiş olduğu cevaplar Şekil 4.8’ de verilmiştir.

1. Grup	Problem 1 = Fatih'in güneş enerjisini hareket enerjisine dönüştürmek istemesi Problem 2 = Fatih'in radyometre yapmaya çalışması
2. Grup	Güneş enerjisi nasıl dönüştürülebilir Güneş enerjisi hareket enerjisine dönüştürme
3. Grup	Fatih'in güneş enerjisinin hareket enerjisine dönüştürmeye çalışması
4. Grup	Güneş Enerjisi hareket enerjisi dönüştürmeye çalışmak
5. Grup	Bir enerjinin başka bir tür enerjiye dönüşmesi

Şekil 4.8. Radyometre etkinliği problemin belirlenmesi aşamasında öğrenci cevapları.

Şekil 4.8' de görüldüğü gibi radyometre yapımı problemin belirlenmesi aşamasında 1. grup öğrencileri problem durumunu Fatih'in Güneş enerjisini hareket enerjisine dönüştürmek istemesi ve Fatih'in radyometre yapmaya çalışması olarak belirlemişlerdir. 2. grup öğrencileri problem durumunu Güneş enerjisi nasıl dönüştürülebilir? Güneş enerjisini hareket enerjisine dönüştürme olarak açıklamışlardır. 3. grup öğrencileri problemi Fatih'in Güneş enerjisini hareket enerjisine dönüştürmeye çalışması şeklinde ifade etmişlerdir.

4. grup öğrencileri problemi Güneş enerjisini hareket enerjine dönüştürmeye çalışma olarak belirlerken, 5. grup öğrencileri bir enerjinin başka bir tür enerjiye dönüşmesi olarak açıklamışlardır. Etkinliğin bu aşamasında tüm grupların problem durumunu doğru bir şekilde ifade ettikleri, 5. grup öğrencilerinin ise daha genel ve eksik bir ifade kullandıkları görülmektedir.

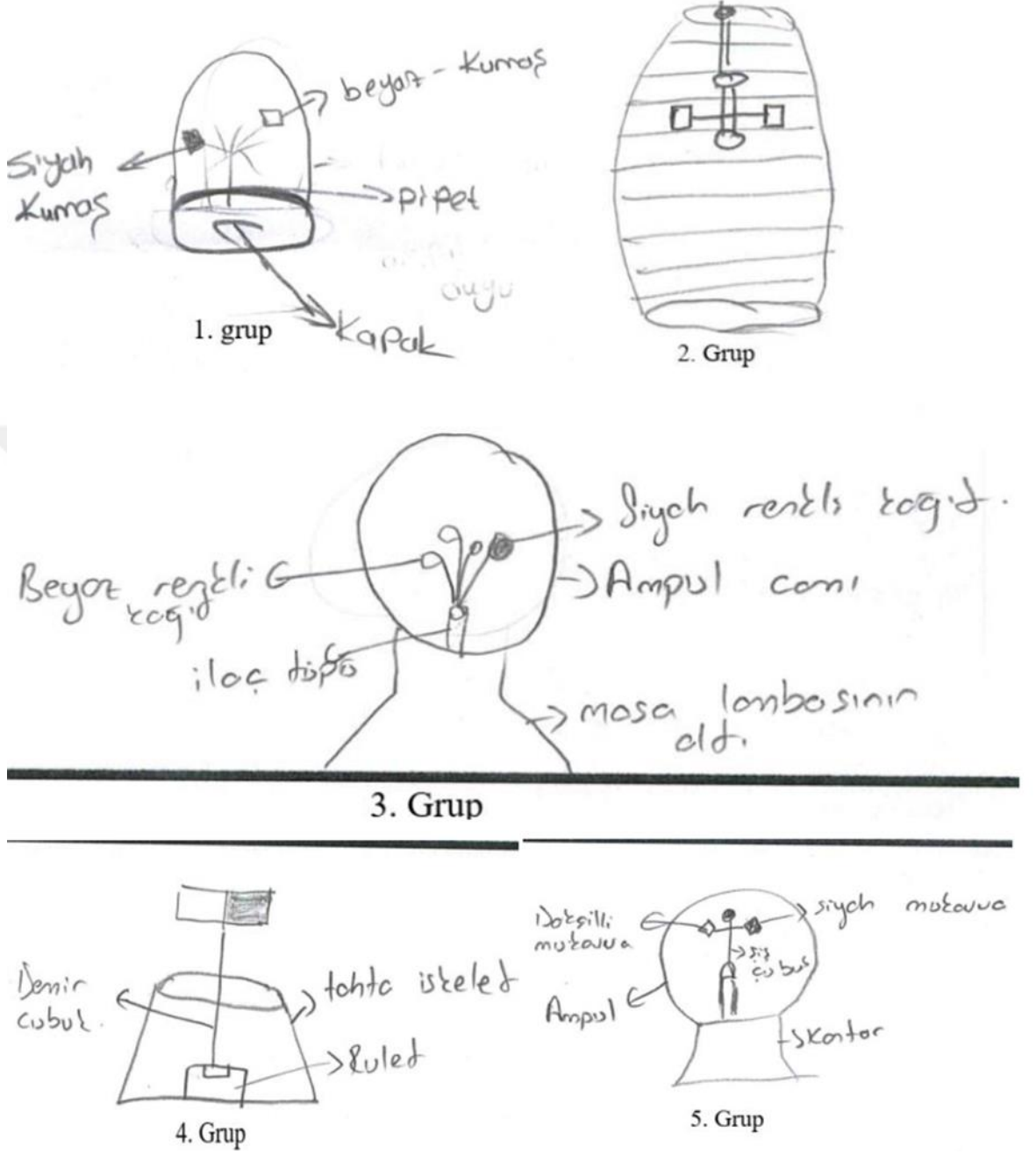
Öğrenci gruplarının radyometre etkinliği ürüne yönelik kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi aşamasına vermiş olduğu cevaplar Şekil 4.9' da verilmiştir.

2. Grup	Kriterler Bu durumda kullanabilmek için ışık gereklidir. Işık miktarı ne kadar artarsa o kadar hızlı döner. Radyometrenin diğer özellikleri?
	Sınırlılıklar Radyometreyi kullanabilmek için bir ışık kaynağı gereklidir.
3. Grup	Kriterler Radyometrede bir tanesi siyah bir tanesi beyaz olan pervanelerin bulunması lazımdır. Radyometre siyah rengeyle ışığı soğutur beyaz rengeyle yansıtır ve pervaneler döner ışık enerjisi hareket enerjisine dönüşür.
	Sınırlılıklar Radyometre sadece ışık enerjisi olduğu zaman kullanılabilir bir alettir ışık enerjisi olmadığı zaman radyometre kullanılamaz.
4. grup	Kriterler Radyometrenin ışığa temas eden cisimlerinden biri ışığı soğutarak binde yansıtmalıdır gerekir. NOT ⇒ Işık beyaz renge iten siyah renge çeken.
	Sınırlılıklar Işık olmadığı ortamlarda çalışmaz.
5. Grup	Kriterler Radyometrenin bir yüzü beyaz bir yüzü siyah olmasından dolayı ışığı soğutarak kendi etrafında dönmesi.
	Sınırlılıklar Güneşli havalarda çalışması kapalı havalarda ise çalışması içindesi pervanelerin binisi için açık ortama ise beyaz renk olmasıyla çalışır.

Şekil 4.9. Radyometre etkinliği ürüne yönelik kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi aşamasında öğrenci cevapları.

Şekil 4.9’ da görüldüğü gibi radyometre yapımı ürüne yönelik kriterlerin belirlenmesi aşamasında kriter olarak bir yüzeyi beyaz, bir yüzeyi siyah yaprakların kullanılması gerektiği sınırlılık olarak ise radyometrenin ancak ışık varlığında çalışabileceği gruplar tarafından belirtilmiştir. 1. grupta yer alan öğrenciler ise ürüne yönelik kriter ve sınırlılık belirtmemiştir.

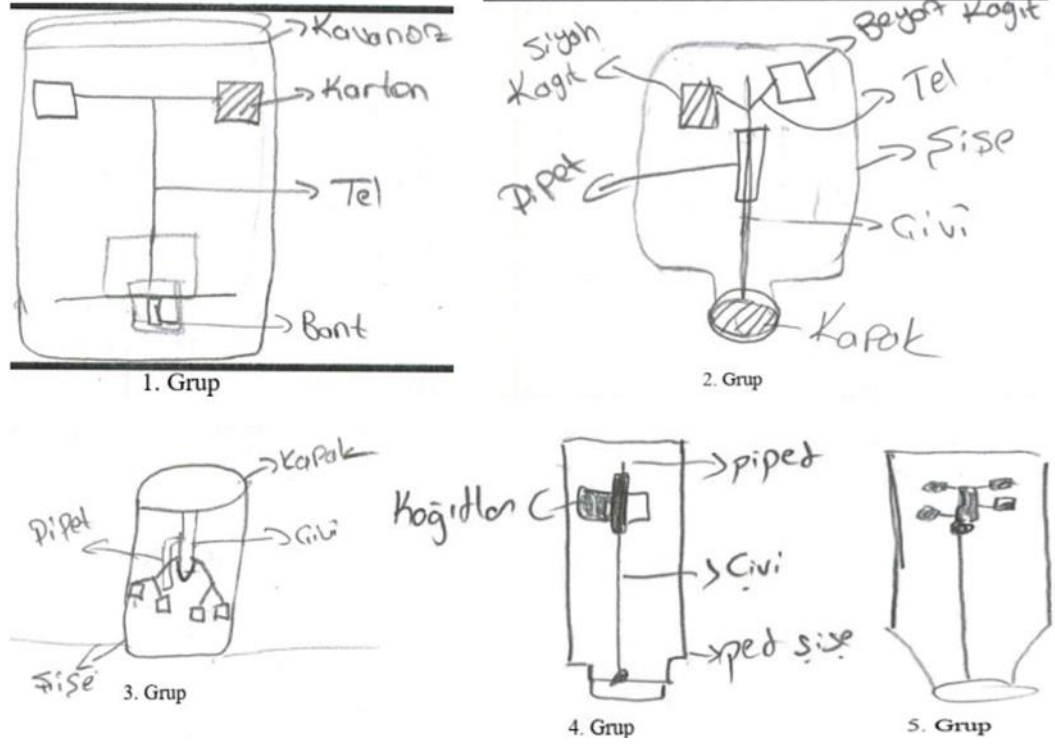
Öğrenci gruplarının radyometre etkinliği ürüne yönelik prototipin oluşturulması aşamasında yapmış olduğu çizimler Şekil 4.10’ da verilmiştir.



Şekil 4.10. Radyometre etkinliği ürüne yönelik prototip oluşturma aşamasında öğrenci çizimleri.

Öğrenciler tasarım sürecinin prototip aşaması ile ürüne ait ilk örneği oluşturma ve ürüne ait aksayan yönleri tespit etme şansı bulmuşlardır. Tüm gruptaki öğrenciler radyometrenin prototipini kapalı bir sistem içerisinde tasarlarlarken, 4. grupta yer alan öğrenciler radyometreyi kapalı bir sistem içerisinde tasarlamamışlardır.

Öğrenciler ürün prototiplerini kendilerine verilen malzemeler ile oluşturmuşlar, prototiplerin test edilme işlemini sınıf ortamında gerçekleştirmişlerdir. Öğrenciler prototip modeller test ederek üründe olası hataları gidermişlerdir. Radyometre modelinin prototip aşamasında öğrenciler radyometrenin kapalı bir sistem içerisine yerleştirilmesi siyah ve beyaz renkte yaprakların kullanılması gerektiğinin farkına varmışlardır. Öğrencilerin ürün oluşturma aşamasında yapmış olduğu çizimler Şekil 4.11 de verilmiştir.



Şekil 4.11. Radyometre etkinliği ürüne yönelik model oluşturma aşamasında öğrenci çizimleri.

Öğrenciler ürün modeli oluşturma aşamasında ürünün son şeklini elde etmişlerdir. Tüm gruplarda yer alan öğrenciler ışık enerjisi varlığında çalışan, siyah-beyaz yaprakları bulunan ve ışık enerjisini hareket enerjisine çeviren bir radyometre elde etmişlerdir.

Öğrencilerin oluşturmuş olduğu radyometre modelleri Şekil 4. 12’de verilmiştir.



Şekil 4.12. Radyometre etkinliği ürüne yönelik model oluşturma aşaması sonrasında öğrenci modelleri.

Öğrenciler tasarım sürecinin ürün oluşturma aşamasında ürünün resmini çizerek ürüne son şeklini verip nihai ürünü elde etmişlerdir. Öğrenciler cam ve plastik şişe kullanarak şişenin içerisine siyah ve beyaz yapraklar yerleştirerek bir radyometre tasarlamışlardır. Işık varlığında radyometrenin yaprakları hareket ederek ışık enerjisi hareket enerjisine dönüştürmüşlerdir.

Öğrencilerin nihai radyometre modellini oluşturduktan sonra radyometrenin çalışma prensibi ve ışığın soğurulması konuları ile ilgili bir çıkarımda bulunmaları gerekmektedir.

Öğrenciler ürün oluşturduktan sonra ışığın soğurulması ile ilgili iddia ve gerekçeler oluşturmuşlardır. Radyometre etkinliğinde öğrencilerin oluşturduğu iddia ve gerekçeler Şekil 4.13’ de verilmiştir.

Bu deneyi göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

Kızın... koyu... renk... giyilirken... yazın... açık... renk... giyilir... Gerekçe beyaz... renk... Yansıtır... böylece... terlemeyi... Baler... siyah... renk... ışığı... çektiği... için... terletir...

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

Siyah... renk... ışığı... en fazla... soğurur... Beyaz... renk... ışığı... en fazla... Yansıtır... Renk... ne... Kadar... koyuysa... o kadar... soğurur... Rıdya... metrenide nederi... budur... 1. Grup

Bu deneyi göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

Açık... renkli... örneğin... beyaz ve... Sarı... gibi... renkler... ışığı... daha... az... soğururken... siyah, lacivert... gibi... renkler... ışığı... daha... fazla... soğurur...

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

Örneğin... sıcak... havalarda... beyaz ve... Sarı... gibi... açık... renkli... renkler... giyilir... Sanki... açık... renkler... ışığı... daha... az... soğurur... Fakat... soğuk... havalarda... ışığı... daha... fazla... soğurur... Kışa... renkli... kıyafetler... giyilir... T.e... asılan... siyah ve beyaz... renkli... kumaşlardan... siyah renk... ışığı... fazla... soğurduğu için... daha... hızlı... kururken... beyaz renk... olan... daha... az... soğurur ve... yavaş... kurur... 2. Grup

Bu deneyi göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

Rüya... etkinliklere... göre... koyu... renkleri... ışığı... enerjisini... daha... fazla... alarak... ışığı... az... renkleri... göre... daha... fazla... soğurur... Kışın... koyu... renkleri... yazın... açık... renkleri... giyilmesi... lazımdır...

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

3. Grup

Bu deneyi göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

Siyah... renk... ışığı... daha... az... soğurduğundan... yazın... daha... az... renk... ismet... ışığı... koyu... renkleri... giyilir... Yazın... da... daha... az... renk... için... az... renk... giyilir... daha... senin... telvar...

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

Arabistan... az... sıcak... aldığımız... için... ensoya... giden... insanlar... beyaz... tene... kışa... giyene... gidenler... Güneş... pilkisi... güneş... ışığını... daha... iyi... çektilerlerini... için... siyah... renk... te... tene... aldılar... 4. Grup

Bu deneyi göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

Siyah... kumaş... daha... az... soğurur... beyaz... kumaş... daha... az... yansıtır... yazın... az... renkli... kumaşlarla... giymeliyiz... yazın... koyu... renkli... kumaşlarla... giymeliyiz...

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

Siyah... renkleri... daha... az... soğurur... çünkü... ışığı... yoğun... ışığı... daha... az... toplar... 5. Grup

Şekil 4.13. Radyometre etkinliği öğrencilerin oluşturduğu iddia ve gerekçeler.

1. etkinlik sonucunda çalışma grubunu oluşturan 5 grubun tamamı ışığın soğurulması konusu ile ilgili geçerli bir iddia üretmişlerdir. Öğrenciler farklı düşünen gruplar ve eğitim yöneticisi ile bilimsel tartışmalar gerçekleştirmişlerdir.

Gruplar birbirlerini ikna edebilmek için konuya yönelik gerekçeler oluşturmuşlardır.

1. etkinlikte sadece 3. grup öğrencileri ürettikleri iddia ile ilgili gerekçe üretememişlerdir.

4.3.2 Renk çarkı yapımına yönelik bulgular

Çalışmada argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında öğrenci gruplarından 2. etkinlik olarak renk çarkı yapımı istenmektedir. Renk çarkı etkinliğinde yer alan problem durumu Şekil 4.14’ de verilmiştir.

Burak TV kanalında verilen ilginç bilgilerden oluşan bir program izliyordu. Televizyonda CD’yi Güneş ışığına tutan bir insan görünüyordu. CD üzerine Güneş ışığı düşünce kırmızı renkten mor bir renk dalgalanması olduğunu gözlemledi. Burak bu durumu deneyerek görmek istedi. Güneşli bir günde evden getirdiği CD’yi Güneş ışığına tutunca renk dalgalanması olduğunu gördü. Güneş ışığının rengini ve hangi renk bileşimlerden oluştuğunu merak etmişti. Bu olayın nedenini araştırarak bulmaya karar verdi. Burak tüm renklerin birleşiminde hangi renk ya da renklerin oluşabileceğini merak ediyordu. Bunu öğrenmek için tüm renkleri kullanarak bir daire yapacak ve daireyi hızlı bir şekilde döndürerek oluşabilecek rengi tespit edecekti.

Şekil 4.14. Renk çarkı etkinliği problem durumu.

Tasarım sürecinin ilk basamağı olan problemin belirlenmesi aşamasında öğrencilerden olayda geçen problem ya da problemleri belirlemeleri istenmektedir. Öğrenci gruplarının renk çarkı etkinliğinde problemin belirlenmesi aşamasına vermiş olduğu cevaplar Şekil 4.15’ de verilmiştir.

1. Yukarıda verilen olayda problemler nelerdir? Açıklayınız.

1. Burak'ın tüm renkleri birleştirip ne olacağını merak etmesi.

1. Grup

2. CD'nin geniş ışınlarını dalgalandırması.

Tüm renklerin birleşiminde hangi rengin oluşacağını bulmak istiyen.

2. Grup

Burak'ın bir daire yapması ve daireyi hızlı bir şekilde döndürüp oluşacağı renkleri görmesi.

3. Grup

Tüm renklerin birleşiminde hangi rengin oluşacağını bulmak.

4. Grup

Renklerin birleşiminin nasıl bir görüntü çıkaracağını bulmuş.

5. Grup

Şekil 4.15. Renk çarkı etkinliği problemin belirlenmesi aşamasında öğrenci cevapları.

Şekil 4.15' de görüldüğü gibi renk çarkı yapımı problemin belirlenmesi aşamasında tüm grup öğrencileri tüm renklerin birleşiminin hangi rengi vereceği ifadesini kullanmışlardır. Öğrenciler problem durumunu doğru bir şekilde açıklamışlardır.

Öğrencilerin problemin belirlenmesi aşamasından sonra renk çarkı modeli oluşturmaları gerekmektedir. Öğrenciler öncelikle modelin özelliklerini belirlemişlerdir.

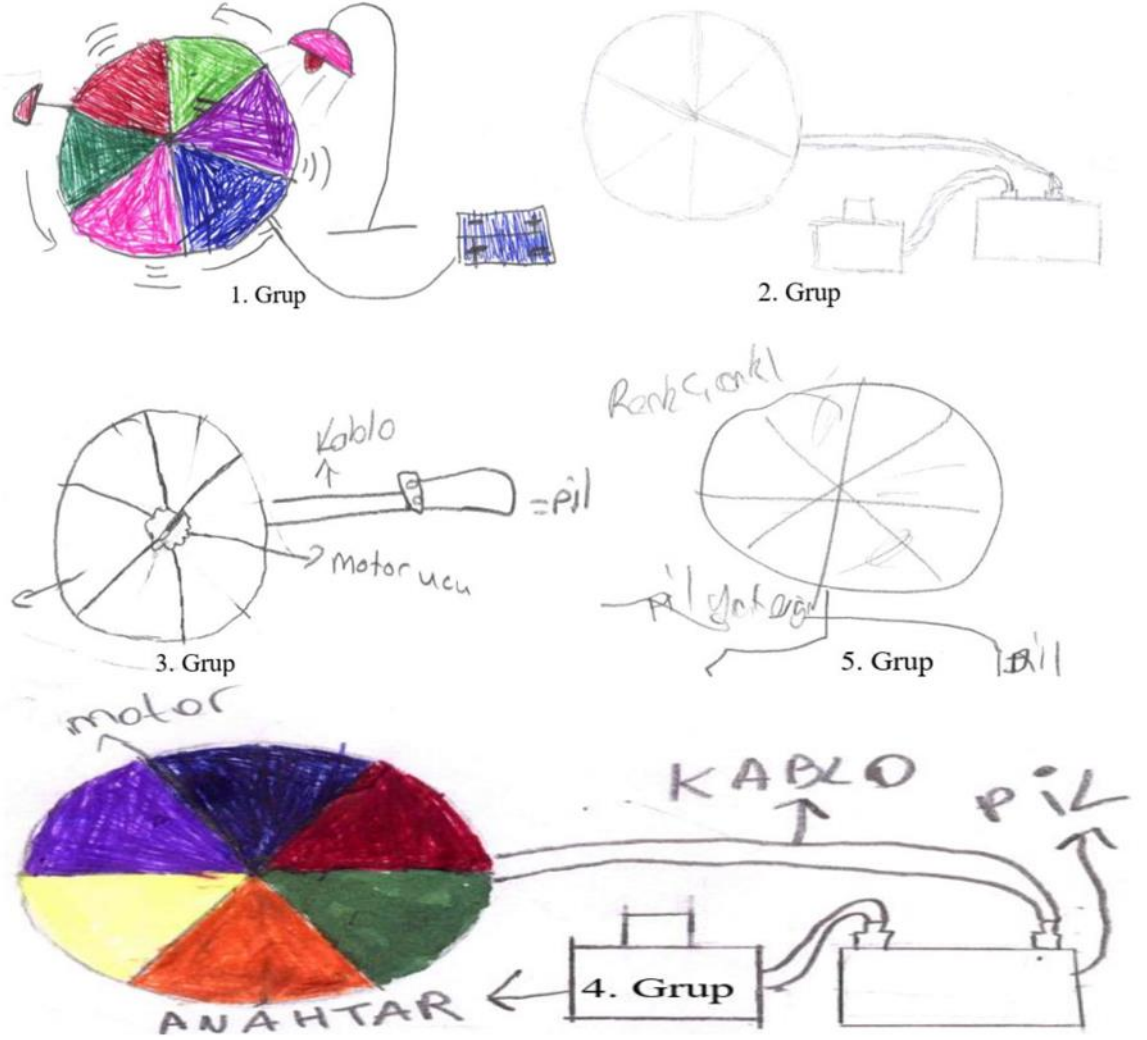
Öğrenciler tasarım sürecinin 2. aşamasında ürüne yönelik kriter ve sınırlılıkları ifade etmişlerdir. Öğrenci gruplarının renk çarkı etkinliği ürüne yönelik kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi aşamasına vermiş olduğu cevaplar Şekil 4.16' da verilmiştir.

1. grup	Kriterler Dönmesi...gerekliyor Her zaman Rendeli bir çark yapıp hızlı dönmesini sağlanırlıyız. Bu deneyden çıkaracağımız sonuç güneş ışığının renkleri gösterdiği. Sınırlılıklar Gece karanlıkta çalışmaz Düzensiz çalışmaz Yuvamlık şeklinde ve içinde her renge bir döner.
2. Grup	Kriterler 1-1. Hızlı ve sürekli olarak dönmeli gerekiyor 2-2. Motorun hareketi kadar güç hareket ettirmesi lazım 3-3. Dairenin sabit bir şekilde dönmesi gerekmektedir Çarkta ki döner ad güneş ışığının renklerini ortaya çıkar Sınırlılıklar 1-1. Hızlı bir şekilde dönmeli güneş ışığına çalışmaz 2-2. Motorun hareketi kadar güç lazım 3-3. Dairenin sabit bir şekilde dönmesi gerekmektedir yoksa çalışmaz Bu aletin çalışması için güneş ışığına ihtiyacımız vardır
3. Grup	Kriterler Dairenin dönmesi için bir alan gereklidir güneş ışığı veya beyaz ışık lazımdır Sınırlılıklar Dairenin çalışacağı alan ve gerekli materyaller olmadığında çalışmaz
4. Grup	Kriterler 1-1. Hızlı ve sürekli olarak dönmesi gerekmektedir Var plastiklerdeki sürecinde aynı yeşil, kırmızı gibi renkler vardır Sınırlılıklar 1-1. Hızlı bir şekilde dönmeli sürece çalışmaz 2-2. Motorun hareketi kadar güç lazım 3-3. Dairenin sabit bir şekilde dönmesi lazım
5. Grup	Kriterler Çarkta ki Döner ad güneş ışığının renkleri aydın Çıkarı Sınırlılıklar Bu aletin çalışması için güneş ışığına ihtiyacımız vardır

Şekil 4.16. Renk çarkı etkinliği ürüne yönelik kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi aşamasında öğrenci cevapları.

Şekil 4.16' da görüldüğü gibi 2 ve 4. grup öğrencileri kriter olarak renk çarkının hızlı ve sürekli dönmesi, sınırlılık olarak motorun çarkı döndürebilecek kadar güce sahip

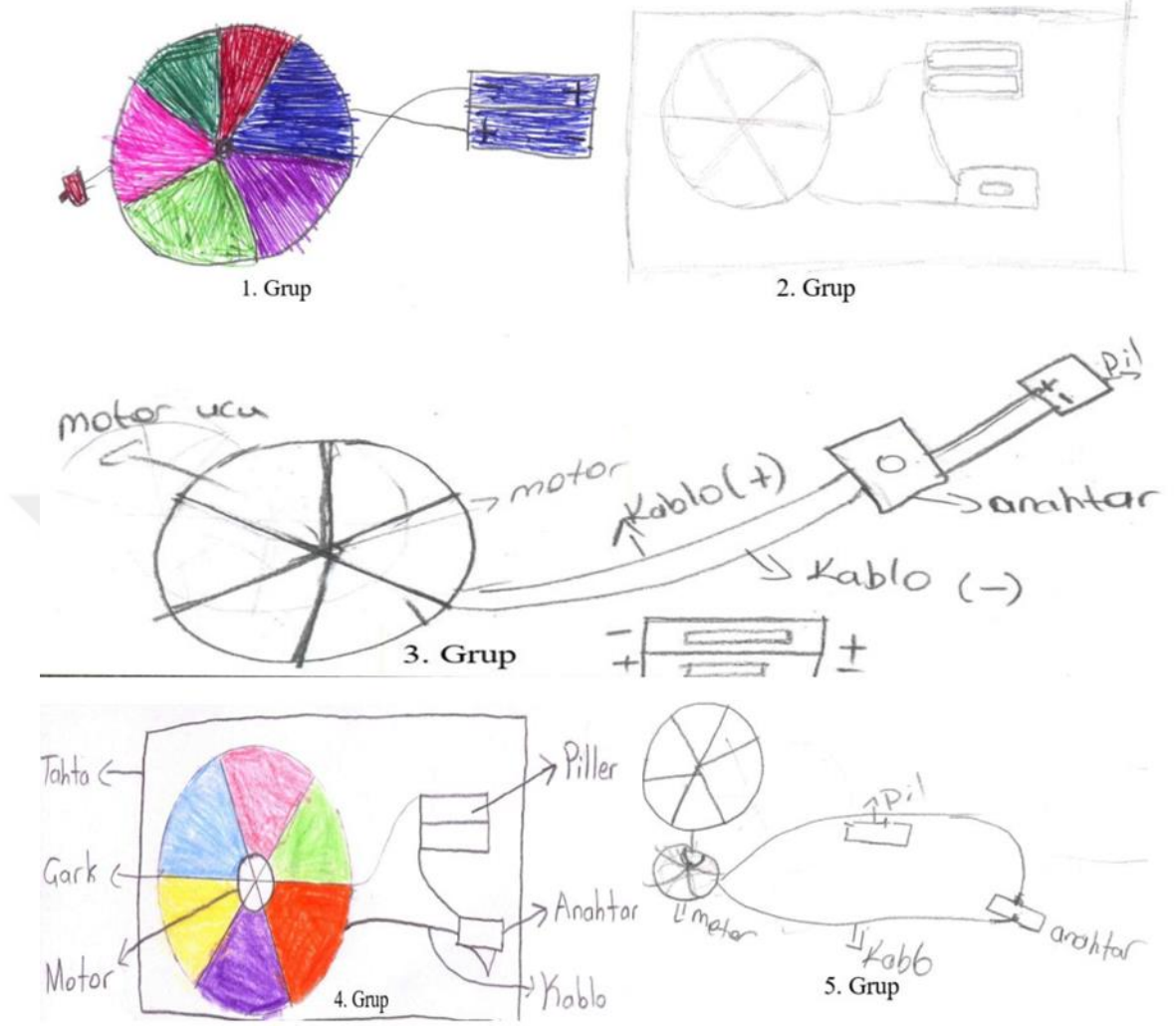
olmaması şeklinde ifade ederek kriter ve sınırlılıkları eksiksiz olarak belirtmişlerdir. 1, 3 ve 5. grupta yer alan öğrenciler kriterleri eksik, sınırlılıkları ise yanlış belirtmişlerdir. Öğrenci gruplarının renk çarkı etkinliği ürüne yönelik prototip aşaması öğrenci çizimleri Şekil 4.17’ de verilmiştir.



Şekil 4.17. Renk çarkı etkinliği ürüne yönelik prototip aşamasında öğrenci çizimleri.

Şekil 4.17’ de görüldüğü gibi öğrenciler tasarım sürecinin prototip aşaması ile ürüne ait ilk örneği oluşturma ve ürüne ait aksayan yönleri tespit etme şansı bulmuşlardır. Renk çarkı prototip modellerinde tüm gruplar pil ve anahtara yer verirken, sadece 3. grup öğrencileri çizimlerinde DC motora yer vermişlerdir. Öğrenciler renk çarkları dönme hareketi yapmayınca modellerine motor ekleyerek bu eksikliği gidermişlerdir. Ayrıca öğrenciler çarkı hızlı hareket ettirebilmek için 1,5 ve 3 voltun yetersiz olduğunu, çarkın hareketinde 6 ve 9 voltun daha uygun olacağını test etmişlerdir.

Öğrencilerin ürün oluşturma aşamasında yapmış olduğu çizimler Şekil 4.18’ de verilmiştir.



Şekil 4.18. Renk çarkı etkinliği model oluşturma aşamasında öğrenci çizimleri.

Şekil 4.18’ de görüldüğü gibi ürün modeli çizim aşamasında tüm gruplar modellerine motor ekleyip modellerindeki pil sayısını artırmışlardır. Öğrenciler ayrıca modellerini tahta blok üzerine sabitlemişlerdir. Öğrenciler renk çarklarını hareket ettirerek tüm renklerin birleşimini aralarında tartışma yaparak belirlemişlerdir. Renk çarkı etkinliği ürüne yönelik model oluşturma aşamasında öğrencilerin yapmış olduğu modeller Şekil 4.19’ da verilmiştir.



Şekil 4.19. Renk çarkı etkinliği ürüne yönelik model oluşturma aşaması sonrasında öğrenci modelleri.

Şekil 4.19 da görüldüğü gibi öğrenciler pil ile çalışan ve altı renkten oluşan renk çarkı modeli oluşturmuşlardır. Öğrenciler renk çarklarını çalıştırarak son aşamada tüm renklerin birleşimi ile ilgili çıkarımda bulunmuşlardır.

Öğrenciler ürün oluşturduktan sonra beyaz ışığı oluşturan renklerle ilgili iddia ve gerekçeler oluşturmuşlardır. Renk çarkı etkinliğinde öğrencilerin oluşturduğu iddia ve gerekçeler Şekil 4.20’ de verilmiştir.

Reakler die birine kaxi. r. sa beya. 2. c. c. k
Olusuc. Saues. isig. beyandis. Penkasi. di. ibar. ti. m. m.
du. n. u. a. m. a. x. e. x. i. m. a. v. i. x. e. s. a. a. c. c. e. m. m. a. l. s. a. s. t. d. i. t. i. a.

Renk renkleri anlaşıldığı gibi renkleri
 birbiriyle karışmış oluyor ve
 beyaz oluşuyor siyah rengi oluşması
 imkansızdır. Güneş ışığının beyaz olmasında
 buna örnek verebiliriz. Eğer tüm renkler
 karışınca siyah olsaydı, o zaman güneş
 ışığı siyah olurdu.

Yaptığımız deneyde renklerini aynı sırada beyaz ve
 birbiriyle beyaz rengi gördük.

Beşer... enerji... içine... kimya... son... dönüş... mavi... mor... yeşil...
renkler... vardi... Elektrik... enerjisi... sayısında... bu... renkler... taşınacak...
beyaz... renk... olmasın...

(Kırmızı) 'İstir' yeşil, mor, sarı, kırmızı, beyazı renklendir
 oluyur. Bu renklendir bilesimi beyaz rengi oluşturan

Güneş ışığı, yan beyaz renk, Güneş
renkleri bir arada, güneşli, alacak
renkleri, kızı, kızı, sarı, yeşil, mavi

Ulküde saygınam renkleri bir kâğıt üzerinde
beyazğımlıa kıl bir sekilde anıak
devir.İ.M.T. de anıaya beyaz renk alkan.
Geyrine olıan renk beyazdır.

Mavi, yeşil, turuncu, mor, sarı, kırmızı... renklerden
beyaz... renk oluşur. Güneş... ışığı... bu renklerden
oluşur ve beyaz renktedir.

Dexre hızla dönünce renklere geçen ışıklar
karışıp... gözümüze beyaz olarak gözükür...

Kimyasal...Tuzlu...Sarı...yeşil...mavi...mor renkler? beyaz
renge...dışlanır

Güneş... süngü... butun... pankreas... isinde... beyaz... renk... uarda
Çakıfele... deneyide... iddra... edilebilir... 13

2. etkinlik sonucunda çalışma grubunu oluşturan tüm gruplar beyaz ışığı oluşturan renkler konusu ile ilgili “Tüm renklerin birleşimi beyazdır.” “Kırmızı, turuncu, sarı,

yeşil, mavi ve mor renklerin birleşimi Güneş ışığını verir, Güneş ışığı beyazdır.” gibi geçerli bir iddia üretmişlerdir.

Öğrenciler farklı düşünen gruplar ve eğitim yöneticisi ile bilimsel tartışmalar gerçekleştirmişlerdir. Gruplar birbirlerini ikna edebilmek için konuya yönelik gerekçeler oluşturmuşlardır.

Öğrenciler gerekçe olarak renk çarkında yaptığı etkinlik aşamalarını belirtmişlerdir. 1. grupta bulunan öğrenciler Güneş ışığının neden siyah olamayacağını da açıklayarak gerekçe kısmını en detaylı dolduran grup olmuşlardır.

4.3.3 Periskop yapımına yönelik bulgular

Araştırmada öğrenci gruplarından argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile 3. etkinlik olarak periskop yapımı istenmektedir. Periskop etkinliğinde yer alan problem durumu Şekil 4.21’ de verilmiştir.

Ahmet, TV de 1. Dünya savaşı ile ilgili bir belgesel izliyordu. Belgeselde denizaltıların Türk gemilerini batırmaya çalıştığından bahsediliyordu. Türk denizcileri top atışlarıyla denizaltıları etkisiz hale getirmeye çalışıyor, İngiliz denizaltıları da Türklere, İstanbul ve Çanakkale’den yardım gelmesini engellemeye çalışıyorlardı. Türk denizcileri dikkatli bir şekilde denizaltıları arıyorlardı. Gözcü; su yüzeyinde bir periskop var diye bağırmağa başladı. Bunun üzerine topçu birlikleri denizaltıyı top atışına tutarak etkisiz hale getirdiler. Ahmet denizaltı ve periskobu çok merak etmişti. Periskop denizaltında kullanılıyor olmalı diye düşündü. Yaptığı araştırmalar sonucunda evde kendi şartlarında bir periskop yapabileceğini öğrendi. Periskopta hangi aynaları kullanmalıyım? Nasıl bir tasarım yapalım diye düşündü? Ahmet periskop yapacağı için çok heyecanlıydı.

Şekil 4.21. Periskop yapımı etkinliği problem durumu.

Tasarım sürecinin ilk basamağı olan problemin belirlenmesi aşamasında öğrencilerden olayda geçen problem ya da problemleri belirlemeleri istenmektedir. Öğrenci gruplarının periskop etkinliğinde problemin belirlenmesi aşamasına vermiş olduğu cevaplar Şekil 4.22’ de verilmiştir.

1. Yukarıda verilen olayda problemler nelerdir? Açıklayınız.

1. Grup Ahmet'in belgeselden etkilenip periskop yapmak istemesi ve nasıl yapacağını bilmesi.
2. Grup Osman'ın periskop yapımında aynalar kullanılacağını düşünülmesi.
3. Grup Ahmet'in bir haberdan etkilenip periskop yapmak istemesi.
4. Grup Ahmet'in periskopta hangi ayoaların kullandığını ve periskop'ın nasıl çalıştığını merak etmesi.
5. Grup Ahmet'in periskopu bilmediği etası.

Şekil 4.22. Periskop etkinliği problemin belirlenmesi aşamasında öğrenci cevapları.

Şekil 4.22' de görüldüğü gibi periskop yapımı problemin belirlenmesi aşamasında gruplar genel olarak periskop yapmak şeklinde ifade etmişler, 4. grup öğrencileri ise periskopta hangi ayna kullanılır ve periskopun nasıl çalışır şeklinde açıklayarak en doğru ve kapsamlı açıklamayı yapmışlardır.

Öğrenciler problemi tespit edip, problem durumunu belirttikten sonra problemin çözümü için ürün tasarlama işlemine geçiş yapmışlardır. Öğrenciler öncelikle periskobun hangi özelliklere sahip olması gerektiği ve periskobun hangi şartlar altında çalışabileceğini belirlemişlerdir.

Öğrenciler tasarım sürecinin 2. aşamasında ürüne yönelik kriter ve sınırlılıkları ifade etmişlerdir. Öğrenci gruplarının periskop yapımı etkinliği ürüne yönelik kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi aşamasına vermiş olduğu cevaplar Şekil 4.23'de verilmiştir.

Net ve yakını göstermesi

Kriterler

1. Grup

Sınırlılıklar
aynanın gördüğü yer dışında hiçbir yer görmemesi

Kriterler

2. Grup

aynanın tümsek ayna olması
Periskop yatacağı cıtip görüntüyü ayna sayesinde yansıtır
Bu ayna tümsek aynadır

Sınırlılıklar

Periskopu yaparken tümsek ayna kullanılmaktadır
Yaksa yatacağı geniş alınmaz

Kriterler

3. Grup

Periskop yapımında kullanılan malzemelerin bulunması
ve periskopun görüntüyü doğru bir şekilde göstermesi

Sınırlılıklar

Ayna olmadan çalışmaz ve eğer ayna silinirse
doğru bir görüntü elde edilmez

Kriterler

4. Grup

Düz ayna kullanılmalıdır eğer suda kullanılıyorsa
ıslanmayan bir malzeme kullanılmalıdır Eger suda
kullanılmıyorsa mukavva kullanılabilir

Sınırlılıklar

Karanlık havada kullanılamaması, kartondan yapıldıysa
ıslanma olasılığının olması, içerisindeki aynaların
kırılan bir yapıda olması

Kriterler

5. Grup

bonu ve aynalardan periskop yapılabilir

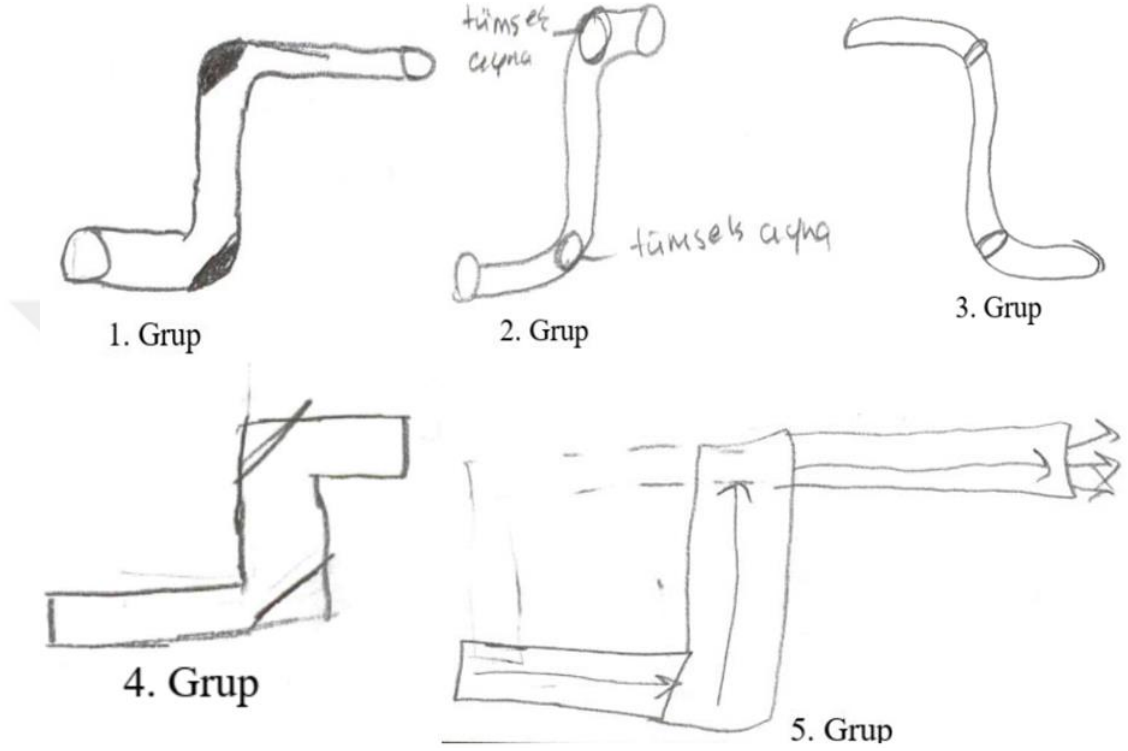
Sınırlılıklar

eğer içindeki aynalar kırılırsa periskop
çalışmayabilir

Şekil 4.23. Periskop etkinliği ürüne yönelik kriter ve sınırlılıkların belirlenmesinde öğrenci cevapları.

Şekil 4.23' de görüldüğü gibi periskop yapımı kriter olarak 1. grup öğrencileri net ve yakını göstermesi, 2. grup öğrencileri tümsek ayna kullanılması ve 4. grup öğrencileri düz ayna kullanılması, suda kullanılacaksa su geçirmeyen malzeme kullanılması şeklinde ifade etmişlerdir. 4. grup öğrencileri kriter belirlenmesi aşamasında ürünün

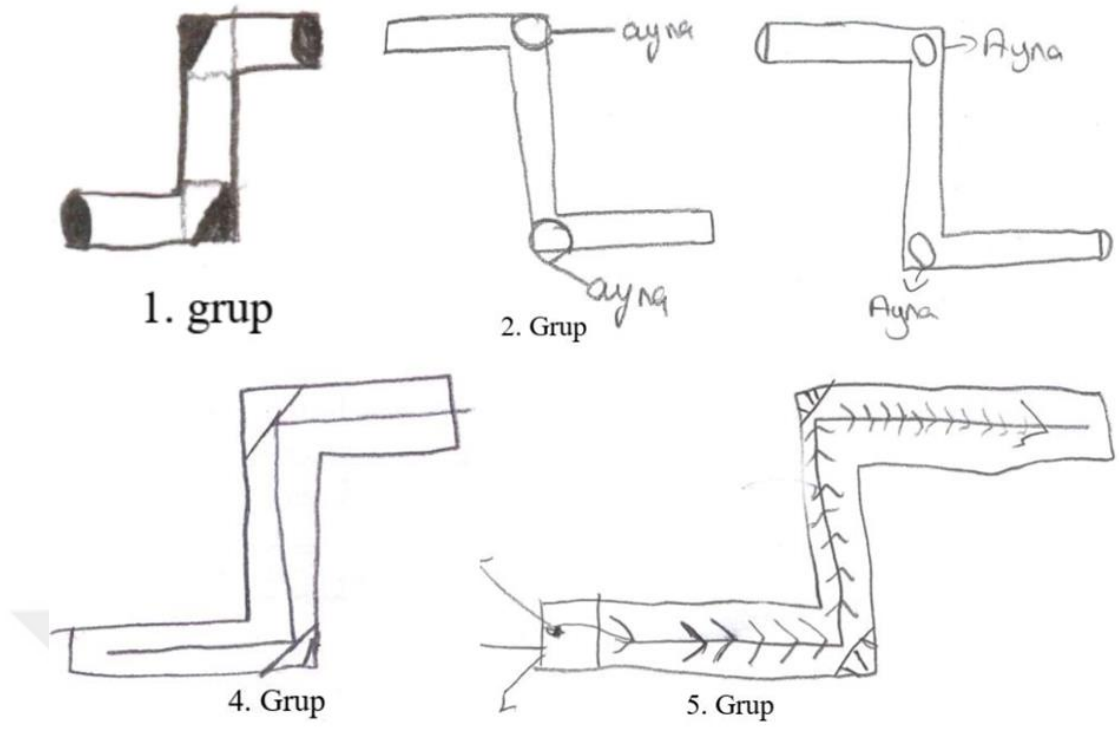
tüm yönlerini ele almışlardır. Sınırlılıkların belirlenmesi aşamasında 4. grup öğrencileri ıslanacak malzeme kullanılması ve aynaların kırılma tehlikesinin olması şeklinde belirterek 2 doğru sınırlılık ifade etmişlerdir. Diğer gruplar ürüne yönelik geçerli bir sınırlılık belirtememişlerdir. Öğrencilerin periskop yapımı prototip aşamasında yapmış olduğu çizimler Şekil 4.24’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.24. Periskop etkinliği prototip aşaması öğrenci çizimleri.

Şekil 4.24’ de görüldüğü gibi öğrenci grupları tasarım sürecinin prototip aşaması ile ürüne ait ilk örneği oluşturma ve ürüne ait aksayan yönleri tespit etme şansı bulmuşlardır.

Öğrenciler bu aşamada periskopta kullanılan aynaları ve aynaların yerleştirilme açılarını test etme işlemini gerçekleştirmişlerdir. Öğrenciler aynaların 30^0 , 45^0 ve 60^0 açı için deneyerek en doğru yerleşim şeklinin 45^0 olduğunu tespit etmişlerdir. Öğrencilerin periskop ürün oluşturma aşamasında yapmış olduğu çizimler Şekil 4.25’ de verilmiştir.



Şekil 4.25. Periskop etkinliği ürün model oluşturma aşaması öğrenci çizimleri.

Şekil 4.25’ de görüldüğü gibi ürün modelinin çizim aşamasında tüm gruplar periskop içerisine aynaları 45^0 olacak şekilde yerleştirmişlerdir. Öğrenciler mukavva kullanarak periskop modeli oluşturmuşlardır. Periskop etkinliği öğrencinin yapmış olduğu periskop modeli Şekil 4.26’ da verilmiştir.



Şekil 4.26. Periskop etkinliği öğrencinin yapmış olduğu periskop modeli.

Öğrenciler ürün oluşturduktan sonra periskop ile ilgili iddia ve gerekçeler oluşturmuşlardır. Periskop etkinliğinde öğrencilerin oluşturduğu iddia ve gerekçeler Şekil 4.27' de verilmiştir.

Bu etkinliği göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

~~8~~ Düz ayna kullanılır ve aynalar ters kalır.

1. Grup İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

düz ayna takmazsak etraf bulanık görünür

Bu etkinliği göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

Periskopta iki adet ^{tümsek} ayna kullanılır bu aynalar 45°'lik bir açıyla gerçekleştirilir

2. Grup İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

Periskopta kullanılan tümsek ayna abim çenir gösterir bu yüzden tümsek ayna kullanılır

Bu etkinliği göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

Düz ayna görüntüyü düz bir şekilde göstermez sağlar bu yüzden düz ayna kullanılır

3. Grup İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

Periskopu yaparken düz ayna kullanılır ve aynaların 45° açıyla yerleştirilmesi gerekir

Bu etkinliği göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

Teleskopta düz ayna kullanılır

Aynalar görüntüleri yansıtabilir ve böylece gözlemlenebilir

4. Grup İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

Çünkü düz ayna ışığı tam yansıtır

Bu etkinliği göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

Periskopta düz ayna kullanılır

5. Grup İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

Periskopta kullanılan "iğne" ile birleştirilir

Şekil 4.27. Periskop etkinliği öğrencinin ürettiği iddia ve gerekçeler.

Şekil 4.27’ de görüldüğü gibi periskopta düz ayna kullanılır ifadesiyle 4 grup geçerli ve bilimsel açıdan doğru bir iddia oluştururken, 2. grup periskopta tümsek ayna kullanılır ifadesiyle yanlış bir iddia oluşturmuştur.

Öğrenciler arasında gerçekleştirilen argümantasyon süreci ile 2. grup öğrencileri de yanlış olan iddialarını düzeltme imkânı bulmuşlardır.

3 ve 4. grupta bulunan öğrenciler aynalar 45^0 lik açıyla yerleştirilir ve düz ayna ışığı tam yansıtmaya uğratar ifadelerini kullanarak tam ve doğru gerekçeler oluşturmuşlardır.

4.3.4 Teleskop yapımına yönelik bulgular

Araştırmada öğrenci gruplarından argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile 4. etkinlik olarak teleskop yapımı istenmektedir. Teleskop etkinliğinde yer alan problem durumu Şekil 4.28’ de verilmiştir.

Ali astronomi bilimine çok fazla ilgi duyuyordu. Havanın açık olduğu günlerde gökyüzünü inceliyor, gözlemleri ile ilgili çizimler yapıyor, notlar alıyordu. Günlerden bir gün Ali haber bülteninde yeni bir gezegen keşfedildiği haberini duydu. Haberde; Dünya'dan yaklaşık 60 ışık yılı uzakta, büyük bir kısmı sudan oluşan gezegenin varlığının keşfedildiği söyleniyordu. Pi Mensae c adı verilen gezegen yörüngesindeki yıldızla yakınlığından, yoğun radyasyon nedeniyle gezegende bulunan suyun sürekli buharlaşma halinde olduğunu tahmin ediliyordu. Haberi duyan Ali'nin bu gezegene karşı merakı gittikçe artmıştı. Akşam olunca gökyüzünü gözlemlemeye başladı. Ali bu gezegeni gözlemlemek istiyordu. Ali ne kadar gözlem yaptıysa da bu gezegeni görememişti. Keşke bu gezegeni gösterebilecek bir aracım olsaydı, dedi. Evde bir teleskop yaparak gökyüzünü tekrar incelemek bu gezegeni gözlemlemek için çalışmalara başladı.

Şekil 4.28. Teleskop yapımı etkinliği problem durumu.

Tasarım sürecinin ilk basamağı olan problemin belirlenmesi aşamasında öğrencilerden olayda geçen problem ya da problemleri belirlemeleri istenmektedir.

Öğrenci gruplarının teleskop etkinliğinde problemin belirlenmesi aşamasına vermiş olduğu cevaplar Şekil 4.29’ da verilmiştir.

1. Yukarıda verilen olayda problemler nelerdir? Açıklayınız.

1. Grup ..Ali'nin.....haberle.....duyduğu.....gezegeni.....görmek.....istememesi.....
2. Grup ..Uzayda.....yeni.....bir.....gezegen.....bulunması.....ve Ali'nin.....teleskop.....yapıp.....bu.....gezegeni.....gözlemlemeye.....çalışması.....
3. Grup ..Yeni.....bir.....gezegenin.....bulunması.....ve.....bir.....yıldızdan.....dolayı.....suyun.....buharlaştırması.....
4. Grup ..Ali'nin.....merak.....ettiği.....gezegeni.....bir.....teleskop.....yaparak.....gözlemlemek.....istememesi.....
5. Grup ..Fazla.....radyasyondan.....dolayı.....suyun.....buharlaştırması.....

Şekil 4.29. Teleskop etkinliği problemin belirlenmesi aşamasında öğrenci cevapları.

Şekil 4.29' da görüldüğü gibi teleskop yapımı problemin belirlenmesi aşamasında gruplar genel olarak teleskop yaparak yeni gezegeni gözlemlemek şeklinde doğru ifade ederken, 3 ve 5. grup öğrencileri problem durumunu fazla radyasyondan dolayı suyun buharlaşması şeklinde açıklamış ve yanlış bir ifade kullanmışlardır.

Öğrenciler problem durumunu yeni bulunan gezegeni gözlemlemek için bir teleskop tasarlamak olarak açıklamışlardır.

Öğrenciler tasarım sürecinin 2. aşamasında ürüne yönelik kriter ve sınırlılıkları ifade etmişlerdir. Öğrenciler kriter ve sınırlılık aşamasında teleskop yapımında hangi araç-gereçleri kullanacaklarını belirlemişlerdir. Teleskoba ait sınırlılıkları ve teleskobun hangi şartlar altında çalışabileceğini açıklamışlardır.

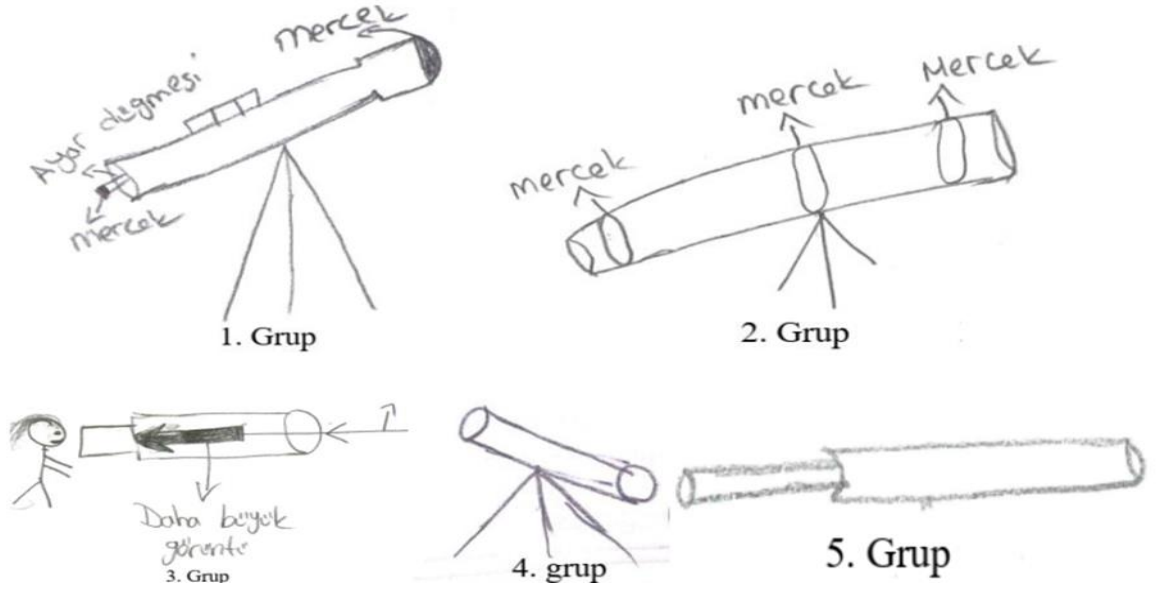
Öğrenciler teleskop yapımında mercekli teleskop modeli tercih etmişler, teleskoba ait kriter ve sınırlılıkları belirtirken bu tercihi göz önünde bulundurmuşlardır.

Öğrenci gruplarının teleskop yapımı etkinliği ürüne yönelik kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi aşamasına vermiş olduğu cevaplar Şekil 4.30' da verilmiştir.

1. Grup
- Kriterler
Bir tane ince ve kalın kenarlı mercek ve iki tane
geceblecek iki tane sikadik şeklinde Karton gereklidir
- Sınırlılıklar
İki kalın kenarlı veya iki ince kenarlı mercek
Olursa Çalışmaz
2. Grup
- Kriterler
Teleskopta farklı türde mercekler bulunur. Teleskop
uzaydaki gezegenlerin görünüşünü bize yakın olarak
u gösterir.
- Sınırlılıklar
Teleskopun içerisinde sadece bir tür mercek kullanılırsa
düzgün çalışmaz. Teleskop güneş ışığı olduğu zaman
kullanılırsa gözlemlerle problemler oluşabilir.
3. Grup
- Kriterler
İnce ve kalın kenarlı mercek kullanılır. Yakalaş-
tırıp uzaklaştırılabilir.
- Sınırlılıklar
İnce ve kalın kenarlı merceklerden biri olmazsa
Çalışmaz.
4. Grup
- Kriterler
Teleskopta mercek kullanılır
Gözleme amacıyla kullanılır.
- Sınırlılıklar
Çok ışıltılı ortamda çalışmaz.
5. Gruplar
- Kriterler
Yakını göstermesi
Büyük ve net göstermesi
Merceklerle çalışması
- Sınırlılıklar
Bulut ve sisli havalarda çalışmaz
Eğer mercek bulanık ve kırık olursa yıldızları göstermez

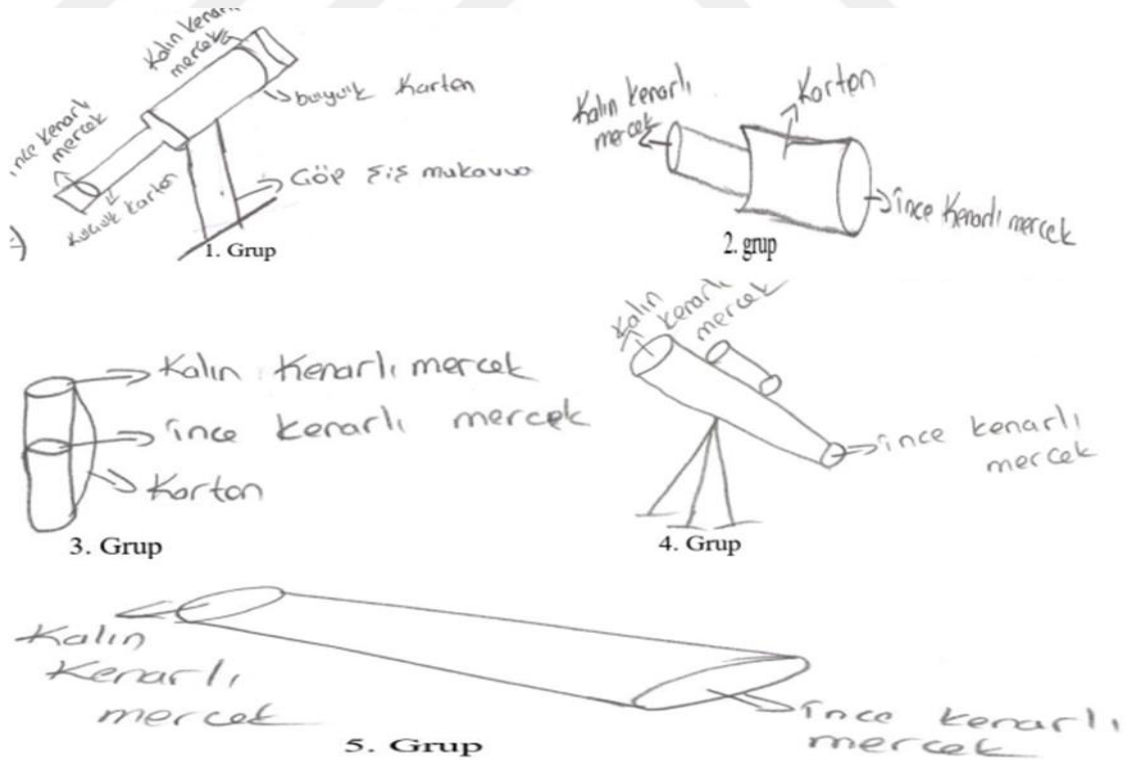
Şekil 4.30. Teleskop etkinliği kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi aşamasında öğrenci cevapları.

Şekil 4.30' da görüldüğü gibi teleskop yapımı kriter olarak tüm gruplar ince ve kalın kenarlı mercek kullanılması şeklinde ifade etmişlerdir. Sınırlılıkların belirlenmesi aşamasında 1 ve 2. grup öğrencileri aynı cins 2 mercek kullanıldığında çalışmaz, 4. grup öğrencileri çok ışıltılı ortamlarda çalışmaz, 5. grup öğrencileri bulutlu ve sisli havalarda çalışmaz cümlelerini sınırlılık olarak ifade etmişlerdir. Öğrencilerin teleskop yapımı prototip aşamasında yapmış olduğu çizimler Şekil 4.31' da gösterilmiştir.



Şekil 4.31. Teleskop etkinliği prototip aşaması öğrenci çizimleri.

Şekil 4.31’ de görüldüğü gibi öğrenciler teleskop prototip modellerinde teleskobu genel hatları ile çizmişlerdir. Öğrenciler prototip aşamasında hangi tür merceğin nerede kullanacağı göstermemişlerdir. Öğrencilerin teleskop ürün oluşturma aşamasında yapmış olduğu çizimler Şekil 4.32’ de verilmiştir.



Şekil 4.32. Teleskop etkinliği ürün model oluşturma aşaması öğrenci çizimleri.

Şekil 4.32' de görüldüğü gibi ürün modelinin çizim aşamasında öğrenciler bir ucunda ince kenarlı mercek bulunan silindir ile diğer ucunda kalın kenarlı mercek bulunan başka bir silindiri birbiri içerisine yerleştirmişlerdir.

Öğrenciler ürün oluşturduktan sonra teleskop ve mercek çeşitleri ile ilgili iddia ve gerekçeler oluşturmuşlardır. Teleskop etkinliğinde öğrencilerin oluşturduğu iddia ve gerekçeler Şekil 4.33' de verilmiştir.

Bu etkinliği göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

Kalın kenarlı merceği arkaya ince kenarlı merceği ise öne yerleştirerek teleskopu oluşturmak.

1. Grup

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

Rözetlenmiş olduğumuz deneyde iddiamızın doğru olduğu ve teleskopun doğruca çalıştığını görüldü.

Bu etkinliği göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

Teleskop 2 adet mercekten oluşur ve 2 adet karton parçasının iç içe geçmesiyle oluşur.

2. Grup

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

Teleskopun içerisindeki ön taraftaki kalın kenarlı mercek arka taraftaki ince kenarlı mercekten.

Bu etkinliği göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

Kalın kenarlı mercek cisimleri olduğumuzdan küçük gösterirken ince kenarlı mercek cisimleri olduğundan büyük gösterir.

3. Grup

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

Yaptığımız etkinlikte merceklerle bakarak yukarıdaki iddiamızın size sunulmuş. Elimize materyalleri kullanarak teleskopumuzu yaptık.

Bu etkinliği göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

Mercekler görüntüleri büyütür ve küçültür.

4. Grup

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

Deneyde kalın kenarlı mercek büyütürken ince kenarlı mercek küçültmüştür.

Bu etkinliği göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

Kalın kenarlı mercek küçük gösterirken ince kenarlı mercek ise büyük gösterir.

5. Grup

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

Şekil 4.33. Teleskop etkinliği öğrencilerin oluşturmuş olduğu iddia ve gerekçeler.

Şekil 4.33' de görüldüğü gibi teleskop yapımı etkinliğinde teleskobun ince ve kalın kenarlı 2 çeşit mercekten oluştuğu, ince kenarlı merceği teleskobun ön yüzüne, kalın kenarlı merceği teleskobun arka yüzüne yerleştirildiğini iddialarında belirtmişlerdir. Gruplar gerekçelerinde kalın kenarlı merceğin cisimleri daha küçük, ince kenarlı merceğin cisimleri daha büyük gösterdiğini belirtmişlerdir. 5. grup öğrencileri ise teleskop ve merceklerle ilgili herhangi bir gerekçe belirtmemişlerdir.



5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı, 21. yüzyıl yaşam becerileri ve yönetime ilişkin öğrenci görüşlerinin araştırıldığı bu çalışmada çalışmanın alt problemlerine yönelik elde edilen bulgular doğrultusunda elde edilen sonuçlar ilgili alan yazın çerçevesinde tartışılmış ve benzer konularda araştırma yürütecek araştırmacılara bazı önerilerde bulunulmuştur.

5.1 Öğrencilerin Akademik Başarısına İlişkin Sonuç ve Tartışma

Araştırma kapsamında argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi incelenmiştir. Çalışmanın nicel boyutunda argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının kullanıldığı deney grubu öğrencileri ile mevcut öğretim programının yer aldığı kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarı son test puan ortalamaları arasında deney grubu lehine elde edilen fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu durumda argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerinin akademik başarılarını artırmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (t:4.772, p: .00; p<.05).

Literatürde tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarını artırmada etkili olduğunu gösteren çalışmalara sıklıkla rastlamak mümkündür. Gale ve arkadaşları (2018) ortaokul 8. sınıf öğrencileri ile Fizik dersinde kuvvet, hareket ve enerji konusunda yaptığı çalışmada fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını anlamlı derecede arttığını tespit etmiştir. Ceylan (2014) ortaokul 8. sınıf öğrencileri ile Fen Bilimleri dersi Asit ve Bazlar ünitesinde FeTeMM eğitimi temelinde hazırlanan öğretim tasarımının öğrencilerin başarılarını artırdığını tespit etmiştir. Alemdar ve arkadaşları (2018) ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada tasarım temelli fen ve mühendislik eğitiminin öğrencilerin Fen ve Matematik puanlarını anlamlı şekilde artırdığı sonucunu elde etmişlerdir. Mercan Höbek (2014) ortaokul 8. sınıf Fen Bilimleri dersi alternatif enerji kaynakları konusunda mühendislik tasarımına uygun etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığını belirlemiştir. Ercan (2014) ortaokul 7.

sınıf öğrencileri ile Kuvvet ve Hareket konusunda tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarısını anlamlı ölçüde artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Ercan ve Şahin (2015) 7. sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesinde tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarını artırdığını tespit etmişlerdir. Yasak (2017) ortaokul 8. sınıf Fen Bilimleri dersi basınç konusunda FeTeMM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını artırdığını belirlemiştir. Doğan (2020) ortaokul 5. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdiği canlıların sınıflandırılması konusunda bütünleşik STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin içerik bilgisini artırdığını tespit etmiştir. Mangold ve Robinson (2013) ortaokul öğrencileri ile yaptığı mühendislik tasarım uygulamalarının öğrencilerin daha iyi öğrenmelerini sağladığı sonucuna ulaşmışlardır. Doğan (2019) ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile elektrik ünitesinde yaptığı çalışmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin başarılarını artırdığını tespit etmiştir.

Literatürde farklı eğitim kademelerinde öğrencilerle gerçekleştirilen çalışmalarda tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını artırmada etkili olduğunu gösteren çalışmalara rastlamak mümkündür. Crotty ve arkadaşları (2017) ortaöğretim öğrencileri STEM temelli mühendislik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını artırdığını tespit etmişlerdir. Phelps ve arkadaşları (2018) ortaöğretim öğrencileri ile yaptığı çalışmada mühendislik tasarım uygulamalarının öğrencilerin akademik hazırlıklarını artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Wells (2016) ortaöğretim öğrencilerinin biyoteknoloji konusunda mühendislik tasarım temelli etkinliklerin bilimsel içerikleri derinlemesine öğrenmeyi sağladığını belirlemiştir. Forbes ve arkadaşları (2018) ortaöğretim öğretmenleri ile öğretmenlerin mühendislik tasarım materyallerini içeren dijital kütüphane ortamının öğrenme pratiklerindeki başarısını artırdığını tespit etmişlerdir. Cunningham ve Lachapelle (2016) yaptığı çalışmada düşük sosyo ekonomik çevrede yaşayan dezavantajlı akademik başarısı düşük öğrencilere yönelik geliştirilen mühendislik tasarım materyallerinin fen ve mühendisliğe yönelik ilgi, tutum ve akademik başarılarını artırdığı tespit etmiştir. Guo (2018) lise öğrencileri ile Biyoloji dersi tasarım temelli fen mühendislik uygulamalarında kız öğrencilerin fazla bulunduğu gruplarda öğrencilerin akademik başarılarının arttığını belirlemiştir.

Literatürde farklı sonuçların elde edildiği araştırmalara nadiren de olsa rastlamak mümkündür. Bircan (2019) ilkokul 4. sınıf öğrencileri Matematik dersi ölçme

konusunda gerçekleştirdiği araştırmasında STEM etkinliklerinin öğrencilerin Matematik başarılarını artırmada etkili olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

5.2 Öğrencilerin 21. Yüzyıl Yaşam Becerilerine İlişkin Sonuç ve Tartışma

Araştırmada argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının ışığın madde ile etkileşimi ünitesinde ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerilerine etkisi incelenmiştir. Çalışmanın nicel boyutunda argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının kullanıldığı deney grubu öğrencileri ile mevcut öğretim programının yer aldığı kontrol grubu öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerileri son test puan ortalamaları arasında deney grubu lehine elde edilen fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu durumda argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerilerini geliştirmede etkili olduğu tespit edilmiştir (t: 3.437, p: .00; $p < .05$).

Literatürde tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmede etkili olduğunu gösteren çalışmalara rastlamak mümkündür. Gale ve arkadaşları (2018) Fen ve mühendislik tasarım uygulamalarının birleştirilmesinin öğrencilerin 21. yy. becerilerinin gelişmesini sağladığını belirtmiştir. Çetin ve Kahyaoğlu (2018) Fen Bilimleri öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada STEM temelli etkinliklerin öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve 21. yüzyıl becerilerine yönelik tutumlarını artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Bircan (2019) ilkökul öğrencileri yürüttüğü çalışmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine anlamlı bir etkisinin olduğu tespit etmiştir. Benek (2019) ortaokul öğrencileri ile yürüttüğü çalışmada sosyobilimsel STEM etkinliklerinin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini kalıcı bir şekilde geliştirdiğini belirlemiştir. Ball ve arkadaşları (2016) ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada sınıf çevrelerinin desteklenmesi öğrencilerin 21. yüzyıl yaşam ve kariyer becerilerini desteklediği sonucuna ulaşmıştır. Sontgerath ve Meadows (2018) ilk ve ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada FeTeMM uygulamalarının kullanıldığı robotik programlarının öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinden olan kritik düşünme, azim, akran ve yetişkinlerle iletişime etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda kız öğrenci gruplarının akranlar arası iletişimi erkek öğrencilerin akranlar arası iletişime göre anlamlı düzeyde geliştiği sonucuna ulaşmıştır. Eryandi ve Nuryanto (2020) ortaöğretim öğrencileri ile yaptığı çalışmada

mühendislik programında öğrencilerin 21. yüzyıl yaşam becerilerine etkisini incelemiş, araştırma sonucunda teori ve pratiğin öğretilmesinde geliştirilen programın etkili olduğunu sonucuna ulaşmıştır. Bircan (2019) ilkokul 4. sınıf öğrencileri ile Matematik dersi ölçme konusunda gerçekleştirdiği araştırmasında STEM etkinliklerinin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini anlamlı bir şekilde artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Külegel (2020) ortaokul özel yetenekli öğrenciler ile yaptığı çalışmada çevre eğitiminde STEM uygulamalarının öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda STEM uygulamalarının öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Doğan (2020) ortaokul 5. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdiği canlıların sınıflandırılması konusunda bütünlük STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin iş birliği, iletişim becerileri, karar verme ve problem çözme gibi 21. yüzyıl becerilerini desteklediği sonucuna ulaşmıştır. Şen (2018) Bilim ve Sanat Merkezi kapsamında 7. sınıf özel yetenekli öğrenciler ile gerçekleştirdiği çalışmada mühendislik tasarımı bütünlük STEM etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcılık, problem çözme, iletişim, iş birliği, yaşam ve kariyer becerilerinin gelişmesini sağladığını tespit etmiştir. Ayaz (2019) sınıf öğretmeni adayları ile yaptığı çalışmada öğrenciler mühendislik temelli fen öğrenme tasarım sürecinin 21. yy becerileri ile uyumlu olduğunu belirtmişlerdir. Gül (2019) lisans öğrencileri ile yaptığı çalışmada öğrenciler STEM eğitiminin temel özelliklerini gerçek hayat problemi ve 21 yy becerilerini içermesi ve STEM disiplinlerini entegrasyonu olarak açıklamışlardır. Korkmaz (2019) 7. sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada ATBÖ uygulamalarının öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin alt boyutlarından sosyal hassasiyet becerilerini anlamlı düzeyde etkili olduğunu tespit etmiştir.

5.3 Yöntemin Fen Bilimleri Dersinde Kullanılmasına Yönelik Öğrenci Düşünceleri ile İlgili Sonuç ve Tartışma

Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin Işığın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının Fen Bilimleri dersinde kullanılmasına yönelik öğrenci düşüncelerini belirlemek amacıyla araştırmanın nitel boyutunda deney grubunda uygulamaya katılan öğrenciler ile OGGGS uygulanmıştır. Görüşmelerden elde edilen veriler NVivo 11 nitel analiz programına aktarılmış ve programdan ulaşılan sonuçlar sunulmuştur.

Argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının Fen Bilimleri dersinde kullanılması ile öğrenciler yöntemin akılda kalmayı sağladığı, öğrenilen bilgileri kolay hatırlamaya yardım ettiği ve bir konu ile ilgili detaylı bilgi edinmeyi sağlayarak öğrenilen bilgilerin kalıcılığını artırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca öğrenciler kullanılan yöntemin el becerisi geliştirme, uygulama yapma ve proje hazırlamaya imkân sağlayarak psiko-motor becerilerini geliştirdiğini belirtmişlerdir.

Konu ile ilgili alan yazın incelendiğinde benzer sonuçların alındığı çalışmalara rastlamak mümkündür. Pleasants ve Olson (2019) tasarım temelli mühendislik uygulamalarının fen eğitiminin önemli bir parçası olduğunu açıklamıştır. Turner ve arkadaşları (2016) mühendislik tasarım uygulamalarının fen sınıflarında öğrencileri öğrenmeye teşvik eden ve fen başarılarını artıran bir araç olduğunu belirtmiştir. Hacıoğlu ve arkadaşları (2016b) öğretmenler ile yaptığı tasarım temelli fen ve mühendislik eğitime yönelik öğretmenlerin görüşlerini inceledikleri araştırmada öğretmenler tasarım temelli fen ve mühendislik eğitiminin öğrencilerin psiko-motor becerilerinin gelişimini sağladığını düşünmektedirler. Yasak (2017) ortaokul 8. sınıf kuvvet ve hareket ünitesi basınç konusunda tasarım temelli fen eğitiminde FeTeMM uygulamaları ile öğrenci görüşlerini incelediği araştırmalarında öğrenciler yöntemin etkili ve kalıcı öğrenmeyi sağladığını belirtmişlerdir. Meng ve Dai (2018) Fen ve mühendislik uygulamalarında ortaokul öğrencilerinin el becerileri temelli etkinliklere katılmasının önemli olduğunu vurgulamıştır. Türk (2019) öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada öğretmen adaylarına yönelik geliştirilen STEM eğitim programı ile ilgili öğrencilerin bilişsel, sosyal, psiko motor becerileri geliştirdiği ve öğrenmeye olumlu etkileri olduğunu sonucuna ulaşmıştır. Köycü ve de Vries (2016) yaptıkları çalışmada 40 farklı ülkede eğitim gören öğrencilerin mühendislik tasarımı ile ilgili düşüncelerini araştırmışlardır. Öğrenciler mühendislik tasarım temelli uygulamaların ürün üretme ve icat etmeyi içeren aktif bir uygulama olduğunu belirtmişlerdir. Mangold ve Robinson (2013) ortaokul öğrencileri ile yaptığı mühendislik tasarım uygulamalarının öğrencilerin el becerilerini kullanmasını geliştirdiğinden öğrenmelerini arttığı sonucuna ulaşmıştır. Bircan (2019) ilkokul 4. sınıf öğrencileri STEM eğitiminin iş birliği ile eğlenceli bir şekilde Fen ve Matematik' e yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini düşündüklerini tespit etmiştir. Bozkurt (2014) yaptığı araştırmada öğretmen adayları fen eğitiminde mühendislik tasarım sürecinin kullanılmasının kalıcı öğrenmeyi sağladığını belirtmişlerdir.

5.4 Yöntemin 21. Yüzyıl Yaşam Becerilerinin Değişimine Yönelik Öğrenci Görüşleri ile İlgili Sonuç ve Tartışma

Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin ışıgın madde ile etkileşimi ünitesinde argümantasyonun kullanıldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının öğrencilerin 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişimine yönelik düşüncelerini belirlemek amacıyla araştırmanın nitel boyutunda deney grubunda uygulamaya katılan öğrenciler ile OGGS uygulanmıştır.

Argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılmasıyla öğrencilerin 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişimine yönelik olarak öğrenciler uygulamanın iş birliği yapma, iş bölümü yapma ve gruplarda farklı görevlerde bulunma gibi takım çalışması becerilerinin geliştirdiğini düşünmektedirler. Öğrenciler kullanılan yöntem sayesinde çok boyutlu düşünme, olayı farklı açılardan değerlendirme ve sorgulama yapma gibi analitik düşünme becerilerini arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca öğrenciler argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile problemi tespit etme ve deney yapma becerilerini geliştirerek yöntemin araştırma yürütmeyi sağladığını belirtmişlerdir.

Literatür incelendiğinde benzer bulgulara sahip araştırmalar mevcuttur. Turner ve arkadaşları (2016) Fen ve mühendislik tasarım uygulamalarının sadece yaratıcılığa odaklanmayıp, aynı zamanda ünite ile ilgili farklı bakış açılarının öğretilmesine odaklandığını belirtmiştir. Mathis ve arkadaşları (2018) tasarım temelli fen ve mühendislik eğitiminin öğrencilere Fen ve Matematik kavramları ile ilgili eleştirel düşünme fırsatı sunduğunu, öğrencilerin en etkili tasarımı oluşturabilmek için derinlemesine düşünme yaptıklarını açıklamıştır. Bircan (2019) ilkökul 4. sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada öğrenciler STEM etkinliklerinin yaratıcılık, problem çözme, iş birliği, iletişim ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiğini düşünmektedirler. Doğan (2020) 5. sınıf öğrencileri ile yürüttüğü çalışmada öğrenciler bütünsel STEM uygulamalarının eleştirel düşünme ve bilimsel sorgulama becerilerini geliştirdiğini açıklamışlardır. Wells (2016) ortaöğretim öğrencileri biyoteknoloji konusunda yaptığı çalışmada mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirdiğini tespit etmiştir. Ames (2014) ortaokul Fen Bilimleri öğretmenleri ile yaptığı çalışmada mühendislik uygulamalarının öğrencilerin sınıflarda bilimsel soruşturma yapmalarına imkân

tanıdığı sonucuna ulaşmıştır. Pekbay (2017) ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile yürüttüğü araştırmada FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcı düşünme ve iletişim becerileri gibi bazı 21. yüzyıl becerilerinin gelişmesini sağladığını tespit etmiştir. Şen (2018) 7. sınıf özel yetenekli öğrencileri ile yaptığı çalışmada mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik STEM etkinliklerinin öğrencilerin akıl yürütme, iletişim ve işbirliği, yaşam ve kariyer becerilerini geliştirdiğini sonucuna ulaşmıştır. Gül (2019) öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada, öğretmen adayları STEM eğitime göre tasarlanan bir dersin el becerileri, bilimsel süreç becerileri ve araştırma sorgulama becerilerini artırarak 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiğini belirtmişlerdir. Hacıoğlu (2017) öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada öğretmen adayları mühendislik tasarım temelli uygulamalarının grup çalışmalarıyla eleştirel düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağladığını belirtmişlerdir. Türk (2019) öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüşlerini incelediği araştırmasında öğretmen adayları STEM eğitiminin grup çalışması, işbirliği yapabilme, araştırma yürütme ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiğini belirtmişlerdir.

5.5 Yöntemde Kullanılan Etkinliklere Yönelik Öğrenci Görüşleri ile İlgili Sonuç ve Tartışma

Argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında kullanılan etkinliklere yönelik öğrenciler yöntemde kullanılan etkinliklerin araç-gereç kullanmayı sağlama, tasarım yapma, ürün oluşturma ve el becerilerini geliştirme ile yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağladığını belirtmişlerdir. Öğrenciler etkinliklerle öğrendiği bilgileri günlük hayatta kullanma ve öğrendiklerini günlük hayatla ilişkilendirme ile gerçek hayatla bağlantı kurduklarını ifade etmişlerdir.

İlgili literatür incelendiğinde benzer sonuçların alındığı çalışmalar mevcuttur. Pekbay (2017) ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile yaptığı araştırmada FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin günlük yaşam problem çözme becerilerini geliştirdiğini tespit etmiştir. Şen (2018) 7. sınıf özel yetenekli öğrencileri ile yaptığı çalışmada mühendislik destekli bütünleşik STEM etkinliklerinin gerçek yaşam durumlarıyla ilişkilendirmeyi sağladığını belirtmiştir. Türk (2019) öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüşlerini incelediği araştırmasında öğretmen adayları STEM eğitiminin günlük hayatla bağlantı kurma sağladığını belirtmişlerdir. Ntemngwa ve Oliver (2018) bütünleştirilmiş STEM uygulamalarında öğrencilerin otantik günlük hayat

problemlerini çözmek için bütünleştirilmiş kavramlara başvurmayı öğrendiklerini açıklamıştır. Havice ve arkadaşları (2018) bütünleşik STEM uygulamaları ile öğrencilerin küçük gruplarda gerçek dünyayı keşfettiklerini, uygulamaların öğrencilerin öğrendikleri bilgilerle gerçek dünya arası bağlantı kurması sağladığını ifade etmişlerdir.

5.6 Yöntemle Öğrencilerin Tasarım Sürecini Uygulama Becerilerinin Değişimi ile İlgili Sonuç ve Tartışma

Argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile tasarım sürecini uygulama becerilerinin değişimi ile ilgili öğrenciler tasarım sürecinin ürün ve prototip oluşturma, çözüm geliştirme ile yeni ürün geliştirmeyi sağladığını açıklamışlardır. Ayrıca öğrenciler tasarım süreci ile araştırma yapma, problemi tespit etme ve ön bilgilere başvurma imkânı bulduklarını belirtmişlerdir. Öğrenciler sürecin başlangıcında problem durumunun tespit edilmesi, ürüne yönelik kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi, prototip ve ürünün oluşturulması aşamasında zorlanmışlardır. Öğrenciler süreç ilerledikçe problem durumunu kolaylıkla tespit etmişlerdir. Öğrenciler ilerleyen haftalarda ürüne yönelik daha fazla kriter ve sınırlılık belirlemişlerdir. Süreç boyunca öğrencilerin prototipin ürüne dönüştürülme becerileri gelişmiştir.

Literatürde benzer sonuçların alındığı çalışmalara rastlamak mümkündür. Hynes ve arkadaşları (2011) ortaöğretim öğrencileri ile yaptığı çalışmada tasarım sürecinin hedefler, kriterler, sentez, analiz, yapılandırma, test ve değerlendirme aşamalarından oluştuğunu belirtmiştir. Öğrencilerin problemin sınırlılık ve gereklilikleri kapsamında prototipin çalışıp çalışmamasına göre test ve değerlendirmeler yaptığını açıklamıştır. Gale ve arkadaşları (2018) ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının tasarım geliştirme, prototip, test ve problemin çözümünü iyileştirme için müdahalelerden oluştuğunu belirtmiştir. Cunningham ve Kelly (2017) tasarım sürecini problemi çözmeye, analiz yapma ve çözümü tasarlama için planlama, materyal ve olasılıklarını hesaplama, prototip oluşturma ve prototipten öğrenme olarak açıklamıştır. Ayaz (2019) lisans öğrencileri ile yaptığı çalışmada mühendislik tasarım temelli öğretim uygulamalarının öğretmen adaylarının tasarım temelli süreç becerilerinin geliştirdiğini tespit etmiştir. Bozkurt (2014) öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada mühendislik tasarım sürecinin bilimsel süreç, düşünme

ve yeni fikir üretme becerilerini geliştirdiğini açıklamışlardır. Ames (2014) Fen bilimleri öğretmenleri ile yaptığı çalışmada mühendislik uygulamalarının öğrencilerin problemlerin çözümünde tasarım sürecini kullanmalarını sağladığını belirlemiştir. Ercan (2014) 7. sınıf öğrencileri ile tasarım temelli fen eğitiminde tasarım sürecinin öğrencilerin probleme yönelik kriter ve sınırlılıkları tespit etme ile ürüne yönelik prototip yapma ve test etme yeterliliklerini geliştirdiğini tespit etmiştir. Pekbay (2017) ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdiği çalışmada süreç ilerledikçe FeTeMM etkinliklerinde yer alan problem durumunu daha rahat analiz edebildiklerini belirlemiştir. Şen (2018) 7. sınıf özel yetenekli öğrenciler ile mühendislik temelli bütünsel STEM etkinliklerinin kullanıldığı çalışmada çalışmanın başlangıcında öğrenciler tasarım, ürün oluşturma ve değerlendirme aşamalarında araştırmacı tarafından desteklenerek sürece dâhil olurken, ilerleyen haftalarda öğrencilerin daha sistematik çalıştıklarını tespit etmiştir.

5.7 Yöntemin Öğrencilerin Akademik Başarı ve 21. Yüzyıl Yaşam Becerilerinin Değişimi ile İlgili Düşüncelerine İlişkin Sonuç ve Tartışma

Argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılması ile öğrenciler kalıcı öğrenme, detaylı öğrenme, kolay hatırlama ve konuyu kavramayı sağlayarak konu ile ilgili akademik başarılarının arttığını düşünmektedirler. Öğrenciler uygulamanın iletişim sağlama, iş birliği ve iş bölümünü artırarak 21. yüzyıl yaşam becerilerinin gelişmesini sağladığını belirtmişlerdir.

Literatürde benzer sonuçların alındığı sonuçlara rastlamak mümkündür. Cunningham ve Kelly, (2017) mühendislik tasarım pratiklerinde takım içerisinde problemin çözümünde etkili iletişim becerilerinin sergilenmesi ve grup içerisinde uyumlu bir şekilde çalışmanın önemli olduğunu vurgulamıştır. Benek (2019) ortaokul 7. sınıf öğrencileri işe sosyobilimsel konularda STEM etkinlikleriyle ilgili öğrenci görüşlerini incelediği araştırmasında öğrenciler STEM uygulamalarının yaratıcılık, yenilik, üretkenlik, sorumluluk, eleştirel düşünme, problem çözme, iletişim ve iş birliği becerilerini geliştirdiğini düşünmektedirler. Doğan (2019) yaptığı çalışmada 7. sınıf öğrencileri STEM etkinliklerinin grup çalışmaları ile işbirlikçi öğrenmeyi sağladığını düşünmektedirler. Ercan (2014) 7. sınıf öğrencileri ile kuvvet ve hareket ünitesinde yaptığı çalışmada tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin iletişim

becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Ntemngwa ve Oliver (2018) bütünleştirilmiş STEM uygulamalarının öğrencileri 21. yüzyıl becerilerini öğrenmelerini sağladığını belirtmiştir. Vaino ve arkadaşları (2018) tasarım temelli fen uygulamalarının öğrencilerin yaratıcılık ve kritik düşünme becerilerinin gelişmesine fırsat sağlarken, aynı zamanda öğrencilerin iş birliği becerilerini de geliştirdiğini açıklamışlardır.

Akademik başarılı ile ilgili olarak ise; Guzey ve arkadaşları (2018) tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile öğrencilerin kuvvet ve hareket, enerji dönüşümleri gibi birçok fizik konusunun kavramasını sağladığını açıklamıştır. Felix (2016) tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin motivasyonunu artırarak fen içerik bilgilerinin artmasını sağladığını belirtmiştir. Doğan (2019) ortaokul 7. sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada öğrenciler elektrik konusunda STEM uygulamalarının kullanılmasının konuyu anlama ve kalıcı öğrenmeyi sağladığını belirtmişlerdir. Türk (2019) lisans öğrencilerinin STEM eğitime yönelik görüşlerini incelediği araştırmasında lisans öğrencileri STEM eğitiminin yaratıcı düşünme, problem çözme becerileri gibi bilişsel becerileri geliştirdiğini, kalıcı öğrenme ve yaparak yaşayarak öğrenme gibi öğretim sürecine etkileri olduğunu düşünmektedirler. Rehmat (2015) ilkokul 4. sınıf öğrencileri ile probleme dayalı öğrenme destekli STEM uygulamalarının içerik bilgisini kazanma, kritik düşünme becerileri ve STEM' e yönelik tutumlarında anlamlı farklılık elde etmiştir.

5.8 Yöntemin Öğrencilerin Argümantasyon Becerilerinin Gelişimi ile Düşüncelerine Yönelik Sonuç ve Tartışma

Argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılmasının öğrencilerin argümantasyon becerilerinin gelişimi ile ilgili öğrenciler uygulama ile iddia üretme, gerekçe bulma, iddiayı savunma ve verileri değerlendirme ile bilimsel iddia oluşturmayı öğrendiklerini belirtmişlerdir. Öğrenciler kullanılan etkinliklerle farklı fikirleri öğrenme, olaya farklı boyutlardan bakma ve karşıt fikirleri çürütme ile çok boyutlu bakış açısına sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Konu ile ilgili alanyazın incelendiğinde benzer sonuçların alındığı çalışmalara rastlamak mümkündür. Mathis ve arkadaşları (2017) ilkokul ve ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada mühendislik tasarım uygulamalarını argümantasyon yöntemi

ile desteklemiştir. Çalışma sonucunda argümantasyon uygulamalarının tasarım süreci, tasarımsal düşünme ve mühendislik bağlamında iletişim süreçlerinde faydalı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Argümantasyonun en önemli etkisinin mühendislik son tasarımının müşteriye açıklanması ve savunulmasında kullanılabileceğini açıklamışlardır. Chu ve arkadaşları (2019) 8. sınıf fen sınıflarında argüman destekli mühendislik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin mühendislik farkındalık ve mühendislik ilgilerine olumlu etkilerinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Gül (2019) öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada öğretmen adayları STEM öğretiminin argümantasyon becerisi kazandırdığını belirtmişlerdir. Hacıoğlu (2017) öğretmen adayları ile mühendislik temelli tasarım eğitimi üzerine yaptığı çalışmada, öğretmen adayları tasarım sürecinin her aşamasında tartışma ve eleştiri yapılmasını önermişlerdir. Şen (2018) 7. sınıf özel yetenekli öğrencileri ile yaptığı çalışmada bütünlük STEM etkinliklerinin üründe kullanılacak malzeme seçimi, tasarımın eğitsel hedeflere uygun olması ve ürünün değerlendirilmesinde gerekçelendirme ve ikna etmenin önemini ortaya çıkarmıştır.

5.9 Öneriler

Araştırmanın bu bölümünde çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda genelleme yapılmaksızın uygulamaya, araştırmacılara, öğretmen ve yöneticilere, kurum ve kuruluşlara yönelik belirli önerilerde bulunulmuştur.

5.9.1 Uygulamaya yönelik öneriler

Yapılan çalışmada argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin başarı ve 21. yüzyıl yaşam becerilerine anlamlı düzeyde etkileri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yeni Nesil Fen Standartları (NGSS) arasında gösterilen tasarım temelli fen ve mühendislik ile argümantasyon uygulamalarına eğitim ortamlarında yer verilmesi önerilmektedir.

Öğrenciler Fen Bilimleri dersinde argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli mühendislik uygulamalarının kullanılmasıyla ilgili yöntemin konuyu kavrama, detaylı öğrenme, kolay hatırlama ve kalıcı öğrenmeyi sağladığını belirtmişlerdir. Argümantasyon destekli tasarım temelli mühendislik uygulamalarının fen eğitiminde kullanılması önerilmektedir.

Araştırmada tasarım temelli fen ve mühendislik grup çalışmalarında bulunan etkinliklerde gerekli materyal ve araç-gereçlerin temin edilmesi pilot çalışmada öğrencilerin sorumluluğuna bırakılmış ve görülen aksaklıklardan dolayı asıl uygulamada etkinlik materyal ve araç-gereçlerin hazırlanması araştırmacı tarafından yapılmıştır. Etkinlik malzemelerinin araştırmacı tarafından hazırlanmasının uygun olacağı önerilmektedir.

Öğrenciler argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının arkadaşlarıyla iş birliği yapma, iş bölümü yapma ve gruplarda farklı görevlerde bulunma gibi takım çalışması becerilerini geliştirdiğini düşünmektedirler. Yapılacak araştırmalarda öğrencilerin gruplar halinde çalışmalarının faydalı olacağı düşünülmekte ve önerilmektedir.

Araştırmada tasarım temelli etkinliklerin gerçekleştirilebilmesi için grup çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada grup üyelerinin belirlenmesi esnasında öğrenci fikirleri dikkate alınmıştır. Yapılan araştırmada bu durumun grup dinamizmini artırdığı görülmüştür. Tasarım temelli etkinliklerde çalışma gruplarının belirlenmesinde öğrenci görüşlerinin dikkate alınması önerilmektedir.

Öğrenciler argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının el becerilerini artırarak psiko-motor becerileri geliştirdiğini belirtmişlerdir. Yapılacak çalışmalarda yöntemin kullanımı ile öğrencilerin araç-gereç kullanımı sağlanarak el becerilerinin geliştirilmesinin faydalı olacağı düşünülmekte ve önerilmektedir.

Öğrenciler tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında argümantasyonun kullanılması ile çok boyutlu düşünme, sorgulama yapma ve olayı farklı açılardan değerlendirme gibi analitik düşünme becerilerinin geliştiğini belirtmişlerdir. Argümantasyon uygulamalarının gerek fen eğitiminde gerekse diğer disiplinlerde kullanılması tavsiye edilmekte ve önerilmektedir.

Araştırma kapsamında argüman destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında kullanılan etkinlikler öğrencilerin günlük hayatta karşılaştığı durumlardan seçilmiştir. Bu durum öğrencilerin öğrendikleri bilgileri günlük hayatla ilişkilendirmeleri sağlamıştır. Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarında

problem durumunun öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları durumlardan seçilmesi önerilmektedir.

5.9.1.1 Pandemi sürecinde yapılacak araştırmalara yönelik öneriler

Yapılan araştırma sırasında Dünya çapında COVID-19 salgın hastalığı görülmüştür. Araştırmanın bir kısmı pandemi dönemine denk geldiğinden araştırmacılara pandemiye yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Araştırma gruplarında bulunan öğrenci sayısının kalabalık olması yerine salgın hastalık bulaşma riskinden dolayı grupların sınırlı üyeden oluşmasının daha uygun olacağı önerilmektedir.

Öğrencilerin salgın hastalık nedeniyle okul dışı biraraya gelme durumu zorlaştığından tasarım temelli etkinliklerin tüm aşamalarının okulda gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Öğrencilerin salgın hastalık nedeniyle yüzyüze biraraya gelmelerinin zorlaştığı dönemlerde ölçek, form ve anketlerin doldurulması ile ödevlendirmelerin yapılması çevrimiçi olarak gerçekleştirilebilir.

Pandemi nedeniyle rehber-öğrenci ve öğrenci-öğrenci iletişim problemleri yaşanabileceğinden öğrencilerin birbirleriyle iletişim kurmada çevrimiçi iletişim kanallarının aktif bir şekilde kullanmalarının sağlanması tavsiye edilmektedir.

Öğrenciler salgın hastalığının yayılmasını engellemek amacıyla bireysel ve grup çalışmalarında maske ile çalışmak durumunda kalabileceğinden pilot çalışma ve yöntemin öğrencilere tanıtılması aşamalarında öğrencilerin maske ile çalışmaları sağlanmalıdır.

Öğrencilerin uzun süre maske ile çalışmaları performanslarını etkileyebileceğinden oturum süreleri kısaltılabilir ya da kısa süreli dinlenme ve hava alma molaları verilebilir

5.9.2 Araştırmacılara yönelik öneriler

Araştırmada argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin başarı ve 21. yüzyıl yaşam becerilerine etkisi incelemiştir. İlkokul, ortaöğretim ve lisans öğrencileri ile yöntemin etkisi araştırılabilir.

Araştırma ortaokul 7. sınıf düzeyinde eğitim-öğretim gören deney ve kontrol grubu olmak üzere 2 sınıf ile yürütülmüştür. Örneklem sayısı artırılarak daha genellenebilir sonuçlar elde edilebilir.

Araştırmada argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin başarı ve 21. yüzyıl yaşam becerilerine etkisi incelemiştir. Yöntemin ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme becerileri, karar verme becerileri, yaratıcılık becerileri ve öğrenilen bilgilerinin kalıcılığına etkisi gibi farklı değişkenler üzerine etkisi araştırılabilir.

Çalışmada tasarım temelli mühendislik etkinlikleri argümantasyon yöntemi ile desteklenmiştir. Farklı araştırma gruplarda sadece argümantasyon ve sadece tasarım temelli mühendislik uygulamaları ele alınarak etkilerinin karşılaştırıldığı yeni araştırmalar gerçekleştirilebilir.

Araştırmada tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları argümantasyon yöntemi ile desteklenmiştir. Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının problem çözme, proje tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, işbirlikçi öğrenme yöntemi gibi diğer yöntemlerle desteklenerek yeni araştırmalar yürütülebilir.

Argümantasyon uygulamaları bilimsel ve sosyobilimsel konularda gerçekleştirilebilmektedir. Bu araştırma bilimsel bir konu olan ışığın madde ile etkileşimi konusunda yürütülmüştür. Benzer bir araştırma klonlama ve küresel ısınma gibi sosyobilimsel bir konuda gerçekleştirilebilir.

Bu araştırmada nicel çalışmanın sonunda odak grup görüşmesi gerçekleştirilmiştir. Sürecin başında, ortasında ve sonunda odak grup görüşmesi yapılabilir.

Araştırma 9 haftalık uygulama süreci ile sınırlıdır. Tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarına yönelik daha uzun soluklu araştırmalar gerçekleştirilebilir.

Grup çalışmaları tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının kritik özelliklerinden olduğundan öğrencilerin gruplarda olumlu bağlılık ilkesi uygun çalışmaları sağlanmalıdır.

Araştırma devlet ortaokulunda gerçekleştirilmiştir. Argüman destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının farklı okul türlerinde etkisini araştıran çalışmalar gerçekleştirilebilir.

Araştırmada kullanılan İMEABT başarı testinin hazırlanmasında MEB tarafından hazırlanan LGS ve PYBS soruları kullanılmıştır. Benzer bir araştırma beceri temelli sorulardan oluşan bir başarı testi kullanılarak yapılabilir.

5.9.3 Öğretmen ve okul idarecilerine yönelik öneriler

Okul yöneticileri ve öğretmenlerin argümantasyon, 21. yüzyıl yaşam becerileri, tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimi ile ilgili hizmet içi eğitim kursları, seminer, konferans ve sempozyum gibi akademik faaliyetlere katılımları ile eğitim ortamlarında argümantasyon ve bütünlük STEM uygulamalarının yaygınlaştırılması sağlanabilir.

Öğretmenlerin zümre çalışmaları ve mesleki çalışma programlarında argümantasyon, 21. yüzyıl yaşam becerileri, tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimi konuları ele alınarak, tasarım temelli fen ve mühendislik eğitimi konusunda gerçekleştirilecek ortak uygulamalara yer verilmesi sağlanabilir.

Öğretmenler araştırma kapsamında geliştirilen argüman destekli tasarım temelli mühendislik uygulamalarını içeren etkinlik çalışma kağıtlarını derslerinde kullanabilirler.

Öğretmenler alan/bölüm seçimi döneminde olan öğrencilerin mesleki yönelimlerinde mühendislik kariyer bilinci ve farkındalıklarının artmasına yönelik çalışmalar yürütülebilir.

5.9.4 Paydaş kurumlara yönelik öneriler

MEB ile YÖK işbirliği ile lisans öğrencileri ve öğretmenlere yönelik hizmet içi kurs ve seminerler düzenlenerek tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile ilgili bilgilendirmeler yapılabilir.

MEB 2023 Eğitim Vizyonu belgesinde geçen tasarım beceri atölyeleri okullarda yaygınlaştırılarak öğrencilerin tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarına katılmaları sağlanabilir.

Özellikle Fen Bilimleri ve Bilim uygulamaları disiplinlerinde öğretim programı ve müfredat geliştirme çalışmalarında argümantasyon ve tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarına yer verilmesi gerektiği önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Achieve, I., 2013. Appendix i: Engineering design in the ngss, Washington, DC: Achieve, Inc.
- Alemдар, M., Moore, R. A., Lingle, J. A., Rosen, J, Gale, J. ve Usselman, M. C., 2018. The impact of a middle school engineering course on students' academic achievement and noncognitive skills, International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST), 6, 4, 363-380.
- Ames, R. T., 2014. A survey of utah's public secondary education science teachers to determine their feelings of preparedness to teach engineering design, Master of Science Utah State University, Utah, USA.
- Anderson, V. R., 2016. Mixed methods approaches, pp.230-241, Jason, L. A. ve Glenwick, D. S. (Editors), Hand book of methodological approaches to community- based research qualitative, quantitative and mixed methods, Oxford University Press, New York, USA.
- Anzola, J. P., Riveros, H. P. ve Jimenez, A. C., 2016. Methodology design of computational experiments founded on design-based science case study: motion models, iJOE, 12, 7, 66-69.
- Andrews, R., 2015. Critical thinking and/or argumentation in higher education. In The Palgrave handbook of critical thinking in higher education, pp. 49-62. Palgrave Macmillan, New York.
- Arastoopour, G., Shaffer, D. W., Swiecki, Z, Ruis, A. R. ve Chesler, C. M., 2016. Teaching and assessing engineering design thinking with virtual internships and epistemic network analysis, International Journal of Engineering Education, 32, 3, 1492-1501.
- Asal, R., 2020. Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin ilkökul 4. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, GÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ayaz, E., 2019. Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin sınıf öğretmeni adaylarının karar verme, bilimsel yaratıcılık ve tasarım becerilerine etkisi, Doktora Tezi, GÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aydın, G., Saka, M. ve Guzey, S., 2018. 4-5-6- 7. ve 8. sınıf öğrencileri için mühendislik bilgi düzeyi ölçeği, İlköğretim Online, 17, 2, 750-768.
- Ball, A., Joyce, H. D. ve Anderson-Butcher, D., 2016. Exploring 21st century skills and learning environments for middle school youth, International Journal of School Social Work, 1, 1.
- Başar, S., 2018. Fen bilimleri öğretmen adaylarının fende matematiğin kullanımına yönelik özyeterlik inançları, 21. yy becerileri ve aralarındaki ilişkinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, HÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Bayram, K., 2019. Argümantasyon tabanlı öğretim uygulamaları ile fen bilgisi öğretmen adaylarının sosyobilimsel konulardaki pedagojik alan bilgilerinin değişiminin incelenmesi, Doktora Tezi, GÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Belskia, I., Adunkab, R. ve Mayer, O., 2016. Educating a creative engineer: learning from engineering professionals, Science Direct, 39, 79-84.
- Benek, İ., 2019. Sosyobilimsel STEM etkinliklerinin öğrencilerin tutumlarına ve 21. yüzyıl becerilerine etkisinin incelenmesi, Doktora Tezi, İÜ, Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Bircan, M. A., 2019. STEM eğitimi etkinliklerinin ilkökul dördüncü sınıf öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarına, 21. yüzyıl becerilerine ve matematik başarılarına etkisi, Doktora Tezi, OMÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Bozkurt, E., 2014. Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi, Doktora Tezi, GÜ, Ankara.
- Buckingham Shum, S. ve Crick, R. D., 2016. Learning analytics for 21st century competencies, Journal of Learning Analytics, 3, 2, 6-21.
- Buxton, C., Allestaht-Snyder, M., Hernandez, Y., Aghasaleh, R., Cardozo-Gaibisso, L. ve Kirmaci, M., 2016. A design-based model of science teacher professional learning in the LISELL-B project. Springer, Oliveira A. ve M. Weinburgh (Editor), Science Teacher Preparation in Content-Based Second Language Acquisition, New York:
- Büyüköztürk, Ş., 2010. Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F., 2012. Bilimsel araştırma yöntemleri (On üçüncü baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Capobianco, B. M. ve Rupp, M., 2014. STEM teachers' planned and enacted attempts at implementing engineering design-based instruction, School Science and Mathematics, 114, 6, 258-269.
- Care, E., Kim, H., Vista, A. ve Anderson, K., 2018. Education system alignment for 21st century skills. Focus on assessment.
- Cemaloğlu, N., Arslangilay, A. S., Üstündağ, M. T. ve Bilasa, P., 2019. Meslek lisesi öğretmenlerinin 21. yüzyıl becerileri özyeterlik algıları, Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 20, 2, 845-874.
- Cengiz, C., 2017. Bilimsel tartışma (argümantasyon) öğretim becerilerinin gelişimi: fen bilgisi öğretmen adayları ile durum çalışmaları, Doktora Tezi, MÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Ceylan, S., 2014. Ortaokul Fen Bilimleri Dersindeki Asitler ve Bazlar Konusunda Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Yaklaşımı İle Öğretim Tasarımı Hazırlanmasına Yönelik Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, UÜ, Bursa.
- Chalmers, C., Carter, M., Cooper, T. ve Nason, R., 2017. Implementing 'big ideas' to advance the teaching and learning of science, technology, engineering, and mathematics (STEM), *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 25-43.
- Chen, Y. C. ve She, H. C., 2012. The impact of recurrent on-line synchronous scientific argumentation on students' argumentation and conceptual change, *Educational Technology and Society*, 15, 1, 197-210.
- Chen, Y. C. ve Steenhoek, J., 2013. A negotiation cycle to promote argumentation in science classrooms, *Science Scope*, 41-50.
- Chen, Y. C., Benus, J. M. ve Yarker, B. M., 2016. Using models to support argumentation in the science classroom. *The American Biology Teacher*, 78, 7, 549-559.
- Chen, Y. C., 2017. Landscape of research on teacher knowledge and practices for argumentation, *The Science of Teaching: Evidence-Based Approaches in Biology Education*, seminar.
- Chen, Y. C., Mineweaser, L., Accetta, D. ve Noonan, D., 2018. Connecting argumentation to 5E inquiry for preservice teachers, *Journal of College Science Teaching*, 47, 5, 22-28.
- Chu, L., Sampson, V., Hutner, T. L., Rivale, S., Crawford, R. H.; Baze, C. L. ve Brooks, H. S., 2019. Argument-driven engineering in middle school science: An exploratory study of changes in engineering identity over an academic year, *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9, 2, 72-84.
- Cole, M. ve Packer, M., 2016. Design based intervention research as the science of the doubly artificial.
- Cömert, H., 2019. Argümantasyona dayalı öğretimin 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin öğrenme stilleri açısından incelenmesi: asitler ve bazlar konusu, Doktora Tezi, MÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Craig-Hare, J., Ault, M. ve Rowland, A., 2017. The effect of socioscientific topics on discourse within an online game designed to engage middle school students in scientific argumentation, *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 3, 2, 110-125.
- Crawford, A. B. ve Capps, D. K., 2018. Cognition, metacognition, and culture in STEM education. Dori, J. Y., Baker, D. R. ve Mevarech, Z. R. (Editor), *Proposing a Framework of Teacher Cognition of Engaging Children in Scientific Practices*.

- Creswell, J. W., 2015. Karma yöntem araştırmalarına giriş, Çeviren Sözbilir, M., Pegem Akademi, Ankara.
- Crowell, A. ve Kuhn, D., 2014. Developing dialogic argumentation skills: A 3-year intervention study, *Journal of Cognition and Development*, 15, 2, 363-381.
- Crotty, E. A., Guzey, S. S., Roehrig, G. H., Glancy, A. W., Ring-Whalen, E. A. ve Moore, T. J., 2017. Approaches to integrating engineering in STEM units and student achievement gains, *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 7, 2, 1-14.
- Culver, D. E., 2012. A qualitative assessment of preservice elementary teachers' formative perceptions regarding engineering and K-12 engineering education. Graduate Theses and Dissertations. <https://lib.dr.iastate.edu/etd/12888>, Erişim tarihi: 15.09.2019.
- Cunningham, M. ve Lachapelle, C.P., 2016. Designing engineering experiences to engage all students, *Educational Designer*, 3, 9, 1-26.
- Cunningham, C. M. ve Kelly, G. K., 2017. Epistemic practices of engineering in education, *Science Education*, 101, 486-505. <https://doi.org/10.1002/sce.21271>, Erişim tarihi: 03.05.2020
- Çetin, A. ve Kahyaoğlu, M. 2018. STEM temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının fen, matematik, mühendislik ve teknoloji ile 21. yüzyıl becerilerine yönelik tutumlarına etkisi, *EKEV Akademi Dergisi*, 75, 15-28.
- Çolak, M., 2018. Ortaokul Fen bilimleri dersinin 21.yüzyıl becerilerini kazandırmadaki etkililiğine ilişkin öğretmen görüşleri Kayseri ili örneği, Yüksek Lisans Tezi, EÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Çolak, M., 2019. Fen bilgisi öğretmen adaylarının 21.yüzyıl becerilerine yönelik algılarının çeşitli değişkenler ağısından incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, ÖHÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Dare, E. A., Ellis, J. A. ve Roehrig, G. H., 2018. Understanding science teachers' implementations of integrated STEM curricular units through a phenomenological multiple case study, *International Journal of STEM Education*, 5, 4.
- Dass, M. P., 2015. Teaching STEM effectively with the learning cycle approach. *K-12 STEM Education*, 1, 1, 5-12.
- Demirel, R., 2015. The effect of individual and group argumentation on student academic achievement in force and movement issues, *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 11, 3, 916-948.

- Demirel, T., 2017. Argümantasyon yöntemi destekli artırılmış gerçeklik uygulamalarının akademik başarı, eleştirel düşünme becerisi, fen ve teknoloji dersine yönelik güdülenme ve argümantasyon becerisi üzerindeki etkisinin incelenmesi, Doktora Tezi, ÇÜ, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Diker Akman, E., 2019. Sekizinci sınıf öğrencilerinin TIMSS fen sonuçlarının 21.yy beceri düzeyleri ve bazı değişkenler açısından incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, MÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Doğan, İ., 2019. STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine fen ve STEM tutumlarına ve elektrik enerjisi ünitesindeki başarılarına etkisi, Doktora Tezi, BÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Doğan, H., 2020. Beşinci sınıf fen bilimleri dersi ünitelerinin bütünlük stem eğitimi yaklaşımı ile tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi, Doktora Tezi, PÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Dori, J. Y., Baker, D. R. ve Mevarech, Z. R., 2018. Cognition, metacognition, and culture in STEM education, Springer International Publishing, Switzerland.
- Douglas, K. A., Moore, T. J. ve Adams, R. S., 2016. Core engineering design competencies for intermediate and middle grades, Purdue University Research Foundation.
- Douglas, K.A., Moore, T.J., Johnston, A.C. ve Merzdorf, H.E., 2018. Informed designers? Students' reflections on their engineering design process, International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST), 6, 4, 443-459.
- Drake, S. M. ve Reid, J. L., 2018. Integrated curriculum as an effective way to teach 21st century capabilities, Asia Pacific Journal of Educational Research, 1, 1, 31-50.
- Ecevit, T., 2018. Argümantasyon destekli araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim uygulamalarının fen öğretmen eğitimindeki etkililiği, Doktora Tezi, HÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Edmonds, W. A. ve Kennedy, T. D., 2017. An applied guide to research designs, SAGE Publications, Los Angeles, USA.
- Enderle, P., Grooms, J. ve Sampson, V., 2013. The use of argumentation in science education to promote the development of science proficiency: a comparative case study, SREE Fall Conference Abstract Template
- Ercan, S., 2014. Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: tasarım temelli fen eğitimi, Doktora Tezi, MÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Ercan, S. ve Şahin, F., 2015. The usage of engineering practices in science education: Effects of design based science learning on students' academic achievement, Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED), 9, 1, 128-164.
- Erduran, S., Ozdem, Y. ve Park, J. Y., 2015. Research trends on argumentation in science education: a journal content analysis from 1998-2014, International Journal of STEM Education, 2, 5, 1-12.
- Eryandi, K. Y. ve Nuryanto, A., 2020. 21st century skills of life career skills in productive learning of vocational high school of technical expertise engineering in yogyakarta city, American Journal of Educational Research, 8, 7, 480-484.
- Felix, A. L., 2016. Design based science and higher order thinking, Doctoral Dissertations, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA.
- Fischer, F., Kollar, I., Ufer, S., Sodian, B., Hussmann, H., Pekrun, R., Neuhaus, B., Dorner, B., Pankofer, S., Fischer, M., Strijbos, J. W., Moritz Heene, M. ve Eberle, J., 2014. Scientific reasoning and argumentation: Advancing an interdisciplinary research agenda in education, Frontline Learning Research, 4, 28-45.
- Fishman, E.J., Borko, H., Osborne, J., Gomez, F., Rafanelli, S., Reigh, E., Tseng, A., Million, S. ve Berson, E., 2017. A practice based professional development program to support scientific argumentation from evidence in the elementary classroom, Journal of Science Teacher Education, <http://dx.doi.org/10.1080/1046560X.2017.1302727>, Erişim tarihi: 21.04.2019.
- Forbes, M. H., Sullivan, J. F. ve Carlson, D. W., 2018. Ascertaining the impact of P-12 engineering education initiatives: Student impact through teacher impact, Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 8, 1.
- Frey, B. B., Ellis, J. D., Bulgren, J. A., Hare, J. C. ve Ault, M., 2015. Development of a test of scientific argumentation, Electronic Journal of Science Education, 19, 4, 1-18.
- Gale, J., Koval, J. Ryan, M., Usselman, M. ve Wind, S., 2018. Implementing NGSS engineering disciplinary core ideas in middle school science classrooms: Results from the field, Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 9, 1, 11-29.
- Garrison, C., 2018. Technical college student attitudes toward learning 21st century work skills, Dissertation, Northeastern University, Boston, Massachusetts.
- Germaine, R., Richards, J., Koeller, M. ve Schubert-Irastorza, C., 2016. Purposeful use of 21st century skills in higher education, Journal of Research in Innovative Teaching, 9, 1, 19-29.
- Gerring, J., 2007. Case study research principles and practices, Cambridge University Press The Edinburgh Building, Cambridge.

- Goldstein, M. H., Omar, S. A., Purzer, S. ve Adams R. S., 2018. Comparing two approaches to engineering design in the 7th grade science classroom, *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 6, 4, 381-397.
- González-González, C. S. ve Aller Arias, L. G., 2018. Maker movement in education: maker mindset and makerspaces.
- Gül, K., 2019. Fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik bir STEM eğitimi dersinin tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi, Doktora Tezi, GÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gültepe, N., 2011. Bilimsel tartışma odaklı öğretimin lise öğrencilerinin bilimsel süreç ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesine etkisi, Doktora Tezi, GÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Grimes, P., 2017. Pre-service science teachers' professional vision of inquiry - A design based research study, Doctoral Dissertations, Dublin City University, Ireland.
- Grooms, J., Enderle, P. ve Sampson, V., 2015. Coordinating scientific argumentation and the next generation science standards through argument driven inquiry, *Science Educator*, 24, 1, 45-50.
- Grover, S. ve Pea, R., 2016. Designing a blended middle school computer science course for deeper learning: A design-based research approach, *ICLS 2016 Proceedings*.
- Gruber-Hine, L. K., 2018. Engineering is elementary: identifying instances of collaboration during the engineering design process, Dissertations, Syracuse University, New York.
- Guo, M., 2018. Female students' academic engagement and achievement in science and engineering: exploring the influence of gender grouping in small group work in design based learning contexts in high school biology, Doctoral Dissertations, Massachusetts University, Amherst.
- Guzey, S. S. Moore, T. J. ve Harwell, M., 2016. Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials, *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 6, 1, 10-29.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H. ve Kavak, N. 2016a. Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına etkisi, *ERPA International Congresses on Education*.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H. ve Kavak, N., 2016b. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri, *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5, 3, 807-830.

- Hacıoğlu, Y., Yamak, H. ve Kavak, N., 2017. The opinions of prospective science teachers regarding STEM education: The engineering design based science education, *GÜ Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37, 2, 649-684.
- Häkkinen, P., Järvelä, S., Mäkitalo-Siegl, K., Ahonen, A., Näykki, P. ve Valtonen, T., 2017. Preparing teacher-students for twenty-first-century learning practices (PREP 21): a framework for enhancing collaborative problem-solving and strategic learning skills. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 23, 1, 25-41.
- Harris, R. L., 2018. Engaging urban students in engineering design to determine shifts in attitudes toward STEM, *Doctoral Dissertation*, University of Pittsburgh, Pennsylvania.
- Havice, W., Havice, P., Waugaman, C. ve Walker, K., 2018. Evaluating the effectiveness of integrative STEM education: Teacher and administrator professional development, *Journal of technology education*, 29, 2, 73-90.
- Hegedus, T., 2014. Engineering education for youth: Diverse elementary school students' experiences with engineering design, *Dissertation*, North Carolina University, Greensboro.
- Hemming, J., 2018. Survive first year of engineering education, *Technology and engineering teacher*.
- Henderson, J. B., McNeill, L. K., Gonzalez-Howard, M., Close, K. Ve Evans, M., 2017. Key challenges and future directions for educational research on scientific argumentation, *Journal of Research in Science Teaching*, 1-14.
- Heng, L. L., Surif, J. ve Seng, C. H., 2014. Individual versus group argumentation: Student's performance in a Malaysian context, *International Education Studies*, 7, 7, 109-124.
- Hennink, M. M., 2007. *International focus group research a handbook for the health and social sciences*, Cambridge University Press The Edinburgh Building, Cambridge.
- Hennink, M. M., 2014. *Focus group discussions*, Oxford University Press, Madison Avenue, New York.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. ve Carberry, A., 2011. Infusing engineering design into high school STEM courses. Publications. https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/165, Erişim tarihi: 28.06.2019.
- Jacobson-Lundeberg, V., 2016. Pedagogical implementation of 21st century skills. educational leadership and administration, *Teaching and Program Development*, 27, 82-100.

- Jang, H., 2016. Identifying 21st century STEM competencies using workplace data, *Journal of Science Education and Technology*, 18, 1-33.
- Jime'nez-Aleixandre, M. ve Crujeiras, B., 2017. Epistemic practices and scientific practices in science education. pp. 69-80, In K. S. Taber ve B. Akpan (Editor), *Science education Sense Publishers*, Rotterdam, The Netherlands.
- Johson, M. M., 2016. Failure is an option: Reactions to failure in elementary engineering design projects, *Dissertation*, State University, Pennsylvania.
- Jolly, A., 2017. *STEM by design strategies and activities for grades 4-8*. Routledge Taylor ve Francis. Newyork.
- Judson, E., Ernzen, J., Krause, S., Middleton, J. A. ve Culbertson, R. J., 2016. How engineering standards are interpreted and translated for middle school, *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 6, 1, 1-10.
- Kabataş Memiş, E., 2011. Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının ve öz değerlendirmenin ilköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi başarısına ve başarının kalıcılığına etkisi, *Doktora Tezi*, AÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Karakaş, M. M., 2015. Ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilimlerine yönelik 21. yüzyıl beceri düzeylerinin ölçülmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, OÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kalemkuş J., 2018. Deneylerle fen öğretimi ve argümantasyona dayalı fen öğretiminin bazı değişkenler üzerindeki etkilerinin incelenmesi, *Doktora Tezi*, NEÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kamp, A., 2016. *Engineering education in the rapidly changing world: Rethinking the vision for higher engineering education*. Second revised edition. Delft: TU Delft, Faculty of Aerospace Engineering.
- Karakaş, H., 2018. Çevre-enerji konularına yönelik gerçekleştirilen argümantasyon temelli öğretimin sınıf öğretmeni adaylarının eleştirel düşüncelerine, akademik başarılarına ve argüman oluşturma becerilerine etkisi, *Doktora Tezi*, GÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kılıç, Z., 2015. Hayat bilgisi dersinde öğrencilerin yaşam becerilerinin geliştirilmesinde etkin öğrenme uygulamaları, *Doktora Tezi*, AÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- King, D. T., ve English, L. D., 2017. Engineering design in the primary school: Applying STEM concepts to build an optical instrument, *International Journal of Science Education*, 38, 18, 2762-2794.
- Kivunja, C., 2015. Teaching students to learn and to work well with 21st century skills: unpacking the career and life skills domain of the new learning paradigm, *International Journal of Higher Education*, 4, 1, 1-11.

- Knight, A. M. ve McNeill, K. L., 2012. Comparing students' written and verbal scientific arguments, Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Indianapolis, IN.
- Knight, A. M., 2015. Students' abilities to critique scientific evidence when reading and writing scientific arguments, Doctoral Dissertation, Boston College University, Massachusetts.
- Korkmaz, H., 2019. Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerin bilimsel epistemolojik inançlarına ve 21. yüzyıl becerilerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, SKÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Kulatunga, U. K., 2013. Argumentation as a lens to examine student discourse in peer-led guided inquiry for college general chemistry, Graduate Theses and Dissertations, South Florida University, USA.
- Kutluer, M., 2020. Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının 8. sınıf öğrencilerinde madde döngüleri ve çevre sorunları konusundaki başarılarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, GÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Köycü, Ü. ve J. de Vries, M., 2016. What preconceptions and attitudes about engineering are prevalent amongst upper secondary school pupils? An international study, International Journal of Technology Design Education, 26, 243-258.
- Küçüköner, Y., 2018. Argümantasyon temelli kavramsal değişim metinlerinin ve bu metinlere dayalı animasyonların 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve hareket konularını anlamalarına etkisi, Doktora Tezi, GÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Külegel, S., 2020. Çevre eğitime dayalı fen, teknoloji, mühendislik, matematik temelli etkinliklerin özel yetenekli öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmesine yönelik araştırma, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Langman, C., Zawojewski, J., McNicholas, P., Cinar, A., Brey, E., Bilgic, M. ve Mehdizadeh, H., 2018. Disciplinary learning from an authentic engineering context. Journal of Pre-College Engineering Education Research (JPEER), 9, 1, 75-94.
- Lamb, S., Maire, Q. ve Doecke, E., 2017. Key skills for the 21st century: an evidence-based review, Future frontiers analytical report, Victoria University, Australia.
- Lammi, M., Denson, C. ve Asunda, P., 2018. Search and review of the literature on engineering design challenges in secondary school settings, Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 8, 2, 50-66.

- Larrain, A., Howe, C. ve Cerda, J., 2014. Argumentation in whole-class teaching and science learning. PSYKHE, 23, 2, 1-15. <https://doi.org/10.7764/psykhe.23.2.712>, Erişim tarihi: 13.11.2018.
- Leavy, P., 2017. Research design quantitative, qualitative, mixed methods, arts-based, and community-based participatory research approaches, The guilford press, New York, USA.
- Lee, H. S., Pallant, A., Pryputniewicz, S. ve Liu, O. L., 2013. Measuring students' scientific argumentation associated with uncertain current science. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Rio Grande, Puerto Rico.
- Llewellyn, D., 2015. Scaffolding students toward argumentation, Teacher's toolkit, Science Scope, 76-83.
- Lopez, E. S. ve Goodridge, W. H., 2018. The state of engineering integration in K-12 science standards: five years after NGSS (Fundamental). American Society for Engineering Education.
- Lottero-Perdue, P. S. ve Parry, E. A., 2017. Elementary teachers' reflections on design failures and use of fail words after teaching engineering for two years, Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 7, 1, 1-24.
- Lu, J. ve Zhang, Z., 2013. Assessing and supporting argumentation with online rubrics, International Education Studies, 6, 7, 66-77.
- Lucas, B., Hanson, J. ve Claxton, G., 2014. Thinking like an engineer Implications for the education system, A report for the royal academy of engineering standing committee for education and training.
- Lucas, B. ve Hanson, J., 2016. Thinking like an engineer: Using engineering habits of mind and signature pedagogies to redesign engineering education, International Journal of Engineering Pedagogy, 6, 2.
- Lucas, B., Hanson, J., Bianchi, L. ve Chippindall, J., 2017. Learning to be an engineer implications for schools. Royal Academy of Engineering.
- Mangold, J. ve Robinson, S., 2013. The engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms. 120th ASEE Annual Conference ve Exposition <https://escholarship.org/uc/item/8390918m>
- Manz, E., 2014. Representing student argumentation as functionally emergent from scientific activity. Review of Educational Research. <https://doi.org/10.3102/0034654314558490>, Erişim tarihi: 12.04.2019.
- Martin, T., Baker Peacock, S., Ko, P. ve Rudolph, J. J., 2015. Changes in teachers' adaptive expertise in an engineering professional development course, Journal of Pre-College Engineering Education Research, 5, 2, 35-48.

- Martínez, L. M. ve Valdivia, Á. I. M., 2016. Promoting student metacognition through the analysis of their own debates., Is it better with text or with graphics? Educational Technology ve Society, 19, 4, 167-177.
- Martinez Ortiz, A. Rodriguez Amaya, L., Kawaguchi Warshauer, H., Garcia Torres, S., Scanlon, E. ve Pruett, M., 2018. They choose to attend academic summer camps? A mixed methods study exploring the impact of a NASA academic summer pre-engineering camp on middle school students in a latino community, Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 8(2), 23-30.
- Mathis, C. A., Siverling, E. A., Glancy, A. W. ve Moore, T. J., 2017. Teachers' incorporation of argumentation to support engineering learning in STEM integration curricula, Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 7, 1, 74-89.
- Mathis, C. A., Siverling, E. A., Moore, T. J., Douglas, K. A. ve Guzey, S. S., 2018. Supporting engineering design ideas with science and mathematics: A case study of middle school life science students, International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST), 6, 4, 424-442.
- McCormick, M. E. ve Hammer, D., 2016. Stable beginnings in engineering design, Journal of Pre-college Engineering Education Research, 6, 1, 45-54.
- Meng, F. ve Dai, Y., 2018. STEM education concept and maker education in new era, advances in social science, Education and Humanities Research (ASSEHR), 18, 601-604.
- Meral, E., 2018. Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına eleştirel düşünme eğilimlerine ve argüman oluşturma becerilerine etkisi, Doktora Tezi, AÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Mercan Höbek, K., 2014. Ortaokul 6. 7. 8. sınıf Fen ve Teknoloji öğretim programında mühendislik-dizayn yönteminin uygulanabileceği konuların analizi: alternatif enerji kaynakları öğretim materyalleri hazırlama, Doktora Tezi, EÜ, Kayseri.
- Merritt, J. , Lee, M., Rillero, P. ve Kinach, B. M. 2017. Problem-based learning in K-8 mathematics and science education: A literature review, Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 11(2).
- Mesa, J. C., Pringle, R. M. ve Hayes, L., 2013. Show me the evidence, Scientific argumentation in the middle school classroom, Science Scope, 61-64.
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M., 1994. Qualitative data analysis. London: Sage.
- MEB, 2016. STEM eğitim raporu. URL-1 <http://yegitek.meb.gov.tr/stem_egitimi_raporu.pdf> Erişim tarihi: 21.12.2020.
- MEB, 2018a. (23.10.2018) Güçlü yarınlar için 2023 eğitim vizyonu. URL-2 <http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf> Erişim Tarihi: 22.11.2018.

- MEB, 2018b. Fen Bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). T.C. Milli Eğitim Bakanlığı: Ankara.
- MEB, 2020. TIMSS 2019 Türkiye ön raporu. URL-3 <<http://www.meb.gov.tr/15-timss-2019-turkiye-on-raporu/duyuru/22128>> Erişim tarihi:22.12.2020
- Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A. ve Stohlmann, M. S., 2014. A framework for quality K-12 engineering education: research and development, Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 4, 1, Article 2.
- Moore, T. J., Douglas, A. K., Siverling, E. A., Mathis, C. A., Guzey, S. S., Glancy, A. W. ve Gajdzik, E., 2016. Engineering notebook prompts for intermediate and middle grades, EngrTEAMS Purdue University Research Foundation.
- Morocz, R., Levy, B., Nagel, L. R., Newstetter, C. W., Talley, K. G. P. E. ve Linsey, S. J., 2016. Relating student participation in university maker spaces to their engineering design self-efficacy, American society for engineering education 123rd annual, Conference ve Exposition. New Orleans, LA.
- Myers, C. P., 2015. The effect of argument driven inquiry on student understanding of high school biology concepts, Master of Science, Montana State University Bozeman, Montana.
- Ng M. L., Bridges S., Law S. P. ve Whitehill T., 2014. Designing, implementing and evaluating an online problem-based learning (PBL) environmenta pilot study, Clinicial linguist phonetics, 28 (1-2), 117-130.
- Novak, M. A., Hubbard, P., Ebeling, B. ve Maher, B., 2016. Explanations across the curricula: Integrating common core state standards in literacy with the next generation science standards, Science scope, 54-60.
- Ntemngwa, C. ve Oliver, J. S., 2018. The implementation of integrated science technology, engineering and mathematics (STEM) instruction using robotics in the middle school science classroom, International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST), 6, 1, 12-40.
- Osborne, J., 2010. Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse, Science, 328, 463.
- Özcan, E., 2019. Sosyo-bilimsel argümantasyon yönteminin öğrencilerin bilgileri günlük hayatla ilişkilendirme düzeylerine, girişimciliklerine ve sürdürülebilir fen bilimlerine yönelik tutumlarına etkisi, Doktora Tezi, DEÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Özgün, D., 2019. İnsan ve çevre ünitesinin yaratıcı drama destekli işlenmesinin beşinci sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl becerileri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, SKÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

- Peen, T. Y. ve Arshad, M. Y., 2014. Teacher and student questions: A case study in Malaysian secondary school problem-based learning, *Asian Social Science*, 10(4), 174.
- Pekbay, C., 2017. Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri, Doktora Tezi, HÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pellegrino, J. W., 2017. Teaching, learning and assessing 21st century skills, Guerriero, S. (Editor), *Pedagogical knowledge and the changing nature of the teaching profession*, OECD Publishing, Paris.
- Phelps, L. A., Camburn, E. M. ve Min, S., 2018. Choosing STEM college majors: Exploring the role of pre-college engineering courses, *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 8, 1, 1-24.
- Pleasants, J. ve Olson, J. K., 2018. Refining an instrument and studying elementary teachers' understanding of the scope of engineering, *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9, 2, 1-18.
- Pleasants, J. ve Olson, J. K., 2019. What is engineering? Elaborating the nature of engineering for K-12 education, *Science Education*, 103, 145-166.
- Porter, T., West, M. E., Kajfez, R. L., Malone, K. L. ve Irving, K. E., 2019. The effect of teacher professional development on implementing engineering in elementary schools, *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9, 2, 64-71.
- Probosari, R. M., Sajidan, Suranto, Prayitno, B. A. ve Widyastuti, F., 2017. Modelling scientific argumentation in the classroom: Teachers perception and practice, *Journal of Physics: Conference Series*, 812, 1-6.
- Psycharis, S., 2016. Inquiry based-computational experiment, Acquisition of threshold concepts and argumentation in science and mathematics education, *Educational Technology ve Society*, 19, 3, 282-293.
- Purzer, S., ve Shelley, M., 2018. Engineering education in elementary and secondary schools, *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 6, 4, I-V.
- Purzer, S., Moore, J. T. ve Dringenberg, E., 2018. Cognition, metacognition, and culture in STEM education, Dori, Y. J., Mevarech, R. Z. ve Baker, D. R. (Editors), *Engineering Cognition: A process of knowledge acquisition and application*, Springer International Publishing, Switzerland.
- Ramli, M., Rakhmawati, E., Hendarto, P. ve Winarni, P., 2017. Process of argumentation in high school biology class: A qualitative analysis, *Journal of Physics: Conference Series*, 812, 1-8.

- Reeve, E. M., 2016. 21st century skills needed by students in technical and vocational education and training (TVET), *Asian International Journal of Social Sciences*, 16, 4, 65 - 82.
- Rehmat, A. P., 2015. Engineering the path to higher-order thinking in elementary education: A problem based learning approach for STEM integration, *Doctoral Dissertations*, University of Nevada, Las Vegas.
- Rimm-Kaufman, S. E., Larsen, R. A. A., Baroody, A. E., Curby, T. W., Ko, M., Thomas, J. B., Merritt, E., Abry, T. ve DeCoster, J. 2014. Efficacy of the responsive classroom approach: Results from a 3-year, longitudinal randomized controlled trial, *American Educational Research Journal*, 51(3), 567-603.
- Ring, E. A., 2017. Teacher conceptions of integrated STEM education and how they are reflected in integrated STEM curriculum writing and classroom implementation, *Doctoral dissertaion*, Minnesota University, Minnesota.
- Rolling. J. H., 2016. Reinventing the STEAM engine for art + design education, *Art education*, 69, 4, 4-7.
- Ruiz Ortega, F. J. R., Tamayo Alzate, O. E. T. ve Márquez Bargalló, C. M., 2015. A model for teaching argumentation in science class. *Educ. Pesqui.*, São Paulo, 41 3, 629-643.
- Saulnier, C. R., Bagiati, A. K. ve Brisson, J. G., 2016. A comparison of student design activity preferences before and after a design-based wilderness education experience. *Conference ve Exposition*, New Orleans, American society for engineering education.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H. ve Müller, H., 2003. Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures, *Methods of psychological research online*, 8(2), 23-74.
- Schnittka, J. ve Schnittka, C., 2016. Can I drop it this time? Gender and collaborative group dynamics in an engineering design-based afterschool program, *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 6, 2, 1-24.
- Soffel, J. 2016. What are the 21st-century skills every student needs? *World Economic Forum report*.
- Sontgerath, S. ve Meadows, R. N., 2018. A comparison of changes in science interest and identity and 21st century learning skills in a mixed-gender and single-gender robotics program for elementary-middle school youth, *CoNECD - The collaborative network for engineering and computing diversity conference*: Crystal City, Virginia.
- Stohlmann, M., Moore, T. J. ve Roehrig, G. H., 2012. Considerations for teaching integrated STEM education, *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2, 1, 28-34.

- Strimel, G. ve Grubbs, M. E., 2016. Positioning technology and engineering education as a key force in STEM education, *Journal of Technology Education*, 27, 2, 21-36.
- Şen, C., 2018. Mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik STEM etkinliklerinde üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kullandığı beceriler, Doktora tezi, HÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Taneja, A., 2016. Argumentation in science class: Its planning, practice, and effect on student motivation, Doctoral dissertaion, Walden University, Minnesota.
- Temiz Çınar, B., 2016. Argümantasyona dayalı öğretimin ilköğretim öğrencilerinin başarıları kavramsal anlamaları ve eleştirel düşünme becerileri üzerine etkisi: yaşamımızdaki elektrik ünitesi, Doktora Tezi, MÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Thimm, M. ve Villata, S., 2017. The first international competition on computational models of argumentation: results and analysis, *Artificial Intelligence*, 1-62.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., ve Depaepe, F., 2018. Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education, *European Journal of STEM Education*, 3, 1, 02.
- Trilling, B. ve Fadel, C., 2009. 21st Century skills learning for life in our times, Jossey-bass A Wiley Imprint, San Francisco.
- Tuhtakaya, N., 2019. Fen bilimleri öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci uygulamalarına yönelik görüşleri, mühendislik becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarının değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, MÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Turner, K. L. J., Kirby, M. ve Bober, S., 2016. Engineering design for engineering design: benefits, models, and examples from practice, *Inquiry in Education*, 8, 2, 1-12.
- Türk, N., 2019. Eğitim fakültelerinin lisans programlarına yönelik fen teknoloji mühendislik ve matematik (STEM) öğretim programının tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi, Doktora Tezi, GÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Uştu, H., 2019. İlkokul düzeyinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin uygulanması: sınıf öğretmenleriyle bir eylem araştırması, Doktora Tezi, NEÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Uzel, L., 2019. 6. sınıf madde ve ısı ünitesinde gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli uygulamaların öğrencilerin problem çözme ve tasarım becerilerine etkisinin değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Vaino, K., Vaino, T. ve Ottander, C., 2018. Designing an ice cream making device: A design-based science learning approach, *Science Education International*, 29, 3, 149-162.
- Van Haneghan, J. P., Pruet, S. A., Neal-Waltman, R. ve Harlan, J. M., 2015. Teacher beliefs about motivating and teaching students to carry out engineering design challenges: some initial data, *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 5, 2, 1-9.
- Van Laar, E., Van Deursen A. J.A.M., Van Dijk, J. A.G.M. ve De Haan, J., 2017. The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review, *Computers in Human Behavior*, 72, 577-588.
- Walker, S. W., Moore, T. J., Guzey, S. S. ve Sorge, B. H., 2018. Frameworks to develop integrated STEM curricula, *K-12 STEM Education*, 4, 2, 331-339.
- Wang, H. H., Roehring, G., Moore, T. J. ve Park, M. S., 2011. STEM integration: teacher perceptions and practice, *Journal of Pre-College Engineering Education Research* 1, 2, 1-13
- Wang, H. H., 2012. A new era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) integration, *Doctoral Dissertations*, Purdue University, Indiana.
- Wang, Y., Lavonen, J. ve Tirri, K. 2018. Aims for learning 21st century competencies in national primary science curricula in China and Finland, *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14, 6, 2081-2095.
- Webb, D. L., 2015. Engineering professional development: Elementary teachers' self-efficacy and sources of self-efficacy, *Doctoral Dissertation*, Portland State University, Oregon.
- Webb, M. E., Prasse, D., Phillips, M., Kadjevich, D. M., Angeli, C., Strijker, A., Carvalho, A. A., Andresen, B. B., Dobozy, E. ve Laugesen, H., 2018. Challenges for IT-enabled formative assessment of complex 21st century skills, *Technology, Knowledge and Learning*, 23, 441-456.
- Wells, J. G., 2016. Efficacy of the technological engineering design approach: imposed cognitive demands within design-based biotechnology instruction, *Journal of Technology Education*, 27, 2, 24-20.
- Wengrowicz, N., Dori, J. Y. ve Dori, D., 2018. Metacognition, meta-assessment, and engineering education.

- Woodside, A. G., 2010. Case study research: Theory methods practice, Emerald Group Publishing, Bingley, United Kingdom.
- Xiao, S., 2015. Children's use of inscriptions in argumentation about socioscientific issues, Doctoral Dissertation, California University, Los Angeles.
- Yasak, M. T., 2017. Tasarım temelli fen eğitiminde, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamaları: basınç konusu örneği, Yüksek Lisans Tezi, CÜ, Sivas.
- Yin, R. K., 2018. Case study research and applications: design and methods, SAGE Publications, Los Angeles, USA.
- Yıldırım, B., 2018. Sınıf öğretmeni adaylarının tasarım temelli öğrenmeye yönelik görüşleri. Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi, 12, 24, 272-293.
- Zarske, M. S., Vadeen, M. L., Tsai, J. Y., Sullivan, J. F. ve Carlson, D. W., 2017. Undergraduate engineers and teachers: can students be both, Journal of Pre-College Engineering Education Research, 7, 1.

EKLER

EK A. Anne-Baba İzin Formu

EK B. Konya MEM Araştırma İzni

EK C. Aksaray Üniversitesi Etik Kurul İzin Belgesi

EK D. Işığın Madde İle Etkileşimi Akademik Başarı Testi

EK E. 21. Yüzyıl Yaşam Becerileri Ölçeği

EK F. Odak Grup Görüşme Soruları

EK G. Işık Testi Belirtke Tablosu

EK H. Deney Grubu Ders Plânı

EK I. Kontrol Grubu Ders Plânı

EK İ. Araştırmada Kullanılan Etkinlikler

EK J. Uygulama Fotoğrafları

EK A. Anne-Baba İzin Formu

Bu çalışmanın amacı, ortaokul 7. sınıf öğrencilerine argümantasyon destekli tasarım temelli mühendislik uygulamaları ile Fen Bilimleri dersi “Işığın madde ile etkileşimi” konusu öğretiminin etkililiğini araştırmaktır.

Çalışma, Ramazan DEMİREL’in doktora tez çalışması olup Aksaray Üniversitesi Doç. Dr. Hasan ÖZCAN’ın danışmanlığında yürütülecektir.

Ramazan DEMİREL’in doktora tez çalışmasında öğrencime argümantasyon destekli tasarım temelli mühendislik uygulamaları ile öğretim sunacak kişinin kendisi olacağı tarafıma açıklanmıştır. Öğrencimin çalışma süresince araştırmaya periyodik olarak katılmasını kabul ediyorum.

Yapılacak olan araştırmaların öğrencim için fiziksel ya da psikolojik risk taşıması durumunda çalışmayı sonlandırabileceğim araştırmacı tarafından açıklanmıştır.

Araştırmadaki yazılı ve görsel materyallerin araştırmacı tarafından yapılan bu çalışma haricinde de kullanılabilmesini kabul ediyorum.

Tarih

Anne/Baba İmzası

EK B. Konya MEM Araştırma İzni



T.C.
KONYA VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 83688308-605.99-E.3112622
Konu : Araştırma İzni (Ramazan DEMİREL)

13.02.2019

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü)

İlgi : 22/01/2019 tarihli ve 81141161-302.14-300-E.362831 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı doktora programı öğrencisi Ramazan DEMİREL'in "Fen Bilimleri 7. Sınıf Öğrencilerine Argümantasyon Destekli Tasarım Beceri Atölyeleri ile Fen Öğretimi Yapılması" konulu araştırmasını uygulama talebi incelenmiştir.

Araştırmanın, Bozkır Cumhuriyet Ortaokulunda eğitim gören 7. sınıf öğrencilerine eğitim öğretimi aksatmamak kaydıyla uygulanmasında sakınca görülmemektedir. Araştırmacının, Müdürlüğümüze bağlı eğitim kurumlarındaki çalışmalarını 2018-2019 eğitim öğretim yılı içerisinde tamamlaması zorunludur. Araştırma kapsamında yürütülecek çalışmaların 2018-2019 eğitim öğretim yılında tamamlanmaması durumunda Müdürlüğümüzden tekrar izin alınması gerekmektedir.

Araştırmada Müdürlüğümüz tarafından onaylanarak gönderilen veri toplama araçları kullanılacak olup, araştırma sonucunun CD ortamında iki nüsha olarak Müdürlüğümüze gönderilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinizi ve adı geçene tebliğini arz ederim.

Mukadder GÜRSOY
İl Milli Eğitim Müdürü

Ek:

- 1-Işığın Madde ile Etkileşimi Akademik Başarı Testi (6 Sayfa)
- 2-Işığın Madde ile Etkileşimi Konusu Ders Planları (24 Sayfa)
- 3-21. Yüzyıl Yaşam Becerileri Ölçeği (4 Sayfa)
- 4-Odak Grup Görüşmesi Soruları (1 Sayfa)
- 5-Veli Onam Formu (1 Sayfa)

Akçeşme Mah.Garaj Cad. No: 4 Karatay/KONYA
Elektronik Ağ: <http://konya.meb.gov.tr>
e-posta: istatistik42@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için : Abdurrahman KAYNAK - Şef
Ali Naci IŞIK VHKİ
Tel: (0 332) 353 30 50 - Faks : (0 332) 351 59 40

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 20b9-ac41-32e8-ab9f-2a4e kodu ile teyit edilebilir.

EK C. Aksaray Üniversitesi Etik Kurul İzin Belgesi

T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
İnsan Araştırmaları Etik Kurulu Kararı

Tarih	Toplantı Sayısı	Karar No	Sayfa
22.02.2019	01	2019/01-59	6
Üniversitemiz İnsan Araştırmaları Etik Kurulu 22.02.2019 tarihinde saat 11.00'da İslami İlimler Fakültesi Toplantı Salonunda kurula yapılan başvuruları görüşmek üzere toplanmış ve aşağıdaki kararı/kararları almıştır:			
Karar 2019/13: Yürütücülüğünü Ramazan DEMİREL'in yaptığı "Argümantasyon Destekli Tasarım Beceri Atölyeleri ile Işık Konusunun Öğretiminin Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarı ve 21. Yüzyıl Yaşam Becerilerine Etkisi" başlıklı araştırma ile ilgili 2019/13 protokol numaralı başvuru kurulumuz tarafından incelenmiş, Üniversitemiz İnsan Araştırmaları Etik Kurul Yönergesi'nde belirtilen etik ilkelere uygun olduğuna, toplantıya katılan üyelerin oy birliği ile karar verilmiştir.			
 Prof. Dr. Necmettin AYGÜN Başkan			
 Doç. Dr. Mehmet KARACA Üye	 Prof. Dr. Hüseyin ÜNLÜ Üye	 Dr. Öğr. Üyesi Sevilay USLU DİVANOĞLU Üye	
 Dr. Öğr. Üyesi Arzu YÜKSEL Üye	 Dr. Öğr. Üyesi Gaye BULUT Üye	 Dr. Öğr. Üyesi Funda VARNACI UZUN Üye	

EK D. Işığın Madde İle Etkileşimi Akademik Başarı Testi

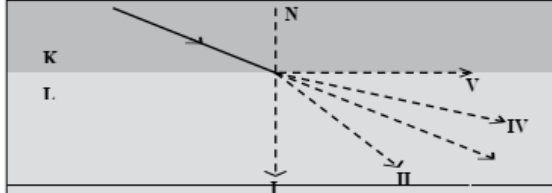
1) Bir öğrenci hazırladığı siyah ve beyaz renkli karton kutulara özdeş buz kalıplarından birer tane yerleştiriyor. Kutuları eşit şekilde güneş ışığı alabilecekleri bir yere bırakıyor. Öğrenci deneyin sonunda beyaz renkli kutudaki buzun siyah renkli kutudaki buzdan daha uzun sürede eridiğini gözlemliyor. **Yalnız bu gözlemlerden yola çıkarak öğrencinin yaptığı aşağıdaki açıklamalardan hangisi doğrudur?**

- A) Yalnız siyah renkli kutuda ışık soğurulmuştur.
B) Yalnız beyaz renkli kutuda ışık soğurulmuştur.
C) Her iki kutuda da ışık soğurulmuştur.
D) Her iki kutuda da ışık soğurulmamıştır.

2) Işık ışınları farklı renkteki yüzeylerden tarafından farklı miktarda soğurulur mu? Sorusuna cevap arayan bir öğrenci yandaki gibi siyah bir karton üzerine el feneri ile 10 dakika ışık tutarak karton üzerindeki sıcaklık artışını gözlem yapabileceği bir deney düzeneği hazırlıyor. **Öğrencinin amacına ulaşabilmesi için hangi düzeneğini yukarıdaki düzenele birlikte kullanmalıdır?**

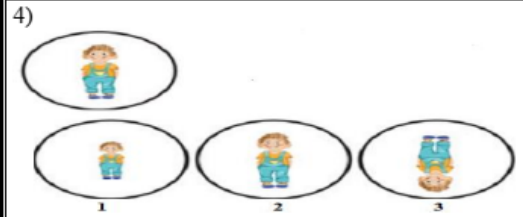
- A) Kırmızı kartonu 2 el feneri ile 20 dk ışık altında tutmak
B) Gri kartonu 2 el feneri ile 20 dk ışık altında tutmak
C) Açık mavi kartonu tek el feneri ile 20 dk ışık altında tutmak
D) Beyaz kartonu tek el feneri ile 10 dk ışık altında tutmak

3) K saydam ortamından L saydam ortamı yüzeyine şekildeki gibi ışık gönderiliyor.



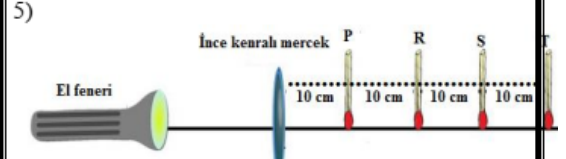
K ortamının yoğunluğu, L ortamının yoğunluğundan büyük olduğuna göre ışık I, II, III, IV ve V numaralı yollardan hangilerini izleyebilir?

- A) I. veya II. B) II. veya III.
C) I. veya V. D) IV. veya V.



Ali' nin 1, 2 ve 3 nolu aynalardaki görüntüsü şekildeki gibidir. Buna göre Ali' nin kullandığı aynalar aşağıdakilerden hangisi olabilir?

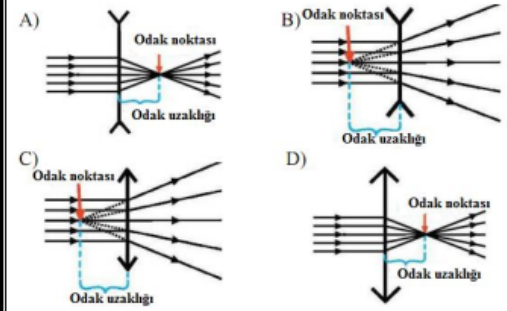
- 1 2 3
A) Düz ayna Tümsek ayna Çukur ayna
B) Düz ayna Çukur ayna Tümsek ayna
C) Çukur ayna Tümsek ayna Düz ayna
D) Tümsek ayna Düz ayna Çukur ayna



İnce kenarlı mercek, fener ve kibritle yapılan şekildeki düzenekte sadece S kibriti alev alıyor. Bu merceğin odak noktası kaç cm dir?

- A) 10 B) 20 C) 30 D) 40

6) İnce kenarlı mercede asal eksene paralel gelen ışık ışınları odak noktasından geçecek şekilde kırılır. Aşağıdakilerden hangisi bu ifadeyi açıklamaktadır?



7)

- ★ Diş hekimlerinin diş muayenesinde kullandıkları ayna
- ▲ Periskop yapımında kullanılan ayna
- Güneş fırını yapımında kullanılan ayna
- Araba farları ve el feneri yapımında kullanılan ayna

Yukarıda kullanım alanları verilen aynalardan hangisi diğer üçünden farklıdır?

- A) B) C) D)

8)



Yukarıda verilenlerden hangilerinde beyaz ışığı oluşturan renkler görülebilir?

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

9)



Yukarıdaki şemada boş olan kutulara hangisinin yazılması uygun değildir?

- A) Antikacı
C) Saat tamircisi
B) Otomobil tamircisi
D) Kuyumcu

10)

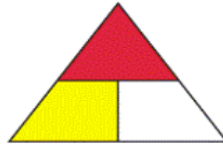


Aynaların kullanım alanları ile ilgili hangisi doğrudur?

- A) ☒ Otomobil yan aynası ☒ Periskop ☒ Makyaj aynası
B) ☒ Tepegöz ☒ Dişçi aynası ☒ El feneri aynası
C) ☒ Periskop ☒ Makyaj aynası ☒ Otomobil yan aynası
D) ☒ Projeksiyon ☒ Güneş ocağı aynası ☒ Periskop

11)

Yandaki üçgen beyaz ışık altında şekildeki gibi görünmektedir. Aynı üçgen yeşil ışık altında aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?



A)

C)

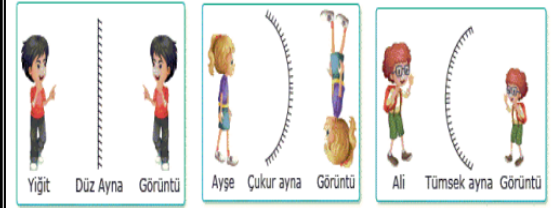


B)

D)



12)



Yukarıdaki öğrencilerden hangisi ya da hangilerinin görüntüsü doğrudur?

- A) Yiğit-Ayşe
B) Ayşe-Ali
C) Yiğit-Ali
D) Yiğit-Ayşe-Ali

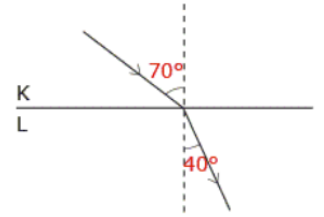
13)

- I. Evlere sıcak su temininde
II. Deniz suyunun damıtılarak içme suyu elde edilmesinde
III. Böbrek taşlarının kırılmasında
IV. Güneş ocaklarında yemek pişirilmesinde

Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri Güneş enerjisi kullanılarak yapılan yeniliklerdendir?

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

14) K ortamından L ortamına gönderilen ışık ışını ile ilgili aşağıdaki sorular sorulmuştur. Yandaki şekle bakılarak hangi soruya cevap verilemez?



- A) Gelme ve yansıma açısı kaç derecedir?
B) K ve L ortamlarının yoğunlukları arası ilişki nasıldır?
C) Işığın rengi farklı olsaydı kırılma nasıl değişirdi?
D) Işığın sürati hangi ortamda daha fazladır?

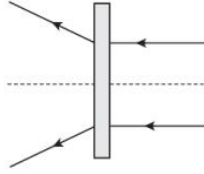
15) İçinde ayna bulunan, dış yüzeyinde ise aynanın ve oluşturduğu görüntünün belli özellikleri yazılı K, L ve M kutuları şekildeki gibidir.

K	Oluşturduğu görüntü : Düz Görüntü boyu : Her durumda cisimden küçük Kullanıldığı yer : Otomobil yan aynaları
L	Oluşturduğu görüntü : Düz Görüntü boyu : Cismin boyuna eşit Kullanıldığı yer : Ev ve berber salonları
M	Oluşturduğu görüntü : Düz veya ters Görüntü boyu : Cisimden küçük, büyük veya eşit Kullanıldığı yer : Makyaj aynaları

Buna göre kutu içindeki aynaların cinsi, aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

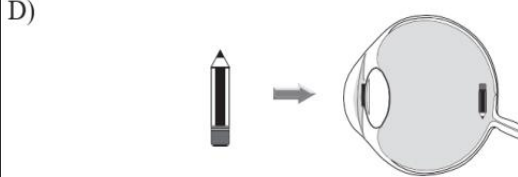
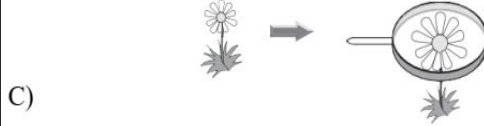
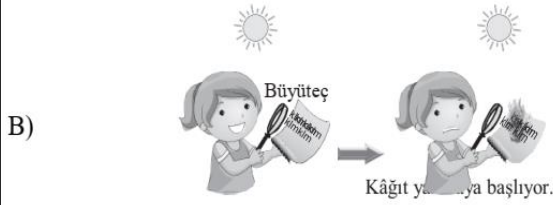
<u>K</u>	<u>L</u>	<u>M</u>
A) Tümsek	Çukur	Düz
B) Çukur	Düz	Tümsek
C) Tümsek	Düz	Çukur
D) Düz	Tümsek	Çukur

16) Şekilde kartonun arkasına yerleştirilmiş bir mercekte kırılan ışık ışınlarının izlediği yol modellenmiştir.

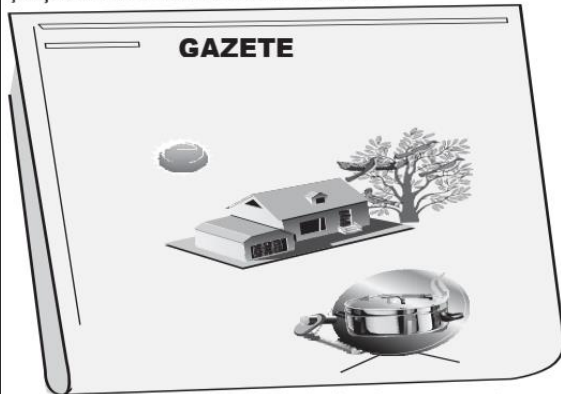


Karton

Aşağıda verilen durumların hangisinde şekildeki gibi bir mercekle bulunmaktadır?



17) Aşağıdaki haberi gazeteden kesip alan Metin, bunu proje çalışmasında örnek olarak kullanacaktır.

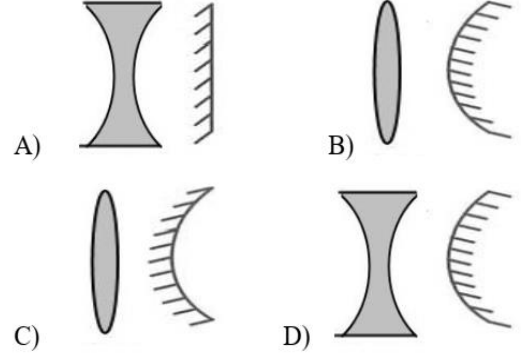


Gazete haberinde Bir bölgede kullanılmayan çanak antenleri Güneş enerjisi ile çalışan ocak haline getirildi.

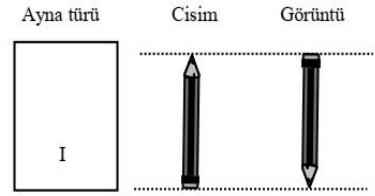
Metin'in proje çalışmasının konusu aşağıdakilerden hangisi olamaz?

- A) Kullanılmış malzemenin farklı bir amaçla tekrar kullanılması
- B) Çevreye atık bırakmadan enerji elde edilmesi
- C) Güneş enerjisinin günlük hayatta kullanımı
- D) Güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmesi

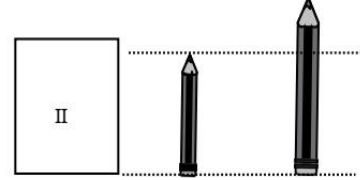
18) Cüneyt ve Kemal ayna ve mercekleri kullanarak gökyüzünü gözlemleyebilecek bir gözlem aracı tasarlamak istemektedirler. Cüneyt ve Kemal yaptıkları araştırma sonucunda gözlem aracının yapımında ışığı toplayan maddeler kullanması gerektiğini sonucuna ulaşmışlardır. Buna göre bu öğrenciler hangi optik araçları kullanabilir?



19) Bir kalemın iki aynada oluşan görüntüleri şekilde verilmiştir.



Görüntü cisimle aynı boyda ve terstir.



Görüntü cisimden büyük ve düzdür.

Buna göre, I ve II yerinde hangi aynalar olabilir?

	I	II
A)	Çukur	Tümsek
B)	Çukur	Çukur
C)	Tümsek	Düz
D)	Çukur	Düz

20) Bir gazete haberine göre, güneş enerjisiyle çalışan otomobillerin sayısı hızla artmaktadır. Bu durum devam ederse aşağıdakilerden hangisinin olması beklenir?

- A) Fosil yakıtların kullanılmasından kaynaklanan hava kirliliğinin azalması
- B) Kalıcı kirlilik yapan atık çeşitlerinin artması
- C) Havadaki oksijen oranının azalması
- D) Asit yağmurlarının artması

21) Ahmet kırmızı gömleği ile okulun balosuna gider. Balodaki mavi ışık altında gömleğinin siyah renkte görüldüğünü fark eder. Bu olayı sınıfta anlatan Ahmet arkadaşlarına bu durumun neden olduğunu sorar, arkadaşları da,

Fatih: Işıkların hepsini göz fark edemediği için siyah görmüşsün.

Mehmet: Kırmızı renk gömlek, mavi ışığı soğurup yansıtmadığından siyah görmüşsün.

Pelin: Kırmızı ve mavi renk ışığın yayılma hızlarının aynı olmasından siyah görmüşsün.

Selin: Işık saydam olmayan ortamdan geçemediği için siyah görmüşsün.

cevaplarını verirler.

Buna göre arkadaşlarından hangisi Ahmet'in sorusuna doğru cevap vermiştir?

A) Mehmet B) Fatih C) Pelin D) Selin

22) Öğrenciler Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanabileceğini tartışırken;

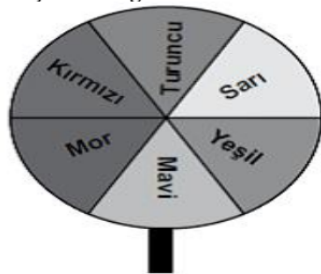
Ahmet: Gelecekte Güneş enerjisi ile çalışan arabalar yapılabilir. şeklinde düşüncesini belirtmiştir.

Ahmet' in belirttiği arabanın çalışma mekanizması nasıl olabilir?



- A) Arabada bulunan Güneş panelleri Güneş ışığının yansıtılmasını sağlayabilir.
- B) Arabada yer alan radyometre Güneş enerjisini hareket enerjisine çevirebilir.
- C) Arabada Güneş pili kullanılırsa elektrik enerjisi Güneş enerjisine dönüştürülmüş olur.
- D) Arabada bulunana elektrik motoru Güneş ışığı varlığında arabayı hareket ettirebilir.

23) Daire şeklindeki kartonu altı eşit alana bölen Tuna, her bir alanı şekildeki gibi farklı renklere boyar.



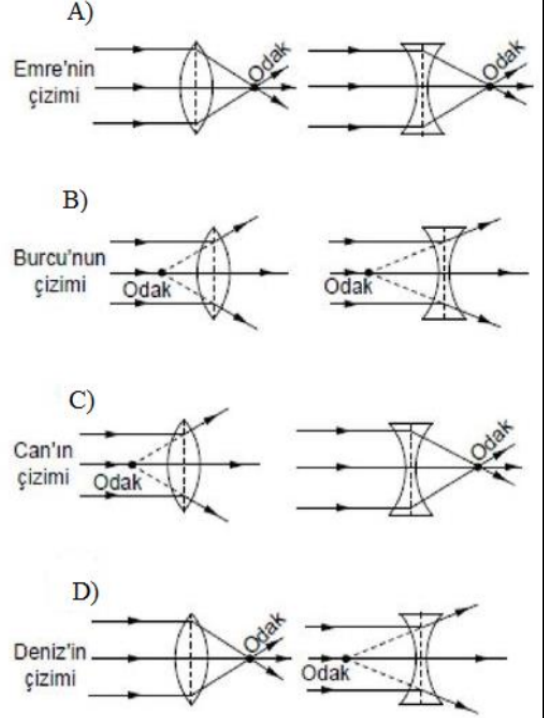
Kartonu masa üzerinde döndüren Tuna, kartonun beyaza yakın görüldüğünü fark eder.

Kartonun beyaza yakın görünmesi aşağıdaki ifadelerden hangisi ile açıklanır?

- A) Beyaz ışığın tüm renkleri içermesi
- B) Beyaz ışık altında, farklı renkteki cisimlerin kendi rengine görünmesi
- C) Cisimlerin, renkli ışıklarda farklı renklerde görünmesi
- D) Işık enerjisinin başka bir enerjiye dönüşmesi

24) Öğretmen sınıfa biri ince kenarlı, diğeri de kalın kenarlı iki mercek ile geldi. Öğrencilerden etkinlikler yapıp bu merceklerin odak noktalarını çizerek göstermelerini istedi. **Bunun üzerine öğrencilerden bazıları tahtaya aşağıdaki çizimleri yaptılar.**

Buna göre, hangi öğrenci doğru çizim yapmıştır?



25) Büşra laboratuvarındaki malzemeleri kullanarak bir gözlem aracı tasarlamıştır. Büşra gözlem aracını yaparken;

Karton levhadan farklı büyüklükte iki tane dikdörtgen levha keserek; büyük merceği büyük levhanın, küçük merceği, küçük levhanın bir kenarına tutturmuş ve 2 silindiri elde etmiştir. Merceкли silindirleri mercekleri dışta kalacak şekilde iç içe geçirerek küçük silindirden bakarak ve büyük silindiri ileri-geri hareket ettirerek görüntüyü netleştirmektedir.

Buna göre Büşra'nın tasarladığı gözlem aracı aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) Periskop C) Teleskop
- B) Dürbün D) Mikroskop

EK E. 21. Yüzyıl Yaşam Becerileri Ölçeği

Sevgili öğrenciler,

Bu ölçek, sizin 21. yüzyıl yaşam becerileri seviyenizi tespit etmek amacıyla hazırlanmış cümlelerden oluşmaktadır. Ölçek 24 maddeden oluşmaktadır. Ölçekte yer alan ifadeleri cevaplama süresi bir ders saati ile sınırlıdır. Ölçekteki her ifadeyi okuduktan sonra ifadeye ne derece katıldığınızı ya da katılmadığınızı gösteren seçeneklerinden birini seçerek (X) ile işaretleyiniz. Vereceğiniz cevaplarda **samimi olmanız** ve **boş madde** bırakmamanız oldukça önemlidir. Ölçek üzerine kimliğinizi belli edecek herhangi bir yazı yazmayınız. Teşekkür ederim.

Maddeler	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
	1	2	3	4	5
1.Farklı fikirlerin kullanılabilirliğini değerlendirebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2. Girişimci bir ruhla farklı proje ve buluşlara yönelebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3. Konu ile ilgili farklı bakış açılarını analiz edebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4. Farklı fikirleri ifade ederken rahat davranabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5.Problemin çözümünde elde edilen verileri analiz edebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
6.Gözlemlerim sonucunda konu ile ilgili bir yargıya varabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
7.Sorun için sıralanan çözümlerden en uygun çözümü seçebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
8.Kendi sorumluluklarımı küçük parçalara ayırarak yerine getirebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
9.Yakınımdaki insanlarla iyi bir iletişim kurabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
10.Bir topluluğu ilgilendiren bir karar alacağım zaman tüm bireylerin fikirlerini alırım.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
11.Takım çalışmalarında tüm bireylerin farklılıklarını bir kenara koyarak takım olarak çalışabilmelerinin önemli olduğunu düşünüyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
12.Takım üyeleri benim bir hedefi başarabileceğim konusunda bana güvenebilir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

13. Grup çalışmalarında üzerime düşen görevi zamanında tamamlamaya çalışırım.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
14.Herkesin düşündüğünden farklı bir çözüm yolu geliştirmenin zor olduğunu düşünüyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
15.Kendi çalışmalarımın orijinalliğini göstermekte zorlanırım.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
16.Bir hedefi başarmak için elde ettiğim sonuçları yorumlamada zorlanabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
17. Kendime özgü tasarımlar yapamam.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
18. Bir takıma belirli bir hedefe yönelik çalışmalarında liderlik yapmakta zorlanabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
19. Araştırmaların sonucunda edindiğim bilginin geçerli olup olmadığını kontrol ederim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
20.Yeni edindiğim bir bilginin bilimsel doğruluğunu araştırırım.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
21.Sorgulama süreçlerini kullanarak bir bilginin doğruluğunu ispatlayabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
22.Problemleri farklı açılardan ele alabileceğimi düşünmüyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
23.Problem çözmek için farklı yöntemler deneyebileceğimi düşünmüyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
24. Değişen dünyaya her alanda uyum sağlayabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

EK F. Odak Grup Görüşme Soruları

Işığın Madde ile Etkileşimi konusunun argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile öğretiminin öğrencilerin öğrenme ürünleri ve 21. yüzyıl yaşam becerilerine etkisi konusunda bir araştırma yürütmekteyim. Bu görüşmenin amacı, Işığın Madde ile Etkileşimi konusunun öğretimi için geliştirilmiş olan argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile öğretim hakkındaki düşüncelerinizi ortaya çıkartmaktır.

Bana görüşme sürecince söyleyeceklerinizin tümü gizlidir. Araştırma sonuçlarında görüşülen bireylerin isimlerini kesinlikle rapora yansıtılmayacaktır.

- 1) Argümantasyonun destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının “Işığın Madde ile Etkileşimi” ünitesinde kullanılması ile ilgili düşünceleriniz nelerdir?
- 2) Argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile derste kullandığımız mevcut öğretim yöntemlerini karşılaştıracak olursak bu konuda neler söyleyebilirsiniz?
- 3) Argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının Fen Bilimleri dersinde kullanılmasına yönelik düşünceleriniz nelerdir?
- 4) Argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının Fen Bilimleri dersi haricinde diğer derslerde kullanılması ile ilgili düşünceleriniz nelerdir?
- 5) Argümantasyonun destekli tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarında kullanılan etkinliklere yönelik düşünceleriniz nelerdir?
- 6) Argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının kullanılmasının argümantasyon becerilerinizin gelişimine etkileri nelerdir?
- 7) Argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme etkinliklerinde kullanılan argümantasyon uygulamaları hakkındaki görüşleriniz nelerdir?
- 8) Argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının “Işığın madde ile etkileşimi” ünitelerinde akademik başarıınızı nasıl etkilediğini düşünüyorsunuz? Sizce mevcut yöntem kullanılsa akademik başarıınız nasıl değişirdi?
- 9) Argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamalarının 21. yüzyıl yaşam becerilerinizin gelişimine yönelik düşünceleriniz nelerdir?

10) Argümantasyonun yer aldığı tasarım temelli fen ve mühendislik öğrenme uygulamaları ile tasarım sürecini uygulama becerileriniz nasıl değişmiştir?



EK G Işık Testi Belirtke Tablosu

Işığın Madde İle Etkileşimi Ünitesi Başarı Testi Belitke Tablosu								
Kazanımlar	Davranış Düzeyleri						Toplam	Yüzde (%)
	Bilgi	Kavrama	Uygulama	Analiz	Sentez	Değerlendirme		
F.7.5.1.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.		1		2		31	3	8,33
F.7.5.1.2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.	10	5		32			3	8,33
F.7.5.1.3. Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansımaları ve soğurulmasıyla ilişkilendirir.		3		14	28		3	8,33
F.7.5.1.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiye yenilikçi uygulamalarına örnekler verir.		16, 18				24	3	8,33
F.7.5.1.5. Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin ürettiği fikirleri tartışır.		25		30, 33			3	8,33
F.7.5.2.1. Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir.		9,13			22		3	8,33
F.7.5.2.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır.		15		6, 27			3	8,33
F.7.5.3.1. Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir.				4		20, 34	3	8,33
F.7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler.		8, 17				35	3	8,33
F.7.5.3.3. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler.		7, 29		13			3	8,33
F.7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojiye kullanım alanlarına örnekler verir.		12, 19	23				3	8,33
F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar.		36		21, 26			3	8,33

EK H. Deney Grubu Ders Plânı

1. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	11-15 Mart 2019
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın madde ile Etkileşimi	
Konu:	Işığın Soğurulması	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.1.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Işığın Soğurulması
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Argümantasyon, Grup Çalışması, Bir Deneyin tasarımı
Kullanılacak Araç – Gereçler:	• 3 adet termometre • Siyah, Beyaz ve Yeşil kumaşlar • Kronometre Radyometre Yapımı • Çark için demir çubuk • Cam ampul • Plakalar • Alüminyum folyo • Fanus • Karton
Açıklamalar:	
Yapılacak Etkinlikler:	Işığın soğurulması hikâye Işığın soğurulması bir deneyin tasarımı Radyometre Tasarım Temelli Etkinlik-1

Eğitim yönlendiricisi 4'er kişiden oluşan grupları öğrenci isteklerini de dikkate alarak oluşturur. Gruplar kendi içerisinde heterojen üyelere oluşur. Gruptaki öğrenciler her oturumda görevleri değişmek üzere grup lideri, yazıcı, düzenleyici ve grup üyesi gibi roller üstlenirler. Öğrencilere Işığın soğurulması ile ilgili etkinlik dağıtılır. Öğrenciler hikâyede verilen olayı okuyup problem durumunu belirlerler. Öğrenciler grup içerisinde müzakere yaparak problemle ilgili alt problemleri belirlerler. Öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri yönlendirici tarafından açığa çıkarılır. Eğitim yönlendiricisi gerekli yerlerde geri dönüt ve düzeltmeler yapar. Süreç sonunda öğrenciler kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirirler. Öğrenciler daha sonra ışığın soğurulması ile ilgili bir deneyin tasarımı argümantasyona dayalı

etkinliğe geçerler. Etkinlikte öğrenciler 3 adet



Özet:

termometre siyah, beyaz, yeşil kumaşlar ve kronometreyi kullanarak bir deneyin tasarımı etkinliklerini yaparlar. Öncelikle deneyin yapılış aşamaları ve hipotezleri inceleyerek deneye ait bir amaç yazarlar. Verilen hipotezlerden “Yeşil renkli kumaş Güneş ışığını daha çok soğurduğu için sıcaklık artışı en fazla olur. Siyah renkli kumaş Güneş ışığını daha çok soğurduğu için sıcaklık artışı en fazla olur. Beyaz renkli kumaş Güneş ışığını daha çok soğurduğu için sıcaklık artışı en fazla olur.” hipotezlerinden bir tanesini seçerler.

Hipotezi seçme gerekçelerini belirtirler. Öğrenciler beyaz, siyah ve mavi renkte kumaş parçalarını termometrelere sararlar. Sarılı olan termometreleri Güneş ışığı alan bir yere bırakırlar. Kronometreleri çalıştırıp yarım saat beklerler. Hangi renk kumaşa sarılı bulunan termometre daha yüksek sıcaklığı gösterdiğini tespit ederler. Daha sonra grup içerisinde farklı görüşlere sahip öğrenciler bilimsel tartışma yaparak bir karara varırlar. Öğrenciler deneyin sonucunu kendi cümleleri ile ifade ederler. Daha sonra öğrenciler *Tasarım Temelli Radyometre Yapımı* etkinliğine geçerler. Öğrenciler hikâyede verilen olayı okuyup problem durumunu belirlerler. Öğrenciler grup içerisinde müzakere yaparak problemle ilgili alt problemleri belirlerler. Öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri yönlendirici tarafından açığa çıkarılır. Öğrenciler probleme yönelik geliştirilecek ürün için kriter ve

	sınırlılıkları belirlerler. Probleme yönelik ihtiyaçları belirlerler. Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyaç olduğunu tespit ederler. Probleme yönelik çözüm yollarından en iyi çözüm yolunu belirlerler. Öğrenciler radyometre modeli yaparken demir çubuğun etrafına bantın ters yüzü sararlar. Bir tarafı beyaz bir tarafı siyah dört tane yaprak hazırlarlar. Yapraklar demir çubuğa tutturulur. Öğrenciler yapraklı demir çubukları cam fanus ya da cam şişe içerisine yerleştirirler. Cam fanusun havası boşaltılır. Öğrenciler problemin çözümüne yönelik prototip bir model tasarlamış olurlar. Daha sonra öğrenciler prototip modeli test ederler. Probleme yönelik çözümün sunumunu yaparlar. Öğrenciler geliştirilen modeli tekrar tasarlayarak son şekli verirler. Süreç sonunda öğrenciler kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirirler. Öğrenciler etkinliğin sonucunu göz önüne alarak bir iddiaya ulaşırlar ve iddialarının gerekçelerini belirtirler. En son gruplar arası bilimsel tartışma yapılır.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

2. ETKİNLİK

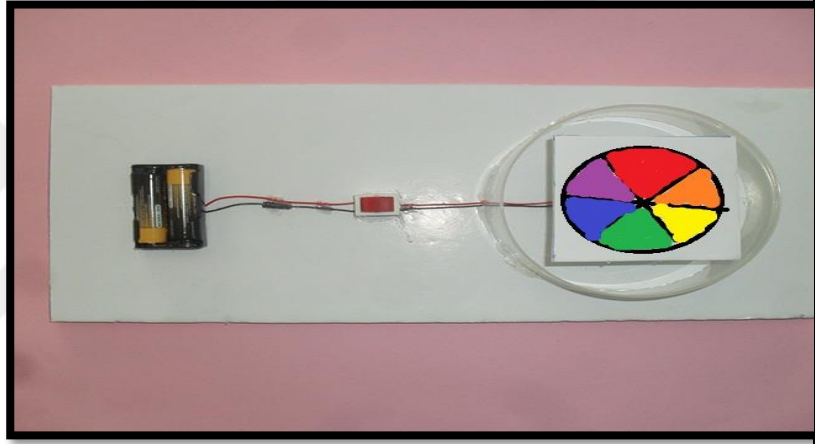
I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	11-15 Mart 2019
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın madde ile Etkileşimi	
Konu:	Beyaz ışık	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.1.2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Beyaz ışık

Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Tasarım temelli uygulama, Argümantasyon, Grup Çalışması, Deney
Kullanılacak Araç – Gereçler:	• 1 adet 40 x 20 cm boyutlarında maket karton • 1 adet 8 x 8 cm boyutlarında maket karton • Pil yatağı (ikili) • 2 adet 1,5 V'luk pil • 3 V'luk DC motor • 1 adet devre anahtarı • 20 cm iletken tel • 1 adet pet şişe kapağı • 1 adet plastik kapak • Çift taraflı bant • CD kutusu kapağı • Farklı renklerde keçeli kalemler • Makas, Maket bıçağı • Cetvel, Tornavida, Silikon tabancası ve yapıştırıcı
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Beyaz Işık Renk Çarkı Tasarım Temelli Etkinlik-2
Özet:	Eğitim yönlendiricisi 4'er kişiden oluşan grupları öğrenci isteklerini de dikkate alarak oluşturur. Gruplar kendi içerisinde heterojen üyelerden oluşur. Gruptaki öğrenciler her oturumda görevleri değişmek üzere grup lideri, yazıcı, düzenleyici ve grup üyesi gibi roller üstlenirler. Öğrencilere beyaz ışık ile ilgili etkinlik dağıtılır. Öğrenciler hikâyede verilen olayı okuyup problem durumunu belirlerler. Öğrenciler grup içerisinde müzakere yaparak problemle ilgili alt problemleri belirlerler. Öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri yönlendirici tarafından açığa çıkarılır. Öğrenciler probleme yönelik geliştirilecek ürün için kriter ve sınırlılıkları belirlerler. Probleme yönelik ihtiyaçları belirlerler. Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyaç olduğunu tespit ederler. Probleme yönelik çözüm yollarından en iyi çözüm yolunu belirlerler. Öğrenciler daha sonra sorunun çözümüne yönelik prototip bir model tasarlarlar ve prototip modeli test ederler. Probleme yönelik çözümün sunumunu yaparlar. Öğrenciler geliştirilen modeli tekrar tasarlayarak son şekli verirler. Süreç sonunda öğrenciler kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirirler. Daha sonra öğrenciler <i>Beyaz Işık Renk Çarkı Tasarım Temelli</i>

	<i>Etkinliği</i> yaparlar. Öğrenciler DC motorun bağlantılarını iletken tellerle yaparlar. Maket bıçağı ile plastik kapağın ortasına DC motorun milinin geçebileceğı bir delik açarlar ve DC motoru yapışkan bir madde ile sabitlerler. Oluşturulan düzeneğı maket kartona şekildeki gibi yapıştırıcı ile sabitlerler. Devre anahtarı, iletken tel ve pil yatağı maket kartona yapıştırıcı madde ile sabitleyip gerekli bağlantıları yaparlar. Pet şişe kapağını maket bıçağı ile delerler ve yapıştırıcı ile DC motorun miline yapıştırırlar. CD kutusu kapağını şekildeki gibi maket bıçağı ile keserler ve DC motoru içine yerleşecek şekilde maket kartona yerleştirirler. 8 x 8 cm boyutlarındaki maket kartonu DC motorun üzerindeki şişe kapağına ikili bant ile tuttururlar. 8 x 8 cm boyutlarındaki maket kartonu üzerine bir daire çizerler. Daire üzerine 6 eşit daire dilimi yaparlar. Daire dilimlerini turuncu, sarı, kırmızı, yeşil, mor ve mavi renge boyarlar. Böylelikle renk çarkını elde etmiş olurlar.  Bu etkinliğı göz önüne alarak Beyaz Işık ile ilgili düşündükleri ve iddialarını belirtirler. Öğrenciler iddiaları ile birlikte iddialarının gerekçelerini belirtirler.

III.BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	*Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

3. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	18-22 Mart 2019
Sınıf:	7.Sınıf	

Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın madde ile Etkileşimi
Konu:	Cisimlerin Renkleri
Önerilen Ders Saati:	2 Saat

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.1.3. Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla ilişkilendirir. <i>Renk filtrelerine girilmez.</i>
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Cisimlerin beyaz, siyah ve renkli görünmesi
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Argümantasyon, Grup Çalışması, Tahmin Gözlem Açıkla
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Beyaz, sarı, mavi ve kırmızı cisimler, CD
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Cisimlerin renkleri ile ilgili hikâye Cisimlerin renkleri ile ilgili TGA
Özet:	Eğitim yönlendiricisi 4'er kişiden oluşan grupları öğrenci isteklerini de dikkate alarak oluşturur. Gruplar kendi içerisinde heterojen üyelerden oluşur. Gruptaki öğrenciler her oturumda görevleri değişmek üzere grup lideri, yazıcı, düzenleyici ve grup üyesi gibi roller üstlenirler. Öğrencilere cisimlerin renkleri ile ilgili etkinlik dağıtılır. Öğrenciler hikâyede verilen olayı okuyup problem durumunu belirlerler. Öğrenciler grup içerisinde müzakere yaparak problemle ilgili alt problemleri belirlerler. Öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri yönlendirici tarafından açığa çıkarılır. Eğitim yönlendiricisi gerekli yerlerde geri dönüt ve düzeltmeler yapar. Süreç sonunda öğrenciler kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirirler. Daha sonra öğrenciler cisimlerin renkleri ile ilgili bir TGA

	(Tahmin-Gözlem-Açıklama) argümantasyona dayalı etkinliğine geçerler. Bu etkinlikte öğrenciler el feneri ve farklı renkli selofanlar kullanılarak farklı renkli ışıklar elde ederler. Farklı renkli ışıklar altında beyaz, yeşil, mavi ve kırmızı cisimlerin hangi renk görüldüğü belirlemeye çalışırlar. TGA'nın tahmin aşamasında; öğrenciler kırmızı, mavi ve yeşil ışık altında beyaz, mavi, kırmızı ve yeşil renkli kalemler hangi renkte görüldüğünü tahmin ederler. Tahminlerini nedenleriyle birlikte açıklarlar. Gözlem aşamasında; öğrenciler kırmızı, mavi ve yeşil ışık altında beyaz, mavi, kırmızı ve yeşil renkli kalemlerin hangi renkte görüldüğünü gözlemlerler. Gözlemlerini not ederler. Açıklama aşamasında; öğrenciler Tahminlerin ile gözlemlerini karşılaştırırlar. Görüşlerini gözden geçirirler. Daha sonra grup içerisinde farklı görüşlere sahip öğrenciler bilimsel tartışma yaparak bir karara varırlar. En son gruplar arası bilimsel tartışma yapılır.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

4. ETKİNLİK

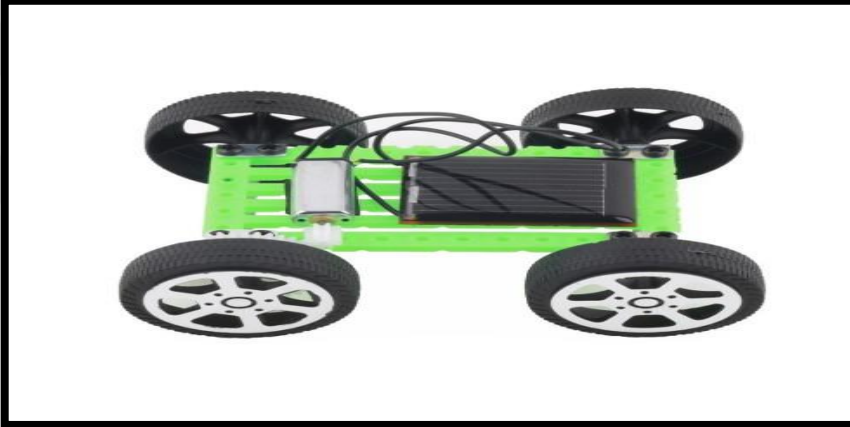
I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	01-04 Eylül 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın madde ile Etkileşimi	
Konu:	Güneş Enerjisi	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.1.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiye yenilikçi uygulamalarına örnekler verir. Kaynakların etkili kullanımı

	bakımından güneş enerjisinin önemi vurgulanır. <i>Kaynakların etkili kullanımı bakımından güneş enerjisinin önemi vurgulanır.</i> F.7.5.1.5. Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin ürettiği fikirleri tartışır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Güneş enerjisi
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Tasarım temelli uygulama, Argümantasyon, Grup Çalışması, İfadeler tablosu
Kullanılacak Araç – Gereçler:	• 1 Adet 2 Voltluk Dc Motor • 1 Adet Güneş Paneli • Oyuncak Araba Tekerlekleri • Oyuncak Araba Motoru • Yapıştırıcı • Tornavida • Vida
Açıklamalar:	
Yapılacak Etkinlikler:	Güneş Enerjisi Tasarım temelli etkinlik-2
Özet:	Güneş Enerjisinden Nasıl Yararlanılır? Eğitim yönlendiricisi 4'er kişiden oluşan grupları öğrenci isteklerini de dikkate alarak oluşturur. Gruplar kendi içerisinde heterojen üyelerden oluşur. Gruptaki öğrenciler her oturumda görevleri değişmek üzere grup lideri, yazıcı, düzenleyici ve grup üyesi gibi roller üstlenirler.  Öğrencilere Güneş Enerjisi ile ilgili tasarım temelli etkinlik dağıtılır. Öğrenciler hikâyede verilen olayı okuyup problem

	durumunu belirlerler. Öğrenciler grup içerisinde müzakere yaparak problemle ilgili alt problemleri belirlerler. Öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri yönlendirici tarafından açığa çıkarılır. Öğrenciler probleme yönelik geliştirilecek ürün için kriter ve sınırlılıkları belirlerler. Probleme yönelik ihtiyaçları belirlerler. Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyaç olduğunu tespit ederler. Probleme yönelik çözüm yollarından en iyi çözüm yolunu belirlerler. Öğrenciler daha sonra problemin çözümüne yönelik prototip bir model tasarlarlar ve prototip modeli test ederler. Probleme yönelik çözümün sunumunu yaparlar. Öğrenciler geliştirilen modeli tekrar tasarlayarak son şekli verirler. Süreç sonunda öğrenciler kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirirler. Daha sonra öğrenciler DC motor, Güneş paneli, oyuncak araba tekerlekleri, oyuncak araba motoru, yapıştırıcı, tornavida ve vida kullanarak tasarım uygulamasına geçerler. Daha sonra öğrenciler oyuncak araba parçalarını tekerlekler ve motoru monte ederler. Güneş panelinin 2 ucunu iletken bir kabloyla DC motorun 2 ucuna lehimlerler. Güneş paneli ve DC motordan oluşan sistemi arabanın gövdesine monte ederler. Güneş enerjisi ile çalışan araba elde edilmiş olur.  Bu etkinliği göz önüne alarak düşündükleri ve iddialarını belirtirler. Öğrenciler iddiaları ile birlikte iddialarının gerekçelerini belirtirler.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

5. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	14-18 Eylül 2020

Sınıf:	7.Sınıf
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın madde ile Etkileşimi
Konu:	Ayna çeşitleri görüntü özellikleri
Önerilen Ders Saati:	4 Saat

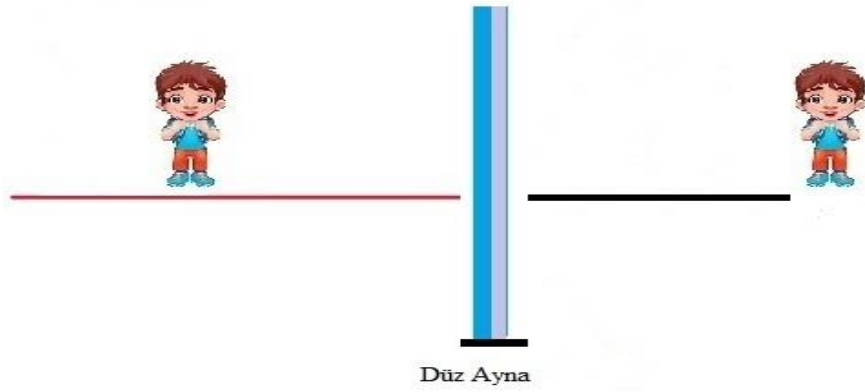
II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.2.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır. a. Özel ışınlarla görüntü çizimine girilmez. b. Matematiksel bağıntılara girilmez. c. Çukur aynada cismin görüntüsünün özelliklerinin (büyük / küçük, ters/düz) cismin aynaya olan uzaklığına göre değişebileceği belirtilir.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Düz aynada görüntü Çukur aynada görüntü Tümsek aynada görüntü
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Argümantasyon, Grup Çalışması, Tahmin-Gözlem-Açıklama
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Düz Ayna, Tümsek Ayna, Çukur Ayna, Kalem
Açıklamalar:	
Yapılacak Etkinlikler:	Aynaların kullanım alanları argümantasyona dayalı tahmin-gözlem-açıklama etkinliği
Özet:	Eğitim yönlendiricisi 4'er kişiden oluşan grupları öğrenci isteklerini de dikkate alarak oluşturur. Gruplar kendi içerisinde heterojen üyelerden oluşur. Gruptaki öğrenciler her oturumda görevleri değişmek üzere grup lideri, yazıcı, düzenleyici ve grup üyesi gibi roller üstlenirler. Öğrencilere aynalarda görüntü ile ilgili etkinlik dağıtılır. Öğrenciler hikâyede verilen olayı okuyup problem durumunu belirlerler. Öğrenciler grup içerisinde müzakere yaparak problemle ilgili alt problemleri belirlerler. Öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri yönlendirici tarafından açığa çıkarılır. Eğitim yönlendiricisi gerekli yerlerde geri dönüt ve düzeltmeler yapar. Süreç sonunda öğrenciler kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirirler. Daha sonra öğrenciler <i>Argümantasyona dayalı Aynalarda Görüntü Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA)</i> etkinliğine

geçiş yaparlar. Etkinlikte öğrenciler Tahmin aşamasında; kalemin düz ayna, tümsek ayna ve çukur aynadaki görüntüsünün nasıl olabileceğini tahmin ederler. Tahminlerini çizimle gösterirler. Tahminlerinin nedenleriyle birlikte yazarlar. Gözlem aşamasında; öğrenciler kalemin düz, tümsek ve çukur aynadaki görüntüsüne bakarak durumu gözlemlerler. Gözlemlerini çizimle gösterip görüntülerin özelliklerini açıklarlar. Açıklama aşamasında öğrenciler tahminleri ile gözlemlerini karşılaştırırlar. Görüşlerini gözden geçirirler. Tahminleri ile gözlemlerinin uyumlu olup olmadığını karşılaştırırlar. Eğitim yönlendiricisi gerekli yerlerde geri dönüt ve düzeltmeler yapar. Daha sonra grup içerisinde farklı görüşlere sahip öğrenciler bilimsel tartışma yaparak bir karara varırlar. En son gruplar arası bilimsel tartışma yapılır.

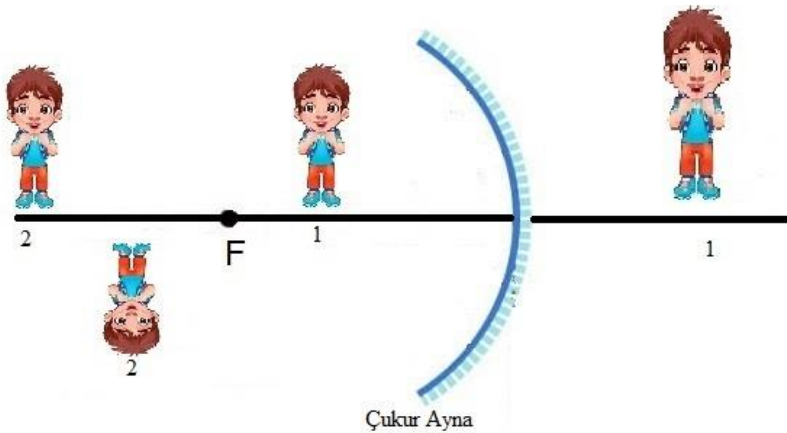
Öğrenciler verilen öğrencinin üç farklı aynadaki görüntüsünün resmini çizerler.

Düz Aynada Görüntü Oluşumu

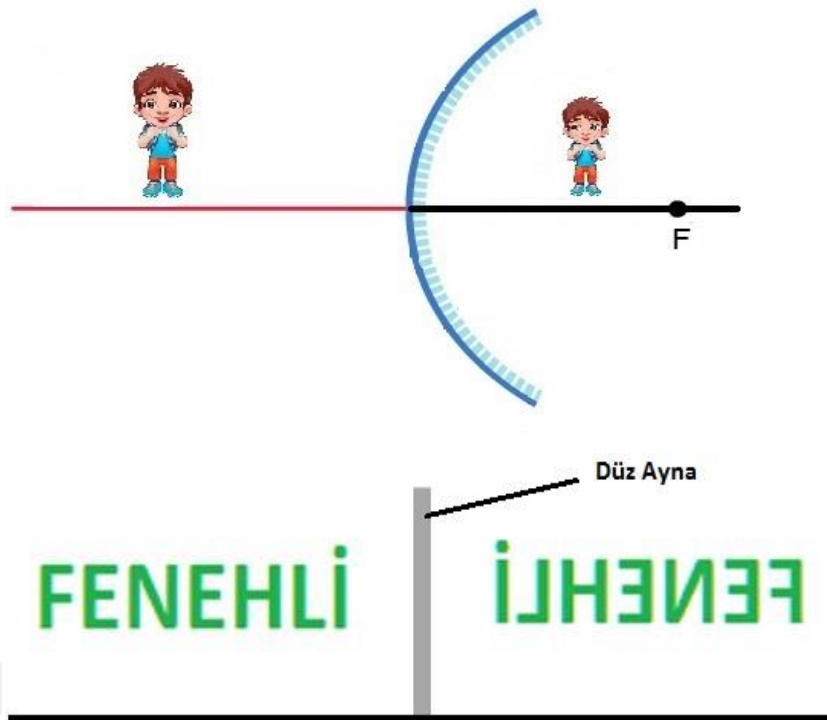


Çukur Aynada Düz ve Büyük Görüntü Oluşumu

Çukur Aynada Ters ve Küçük Görüntü Oluşumu



Tümsek Aynada Düz ve Küçük Görüntü Oluşumu





Ambulans ve İtfaiye Yazılarının Ters Yazılması

Öğrenciler etkinliği göz önüne alarak düz, çukur ve tümsek aynada görüntü ile ilgili iddialarını belirtirler. Öğrenciler iddialarına yönelik gerekçeler oluştururlar.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

6. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	14-18 Eylül 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın madde ile Etkileşimi	
Konu:	Aynaların Kullanım Alanları	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	
Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.2.1. Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir.	
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Düz aynanın kullanım alanları Çukur aynanın kullanım alanları Tümsek aynanın kullanım alanları	
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Argümantasyon, Grup Çalışması, Tahmin-Gözlem-Açıklama	
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Düz Ayna, Tümsek Ayna, Çukur Ayna, Kalem	
Açıklamalar:		
Yapılacak Etkinlikler:	Aynaların kullanım alanları argümantasyona dayalı tahmin-gözlem-açıklama etkinliği	
Özet:	Eğitim yönlendiricisi 4'er kişiden oluşan grupları öğrenci isteklerini de dikkate alarak oluşturur. Gruplar kendi içerisinde heterojen üyelerden oluşur. Gruptaki öğrenciler her oturumda görevleri değişmek üzere grup lideri, yazıcı, düzenleyici ve grup üyesi gibi roller üstlenirler. Öğrencilere aynalarda görüntü ile ilgili etkinlik dağıtılır. Öğrenciler hikâyede verilen olayı okuyup problem durumunu belirlerler. Öğrenciler grup içerisinde müzakere yaparak problemle ilgili alt problemleri belirlerler. Öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri yönlendirici tarafından açığa çıkarılır. Eğitim yönlendiricisi gerekli yerlerde geri dönüt ve düzeltmeler yapar. Süreç sonunda öğrenciler kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirirler. Daha sonra aynaların kullanım alanları Argümantasyon destekli ifadeler tablosu etkinliğini yaparlar. Etkinlikte öğrenciler düz ayna, tümsek ayna ve çukur aynanın kullanım alanları ile ilgili verilen ifadeleri Doğru/Yanlış olarak sınıflandırır. Öğrenciler her ifadenin Doğru/Yanlış olarak belirtilmesindeki gerekçelerini	

	belirtirler. Farklı düşünen öğrenciler arasında bilimsel tartışma yaparlar. Öğrenciler etkinliği göz önüne alarak düz, çukur ve tümsek aynanın kullanım alanları ile ilgili iddialarını belirtirler. Öğrenciler iddialarına yönelik gerekçeler oluştururlar. Öğrenciler verilen öğrencinin üç farklı aynadaki görüntüsünün resmini çizerler. Son olarak öğrenciler aynaların kullanım alanlarını verilen aynanın altına yazarak etkinliği tamamlarlar.  Düz Ayna  Tümsek Ayna  Çukur Ayna

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

7.ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	21-25 Eylül 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	Işığın Kırılması	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.3.1. Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir. <i>a. Tam yansımaya ve prizmalarda kırılmaya girilmez.</i> <i>b. Snell (Kırılma) Yasası'na girilmez.</i>
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Işığın Kırılması
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Argümantasyon, Tartışma, Soru Cevap, Grup Çalışması, Bir deneyin tasarımı
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Hareket Doğrultusunu Gözlemleyelim. Oyuncak araba, Kitaplar, Mukavva (35x50 cm), Mukavvanın yarısını kaplayacak boyutta pamuklu kumaş parçası Işığın Kırılmasını Gözlemleyelim. Lazer, A4 kâğıdı, Kalın cam blok
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Etkinlik Zamanı - 1 Hareket Doğrultusunu Gözlemleyelim. Etkinlik Zamanı - 2 Işığın Kırılmasını Gözlemleyelim. Işığın kırılması bir deneyin tasarımı argümantasyona dayalı etkinlik
Özet:	Eğitim yönlendiricisi 4'er kişiden oluşan grupları öğrenci isteklerini de dikkate alarak oluşturur. Gruplar kendi içerisinde heterojen üyelerden oluşur. Gruptaki öğrenciler her oturumda görevleri değişmek üzere grup lideri, yazıcı, düzenleyici ve grup üyesi gibi roller üstlenirler. Öğrencilere Işığın kırılması ile ilgili etkinlik dağıtılır. Öğrenciler hikâyede verilen olayı okuyup problem durumunu belirlerler. Öğrenciler grup içerisinde müzakere yaparak problemle ilgili alt problemleri belirlerler. Öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri yönlendirici tarafından açığa çıkarılır. Eğitim yönlendiricisi gerekli yerlerde geri dönüt ve düzeltmeler



	yapar. Süreç sonunda öğrenciler kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirirler. Daha sonra öğrenciler <i>Işığın Kırılması Bir Deneyin Tasarımı</i> Argümantasyona Dayalı Etkinliğine geçiş yaparlar. Öncelikle deneyin yapılış aşamaları ve hipotezleri inceleyerek deneye ait bir amaç yazarlar. <i>Işık cam bloktan önce, cam bloğun içerisinde ve cam bloktan çıkınca yön ve doğrultu değiştirmeden doğru bir şekilde ilerler. Işık cam bloğun içerisine geçerken ve cam bloktan dışarı çıkarken yön ve doğrultu değiştirir. Işık cam bloğa geçmeden geri döner.</i> Verilen hipotezlerden bir tanesini seçerler. Hipotezi seçme gerekçelerini belirtirler. Öğrenciler perdeleri kapatılarak karanlık bir sınıf ortamı oluştururlar. Masanın üstüne A4 kâğıdını yerleştirirler. Cam blok A4 kâğıdının merkezine yerleştirilir. Lazer cam bloğa 90° olmayacak şekilde yaklaşık 20 cm' lik mesafeden tutarlar. Işığın cam bloktan önce, cam bloğun içerisinde ve cam bloktan çıkınca izlediği yol gözlemlerler. Öğrenciler deneyin sonucunu kendi cümleleri ile ifade ederler. Deneyin sonucunu göz önüne alarak bir iddiaya ulaşırlar ve iddialarının gerekçelerini belirtirler. En son gruplar arası bilimsel tartışma yapılır.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

8. ETKİNLİK

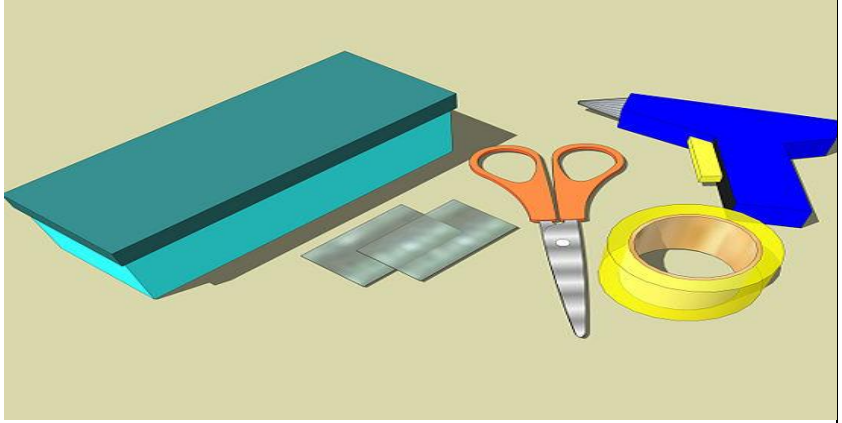
I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	28-02 Ekim 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	Ayna veya Mercekleri Kullanarak Görüntüleme Aracı Tasarlama Periskop yapımı	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/He	F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar.

def ve Davranışlar:	<i>Öncelikle tasarımı çizimle ifade etmesi istenir. İmkânlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir.</i>
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Aynalardan oluşan görüntüleme aracı Periskop Yapımı
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Tasarım temelli uygulama, Argümantasyon, Soru Cevap, Grup Çalışması, Deney
Kullanılacak Araç – Gereçler:	• 2 Adet 10×15 cm ayna • Açıölçer • Mukavva • Siyah fon kâğıdı • Dış kaplama kâğıdı • Makas • Maket bıçağı • Yapıştırıcı
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Aynalar görüntüleme aracı tasarım temelli etkinlik-4 Periskop Yapımı
Özet:	Eğitim yönlendiricisi 4'er kişiden oluşan grupları öğrenci isteklerini de dikkate alarak oluşturur. Gruplar kendi içerisinde heterojen üyelerden oluşur. Gruptaki öğrenciler her oturumda görevleri değişmek üzere grup lideri, yazıcı, düzenleyici ve grup üyesi gibi roller üstlenirler. Öğrencilere Aynalar görüntüleme aracı ile ilgili etkinlik dağıtılır. Öğrenciler hikâyede verilen olayı okuyup problem durumunu belirlerler. Öğrenciler grup içerisinde müzakere yaparak problemle ilgili alt problemleri belirlerler. Öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri yönlendirici tarafından açığa çıkarılır. Öğrenciler probleme yönelik geliştirilecek ürün için kriter ve sınırlılıkları belirlerler. Probleme yönelik ihtiyaçları belirlerler. Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyaç olduğunu tespit ederler. Probleme yönelik çözüm yollarından en iyi çözüm yolunu belirlerler. Öğrenciler daha sonra problemin çözümüne yönelik prototip bir model tasarlarlar ve prototip modeli test ederler. Probleme yönelik çözümün sunumunu yaparlar. Öğrenciler geliştirilen modeli tekrar tasarlayarak son şekli verirler. Süreç sonunda öğrenciler kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirirler. Daha sonra öğrenciler <i>Aynalar Görüntüleme Aracı Tasarım Temelli Etkinlik-4</i>'ü yaparlar. Öğrenciler 2 Adet 10×15 cm ayna,

	açıölçer, mukavva, siyah mukavva, dış kaplama kâğıdı, makas, silikon ve maket bıçağı araç-gereçlerini kullanarak bir periskop tasarlarlar.  Öğrenciler mukavva üzerine dikdörtgenler prizmasının açık halini çizerler. Prizmanın kenarlarını makas yardımıyla keserler. Dikdörtgen prizmasının uzun kenarlarını silikon yapıştırıcı yardımı ile yapıştırırlar. Öğrenciler uzun kenarı 30 cm kısa kenarı 15 cm olan bir dikdörtgenin açık halini fon kartonu üzerine çizerler. Dikdörtgen makas yardımıyla kesip arası boş olarak şekilde kenarları birbirine yapıştırırlar. Öğrenciler aynaları prizmanın köşesine 45 derecelik açıyla yerleştirirler. Aynalara doğru pozisyonu belirlerler ve iç kısma yapıştırırlar. İki mukavvayı birbirine yapıştırırlar. Periskopun üst bölümünde kalan ayna tümsek ayna olarak seçilirse daha geniş bir alanı görebilecekleri belirtilir. Böylelikle periskop elde edilmiş olur. Öğrenciler bu etkinliği göz önüne alarak düşündükleri ve iddialarını belirtirler. İddiaları ile birlikte iddialarının gerekçelerini belirtirler. 

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

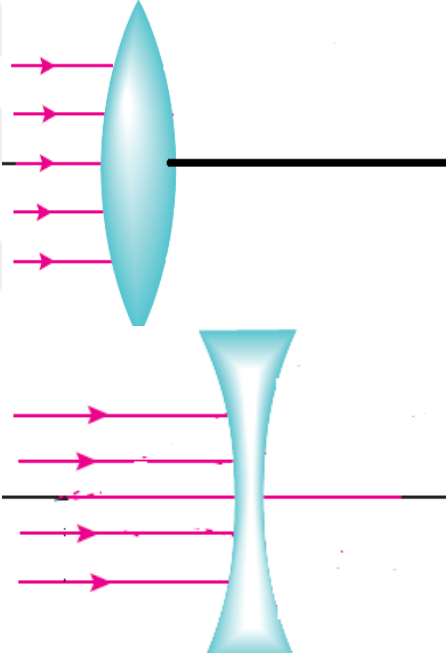
9.ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	5-9 Ekim 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	İnce ve Kalın Kenarlı Merceklerde Işığın Kırılması	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	İnce Kenarlı Mercekte Işığın Kırılması Kalın Kenarlı Mercekte Işığın Kırılması
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Argümantasyon, Bir deneyin tasarımı, Soru Cevap, Grup Çalışması
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Merceklerde Işığın Kırılmasını Gözlemleyelim El feneri, Plastik tarak, Büyüteç, Eski gözlük camları, Siyah fon kartonu, İnce ve Kalın kenarlı mercekler
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Merceklerde Işığın Kırılmasını Gözlemleyelim Merceklerde Işığın Kırılması bir deneyin tasarımı argümantasyona dayalı etkinlik
Özet:	Eğitim yönlendiricisi 4'er kişiden oluşan grupları öğrenci isteklerini de dikkate alarak oluşturur. Gruplar kendi içerisinde heterojen üyelerden oluşur. Gruptaki öğrenciler her oturumda görevleri değişmek üzere grup lideri, yazıcı, düzenleyici ve grup üyesi gibi roller üstlenirler. Öğrencilere Merceklerde Işığın Kırılması ile ilgili etkinlik dağıtılır. Öğrenciler hikâyede verilen olayı okuyup problem durumunu belirlerler. Öğrenciler grup içerisinde müzakere yaparak problemle ilgili alt problemleri belirlerler. Öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri yönlendirici tarafından açığa çıkarılır. Eğitim yönlendiricisi gerekli yerlerde geri dönüt ve düzeltmeler yapar. Süreç sonunda öğrenciler kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirirler. Daha sonra

	öğrenciler Merceklerde Işığın Kırılması bir deneyin tasarımı argümantasyona dayalı etkinliğe geçiş yaparlar. Öncelikle deneyin yapılış aşamaları ve hipotezleri inceleyerek deneye ait bir amaç yazarlar. Verilen hipotezlerden <i>İnce kenarlı mercek ve kalın kenarlı mercek ışığı bir noktada toplayacak şekilde kırar. İnce kenarlı mercek ışığı bir noktadan çıkıyormuş gibi dağıtırken kalın kenarlı mercek ışığı bir noktada toplayacak şekilde kırarken kalın kenarlı mercek ışığı bir noktadan çıkıyormuş gibi dağıtır.</i> Verilen hipotezlerden bir tanesini seçerler. Hipotezi seçme gerekçelerini belirtirler. Öğrenciler sınıfın perdeleri kapatarak karanlık bir sınıf ortamı oluştururlar. El fenerinin önüne tarak yerleştirerek paralel ışık demetleri oluştururlar. Etkinlik siyah mukavva üstünde yapılarak ışınların net görülmesini sağlanır. Paralel ışık demetlerini büyüteç, ince kenarlı mercek, gözlük camı ve kalın kenarlı mercek üzerine tutulur. Her cisimde oluşan ışın demetleri gözlemlenir. Öğrenciler ışık demetlerinin merceklerden geçtikten sonra izlediği yolları çizerler.  Öğrenciler deneyin sonucunu kendi cümleleri ile ifade ederler. Deneyin sonucunu göz önüne alarak bir iddiaya ulaşırlar ve iddialarının gerekçelerini belirtirler. En son gruplar arası bilimsel tartışma yapılır.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

10.ETKİNLİK

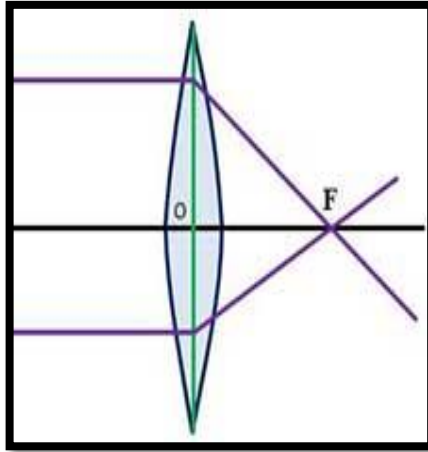
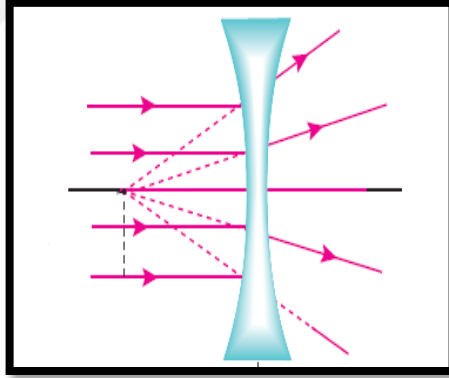
I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	12-16 Ekim 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5.Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	İnce ve Kalın Kenarlı Merceklerin Odak Noktaları	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.3.3. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler. <i>a. Ormanlık alanlara bırakılan cam atıklarının yangın riski oluşturabileceğine değinilir.</i> <i>b. Özel ışınlarla görüntü çizimine girilmez.</i> <i>c. Matematiksel bağıntılara girilmez.</i> <i>ç. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktaları çizimle gösterilir.</i>
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	İnce Kenarlı Merceğin Odak Noktası Kalın Kenarlı Merceğin Odak Noktası
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Argümantasyon, Bir deneyin tasarımı, Soru Cevap, Grup Çalışması
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Merceklerin Odak Uzaklığını Bulalım. A4 kağıdı, Cetvel, Plastik tarak, El feneri, Kalem, İnce Kenarlı Mercek, Kalın Kenarlı Mercek
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Merceklerin Odak Uzaklığını Bulalım bir deneyin tasarımı argümantasyona dayalı etkinlik
Özet:	Eğitim yönlendiricisi 4'er kişiden oluşan grupları öğrenci isteklerini de dikkate alarak oluşturur. Gruplar kendi içerisinde heterojen üyelerden oluşur. Gruptaki öğrenciler her oturumda görevleri değişmek üzere grup lideri, yazıcı, düzenleyici ve grup üyesi gibi roller üstlenirler. Öğrencilere Merceklerin Odak Uzaklığını Bulalım etkinliği dağıtılır. Öğrenciler hikâyede verilen olayı okuyup problem durumunu belirlerler. Öğrenciler grup

içerisinde müzakere yaparak problemle ilgili alt problemleri belirlerler. Öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri yönlendirici tarafından açığa çıkarılır. Eğitim yönlendiricisi gerekli yerlerde geri dönüt ve düzeltmeler yapar. Süreç sonunda öğrenciler kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirirler. Daha sonra öğrenciler Merceklerin Odak Uzaklığını Bulalım bir deneyin tasarımı argümantasyona dayalı etkinliğine geçiş yaparlar. Öncelikle deneyin yapılış aşamaları ve hipotezleri inceleyerek deneye ait bir amaç yazarlar. *İnce kenarlı ve kalın kenarlı merceğin bir odak noktası vardır. İnce kenarlı merceğin odak noktası varken kalın kenarlı merceğin herhangi bir odak noktası yoktur. Kalın kenarlı merceğin odak noktası varken ince kenarlı merceğin odak noktası yoktur.* Verilen hipotezlerden bir tanesini seçerler. Hipotezi seçme gerekçelerini belirtirler. Öğrenciler Birbirine paralel ışın demetleri oluşturmak için tarağı açılan el fenerinin önüne koyarlar. İnce kenarlı ve kalın kenarlı mercekleri A4 kâğıdının ortasına yerleştirirler. Öğrenciler önce ince kenarlı merceğe paralel ışın demetlerini gönderirler. İnce kenarlı mercekte kırılan ışınların toplandığı noktayı belirlerler. Bu noktanın merceğe uzaklığını ölçerler. Öğrenciler daha sonra kalın kenarlı merceğe birbirine paralel ışınlar gönderirler. Mercekte kırılmış olan ışınların izlediği yolu çizerler. Çizilen ışınların, merceğin diğer taraftaki uzantılarının kesiştiği noktayı bulurlar. Bu bölgeyi kalemle işaretlerler. Belirlenen noktanın merceğe olan uzaklığını ölçerler.



	Öğrenciler deneyin sonucunu kendi cümleleri ile ifade ederler. Deneyin sonucunu göz önüne alarak bir iddiaya ulaşırlar ve iddialarının gerekçelerini belirtirler. En son gruplar arası bilimsel tartışma yapılır.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

11. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	12-16 Ekim 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	Merceklerin Günlük Yaşam ve Teknolojideki Kullanım Alanları	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojideki kullanım alanlarına örnekler verir.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	İnce Kenarlı Merceklerin Günlük Yaşamdaki Kullanım Alanları Kalın Kenarlı Merceklerin Günlük Yaşamdaki Kullanım Alanları
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Argümantasyon, Tartışma, Soru Cevap, Grup Çalışması, İfadeler Tablosu
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Merceklerin Doğadaki Etkisini Gözlemleyelim. İnce kenarlı mercek, Cam parçaları, Büyüteç, Su dolu cam ve pet şişe, A4 kâğıdı
Açıklamalar:	-

Yapılacak Etkinlikler:	Merceklerin kullanım alanları Argümantasyon destekli ifadeler tablosu etkinliği
Özet:	Eğitim yönlendiricisi 4'er kişiden oluşan grupları öğrenci isteklerini de dikkate alarak oluşturur. Gruplar kendi içerisinde heterojen üyelere oluşur. Gruptaki öğrenciler her oturumda görevleri değişmek üzere grup lideri, yazıcı, düzenleyici ve grup üyesi gibi roller üstlenirler. Öğrencilere Işığın soğurulması ile ilgili etkinlik dağıtılır. Öğrenciler hikâyede verilen olayı okuyup problem durumunu belirlerler. Öğrenciler grup içerisinde müzakere yaparak problemle ilgili alt problemleri belirlerler. Öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri yönlendirici tarafından açığa çıkarılır. Eğitim yönlendiricisi gerekli yerlerde geri dönüt ve düzeltmeler yapar. Süreç sonunda öğrenciler kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirirler.  Daha sonra öğrenciler merceklerin kullanım alanları argümantasyon destekli ifadeler tablosu etkinliğini yaparlar. Etkinlikte öğrenciler merceklerin kullanım alanlarıyla ilgili verilen bilginin doğru olup olmadığını belirtip ve ilgili alanda merceğin kullanılma nedenini açıklarlar. Farklı düşünen öğrenciler bilimsel tartışma yaparlar. Eğitim yönlendiricisi gerekli yerlerde geri dönüt ve düzeltmeler yapar. Öğrenciler etkinliğin sonucunu göz önüne alarak bir iddiaya ulaşırlar ve iddialarının gerekçelerini belirtirler. En son gruplar arası bilimsel tartışma yapılır. Süreç sonunda öğrenciler kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirirler.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

12. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	12-16 Ekim 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	Ayna veya Mercekleri Kullanarak Görüntüleme Aracı Tasarlama	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/He def ve Davranışlar:	F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar. <i>Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. İmkânlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir.</i>
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Merceklerden oluşan görüntüleme aracı Ayaklı teleskop yapımı
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	Tasarım temelli uygulama, Tartışma, Soru Cevap, Grup Çalışması, Deney
Kullanılacak Araç – Gereçler:	• 15 cm genişliği 20 cm uzunluğunda rulo • 12 cm genişliği 20 cm uzunluğundaki rulo • Alüminyum folyo • Silikon tabanca • 12 cm çapında ince kenarlı mercek • 15 cm çapında ince kenarlı mercek • 3 adet 1 metrelik tahta blok • Tahta parçası • Vidalar
Açıklamalar:	-
Etkinlikler:	Mercekler görüntüleme aracı tasarım temelli etkinlik -5
Özet:	Eğitim yönlendiricisi 4'er kişiden oluşan grupları öğrenci isteklerini de dikkate alarak oluşturur. Gruplar kendi içerisinde heterojen üyelerden oluşur. Gruptaki öğrenciler her oturumda görevleri değişmek üzere grup lideri, yazıcı, düzenleyici ve grup üyesi gibi roller üstlenirler. Öğrencilere Mercekler Görüntüleme aracı ile ilgili etkinlik dağıtılır. Öğrenciler hikâyede verilen olayı okuyup problem durumunu belirlerler. Öğrenciler grup

	içerisinde müzakere yaparak problemle ilgili alt problemleri belirlerler. Öğrencilerin konu ile ilgili ön bilgileri yönlendirici tarafından açığa çıkarılır. Öğrenciler probleme yönelik geliştirilecek ürün için kriter ve sınırlılıkları belirlerler. Probleme yönelik ihtiyaçları belirlerler. Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyaç olduğunu tespit ederler. Probleme yönelik çözüm yollarından en iyi çözüm yolunu belirlerler. Öğrenciler sorunun çözümüne yönelik prototip bir model oluştururlar ve prototip modeli test ederler. Probleme yönelik çözümün sunumunu yaparlar. Öğrenciler geliştirilen modeli tekrar tasarlayarak son şekli verirler. Süreç sonunda öğrenciler kendilerini ve grup arkadaşlarını değerlendirirler. Daha sonra öğrenciler Mercekler Görüntüleme Aracı Tasarım Temelli Etkinlik-5'i yaparlar. Öğrenciler 15 cm genişliği 20 cm uzunluğunda rulo, 12 cm genişliği 20 cm uzunluğundaki rulo, Alüminyum folyo, Silikon tabanca, 12 cm çapında ince kenarlı mercek, 15 cm çapında ince kenarlı mercek, 3 adet 1 metrelik tahta blok, Tahta parçası ve Vidalar kullanarak teleskop tasarımı yaparlar. Öğrenciler Büyük ve küçük rulonun etrafını alüminyum folyo ile sararlar. 15 cm çapındaki ince kenarlı merceği 15 cm genişliğindeki ruloya silikon yapıştırıcı ile yapıştırırlar. 12 cm çapındaki ince kenarlı merceği 12 cm genişliğindeki ruloya silikon yapıştırıcı ile yapıştırırlar. Elde edilen mercekli silindirler mercekleri dışta kalacak şekilde iç içe geçirirler. Küçük silindirden bakın ve büyük silindiri ileri-geri hareket ettirerek görüntüyü netleştirirler. 3 Adet 1 metrelik tahta blok tahta parçası ve vidalar yardımıyla birbirine sabitlerler. Son olarak teleskop ayaklık üzerine yerleştirilir.  Öğrenciler bu etkinliği göz önüne alarak düşündükleri ve iddialarını belirtirler. İddiaları ile birlikte iddialarının gerekçelerini belirtirler.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

EK I. Kontrol Grubu Ders Plânı

1. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	11-15 Mart 2019
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın madde ile Etkileşimi	
Konu:	Işığın Soğurulması	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.1.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Işığın Soğurulması
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	5E, Deney, Soru Cevap, Tartışma, Grup Çalışması, Anlatım
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Işığın soğurulmasını gözlemleyelim. 3 adet termometre, Beyaz, siyah ve yeşil renkte bardaklar, Su
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Etkinlik Zamanı-1 Işığın soğurulmasını gözlemleyelim.
Özet:	(GİRİŞ/ENGAGE): Yazın ve kışın giysilerin rengi nasıl olmalıdır? Neden? sorusu cevaplanır. Öğretmen rehber olarak öğrencilerin farklı düşünmeye yönelten sorular sorar. Öğrencilerin düşüncelerini rahatça ifade edebilecekleri ortamlar sağlanır. Demokratik sınıf ortamı sağlanır. Karşıt argümanlar geliştirmeleri için tartışma ortamı oluşturulur. Öğrencilerin düşüncelerini gerekçelendirebilmelerine olanak sağlanır. Anahtar kelime ve kavramlarda verilen ışığın soğurulması,

cisimlerin siyah beyaz ve renkli görünmesi ve Güneş enerjisi ile ilgili öğrencilerin ön bilgileri belirlenir.

Hazırlık çalışmalarında yer alan;

1) Kışın koyu, yazın açık renkli kıyafetler tercih edilmesinin sebebi ne olabilir? Tartışınız.

2) Kışın güneş ışığından daha fazla yararlanmak neler yapılabilir?

Soruları cevaplanır.

(KEŞFETME/EXPLORE):

Öğrenciler 3 adet termometre, beyaz, siyah ve yeşil renkte bardaklar ve suyu kullanarak Etkinlik Zamanı-1' de yer alan *Işığın soğurulmasını gözlemleyelim.* etkinliğini yaparlar. Öğrenciler beyaz, siyah ve yeşil renkli bardaklara eşit miktarda su koyarlar. Farklı renkteki bardaklarda yer alan suların ilk sıcaklıklarını termometre ile ölçerek, suların ilk sıcaklıkları eşit olacak şekilde ayarlarlar. Öğrenciler su bardaklarını Güneş ışığı doğrudan görecektir şekilde pencerenin önüne yerleştirirler. 20 şer dakika sonra farklı renkli bardaklarda bulunan suların son sıcaklıklarını ölçerler. Bardaklardaki suların ilk ve son sıcaklıklarını tabloya yerleştirirler. Son olarak etkinliğin yorumlayalım kısmında yer alan bardaklardaki suların son sıcaklıkları neden birbirinden farklı çıktı? Açıklayınız sorusunu cevaplarlar.

(AÇIKLAMA/EXPLAIN):

Her yöne doğrusal yayılan ışık bir madde ile karşılaşınca yansıma, diğer ortama geçme ve soğurulma gibi 3 durum gözlemlenebilir. Saydam maddeler ışığı geçirebilirken opak ve pürüzsüz maddeler ışığı yansıtabilmektedir. Soğurulma ise ışığın madde tarafından tutulması ya da yutulmasına denir. Işık altına bırakılan maddeler ışığı soğurduğu zaman cismin sıcaklığında artış meydana gelir.



Gölge Olan Yerler Daha Az Işık Aldığı İçin Daha Serindir

Yaz mevsiminde gölge olan yerler daha serindir. Bu nedenle kış mevsiminde gölge olan bölgeler daha soğuk olduğu için Güneş alan yerler ararız.

	 Koyu renkli maddeler ışığı daha fazla soğurur. Işık farklı renkteki cisimler tarafından farklı miktarda soğurulur. Koyu renkli cisimler Güneş ışığı daha fazla soğururken, açık renkli cisimler ışığı daha az soğurmaktadır. Güneş ışığı altına bırakılan koyu renkli cisimlerde meydana gelen sıcaklık artışı daha fazladır. Açık renkli cisimler ise ışığı daha çok soğurur. (DERİNLEŞTİRME/ELABORATE): Kış ve yaz aylarında giysilerimizin renklerinin nasıl olması gerektiği konusunda tartışma ortamı sağlanır. Farklı görüşlere sahip öğrenciler tartışmalar gerçekleştirirler. Bilgi kutunda yer alan radyometre ile ilgili bilgiler öğrencilerle paylaşılır. (DEĞERLENDİRME/EVAULATE): Muğla'nın Bodrum ilçesinde binaların dış taraflarının beyaz renge boyanmasının nedeni öğrenciler tarafından cevaplanır.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

2. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	11-15 Mart 2019
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	Beyaz ışık	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.1.2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.

Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Beyaz ışık Işık prizması Işık Tayfı
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	5E, Deney, Tartışma, Soru Cevap, Anlatım, Grup Çalışması
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Beyaz Işığı oluşturan Renkleri Görelim. El feneri, Üçgen cam prizma, A4 kâğıdı Gökkuşağı Yapalım. Sprey şişesi, Su Renk Çarkı Yapalım. Fon kartonu, kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, mor el işi kâğıtları, Makas, Cetvel, Pergel, Yapıştırıcı, 60 cm uzunluğunda ip
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Etkinlik Zamanı-2 Beyaz Işığı oluşturan Renkleri Görelim. Etkinlik Zamanı-3 Gökkuşağı Yapalım. Etkinlik Zamanı-4 Renk Çarkı Yapalım.
Özet:	(GİRİŞ/ENGAGE): Şekilde resimdeki durumun sebebi öğrenciler tarafından cevaplanır. Cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesi ile ilgili öğrencilerin ön bilgileri belirlenir. Öğretmen rehber olarak öğrencilerin farklı düşünmeye yönelten sorular sorar. Öğrencilerin düşüncelerini rahatça ifade edebilecekleri ortamlar sağlanır. Demokratik sınıf ortamı sağlanır. Karşıt argümanlar belirlenir. Öğrencilerin tartışabilmeleri için ortam oluşturulur. Öğrencilerin düşüncelerini gerekçelendirebilmelerine olanak sağlanır. Öğretmen öğrencileri araştırmaya yöneltir. (KEŞFETME/EXPLORE): Öğrenciler üçgen prizma, el feneri ve A4 kâğıdı kullanarak Etkinlik zamanı-2 <i>Beyaz Işığı oluşturan Renkleri Görelim</i> etkinliğini yaparlar. Öğrenciler dörder kişilik gruplara ayrılırlar. Sınıftaki perdeler kapatılarak karanlık bir sınıf ortamı oluşturulur. Öğrenciler feneri açarlar. Işık ışınları



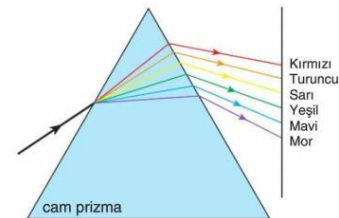
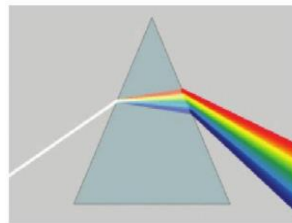
prizmaya gelecek şekilde tutulur. Prizmadan geçen ışınların beyaz kâğıt üzerine düşmesi sağlanır. Fener farklı açılarla prizmaya tutulur. Son olarak öğrenciler etkinliğin yorumlayalım kısmında yer alan kâğıt üzerinde nasıl bir görüntü oluştu? Sorusunu cevaplarlar.

Daha sonra öğrenciler sprey şişesi ve suyu kullanarak Etkinlik zamanı - 3 *Gökkuşağı Yapalım* etkinliğini yaparlar. Öğrenciler plastik şişeye bir miktar su doldururlar. Öğrenciler sınıf dışına çıkarak sprey şişesindeki suyu güneş ışığına doğru püskürtürler. Son olarak etkinliğin yorumlayalım kısmında yer alan su damlacıklarını Güneş ışığına doğru püskürttüğünüzde su damlacıklarında renk değişimi gözlemlediniz mi? sorusunu cevaplarlar.

Öğrenciler en son olarak Etkinlik zamanı-4 de verilen *Renk Çarkı Yapalım* etkinliğini yaparlar. Öğrenciler mukavva üzerine pergel yardımıyla 2 daire çizerler. Daireler maket bıçağı ya da makas yardımıyla kesilir. Daireler birbiri üzerine gelecek şekilde yapıştırılır. Daire 6 bölüme ayrılır. Turuncu, sarı, kırmızı, mor, yeşil ve mavi elışı kâğıtlarını keserek belirlenen bölgelere yapıştırılır. Kesilen dairenin merkezine iki delik açılır. Deliklerden ipi geçirip daireler bağlanır. Öğrenciler ipe hareket ettirerek çarkın dönmelerini sağlarlar. Çark dönerken çarkın ön yüzeyini gözlemlerler. Öğrenciler etkinliğin yorumlayalım kısmında yer alan renk çarkı döndüğünde oluşan renkle ilgili gözlem sonuçlarını arkadaşları ile paylaşırlar.

(AÇIKLAMA/EXPLAIN):

Güneş ışığı beyaz renktedir. Güneş ışığı CD, kristal avize, prizma ve sabun köpüğü üzerine düşürülürse bir renk dalgalanması oluşur. Bu durumun sebebi Güneş ışığını oluşturan beyaz rengin kendisi oluşturan renklere ayrılmasındandır. CD ya da prizma üzerinde oluşan renklerin sıralaması kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mordur.



Beyaz renk kendisini oluşturan renklere ayrılabilirse, tüm renklerin birleşimi de beyazı vermelidir. *Renk Çarkı Yapalım*

	etkinliğinde görüldüğü gibi tüm renklerin birleşimi beyazı vermektedir. (DERİNLEŞTİRME/ELABORATE): Öğrenciler günlük hayattan tüm renklerin birleşerek beyazı oluşturması ve beyazın kendini oluşturan renklere ayrılmasına örnek vermeleri istenir. Farklı düşünen öğrenciler arasında tartışma yaparlar. (DEĞERLENDİRME/EVAULATE): Öğrenciler gökkuşağının nasıl oluştuğunu açıklarlar.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

3. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	18-22 Mart 2019
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	Cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesi	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.1.3. Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansıması ve soğurulmasıyla ilişkilendirir. <i>Renk filtrelerine girilmez.</i>
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesi
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	5E, Deney, Tartışma, Soru Cevap, Anlatım, Grup Çalışması
Kullanılacak Araç – Gereçler:	

Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Beyaz Işığın renklerine ayırılım. Renkleri birleştirerek beyaz görüntü oluşturalım.
Özet:	(GİRİŞ/ENGAGE): Mağazadan aldığınız bir kıyafetin rengini evde farklı buldunuz oldu mu? sorusu öğrenciler tarafından cevaplanır. Öğretmen rehber olarak öğrencilerin farklı düşünmeye yönelten sorular sorar. Öğrencilerin düşüncelerini rahatça ifade edebilecekleri ortamlar sağlanır. Demokratik sınıf ortamı sağlanır. Karşıt argümanlar geliştirmeleri için tartışma ortamı oluşturulur. Öğrencilerin düşüncelerini gerekçelendirebilmelerine olanak sağlanır. Öğretmen öğrencileri araştırmaya yöneltir. (KEŞFETME/EXPLORE): Sınıfın perdeleri kapatılarak cisimlerin renklerinde bir değişim olup olmadığı sorulur. Bir fener yardımıyla farklı renklerdeki cisimler üzerine farklı renkli ışıklar düşürülür. Görünen renkler not alınır. (AÇIKLAMA/EXPLAIN): Cisimlerin günlük hayattaki renkleri Güneş ışığı yani beyaz ışık altındaki renkleridir. Güneş ışığının rengi beyaz olmayıp farklı bir renk olsaydı, cisimlerin algılanan renkleri farklı olurdu. Bir cismin rengi siyah ya da renkli görünebilir. Cisimden gözümüze hangi renk ışık yansıtılırsa cismin rengi o renk olarak algılanır. Eğer cisimden yansıyan ışık yoksa yani cisim ışığı soğurmuşsa cismin rengi siyah olarak görünür. Örnek olarak kırmızı bir cisim kendi renginde ışık ve beyaz ışık altında kırmızı, yeşil ve mavi ışık altında siyah görünür. Çünkü kırmızı cisim kırmızı ışık haricinde renklerdeki ışığı soğurur. Beyaz cisme yeşil ışık gelirse cisim yeşil, kırmızı ışık gelirse kırmızı renkte görülür. Cisim tüm renklerin yansımaya izin veriyorsa beyaz, hiçbir ışığı yansıtmıyorsa siyah olarak görünür. -Beyaz renkli yüzeyler tüm ışıkları yansıtır. -Beyaz ışık altında beyaz cisimler kendi renginde görünür. -Beyaz ışık altında kırmızı cisimler kırmızı, mavi cisimler mavi renkte görünür. -Yeşil ışık altında kırmızı ve mavi cisimler siyah olarak görünür.

	(DERİNLEŞTİRME/ELABORATE): Öğrenciler bir cismin renginin kırmızı, yeşil ve mavi olarak görünmesi için hangi ışık altında bakılması gerektiğini kendi aralarında tartışır. (DEĞERLENDİRME/EVALUATE): Gözden geçirelim bölümünde yer alan renkli bir plaj şemsiyesine kırmızı ışık altında bakarsak hangi renkleri kendi renginde görürüz sorusu cevaplanır.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

4. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	01-04 Eylül 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	Güneş Enerjisi	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.1.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojideki yenilikçi uygulamalarına örnekler verir. Kaynakların etkili kullanımı bakımından güneş enerjisinin önemi vurgulanır. <i>Kaynakların etkili kullanımı bakımından güneş enerjisinin önemi vurgulanır.</i> F.7.5.1.5. Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin ürettiği fikirleri tartışır.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Güneş enerjisi

Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	5E, Tartışma, Soru Cevap, Grup Çalışması
Kullanılacak Araç – Gereçler:	-
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	-
Özet:	(GİRİŞ/ENGAGE): Öğretmen Güneş olmasaydı hayatımız bundan nasıl etkilenirdi? sorusunu öğrencilere yöneltmek rehber olarak öğrencilerin farklı düşünmeye yönelten sorular sorar. Öğrencilerin düşüncelerini rahatça ifade edebilecekleri ortamlar sağlanır. Demokratik sınıf ortamı sağlanır. Karşıt argümanlar geliştirmeleri için tartışma ortamı oluşturulur. Öğrencilerin düşüncelerini gerekçelendirebilmelerine olanak sağlanır. (KEŞFETME/EXPLORE): Öğrenciler sıcak su elde etmede kullanılan güneş kolektörlerinin nasıl çalıştığını araştırırlar. Araştırma sonuçlarını özetlerler. Konu ile ilgili sunum yaparlar. (AÇIKLAMA/EXPLAIN): İş yapabilme yeteneğine enerji denir. Enerji yoktan var edilemez. Mevcut enerji de yok olmaz. Enerji korunur. Enerji bir türden diğerine dönüşebilir. Işık bir enerji türüdür ve cisimler tarafından soğurularak ısı enerjisi şeklinde depolanabilir. Güneş Dünya'nın ısı ve ışık kaynağıdır. Güneş bir çeşit yenilenebilir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynağı, çevre dostu, maliyet gerektirmemesi gibi avantajlarından dolayı Güneş enerjisinden birçok alanda faydalanılmaktadır. Güneş enerjisinin kullanım alanlarının artırılması için teknolojik araçlar geliştirilmiştir. Geliştirilen bu teknolojik araçlar Güneş enerjisini ısı, elektrik ve ışık enerjisine dönüştürerek kullanılabilir hale getirmektedir. Güneş Panelleri Güneş panellerinde Güneş enerjisini soğurur. Soğurulan ışınlar sayesinde panel içerisindeki borularda bulunan su ısınır. Güneş panelleri sıcak su temin etmek için birçok alanda kullanılmaktadır.



Işık Tüpleri

Işık tüpleri Güneş ışığı almayan karanlık ortamlar aydınlatmakta kullanılmaktadır. Işık tüpleri, ev ve iş mekânları aydınlatmada kullanılan doğal bir aydınlatma aracıdır.



Güneş Pilleri

Güneş pilleri Güneş ışınlarının elektrik enerjisine dönüştürülmesinde kullanılır. Güneş pilleri hesap makinelerinde, sokak lambalarında, trafik işaretlerinde ve daha birçok alanda kullanılmaktadır.



Güneş Enerjisi ile Deniz Suyundan Tatlı Su Elde Etme – Damıtma
Tuzlu su olan deniz suyundan tatlı su elde etmek amacıyla da güneş enerjisinden yararlanılır.

Güneş enerjisinin kullanmanın faydaları şunlardır:

- Belirli bir kullanım ömrü olan kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtlar için alternatif enerji kaynağıdır.
- Doğal ve tükenmeyen alternatif bir enerji kaynağıdır.
- Tatlı su elde etmede kullanıldığından su kaynaklarının korunmasını sağlar.
- Fosil yakıtlar gibi çevreye zarar vermez, Güneş enerjisi çevre dostu enerji kaynağıdır.

(DERİNLEŞTİRME/ELABORATE):

Güneş enerjisinden günlük hayatta daha fazla alanda yararlanmak için bir uygulama örneği oluşturunuz.

(DEĞERLENDİRME/EVAULATE):

Sıra sizde bölümünde verilen Güneş enerjisi kullanımının faydaları nelerdir? Güneş enerjisinin kullanımı artırılmazsa gelecekte karşılaşılabileceğimiz sorunlar nelerdir? Günümüzde güneş enerjisini kullanım alanlarını dikkate alarak gelecekte güneş enerjisi hangi

	alanlarda kullanılabilir? Soruları cevaplanır. Farklı düşünen öğrenciler kendi aralarında fikir alış verişi yaparlar.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

5. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	07-11 Eylül 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	Ayna Çeşitleri ve kullanım alanları	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.2.1. Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Düz Aynanın Kullanım Alanları Tümsek Aynanın Kullanım Alanları Çukur Aynanın Kullanım Alanları
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	5E, Tartışma, Soru Cevap, Grup Çalışması, Deney
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Ayna Çeşitlerini Gözlemleyelim etkinliği için; Defter Kalem
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Etkinlik Zamanı - 1 Aynaların Kullanım Alanlarını Gözlemleyelim.

Özet:

(GİRİŞ/ENGAGE): Öğrenciler anahtar kelime ve kavramlarda verilen düz ayna, çukur ayna ve tümsek ayna ile ilgili ön bilgilerini not alırlar ve sınıfla paylaşırlar. Berber ve dişçilerde kullanılan aynalar ile arabaların dikiz aynaları aynı özellikte midir? sorusu bireysel olarak cevaplanır. Hazırlık çalışmalarında verilen araçlarda bulunan aynaların hepsi aynı mıdır? Dikiz aynasının yapısı ve özelliklerini inceleyerek sınıfla tartışınız? Soruları ile ilgili düşüncelerini arkadaşları ile paylaşırlar. Öğretmen rehber olarak öğrencilerin farklı düşünmeye yönelten sorular sorar. Öğrencilerin düşüncelerini rahatça ifade edebilecekleri demokratik sınıf ortamı sağlanır. Karşıt argümanlar geliştirmeleri için tartışma ortamı oluşturulur. Öğrencilerin düşüncelerini gerekçelendirebilmelerine olanak sağlanır.

(KEŞFETME/EXPLORE):

Öğrenciler Etkinlik Zamanı-1' de verilen Aynaları Kullanım Alanlarını Gözlemleyelim etkinliğini yaparlar. Ayna çeşitlerinin kullanım alanları ile ilgili yaşadıkları çevre, taşıtlar ve meslek gruplarının kullandıkları aynaları gözlemleyerek aynalarla ilgili araştırma yaparak rapor hazırlarlar. Hazırladıkları raporu arkadaşları ile paylaşırlar. Etkinliğin yorumlayalım kısmına geçilir. Öğrenciler evinizde farklı ayna türlerini nerelerde kullanıyorsunuz? Meslek gruplarının kullandığı aynalar nasıl değişir? Araçlarda kullanılan aynalar aynı özellikte midir? Kullandığınız araç ve materyallerin hangilerinde hangi aynalar kullanılmıştır? Sorularını arkadaşları ile fikir alışverişinde bulunarak cevaplandırır. Öğrenciler sınıfa getirilen düz, çukur ve tümsek aynaları incelerler. Günlük hayatta periskop, mağaza güvenlik aynaları, mikroskop, berber, lavabo aynalarında hangi aynanın kullanılabileceği ve kullanılma nedenlerine yönelik bilimsel tartışma ve araştırma yaparlar.

(AÇIKLAMA/EXPLAIN):

Ayna Çeşitleri

Aynalar; düz ayna, çukur ayna ve tümsek ayna olmak üzere üçe ayrılır. Çukur ve tümsek aynalara **küresel aynalar** denir. Aynalarda şekil, oluşturdukları görüntü ve ışığı yansıtma açısından farklılıklar vardır.

Düz(Düzlem) Ayna

Düz aynalarda oluşan görüntü cisimle aynı özelliğe sahiptir ve cismin aynaya göre simetrisidir. Düzlem aynalar genellikle günlük hayatta ev, lavabo, berberler periskop ve projeksiyon cihazında kullanılır.



	Düz Aynaların Kullanım Alanları Çukur Aynalar Çukur aynalar ayrıntılı inceleme yapılacak alanlarda kullanılır. Çukur aynalar görüntüyü büyütebilme özelliğine sahiptirler. Bu nedenle çukur aynalara dev aynası da denir. Çukur aynalara paralel gelen ışınlar bir noktada toplanır. Bu noktaya çukur aynanın odak noktası denir. Çukur aynaların ışığı bir nokta da toplayabilme özelliği vardır. Otomobil farları Güneş enerjileri, dişçiler teleskoplar, mikroskoplar, metal kaşığın iç yüzeyi tıraş ve makyaj aynalarında çukur ayna kullanılır. Tümsek Aynalar Tümsek aynalar daha geniş bir alanı gösterirler. Tümsek aynalar cisimleri daha küçük gösterir. Metal kaşığın dış yüzeyi, kavşaklarda bulunan aynalar, otomobillerin yan ve dikiz aynaları, marketlerdeki güvenlik kameralarında tümsek ayna kullanılır.  Tümsek Aynaların Kullanım Alanları  Çukur Aynaların Kullanım Alanları (DERİNLEŞTİRME/ELABORATE):Öğrenciler aynaların kullanım alanlarıyla ilgili bir hikâye yazarlar. (DEĞERLENDİRME/EVAULATE): Öğrenciler günlük hayatta kullandıkları cisimlerde hangi aynaların kullanıldığını belirtirler. Bilgi kutusunda İbnü'l -Heysem ile ilgili öğrenciler tarafından okunur.

6. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	14-18 Eylül 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	Ayna Çeşitlerinde Oluşan Görüntünün Özellikleri	

Önerilen Ders Saati:	3 Saat

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.2.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır. a. Özel ışınlarla görüntü çizimine girilmez. b. Matematiksel bağıntılara girilmez. c. Çukur aynada cismin görüntüsünün özelliklerinin (büyük / küçük, ters/düz) cismin aynaya olan uzaklığına göre değişebileceği belirtilir.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Düz aynada görüntü Çukur aynada görüntü Tümsek aynada görüntü
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	5E, Deney, Soru Cevap, Tartışma, Grup Çalışması, Anlatım
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştıralım. Düz ayna, Çukur ayna, Tümsek ayna, Kalem, Kalem, Oyun Hamuru, Cetvel, Milimetrik Kâğıt, Kâğıt Kendi Periskobumuzu Yapalım. Kâğıt Bant, Mukavva (20x30 cm), 2 Adet Düz Ayna (5x5 cm), Yapıştırıcı, Kalem, Makas, Cetvel, Gönye, Maket Bıçağı
Açıklamalar:	
Yapılacak Etkinlikler:	Etkinlik Zamanı-2 Aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştıralım. Etkinlik Zamanı - 1 Kendi Periskobumuzu Yapalım.
Özet:	(GİRİŞ/ENGAGE): Yemek kaşığının iç yüzüne baktığınızda kendinizi nasıl görüyorsunuz? Aynalar kullanılarak bir cismin olduğundan büyük, küçük ve ters görüntü elde edebilir misiniz? Soruları öğrenciler tarafından cevaplanır. Öğretmen rehber olarak öğrencilerin farklı düşünmeye yönelten sorular sorar. Öğrencilerin düşüncelerini rahatça ifade edebilecekleri demokratik sınıf ortamı sağlanır. Öğrencilerin karşıt argümanlar geliştirmeleri için tartışma ortamı oluşturulur. Öğrencilerin düşüncelerini gerekçelendirebilmelerine olanak sağlanır.

(KEŞFETME/EXPLORE):

Öğrenciler sınıfa getirilen düz, çukur ve tümsek aynayı kullanarak Etkinlik Zamanı-2’ de Aynalarda farklı görüntüleri karşılaştıralım etkinliğini yaparlar. Öğrenciler düz aynayı milimetrik kâğıdın ortasına yerleştirirler. Kalemin düz aynanın önüne getirirler. Kalemin aynaya olan uzaklığını ölçerler. Kalemin görüntüsünün aynaya olan uzaklığı cetvelle ölçerler. Kalemin aynaya olan uzaklığı değıştirilerek görüntüsünün aynaya olan uzaklığı tekrar ölçölür. Kalemin boyunu ve kalemin aynadaki görüntüsünün boyunu ölçerler. Öğrenciler düz ayna ile ilgili cismin ve görüntünün boyu, birbirine göre düz ve ters olma durumu, cismin ve görüntünün büyüklüğü ile ilgili not alırlar. Daha sonra öğrenciler çukur aynayı milimetrik kâğıdın ortasına oyun hamuru yardımıyla sabitlerler. Kalemi çukur aynanın önüne yerleştirirler. Kalemin aynaya olan uzaklığını ölçerler. Kalemin görüntüsünün aynaya olan uzaklığı cetvelle ölçerler. Kalemin aynaya olan uzaklığı değıştirilerek görüntüsünün aynaya olan uzaklığı tekrar ölçerler. Kalemin boyunu ve kalemin aynadaki görüntüsünün boyunu ölçerler. Öğrenciler çukur ayna ile ilgili cismin boyu, düz ve ters olma durumu, cismin aynaya uzaklığı, görüntünün boyu, görüntünün aynaya uzaklığı ile ilgili not alırlar. Öğrenciler son olarak tümsek aynayı milimetrik kâğıdın ortasına oyun hamuru yardımıyla sabitlerler. Kalemi tümsek aynanın önüne yerleştirirler. Kalemin aynaya olan uzaklığını ölçerler. Kalemin görüntüsünün aynaya olan uzaklığı cetvelle ölçerler. Kalemin aynaya olan uzaklığı değıştirilerek görüntüsünün aynaya olan uzaklığı tekrar ölçerler. Kalemin boyunu ve kalemin aynadaki görüntüsünün boyunu ölçerler. Öğrenciler tümsek ayna ile ilgili cismin ve görüntünün boyu, birbirine göre düz ve ters olma durumu, cismin ve görüntünün büyüklüğü ile ilgili not alırlar. Öğrenciler etkinliğin yorumlayalım kısmında düz, çukur ve tümsek aynada cismin boyu ile görüntüsünün boylarını karşılaştırınız. Düz, çukur ve tümsek aynada cismin aynaya uzaklığı ile görüntünün aynaya uzaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır? sorularını cevaplarlar.

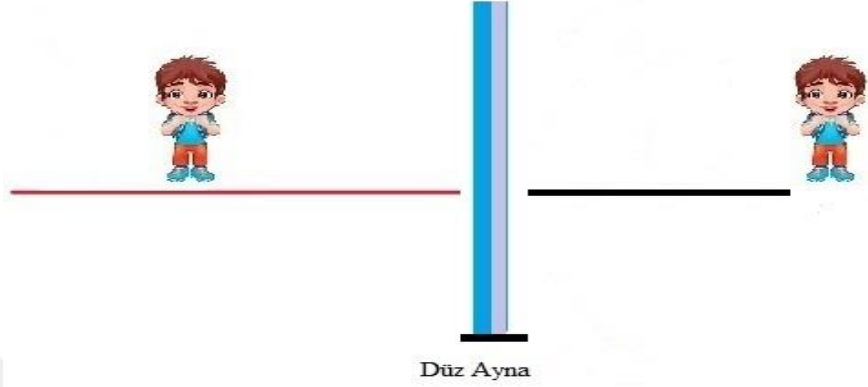
Daha sonra öğrenciler Etkinlik Zamanı-1 de verilen *Kendi Periskobumuzu Yapalım* etkinliğine geçerler. Öğrenciler mukavvanın üzerine araları 5 cm olacak şekilde cetvel yardımıyla boyuna üç çizgi çizerek mukavvayı 4 parçaya ayırırlar. Çizgilerin üzerinden maket bıçağı ile hafifçe geçerek katlama izleri oluştururlar. Alt ve üst noktalar aynaları çizgiyle 45 derecelik açı oluşturacak, yansıtıcı yüzeyler de birbirine bakacak şekilde yapıştırırlar. Aynalar içte kalacak şekilde mukavvayı katlama çizgilerinden katlayarak bir kutu elde ederler. Kutuyu kâğıt bant yardımıyla yapıştırarak sabitlerler. Erkinliğin yorumlayalım kısmında verilen periskobun nasıl çalıştığı ve kullanım amaçlarını sınıf arkadaşları ile fikir alış verişı yaparak açıklarlar.

(AÇIKLAMA/EXPLAIN):

Görüntü Oluşumu

Aynalar üzerine düşen ışınları farklı şekillerde yansıttıkları için aynalarda oluşan görüntüler farklı özelliklere sahiptir.

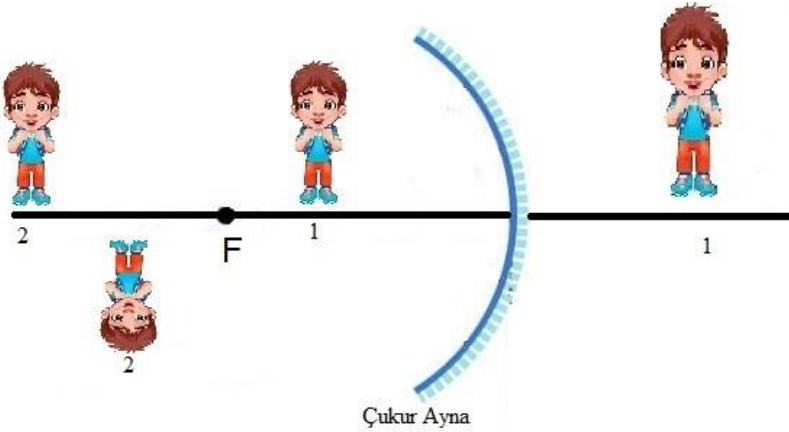
Düz Aynada Görüntü Oluşumu



Düz aynada cismin görüntüsü düz, cisme simetrik ve cisimle aynı boydadır. Cismin aynaya olan uzaklığı ile görüntünün aynaya uzaklığı birbirine eşittir.

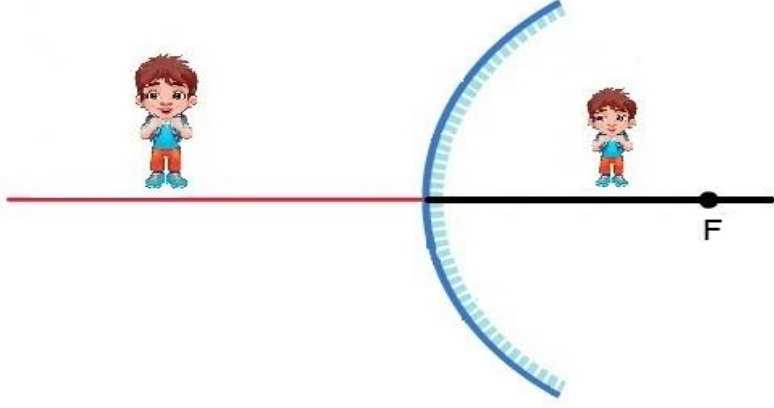
Çukur aynalarda görüntü oluşumu

Çukur aynalarda cismin görüntüsü cismin bulunduğu yere göre farklı olabilmektedir.



- Cisim ayna ile odak noktası arasında ise oluşan görüntü aynanın arkasında düz ve büyüktür.
- Cisim odak noktasının dışında ise cismin görüntüsü aynanın ön kısmında küçük ve terstir.

Tümsek aynalarda görüntü;

	 • Tümsek aynada görüntü her zaman küçük ve düzdür. (DERİNLEŞTİRME/ELABORATE): Öğrenciler kendi isimlerini bir kâğıda yazarak düz aynaya tutarlar. Düz aynada oluşan görüntüyü incelerler. AMBULANS ve İTFAİYE yazılarının neden ters yazıldığı ile ilgili aralarında tartışma yaparlar. (DEĞERLENDİRME/EVAULATE): Sıra sizde etkinliğinde öğrenciler kendi isimleri büyük harflerle yazarlar. Kendi isimlerinin düz aynalardaki görüntüsünü yazarlar. Etkinlikle ilgili öğrenci cevapları değerlendirilir.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

7. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	14-18 Eylül 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	Işığın Kırılması	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.3.1. Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir. a. Tam yansımaya ve prizmalarda kırılmaya girilmez. b. Snell (Kırılma) Yasası'na girilmez.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Işığın Kırılması
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	5E, Tartışma, Soru Cevap, Grup Çalışması, Deney
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Hareket Doğrultusunu Gözlemleyelim. Oyuncak araba, Kitaplar, Mukavva (35x50 cm), Mukavvanın yarısını kaplayacak boyutta pamuklu kumaş parçası Işığın Kırılmasını Gözlemleyelim. Lazer, A4 kâğıdı, Kalın cam blok
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Etkinlik Zamanı - 1 Hareket Doğrultusunu Gözlemleyelim. Etkinlik Zamanı-2 Işığın Kırılmasını Gözlemleyelim.
Özet:	(GİRİŞ/ENGAGE): Öğrenciler anahtar kelime ve kavramlarda verilen Işığın kırılması, İnce kenarlı mercek, Kalın kenarlı mercek ve Odak Noktası kavramları ile ilgili bildiklerini not alır ve sınıf arkadaşları ile paylaşırlar. Hazırlık çalışmalarında verilen Su içerisinde bulunan kalemin kırılmış gibi görünme sebebi ne olabilir? Tartışınız? sorusunu bireysel olarak cevaplarlar. Farklı düşünen öğrenciler arası tartışmalar yapılır. Öğretmen rehber olarak öğrencilerin farklı düşünmeye yönelten sorular sorar. Öğrencilerin düşüncelerini rahatça ifade edebilecekleri demokratik sınıf ortamı sağlanır. Karşıt argümanlar geliştirmeleri için tartışma ortamı oluşturulur.



Öğrencilerin düşüncelerini gerekçelendirebilmelerine olanak sağlanır. Öğretmen öğrencileri araştırmaya yöneltir.

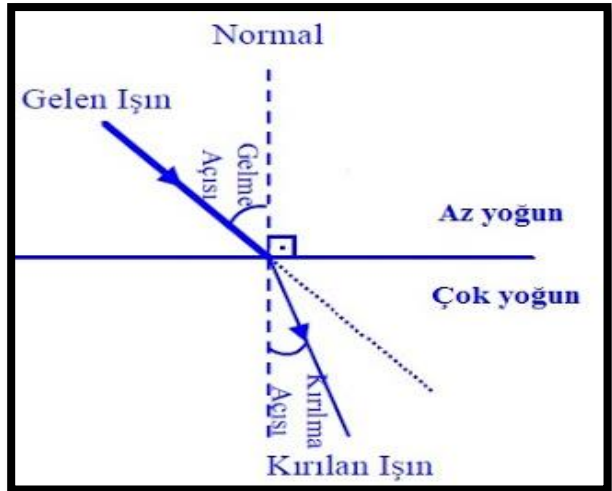
(KEŞFETME/EXPLORE): Öğrenciler Etkinlik Zamanı-1 Hareket Doğrultusunu Gözlemleyelim etkinliğini yaparlar. Öncelikle mukavvanın yarı yüzeyini kumaşla kaplarlar. Mukavvanın kaplı olmayan yüzeyinin altına kitaplar yerleştirilerek bir eğik düzlem oluştururlar. Oyuncak arabayı kumaş yüzeye 90^0 açıyla gelecek şekilde mukavvanın üst kısmından bırakırlar. Arabanın izlediği yolu gözlemlerler. Daha sonra oyuncak arabayı aynı noktadan bu defa mukavvaya 90^0 den farklı bir açıyla gelecek şekilde bırakırlar. Arabanın izlediği yolu tekrar gözlemlerler. Etkinliğin yorumlayalım kısmında oyuncak araba hangi durumda neden yön değiştirmiştir? sorusunu cevaplarlar. Etkinlikte arabanın yön değiştirmesinin sebebini arkadaşları ile tartışır. Daha sonra öğrenciler Etkinlik Zamanı - 2 Işığın Kırılmasını Gözlemleyelim etkinliğini yaparlar. Öğrenciler perdeleri kapatarak karanlık bir sınıf ortamı oluştururlar. Masanın üzerine A4 kâğıdını yerleştirirler. Cam yüzeyi A4 kâğıdının ortasına yerleştirirler. Lazeri öncelikle cam yüzeye 90^0 den farklı bir açıyla 10 cm' lik mesafeden tutarlar. Işığın cam yüzeyden önce, cam yüzeyin içerisinde ve cam yüzeyden çıktıktan sonra izlediği yolu gözlemlerler. Öğrenciler etkinlikte gözlemlediklerini çizimle gösterirler.

(AÇIKLAMA/EXPLAIN):

Işığın bir ortamdan farklı bir ortama geçerken doğrultu ve hızının değişmesine ışığın kırılması denir. Işık en hızlı boşlukta yayılır. Ortamın yoğunluğu arttıkça ışığın hızı düşer. Cam suya göre daha yoğun olduğundan ışık suda cama göre daha hızlı yayılır.

Kırılma ve Yansıma Kanunları

1. Normal, gelen ve yansıyan ışın aynı düzlem üzerindedir.
2. Işık ışınları az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçerken normale yaklaşır.
3. Işık ışınları çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçerken normalden uzaklaşır.



	4. Işık ışınları bir ortamdan diğer ortama dik olarak gönderilirse kırılmaya uğramaz. Sadece hızı değişir. Işının yüzeye geldiği açı artarsa kırılma açısı da artar. Az yoğun ortamdan çok yoğun ortama bakılırsa cisimler olduğundan daha yakında görünür. Eğer çok yoğun ortamdan az yoğun ortama bakılırsa maddeleri kendi yerinden daha uzaktaymış gibi görürüz. (DERİNLEŞTİRME/ELABORATE): Öğrenciler ışığın kırılması ve yansıması ile ilgili 10' ar tane örnek vermeleri istenir. Farklı düşünen öğrencilerin bilimsel tartışma yapmaları sağlanır. (DEĞERLENDİRME/EVAULATE): Öğrenciler Periskop bilgilenelim bölümü öğrenciler tarafından okunur.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

8. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

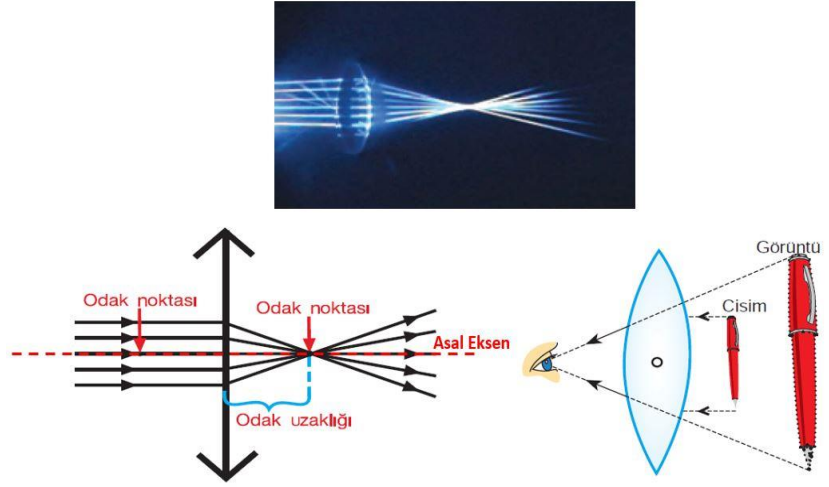
Dersin Adı:	Fen Bilimleri	21-25 Eylül 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	İnce ve Kalın Kenarlı Merceklerde Işığın Kırılması	
Önerilen Ders Saati:	4 Saat	

II. BÖLÜM

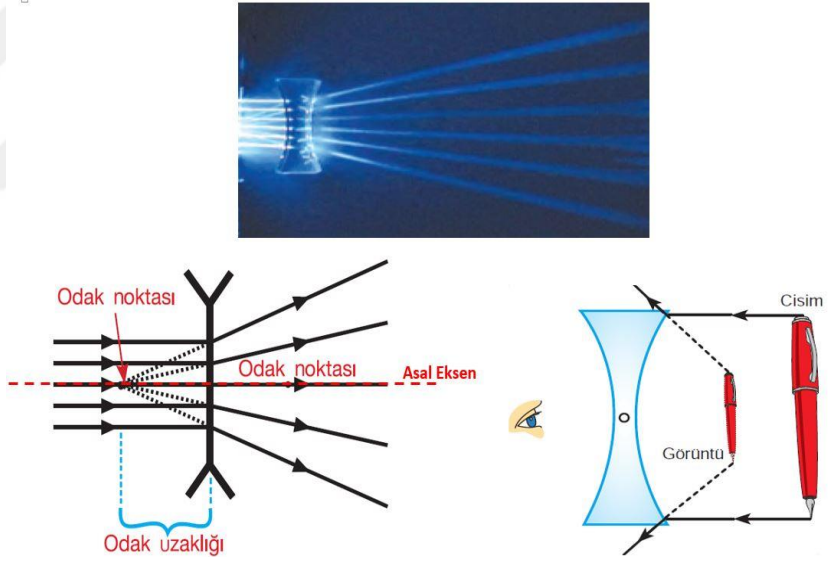
Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	İnce Kenarlı Mercekte Işığın Kırılması Kalın Kenarlı Mercekte Işığın Kırılması

Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	5E, Tartışma, Soru Cevap, Grup Çalışması, Deney
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Merceklerde Işığın Kırılmasını Gözlemleyelim El feneri, Plastik tarak, Büyüteç, Eski gözlük camları, Siyah fon kartonu, İnce ve Kalın kenarlı mercekler
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Etkinlik Zamanı-3 Merceklerde Işığın Kırılmasını Gözlemleyelim
Özet:	(GİRİŞ/ENGAGE): Öğrencilerden ince ve kalın kenarlı merceklerde ışığın kırılmasının nasıl olabileceğini tahmin etmeleri istenir. Farklı düşünen öğrenciler arası tartışma ortamı sağlanır. Öğretmen rehber olarak öğrencilerin farklı düşünmeye yönelten sorular sorar. Öğrencilerin düşüncelerini rahatça ifade edebilecekleri demokratik sınıf ortamı oluşturulur. Öğrencilerin düşüncelerini gerekçelendirebilmelerine olanak sağlanır. Öğretmen öğrencileri araştırmaya yöneltir. (KEŞFETME/EXPLORE): Öğrenciler merceklerde ışığın kırılmasını gözlemleyelim etkinliğini yaparlar. Öğrenciler sınıfın perdelerini kapatarak karanlık bir ortam oluştururlar. El fenerinin tarak yerleştirilerek birbirine paralel ışınlar elde ederler. Öğrenciler etkinliği siyah mukavva üstünde yaparak ışık demetlerinin daha net görülmesini sağlarlar. Öğrenciler etkinliği sırasıyla ince kenarlı mercek, kalın kenarlı mercek, büyüteç ve gözlük camı ile gerçekleştirirler. Paralel ışınların her bir cisim nasıl kırılacağını gözlemlerler. Öğrenciler ışık demetlerinin merceklerden geçtikten sonra izlediği yolları çizerler. Öğrenciler yorumlayalım kısmında verilen ışınlar hangi cisimlerde benzer şekilde kırılır? Büyüteç ve gözlük camlarında ışınlar hangi merceklerle benzer hareket eder? Sorularını arkadaşları ile fikir alış veriş yaparak cevaplarlar. (AÇIKLAMA/EXPLAIN):  ince kenarlı merceklerin gösterimi  kalın kenarlı merceklerin gösterimi Kenarları ortalarına göre ince olan merceklerle ince kenarlı mercek denir. İnce kenarlı merceğe yakınsak mercekte denir. Kenarları ortalarına göre kalın olan merceklerle ise kalın kenarlı mercek denir. Kalın kenarlı merceklerle ıraksak mercekte denir. İnce kenarlı mercekler daha büyük görüntü verirken, kalın kenarlı

mercekler daha küçük görüntü oluşturur. İnce kenarlı mercekler ışığı bir noktada toplayacak şekilde kırarken, kalın kenarlı mercekler ışığı bir noktadan çıkıyormuş gibi dağıtarak kırarlar.



Büyüteç de ince kenarlı mercek, kapı dürbünü ve araba farlarında kalın kenarlı mercek kullanılır.



Miyop göz kusurunda uzaktaki cisimleri net göremezler. Gözde görüntü sarı beneğin önünde meydana gelir. Bu göz rahatsızlığının tedavisinde kalın kenarlı mercek kullanılır. Kalın kenarlı mercek ışınları dağıtılarak görüntünün sarı leke üzerine düşmesi sağlanır. Hipermetrop göz kusuru olanlar yakındaki cisimleri net olarak göremezler. Gözde görüntü sarı beneğin arkasına düşer. Bu göz rahatsızlığını düzeltmede ince kenarlı mercek kullanılır. İnce kenarlı mercek ışınları toplayarak görüntünün sarı lekenin üzerine düşmesi sağlanmış olur.

(DERİNLEŞTİRME/ELABORATE): Öğrenciler merceklerin ışığı kırma özellikleri ve kullanım alanlarını dikkate alarak dürbün,

	teleskop, mikroskop, araba farlarında hangi mercek türü kullanıldığı ve sebebini açıklarlar? (DEĞERLENDİRME/EVAULATE): Öğrencilerden ince kenarlı ve kalın kenarlı merceklerle ilgili bulmacayı çözmeleri istenir. Öğrencilerden gelen cevaplar değerlendirilir.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

9. ETKİNLİK

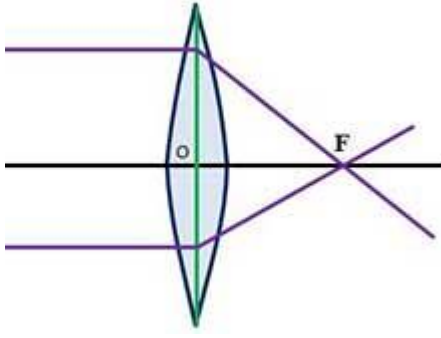
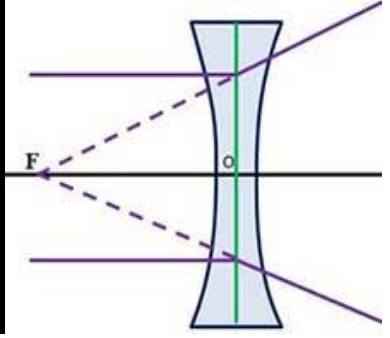
I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	28-02 Ekim 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	İnce ve Kalın Kenarlı Merceklerin Odak Noktaları	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

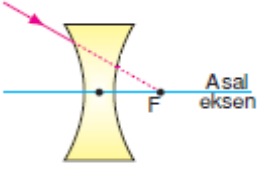
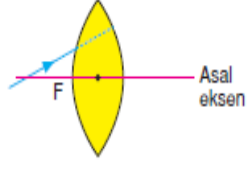
Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.3.3. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler. <i>a. Ormanlık alanlara bırakılan cam atıklarının yangın riski oluşturabileceğine değinilir.</i> <i>b. Özel ışınlarla görüntü çizimine girilmez.</i> <i>c. Matematiksel bağıntılara girilmez.</i> <i>ç. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktaları çizimle gösterilir.</i>
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	İnce Kenarlı Merceğin Odak Noktası Kalın Kenarlı Merceğin Odak Noktası
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	5E, Tartışma, Soru Cevap, Grup Çalışması, Deney

Kullanılacak Araç – Gereçler:	Merceklerin Odak Uzaklığını Bulalım. A4 kağıdı, Cetvel, Plastik tarak, El feneri, Kalem, İnce Kenarlı Mercek, Kalın Kenarlı Mercek
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Etkinlik Zamanı - 4 Merceklerin Odak Uzaklığını Bulalım.
Özet:	(GİRİŞ/ENGAGE): Öğrencilere hangi mercekler ışığı bir noktada toplar? Hangi mercekler ışığı dağıtır? Merceğin ışığı topladığı bu noktayı nasıl isimlendirebilir ve nasıl tespit edebiliriz? sorusu yöneltilir. Farklı düşünen öğrenciler arası tartışma ortamı sağlanır. Öğretmen rehber olarak öğrencilerin farklı düşünmeye yönelten sorular sorar. Öğrencilerin düşüncelerini rahatça ifade edebilecekleri demokratik sınıf ortamı oluşturulur. Öğrencilerin düşüncelerini gerekçelendirebilmelerine olanak sağlanır. Öğretmen öğrencileri araştırmaya yöneltir. (KEŞFETME/EXPLORE): Öğrenciler merceklerin odak uzaklığını bulalım etkinliğini yaparlar. Öğrenciler birbirine paralel ışın demetleri oluşturmak için tarağı açılan el fenerinin önüne koyarlar. İnce ve kalın kenarlı mercekleri, birer A4 kâğıdının merkezine sabitlerler. Öncelikle ince kenarlı merceğe birbirine paralel ışınlar gönderirler. İnce kenarlı mercekte kırılan ışınların toplandığı noktayı işaretlerler. Bu noktanın merceğin eksenine olan uzaklığını cetvelle ölçerler. Öğrenciler daha sonra kalın kenarlı merceğin asal eksenine paralel ışınlar gönderirler. Mercekte kırılan ışınların takip ettiği yolu kâğıt üzerine kalemle çizerler. Öğrenciler çizdikleri ışınların, ışığı gönderdikleri taraftaki uzantılarının kesiştiği noktayı bulurlar. Bu noktayı kalemle işaretlerler. İşaretlenen noktanın merceğe olan uzaklığını cetvelle ölçerler. (AÇIKLAMA/EXPLAIN): Paralel ışık ışınları ince kenarlı merceğe gönderildiğinde, ince kenarlı mercek ışınları bir noktada toplar. Bu noktaya ince kenarlı merceğin odak noktası adı verilir. Kalın kenarlı merceğe gönderilen paralel ışınları bir noktadan çıkıyormuş gibi dağılır. Bu noktaya kalın kenarlı merceğin odak noktası adı verilir.

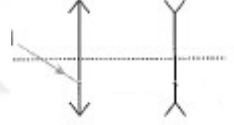
İnce ve kalın kenarlı mercekte iki odak noktası vardır. Odak noktası f harfi ile gösterilir.

(DERİNLEŞTİRME/ELABORATE): Öğrencilerden ince ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarına gönderilen ışınların izlediği yolları çizmeleri istenir.

(DEĞERLENDİRME/EVAULATE):

Öğrencilerden şekilde ince ve kenarlı mercekten oluşan sisteme I ışını şekildeki gibi gönderiliyor. I ışık ışını sistemi nasıl terk eder? sorusu cevaplamaları istenir.



III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

10. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	05-09 Ekim 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	Merceklerin Günlük Yaşam ve Teknolojideki Kullanım Alanları	

Önerilen Ders Saati:	2 Saat

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojiadaki kullanım alanlarına örnekler verir.
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	İnce Kenarlı Merceklerin Günlük Yaşamdaki Kullanım Alanları Kalın Kenarlı Merceklerin Günlük Yaşamdaki Kullanım Alanları
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	5E, Tartışma, Soru Cevap, Grup Çalışması, Deney
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Merceklerin Doğadaki Etkisini Gözlemleyelim. İnce kenarlı mercek, Cam parçaları, Büyüteç, Su dolu cam ve pet şişe, A4 kâğıdı
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Etkinlik Zamanı - 5 Merceklerin Doğadaki Etkisini Gözlemleyelim.
Özet:	(GİRİŞ/ENGAGE): Öğrencilere cam kırıklarının neden olduğu orman yangınlarının önüne geçebilmek için alınması gereken tedbirler nelerdir? sorusu yöneltilir. Farklı düşünen öğrenciler arası tartışma ortamı sağlanır. Öğretmen rehber olarak öğrencilerin farklı düşünmeye yönelten sorular sorar. Öğrencilerin düşüncelerini rahatça ifade edebilecekleri demokratik sınıf ortamı oluşturulur. Öğrencilerin düşüncelerini gerekçelendirebilmelerine olanak sağlanır. Öğretmen öğrencileri araştırmaya yöneltir. (KEŞFETME/EXPLORE): Öğrenciler Etkinlik Zamanı- 5 Merceklerin Doğadaki Etkisini Gözlemleyelim etkinliğini yaparlar. Öğrenciler Güneş ışınlarını ince kenarlı mercek yardımıyla kâğıt üzerinde bir noktaya düşürerek 5 dakika beklerler. Kâğıtta oluşan değişiklikleri gözlemlerler. Aynı işlemi büyüteç, cam ve plastik şişe için tekrarlarlar. Kâğıtta meydana gelen değişimleri gözlemlerler. Daha sonra öğrenciler etkinliğin yorumlayalım kısmında verilen kâğıda mercek ya da büyüteç tutulduğunda kâğıt neden tutuşmuştur? Cam kırıkları ve su dolu şişeler hangi merceğe benzer şekilde ışığı kırar? İnce kenarlı

	merceklerin doğada sebep olabileceği tehlikeler nelerdir? sorularını sınıf arkadaşları ile fikir alış verişi yaparak cevaplarlar. (AÇIKLAMA/EXPLAIN): İnce kenarlı mercekler daha büyük görüntü verirken, kalın kenarlı mercekler daha küçük görüntü oluşturur. İnce kenarlı merceğin kullanım alanları; fotoğraf makinesi, kamera, teleskop, büyüteç, mikroskop ve dürbün olarak sıralanabilir. Kalın kenarlı merceğin kullanım alanları ise fotoğraf makinesi, kamera, teleskop, mikroskop, el feneri ve kapı gözetleme deliği olarak sıralanabilir. (DERİNLEŞTİRME/ELABORATE): Öğrenciler merceklerin ışığı kırma özellikleri ve kullanım alanlarını dikkate alarak dürbün, teleskop, mikroskop, araba farlarında hangi mercek türü kullanıldığı ve sebebini açıklarlar? (DEĞERLENDİRME/EVALUATE): Öğrencilerden ince kenarlı ve kalın kenarlı merceklerin özellikleri ve kullanım alanları ile ilgili bir kavram haritası hazırlamaları istenir.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

11. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	12-16 Ekim 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	Aynaları Kullanarak Görüntüleme Aracı Tasarlama	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar.

	<i>Öncelikle tasarımı çizimle ifade etmesi istenir. İmkânlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir.</i>
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Aynalardan oluşan görüntüleme aracı
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	5E, Tartışma, Soru Cevap, Grup Çalışması, Deney
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Projeni Tasarla Düz Ayna, Çukur Ayna, Tümsek Ayna
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Projeni Tasarla
Özet:	(GİRİŞ/ENGAGE): Öğrenciler periskobun kullanımı ile ilgili hikâyeyi okurlar. Öğretmen periskopla ilgili bilgiler verir. Öğrencilerden periskop ya da periskop benzeri bir görüntüleme aracı yapmaları ister. Sınıf arkadaşları tarafından seçilen en iyi projenin Yıl Sonu Bilim Şenliğinde gösterime katılacağını belirtir. (KEŞFETME/EXPLORE): Öğrenciler Projeni tasarla etkinliğini yaparlar. Öğrenciler 4’ er kişilik gruplara ayrılır. Her grup kendi içerisinde grup lideri, yazıcı, tasarımcı, sunum yapan gibi görev dağılımı yapar. Öğrenciler kendilerine verilen düz ayna, çukur ayna ve tümsek aynayı kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlarlar. Öncelikle görüntüleme aracı ile ilgili bir çizim yaparlar. Daha sonra gerekli optik malzemeleri kullanarak bu yaptıkları çizimin modelini oluştururlar. Son olarak yaptıkları projenin sunumu yaparlar. (AÇIKLAMA/EXPLAIN): Öğrencilerin yapmış oldukları proje çalışmaları değerlendirilir. (DERİNLEŞTİRME/ELABORATE): Öğrenciler mikroskop, periskop ve teleskobun çalışma mekanizmaları ve kullanım alanlarını karşılaştırırlar. (DEĞERLENDİRME/EVALUATE): Öğrenciler 5. Ünite değerlendirme sorularını cevaplarlar. Ünite başlangıcında anahtar kelime ve kavramlara, ünite hazırlık sorularına verdikleri cevaplara yönelik yansıtma yaparlar.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

12. ETKİNLİK

I. BÖLÜM

Dersin Adı:	Fen Bilimleri	12-16 Ekim 2020
Sınıf:	7.Sınıf	
Ünite No-Adı:	5. Ünite: Işığın Madde ile Etkileşimi	
Konu:	Mercekleri Kullanarak Görüntüleme Aracı Tasarlama	
Önerilen Ders Saati:	2 Saat	

II. BÖLÜM

Öğrenci Kazanımları/Hedef ve Davranışlar:	F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar. <i>Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. İmkânlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir.</i>
Ünite Kavramları ve Sembolleri:	Ayna ve merceklerden oluşan görüntüleme aracı
Uygulanacak Yöntem ve Teknikler:	5E, Tartışma, Soru Cevap, Grup Çalışması, Deney
Kullanılacak Araç – Gereçler:	Projeni Tasarla İnce kenarlı mercek, Kalın kenarlı mercek
Açıklamalar:	-
Yapılacak Etkinlikler:	Projeni Tasarla
Özet:	(GİRİŞ/ENGAGE): Öğrenciler Anton van Leeuwenhoek’ un hayat hikâyesini okurlar. Öğretmen Leeuwenhoek’ un yaptığı mikroskopla ilgili bilgiler verir. Öğrencilerden Leeuwenhoek’ un yaptığı mikroskop benzeri bir görüntüleme aracı yapmaları ister. Sınıf arkadaşları tarafından seçilen en iyi projenin Yıl Sonu Bilim Şenliğinde gösterime katılacağını belirtir.

	(KEŞFETME/EXPLORE):Öğrenciler Projeni tasarla etkinliğini yaparlar. Öğrenciler 4’ er kişilik gruplara ayrılır. Her grup kendi içerisinde grup lideri, yazıcı, tasarımcı, sunum yapan gibi görev dağılımı yapar. Öğrenciler kendilerine verilen İnce kenarlı mercek, düz ayna, Kalın kenarlı mercek, çukur ayna ve tümsek aynayı kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlarlar. Öncelikle görüntüleme aracı ile ilgili bir çizim yaparlar. Daha sonra gerekli optik malzemeleri kullanarak bu yaptıkları çizimin modelini oluştururlar. Son olarak yaptıkları projenin sunumu yaparlar. (AÇIKLAMA/EXPLAIN): Öğrencilerin yapmış oldukları proje çalışmaları değerlendirilir. (DERİNLEŞTİRME/ELABORATE): Öğrenciler mikroskop, periskop ve teleskobun çalışma mekanizmaları ve kullanım alanlarını karşılaştırırlar. (DEĞERLENDİRME/EVAULATE): Öğrenciler 5. Ünite değerlendirme sorularını cevaplarlar. Ünite başlangıcında anahtar kelime ve kavramlara, ünite hazırlık sorularına verdikleri cevaplara yönelik yansıtma yaparlar.

III. BÖLÜM

Ölçme ve Değerlendirme:	Proje, çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular, kavram haritaları, doğru-yanlış, boşluk doldurma gibi farklı soru ve tekniklerden uygun olanı uygun yerlerde kullanılır.

EK İ. Araştırmada Kullanılan Etkinlikler

1.Etkinlik Işığın Soğurulması Tasarım Temelli Etkinlik-1

Ayşe akşama bir davete gideceğini hatırlayınca hemen giysi dolabına koştu. En sevdiği siyah, mavi ve beyaz tişörtler dolabında yoktu. Annesine tişörtlerin neden dolapta olmadığını sordu. Annesi tişörtleri yeni yıkadığını ve giymesinin mümkün olmadığını söyledi. Ayşe çamaşır ipinde asılı bulunan ıslak tişörtlerinin kurumasını beklemeye başladı. Tişörtlerin kuruyup kurumadığını 10 dakika arayla kontrol etmeye başladı. Ayşe'nin Beyaz, Siyah ve Mavi renkli tişörtlerinden acaba hangisi daha çabuk kuruyacak ve Ayşe'nin tedirgin bekleyişi son bulacaktı.



Resim 1. Yıkanmış Çamaşırlar

1. Yukarıda verilen olayda problem nedir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

2. Olayda geçen kavramlar ile ilgili (soğurulma, yansıtma) konularında bilgileriniz nelerdir? Açıklayınız?

.....

.....

.....

.....

Ayşe konuyu daha iyi anlamak için argümantasyon destekli bir deneyin tasarımı etkinliğini yapmaya karar verdi.

Siyah, beyaz ve yeşil kumaşlar ve termometreyi alarak deneyi yapmaya başladı.

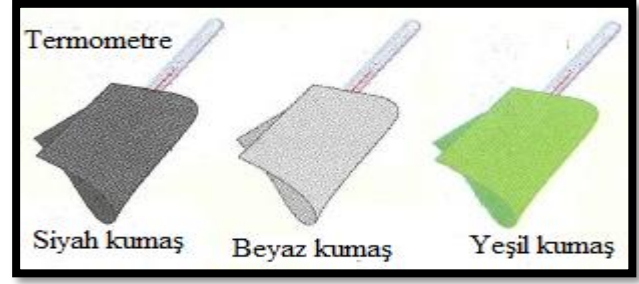
Işığın soğurulması ile ilgili bir deneyin tasarımı etkinliğine geçilir.

Işığın Soğurulması Deneyinin Tasarımı

Araç ve gereçleri kullanarak, ışığın soğurulması ile ilgili bir deney tasarımı hazırlayınız. Tasarladığınız deneyde yaptığınız her aşamayı nedeniyle birlikte açıklayınız. Tasarımınızda sizin için gerekli olacağını düşündüğünüz bilgileri ve bu bilgileri neden kullandığınızı açıklayınız.

Araç – Gereçler:

- 3 adet Termometre
- Siyah, Beyaz ve Yeşil kumaş
- Kronometre



Şekil 1. Farklı renkte kumaşlar

Deneyin Amacı:

.....

.....

.....

.....

Hipotez:

- a) Yeşil renkli kumaş Güneş ışığını daha çok soğurduğu için sıcaklık artışı en fazla olur.
- b) Siyah renkli kumaş Güneş ışığını daha çok soğurduğu için sıcaklık artışı en fazla olur.
- c) Beyaz renkli kumaş Güneş ışığını daha çok soğurduğu için sıcaklık artışı en fazla olur.

Desteklediğiniz Hipotezin Gerekçesi:

.....

.....

Deneyin Aşamaları:

- Öğrenciler termometrelerin dış yüzeylerini beyaz, siyah ve mavi renkte kumaş parçaları ile kaplarlar.
- Sarılı olan termometreleri Güneş ışığı alan bir yere bırakırlar.
- Kronometreleri çalıştırıp yarım saat beklerler.
- Hangi renk kumaşa sarılı bulunan termometre daha yüksek sıcaklığı gösterdiğini tespit ederler.

Veriler :

.....

.....

.....

Deneyin Sonucu:

.....

.....

.....

.....

Radyometre Yapımı

Fatih, Fen Bilimleri dersinde tüm enerji türlerinin kaynağının Güneş enerjisini olduğunu öğrenmişti. Enerjinin korunumu ile enerji türlerinin birbirine dönüşebileceğini hatırlamıştı. Fatih Güneş enerjisini diğer enerji türlerine nasıl dönüştürebilirim diye düşünmeye başladı. Güneş enerjisi hareket enerjisine dönüştürmek istiyordu. Fen Bilimleri öğretmeni bir radyometre tasarlayabilirsen amacına ulaşmış olacaksın, dedi. Fatih radyometreyi araştırıp gerekli malzemeleri hazırlayarak çalışmalara başladı.

1. Yukarıda verilen olayda problem ya da problemler nelerdir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

2. Olayda geçen kavramlar ile ilgili (Radyometre, ışığın soğurulması) konularında bilgileriniz nelerdir?

.....

.....

.....

.....

3. Problem yönelik geliştirilecek ürün için kriterleri belirleyiniz.

.....

.....

.....

.....

4. Probleme yönelik geliştirilecek ürün için sınırlılıkları belirleyiniz.

.....

.....

.....

.....

5. Problemle yönelik ihtiyaçları belirleyiniz. Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyaç vardır?

.....

.....

.....

.....

6. Problemin çözüme yönelik gerekli kaynaklardan araştırma yapınız.

.....

.....

.....

.....

7. Problemin çözümü için olası çözüm yolları geliştiriniz?

.....

.....

.....

.....

8. Probleme yönelik en iyi çözüm yolunu belirleyiniz?

.....

.....

.....

.....

9. Problemin çözümüne yönelik prototip (ilk örnek) bir model tasarlayınız? Prototip modeli test ediniz.



10. Problemin çözümüne yönelik tüm çözümleri test edip değerlendiriniz.

.....

.....

.....

.....

11. Probleme yönelik çözümünüzün sunumunu yapınız.

.....

.....

.....

.....

12. Geliştirdiğiniz modeli tekrar tasarlayarak son şeklini veriniz.



Bu deneyle ilgili düşünceleriniz nelerdir? İddianızı belirtiniz.

.....

.....

.....

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

.....

.....

.....

.....

2. Etkinlik Beyaz Işık Renk Çarkı Tasarım Temelli Etkinlik–2

Burak TV kanalında verilen ilginç bilgilerden oluşan bir program izliyordu. Televizyonda CD’yi Güneş ışığına tutan bir insan görünüyordu. CD üzerine Güneş ışığı düşünce kırmızı renkten mor bir renk dalgalanması olduğunu gözlemledi. Burak bu durumu deneyerek görmek istedi. Güneşli bir günde evden getirdiği CD’yi Güneş ışığına tutunca renk dalgalanması olduğunu gördü. Güneş ışığının rengini ve hangi renk bileşimlerden oluştuğunu merak etmişti. Bu olayın nedenini araştırarak bulmaya karar verdi.



Burak tüm renklerin birleşiminde hangi renk ya da renklerin oluşabileceğini merak ediyordu. Bunu öğrenmek için tüm renkleri kullanarak bir daire yapacak ve daireyi hızlı bir şekilde döndürerek oluşabilecek rengi tespit edecekti.

1.Yukarıda verilen olayda problemler nelerdir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

2.Olayda geçen kavramlar ile ilgili (Güneş ışığının rengi, Güneş ışığı hangi renklerin birleşiminden oluşur?) konularında bilgilerimiz nelerdir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

3. Probleme yönelik geliştirilecek ürün için kriterleri belirleyiniz.

.....

.....

.....

.....

4. Probleme yönelik geliştirilecek ürün için sınırlılıkları belirleyiniz.

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

5. Problemlerle yönelik ihtiyaçları belirleyiniz. Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyaç vardır? Açıklayınız.

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

6. Problemin çözümüne yönelik gerekli kaynaklardan araştırma yapınız.

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

7. Problemin özümü için olası çözüm yolları geliştiriniz.

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

8. Probleme yönelik en iyi çözüm yolunu belirleyiniz.

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

9. Problemin çözümüne yönelik prototip bir model tasarlayınız? Prototip modeli test ediniz.

10. Problemin çözümüne yönelik tüm çözümleri test edip değerlendiriniz.

.....

.....

.....

11. Probleme yönelik çözümünüzün sunumunu yapınız.

.....

.....

.....

12. Geliştirdiğiniz modeli tekrar tasarlayarak son şeklini veriniz.

Bu etkinlikle ilgili düşünceleriniz nelerdir? İddianızı belirtiniz.

.....

.....

.....

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

.....

.....

.....



Etkinlik 3: Cisimlerin Renkleri

Ahmet takım forması almak için bir spor mağazasına girdi. Mağazanın aydınlatması çeşitli ışıklarla yapılmıştı. Beğendiği bir formanın 4 farklı rengini de denedi. Hepsini de hoşuna gitmişti. Mağaza çalışanından izin isteyip formaları evde denemesi gerektiğini ve kararı ancak o zaman verebileceğini belirtti.



Resim 1. Takım Formaları

Mağaza çalışanları Ahmet'i tanıyorlardı. Ahmet evde formaları sırayla denemeye başladı. Ancak hiç birinin rengini beğenmemişti. Acaba yanlış formaları mı getirdim diye kendi kendine sordu? Mağazada beğendiği forma renklerini evde neden farklı algılamıştı. Işık ışığının renginin giysinin rengine etki edip etmeyeceğini merak etti. Araştırmalara başladı.

1. Yukarıda verilen olayda anlatılan problemler nelerdir? Açıklayınız.

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

2. Yukarıda verilen, ışığın rengi cismin rengini etkiler mi, konusu ile ilgili bilgileriniz nelerdir?

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

Işığın soğurulması ile ilgili Tahmin et- Gözle- Açıkla etkinliğine geçilir.

TGA Etkinliği: Cisimlerin Renkleri

<i>Tahmin-Gözlem-Açıkla Cisimlerin Rengi</i>
El feneri ve farklı renkli selofanlar kullanılarak farklı renkli ışıklar elde edilecektir. Farklı renkli ışıklar altında beyaz, yeşil, mavi ve kırmızı cisimler hangi renk görünürler?
TAHMİN: Kırmızı, mavi ve yeşil ışık altında beyaz, mavi, kırmızı ve yeşil renkli kalemler hangi renkte görünür? Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.
GÖZLEM: Kırmızı, mavi ve yeşil ışık altında beyaz, mavi, kırmızı ve yeşil renkli kalemler hangi renkte görüldüğünü belirleyiniz. Gözlemlerinizi not alınız.
AÇIKLAMA: Tahmininiz ile gözlemlerinizi karşılaştırınız. Görüşlerinizi tekrar değerlendiriniz. Tahminleriniz ile gözlemlerinizi uyumlu çıktı mı? Açıklayınız.

Ahmet cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görünmesi ile ilgili verilen boşluk doldurma etkinliğini yaptı. Sorularda verilen boşlukları doldururken arkadaşlarıyla bilimsel tartışmalar yaptı ve oturumu sonlandırdı.

-Beyaz ışıktaki beyaz cisim görünür. Beyaz ışıktaki mavi cisim görünür. Beyaz ışıktaki kırmızı cisim görünür. Beyaz ışıktaki yeşil cisim görünür.

-Kırmızı ışıktaki beyaz cisim görünür. Kırmızı ışıktaki mavi cisim görünür. Kırmızı ışıktaki yeşil cisim görünür. Kırmızı ışıktaki kırmızı cisim görünür.

-Yeşil ışıktaki kırmızı cisim görünür. Yeşil ışıktaki mavi cisim görünür. Yeşil ışıktaki beyaz cisim görünür. Yeşil ışıktaki yeşil cisim görünür.

-Mavi ışıktaki kırmızı cisim görünür. Mavi ışıktaki yeşil cisim görünür. Mavi ışıktaki mavi cisim görünür. Mavi ışıktaki beyaz cisim görünür.

Bu etkinliği göz önüne alarak cisimlerin renkli görünmesi ile ilgili düşünceleriniz nelerdir? İddianızı belirtiniz.

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

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

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

Etkinlik 4: Güneş Enerjisi İle İlgili Tasarım Temelli Etkinlik-3

İbrahim Fen Bilimleri dersinden proje ödevi almıştı. İbrahim'in proje ödevini yapabilmesi için aşağıda sıralanan cevaplaması gereken araştırma soruları bulunmaktaydı.

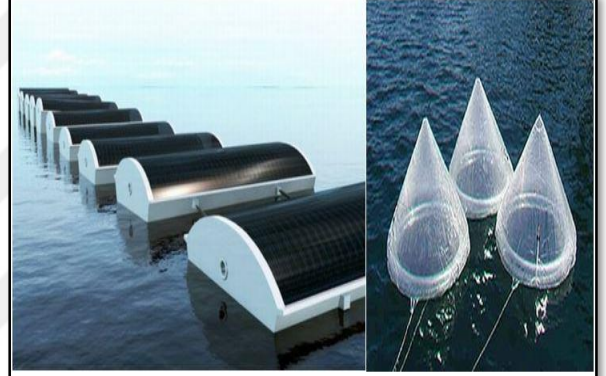
Güneş enerjisinin günlük hayattaki yenilikçi uygulamaları nelerdir?

Güneş enerjisinin önemi nedir?

Güneş enerjisi diğer enerji türlerine nasıl dönüştürülebilir?

Güneş enerjisi ile çalışan araba nasıl yapılabilir?

İbrahim'in bu araştırma sorularını cevaplaması ve Güneş enerjisi ile çalışan bir araç tasarlaması gerekiyordu.



1. Yukarıda verilen olayda problemler nelerdir? Açıklayınız.

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

2. Olayda geçen Güneş enerjisi, Güneş pili konularında bilgileriniz nelerdir?

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

3. Problemin çözüme yönelik gerekli kaynaklardan araştırma yapınız.

.....

.....

.....

4. Problemin çözümü için olası çözüm yolları geliştiriniz?

.....

.....

.....

5. Probleme yönelik en iyi çözüm yolunu belirleyiniz?

.....

.....

.....

6. Problemin çözümüne yönelik prototip bir model tasarlayınız? Prototip modeli test ediniz.



7. Problemin çözümüne yönelik tüm çözümleri test edip değerlendiriniz.

.....

.....

.....

8. Probleme yönelik çözümünüzün sunumunu yapınız.

.....

.....

.....

9. Geliştirdiğiniz modeli tekrar gözden geçirip tasarlayarak son şeklini veriniz.



Bu etkinliği göz önüne alarak düşünceleriniz nelerdir? İddianızı belirtiniz.

.....

.....

.....

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

.....

.....

.....

5. Etkinlik Farklı Aynalarda Görüntü

Mehmet'in evi hastaneye ve itfaiyeye çok yakındı. Mehmet sık sık ambulans ve itfaiyelerin siren seslerini duymakta ve bu araçlarla karşılaşmaktaydı. Yine bir gün okuldan eve dönerken ambulans ve itfaiye araçlarının park halinde beklediklerini gördü. Ancak araçların üzerindeki yazıların şekildeki gibi yazılmış olduğunu gördü. Emin olmak için tekrar tekrar baktıysa da yazılar bu şekildeydi. Bunun sebebini merak etti ve araştırmaya başladı. Acaba taşıtların üzerindeki bu yazılar neden böyle yazılmıştı?



Resim 1. Ambulans ve İtfaiye Araçlarındaki Yazılar

İTFAYE AMBULANS

1. Yukarıda verilen olayda anlatılan problemler nelerdir? Açıklayınız.

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

2. Olayda geçen kavramlar ile ilgili olarak ayna çeşitleri, aynalarda görüntü farklılıkları konularında bilgileriniz nelerdir? Açıklayınız.

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

Mehmet bir kalemin düz, çukur ve tümsek aynadaki görüntüsünü karşılaştırmak istiyordu. Bunun için kalemin düz, çukur ve tümsek aynadaki görüntüsünün özelliklerini inceledi. Etkinlik sonucunda edindiği bilgileri not aldı.



Argümantasyon ile desteklenmiş TGA etkinliği için hazır mısınız?

Aynalarda Görüntü Konusu ile İlgili Bir TGA Etkinliği

Tahmin-Gözlem-Açıkla AYNA ÇEŞİTLERİ

Kalemin düz ayna, tümsek ayna ve çukur aynadaki görüntüsünü inceleyelim.



Düz Ayna



Tümsek Ayna



Çukur Ayna

TAHMİN: Kalemin düz ayna, tümsek ayna ve çukur aynadaki görüntüsünün nasıl olabileceğini tahmin ediniz. Çizimle gösteriniz. Tahminlerinizi nedenleriyle birlikte yazınız.

GÖZLEM: Kalemin düz ayna, tümsek ayna ve çukur aynadaki görüntüsüne bakarak. Durumu gözlemleyiniz. Gözlemlerinizi çizimle gösterip görüntülerin özelliklerini açıklayınız.

AÇIKLAMA: Tahminleriniz doğru çıktı mı? Tahminleriniz ile gözlemlerinizi kıyaslayınız. Açıklamalarınızı aşağıda boş bırakılan alana yazınız.

Bu etkinliği göz önüne alarak düz, çukur ve tümsek aynada görüntü ile ilgili siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

.....

.....

.....

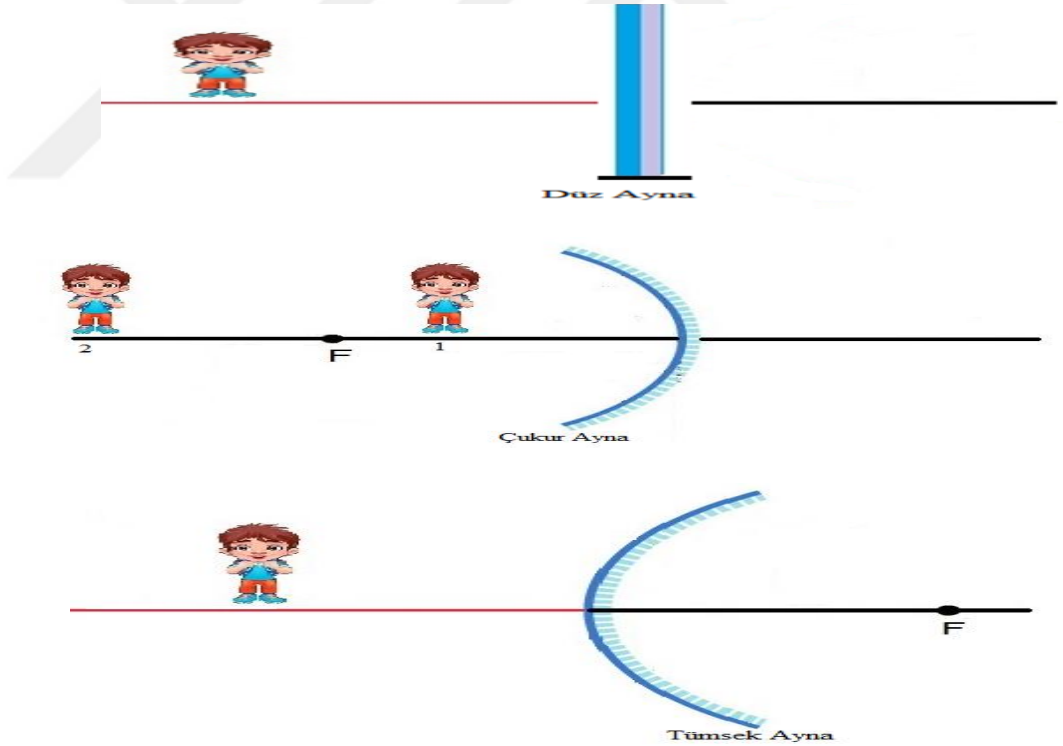
İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

.....

.....

.....

Ahmet son olarak ayna çeşitleri ile ilgili bir etkinlik yaptı. Etkinlikte Ahmet'in şekilde verilen öğrencinin üç farklı aynadaki görüntüsünün resmini çizmesi gerekiyordu. Ahmet kalemi alarak çizim yapmaya başladı.



6. Etkinlik Ayna Çeşitleri Kullanım Alanları

Ömer çevresindeki eşyalara karşı çok meraklı bir çocuktur. Aynada kendisine bakmayı çok seviyordu. Annesinin sabah makyaj yaparken kullandığı aynayı bir müddet inceledi. Babasının arabasının yan aynaları ve dikiz aynasında kendi görüntüsüne baktı. Yolların kenarında bulunan ve geçenlerde alış veriş için gittiği bir süpermarketteki aynalar da çok dikkatini çekmişti. Günlük hayatta bu kadar çok ve farklı ayna olması aslında biraz kafasını karıştırmıştı. Ayna çeşitleri ve kullanım alanları ile ilgili niçin o alanda kullanıldıkları ile ilgili bir araştırma yapmaya karar verdi.



Resim 1. Makyaj aynası



Resim 2. Araç aynaları



Resim 3. Güvenlik aynaları

1. Yukarıda verilen durumda anlatılan problemler nelerdir? Açıklayınız.

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

2. Olayda geçen kavramlar ile ilgili ayna, ayna çeşitleri, aynaların kullanım alanları konularında bilgileriniz nelerdir? Açıklayınız.

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

Ömer aynaların kullanım alanlarını pekiştirmek için bir etkinlik yapmaya karar verdi. Etkinlikte aynalar ve kullanım alanlarıyla ilgili bilgiler verilecek Ömer verilen bilgilerin doğru olup olmadığını belirtecek ve ilgili alanda aynanın kullanılma nedenini açıklayacaktı. Ömer bu amaçla *Aynaların Kullanım Alanları İlgili Argümantasyon Destekli İfadeler* etkinliğini yapmaya başladı.

Aynaların Kullanım Alanları İfadeler Tablosu

İfadeler	Doğru	Yanlış	Düşüncenizi Destekleyen Nedenler
 Dişçilerde düz ayna kullanılır.			
 Arabaların dikiz aynasında tümsek ayna kullanılır.			
 Lavabolarda düz ayna kullanılır.			
 Teleskopta Düz ayna kullanılır.			

 Araba altı kontrol cihazlarında çukur ayna kullanılır.			
 Kuaförlerde düz ayna kullanılır.			
 Makyaj aynalarında çukur ayna kullanılır.			
 Mağaza güvenliğini sağlamak amacıyla Çukur ayna kullanılır.			

Ömer'in aynaların kullanım alanlarını ilgili yerlere yerleştirmesi gerekmektedir. Ömer'e yardımcı olarak, ayna türlerini altında boş bırakılan alana aynaların kullanım alanlarını yazabilir misiniz?



Düz Ayna

.....



Tümsek Ayna

.....



Çukur Ayna

.....

Bu etkinliği göz önüne alarak düz, çukur ve tümsek aynanın kullanım alanları ile ilgili siz ne düşünöyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

.....

.....

.....

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

.....

.....

.....



7. Etkinlik Işığın Kırılması

Aslı görsel sanatlar dersinde resim yapıyordu. Arkadaşı Merve şaka amacıyla Aslı'nın boya kalemlerini su dolu bardağa bıraktı. Belirli bir süre sonra içinde su dolu olan bardağa karşıdan bakınca çok şaşırdı. Kalemler kırılmış gibi görünüyordu. Bu olayı sebebini kendi aralarında konuşmaya başladılar. Acaba su içerisindeki kalemler neden kırılmış gibi görünüyordu?



Resim 1. Su dolu bardak içerisindeki kalemler

1. Yukarıda verilen olayda geçen problemler nelerdir? Açıklayınız.

.....

.....

.....

2. Yukarıda verilen durumda geçen kavramlar ile ilgili (kırılma, Normal, gelme açısı, yansıma açısı) konularında sahip olduğunuz bilgileriniz nelerdir?

.....

.....

.....

Işığın Kırılması Bir Deneyin Tasarımı

Aşağıdaki malzemeleri kullanarak, ışığın kırılması ile ilgili bir deney tasarlayınız. Tasarladığınız deneyde yaptığınız her aşamayı nedeniyle birlikte açıklayınız. Deneyinizi tasarlarken sizin için gerekli olan bilgileri ve bu bilgileri neden kullandığınızı açıklayınız.

Araç – Gereçler:

- Lazer
- Beyaz A₄ kâğıdı
- Kalın cam blok

Deneyin Amacı:

.....

.....

Hipotez:

- d) Işık cam bloktan önce, cam bloğun içerisinde ve bloktan sonra yön ve doğrultu değiştirmeden doğru bir şekilde ilerler.
- e) Işık cam bloğun içerisine geçerken ve cam bloktan dışarı çıkarken yön ve doğrultu değiştirir.
- f) Işık cam bloğa geçmeden geri döner.

Desteklediğiniz Hipotezin Gerekçesi:

.....

.....

Deneyin Aşamaları:

- Perdeleri kapatılarak karanlık bir sınıf ortamı oluşturulur.
- Masanın üzerine A₄ kâğıdını yerleştirilir. Cam blok A₄ kâğıdının ortasına yerleştirilir.
- Lazer cam bloğa 90° den farklı bir açı ile 10 cm' lik mesafeden tutulur.
- Işığın cam bloktan önce, cam bloğun içerisinde ve cam bloktan çıktıktan sonra izlediği yol gözlemlenir.

Etkinlikteki gözlemlerinizin çizimini yapınız.

Deneyin Sonucu:

.....

.....

.....

Bu deneyi göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

.....

.....

.....

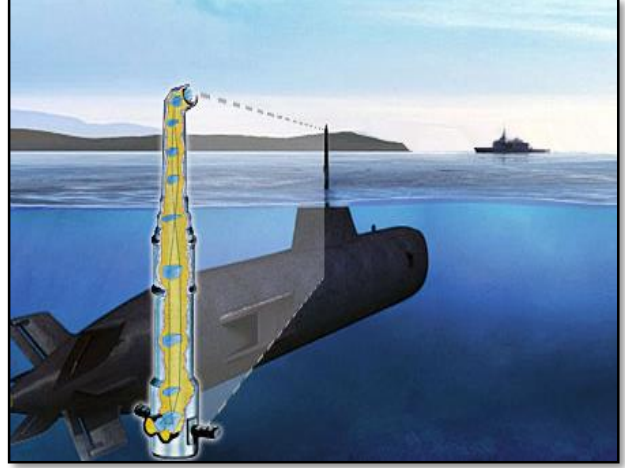
İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

.....

.....

8.Etkinlik Aynalar Görüntüleme Aracı Tasarım Temelli Etkinlik - 4

Ahmet, TV de 1. Dünya savaşı ile ilgili bir belgesel izliyordu. Belgeselde denizaltıların Türk gemilerini batırmaya çalıştığından bahsediliyordu. Türk denizcileri top atışlarıyla denizaltıları etkisiz hale getirmeye çalışıyor, İngiliz denizaltıları da Türklere, İstanbul ve Çanakkale'den yardım gelmesini engellemeye çalışıyorlardı. Türk denizcileri dikkatli bir şekilde



denizaltıları arıyorlardı. Gözcü; su yüzeyinde bir periskop var diye bağırmaya başladı. Bunun üzerine topçu birlikleri denizaltıyı top atışına tutarak etkisiz hale getirdiler. Ahmet denizaltı ve periskobu çok merak etmişti. Periskop denizaltıda kullanılıyor olmalı diye düşündü. Yaptığı araştırmalar sonucunda evde kendi şartlarında bir periskop yapabileceğini öğrendi. Periskopta hangi aynaları kullanmalıyım? Nasıl bir tasarım yapalım diye düşündü? Ahmet periskop yapacağı için çok heyecanlıydı.

1. Yukarıda verilen olayda problemler nelerdir? Açıklayınız.

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

2. Olayda geçen kavramlar ile ilgili (Periskop) konularında bilgilerimiz nelerdir?

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

3. Problem yönelik geliştirilecek ürün için kriterleri belirleyiniz.

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

4. Probleme yönelik geliştirilecek ürün için sınırlılıkları belirleyiniz.

.....
.....

5. Problemle yönelik ihtiyaçları belirleyiniz. Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyaç vardır? Açıklayınız.

.....

.....

.....

6. Problemin çözüme yönelik gerekli kaynaklardan araştırma yapınız.

.....

.....

.....

7. Problemin çözümü için olası çözüm yolları geliştiriniz? Açıklayınız.

.....

.....

.....

8. Probleme yönelik en iyi çözüm yolunu belirleyiniz?

.....

.....

.....

9. Problemin çözümüne yönelik prototip bir model tasarlayınız? Prototip modeli test ediniz.

10. Probleme yönelik çözümünüzün sunumunu yapınız.

.....

.....

.....

11. Geliştirdiğiniz modeli tekrar tasarlayarak son şeklini veriniz.



Bu etkinliği göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

.....

.....

.....

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

.....

.....

.....

9. Etkinlik Merceklerde Işığın Kırılması

Neslihan evde kullanılan gözlük ve büyüteç gibi tüm optik araçları topladı. Optik araçlara gözlükçüden almış olduğu ince ve kalın kenarlı mercekleri de ekledi. Neslihan optik araçlarla ilgili olarak şu soruların cevabını merak ediyordu:

Optik araçlar çukur ayna, tümsek ayna ve prizmalar gibi ışığı kırar mı?

Işık bu optik araçlarda kırılırsa kırıldıktan sonra nasıl bir yol izler?

Neslihan, bahçeye çıkarak bu optik araçları sırayla Güneş ışığına tuttu ve gözlemlerini not aldı.



Şekil 1. İnce Kenarlı Mercekler



Şekil 2. Kalın kenarlı mercekler

1. Yukarıdaki olayda anlatılan problemler nelerdir? Tanımlayınız.

.....

.....

.....

2. Verilen durumda geçen ince kenarlı mercek, kalın kenarlı mercek, ışığı toplama, ışığı dağıtma kavramlar ile ilgili konularda bilgileriniz nelerdir?

.....

.....

.....

Merceklerde Işığın Kırılması Bir Deneyin Tasarımı

Size verilen materyalleri kullanarak, merceklerde ışığın kırılması ile ilgili bir deney hazırlayınız. Oluşturduğunuz deneyde yaptığınız her aşamayı açıkça belirtiniz. Deneyinizi tasarlarken sizin için gerekli olan bilgileri ve bu bilgileri neden kullandığınızı açıklayınız.

Araç – Gereçler:

- Gözlük camı
- Siyah mukavva
- Plastik tarak
- El feneri
- İnce kenarlı mercek
- Büyüteç

- Kalın Kenarlı Mercek
- Cetvel

Deneyin Amacı:

.....

.....

.....

Hipotez:

- Her iki tür mercekte ışığı bir noktada toplayacak şekilde kırar.
- İnce kenarlı mercek ışığı bir noktadan çıkıyormuş gibi dağıtırken kalın kenarlı mercek ışığı bir noktada toplayacak şekilde kırar.
- İnce kenarlı mercek ışığı bir noktada toplayacak şekilde kırarken kalın kenarlı mercek ışığı bir noktadan çıkıyormuş gibi dağıtır.

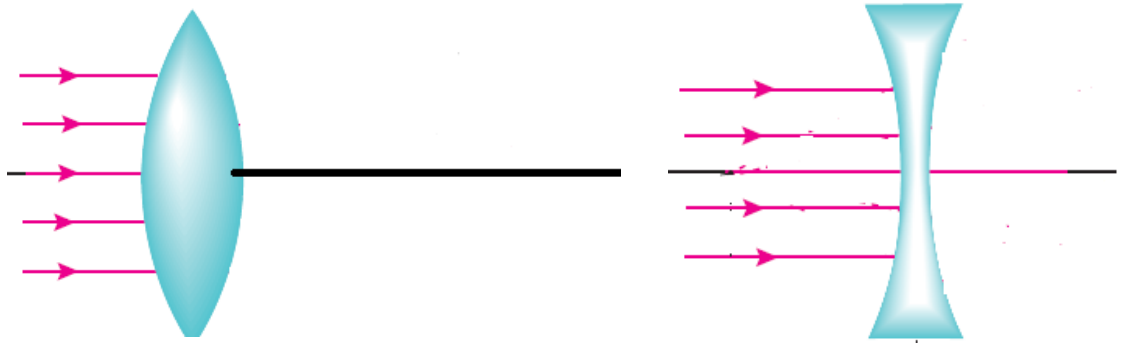
Desteklediğiniz Hipotezin Gerekçesi:

.....

.....

Deneyin Aşamaları:

- Sınıfın perdeleri kapatılarak karanlık bir sınıf ortamı oluşturulur.
- El fenerinin ön yüzüne plastik tarak yerleştirilerek paralel ışık demetleri oluşturulur.
- Etkinlik siyah mukavva üstünde yapılarak ışık demetlerinin daha net görülmesini sağlanır.
- Paralel ışınlar sırasıyla büyüteç, ince kenarlı mercek, gözlük camı ve kalın kenarlı mercek üzerine tutulur. Her bir cisim için ışık demetleri gözlemlenir.
- Işık demetlerinin merceklerden geçtikten sonra izlediği yollar çizilir.



Veriler :

.....

.....

.....

Deneyin Sonucu:

.....

.....

.....

.....

Bu deneyi göz önüne alarak ışığın ince ve kalın kenarlı mercekte kırılması ile ilgili ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

.....

.....

.....

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

.....

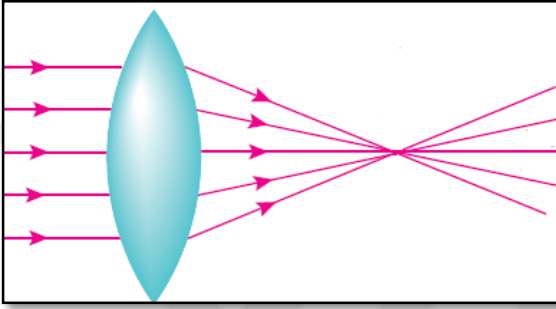
.....

.....

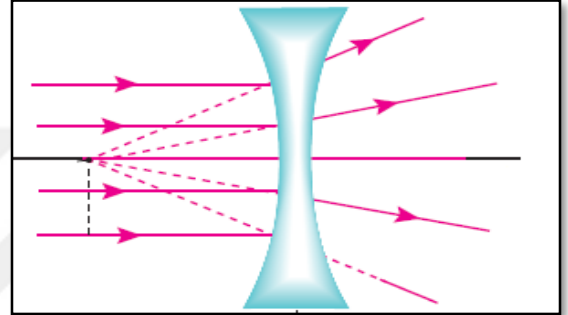
.....

10. Etkinlik Merceklerde Odak Noktası

Ali bilim ve fene çok meraklı bir öğrenciydi. Derste öğrendiği konularla ilgili evde deneyler yapıyordu. Ali ışık ünitesinde yer alan ince ve kalın kenarlı merceklerle ilgili bir deney yapmaya karar verdi. Ali ince ve kalın kenarlı mercek temin ederek çalışma odasına geçti. Deney öncesinde kafasında bir sürü soru işareti vardı. Hangi mercek ışığı toplar? Hangi mercekler ışığı dağıtır? Merceğin ışığı topladığı bu nokta nasıl isimlendirilebilir? Merceklerin ışığı topladığı noktayı nasıl tespit edebiliriz? Ali kafasındaki bu sorulara cevap arıyordu. Ali mercekleri alarak deney yapmaya koyuldu.



Şekil 1. İnce kenarlı merceğe gelen ışınlar



Şekil 2. Kalın kenarlı merceğe gelen ışınlar

1. Yukarıdaki olayda anlatılan problemler nelerdir? Tanımlayınız.

.....

.....

.....

2. Verilen durumda geçen ince kenarlı mercek, kalın kenarlı mercek, ışığı toplama, ışığı dağıtma, odak noktası kavramları ile ilgili konularda bilgileriniz nelerdir?

.....

.....

.....

Mercekler İle Bir Deney Tasarımı

Verilen malzemeleri kullanarak, merceklerde ışığın kırılması ile ilgili bir deney hazırlayınız. Tasarladığınız etkinlikte yaptığınız her aşamayı nedenleriyle detaylıca açıklayınız. Deneyinizi tasarlarken gerekli bilgileri ve bu bilgileri neden kullandığınızı açıklayınız.

Araç - Gereçler:

- A4 kâğıdı
- İnce kenarlı mercek

- Plastik tarak
- El feneri
- Kalem
- Cetvel
- Kalın Kenarlı Mercek

Deneyin Amacı:

.....

.....

.....

Hipotez:

- d) İnce kenarlı ve kalın kenarlı merceğin bir odak noktası vardır.
- e) Sadece ince kenarlı merceğin odak noktası vardır.
- f) Sadece kalın kenarlı merceğin odak noktası vardır.

Desteklediğiniz Hipotezin Gerekçesi:

.....

.....

Deneyin Aşamaları:

- Birbirine paralel ışın demetleri oluşturmak için tarak açılan el fenerinin önüne konulur.
- Mercekler A4 kâğıdının merkezine yerleştirilir.
- Öncelikle paralel ışınlar ince kenarlı merceğe gönderilir. İnce kenarlı mercekte kırılan ışınların toplandığı nokta işaretlenir. Bu noktanın merceğin merkezine olan uzaklığı cetvelle ölçülür.
- Son olarak paralel ışınlar kalın kenarlı merceğe gönderilir. Kırılan ışınların izlediği yol kâğıt üzerine kalemle çizilir. Çizilen ışınların, ışığı gönderdikleri taraftaki uzantılarının kesiştiği nokta bulunur. Bu nokta kalemle işaretlenir. İşaretlenen noktanın merceğe olan uzaklığı cetvelle ölçülür.

Veriler :

.....

.....

.....

Sonuç:

.....

.....

.....

Bu deneyi göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

.....

.....

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

.....

.....

.....

.....



11. Etkinlik: Merceklerin Kullanım Alanları

Serap ile Selçuk okulda öğrendiklerini pekiştirmeye yönelik merceklerle ilgili bir oyun oynamaya karar verdiler. Oyunda Serap ve Selçuk sırasıyla merceklerin günlük hayattaki kullanım alanları ile ilgili birbirlerine sorular yönelteceklerdi.

Oyunun kuralına göre her doğru cevaba 5 puan verilecek, her yanlış cevapta ise 2 puan kesilecek oyun sonuna kadar en çok puanı toplayan oyunu kazanacaktı. İlk soruyu Serap sordu:



Resim 2 Merceklerin kullanım alanları

Serap: Hipermetrop (yakını net görememe) göz kusuru hangi mercek kullanılarak düzeltilir?

Selçuk: İnce kenarlı mercek

Selçuk oyunun hemen başında soruyu doğru cevaplayarak 5 puanı almıştı.

1. Yukarıda anlatılan olayda problemler nelerdir? Açıklayınız.

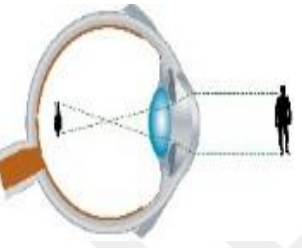
.....
.....
.....

2. Yukarıda verilen olayda geçen ince kenarlı mercek ve kalın kenarlı mercek kavramları ile bunların günlük hayattaki kullanım alanları ile ilgili bilgileriniz nelerdir?

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

Oyunu 7 puan farkla Selçuk kazanmıştı. Serap ile Selçuk merceklerin kullanım alanlarını daha iyi pekiştirmek için farklı bir etkinlik daha yapmaya karar verdi. Etkinlikte Selçuk merceklerin kullanım alanlarıyla ilgili bilgiler verilecek Serap da verilen bilginin doğru olup olmadığını belirtecek ve ilgili alanda merceğin kullanıma nedenini açıklayacaktı. Böylece Merceklerin Kullanım Alanları İlgili Argümantasyon Destekli İfadeler Tablosu etkinliğine geçildi.

Merceklerin Kullanım Alanları İfadeler Tablosu

İfadeler	Doğru	Yanlış	Düşüncenizi Destekleyen Nedenler
 El fenerinde kalın kenarlı mercek kullanılır.			
 Miyop uzağı görememe göz kusurunda ince kenarlı mercek kullanılır.			
 Büyüteçte kalın kenarlı mercek bulunur.			
 Kapı gözetleme deliğinde kalın kenarlı mercek kullanılır.			
 Dürbünde ince kenarlı mercek kullanılır.			

 Kamera ve teleskopta hem ince kenarlı hem kalın kenarlı mercek kullanılır.			
Antikacı, kuyumcu ve saat tamircisi gibi meslekler kalın kenarlı merceklerin kullanıldığı aletlerden yararlanırlar.			

Bu etkinliği göz önüne alarak ince ve kalın kenarlı merceklerin kullanım alanları ile düşünceleriniz nelerdir? İddianızı belirtiniz.

.....

.....

.....

İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

.....

.....

.....

.....

12. Etkinlik Mercekler Görüntüleme Aracı Tasarım Temelli Etkinlik - 5

Ali astronomi bilimine çok fazla ilgi duyuyordu. Havanın açık olduğu günlerde gökyüzünü inceliyor, gözlemleri ile ilgili çizimler yapıyor, notlar alıyordu. Günlerden bir gün Ali haber bülteninde yeni bir gezegen keşfedildiği haberini duydu. Haberde; Dünya'dan yaklaşık 60 ışık yılı uzakta, büyük bir kısmı sudan oluşan gezegenin varlığının keşfedildiği söyleniyordu. *Pi Mensae c* adı verilen gezegen yörüngesindeki yıldızın yakınlığından, yoğun



radyasyon nedeniyle gezegende bulunan suyun sürekli buharlaşma halinde olduğunu tahmin ediliyordu. Haberi duyan Ali'nin bu gezegene karşı merakı gittikçe artmıştı. Akşam olunca gökyüzünü gözlemlemeye başladı. Ali bu gezegeni gözlemlemek istiyordu. Ali ne kadar gözlem yaptıysa da bu gezegeni görememişti. Keşke bu gezegeni gösterebilecek bir aracım olsaydı, dedi. Evde bir teleskop yaparak gökyüzünü tekrar incelemek bu gezegeni gözlemlemek için çalışmalara başladı.

1. Yukarıda verilen olayda problemler nelerdir? Açıklayınız.

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

2. Olayda geçen Teleskop ve mercek kavramları ile ilgili konularında bilgileriniz nelerdir? Açıklayınız.

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

3. Söz konusu probleme yönelik geliştirilecek ürün için kriterleri belirleyiniz.

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

4. Probleme yönelik geliştirilecek ürün için sınırlılıkları belirleyiniz.

.....
.....
5. Problemle yönelik ihtiyaçları belirleyiniz. Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyaç vardır? Açıklayınız.

.....
.....
.....
6. Problemin çözüme yönelik gerekli kaynaklardan araştırma yapınız.

.....
.....
.....
7. Problemin çözümü için olası çözüm yolları geliştiriniz?

.....
.....
.....
8. Probleme yönelik en iyi çözüm yolunu belirleyiniz?

.....
.....
.....
9. Problemin çözümüne yönelik prototip bir model tasarlayınız? Prototip modeli test ediniz.

10. Problemin çözümüne yönelik tüm çözümleri test edip değerlendiriniz.

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

11. Probleme yönelik çözümünüzün sunumunu yapınız.

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

12. Geliştirdiğiniz modeli tekrar tasarlayarak son şeklini veriniz.

Bu etkinliği göz önüne alarak siz ne düşünüyorsunuz? İddianızı belirtiniz.

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

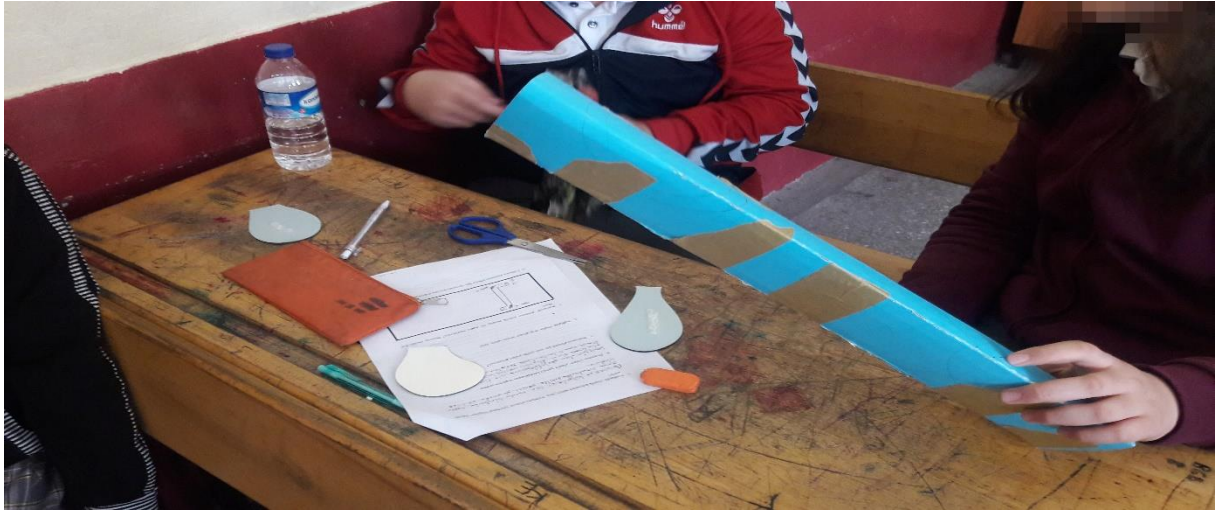
İddianızın gerekçelerini belirtiniz?

.....
.....

EK J. Sınıf İçi Öğretim Uygulamalarına Yönelik Fotoğraflar







ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Ramazan DEMİREL

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans :Selçuk Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü, 2004-2008

Yüksek Lisans : Necmettin Erbakan Üniversitesi, İlköğretim Anabilim Dalı, 2011-2013

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Meram Çumralıoğlu İmam hatip Ortaokulu / Müdür Yardımcısı
2. Bozkır Merkez Cumhuriyet Ortaokulu / Okul Müdürü

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler

1. Demirel, R. ve Özcan, H., 2021. Argümantasyon destekli fen ve mühendislik uygulamalarının 7. Sınıf öğrencilerinin ışık konusuna yönelik başarılarına etkisi, Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5(1), 100-111.