

**BİLİM UYGULAMALARI DERSİNDE STEM ALANLARI TEMELİNDE
BİR ÖĞRETİM TASARIMI DENEYİMİ**

Asuman OKKA

OCAK 2019

**BİLİM UYGULAMALARI DERSİNDE STEM ALANLARI TEMELİNDE
BİR ÖĞRETİM TASARIMI DENEYİMİ**

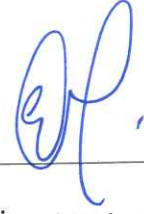
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ASUMAN OKKA

**EĞİTİM TEKNOLOJİSİ DALINDA
YÜKSEK LİSANS DERECESESİ İÇİN GEREKLİ ÇALIŞMALAR YERİNE
GETİRİLMİŞTİR**

OCAK 2019

Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nün Onayı,



Dr. Öğr. Üyesi Enisa MEDE
Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak gerekli çalışmaları yerine getirdiğini onaylıyorum.



Dr. Öğr. Üyesi Yavuz SAMUR
Kordinatör

Okuduğumuz bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak onaylanması, düşüncelerimize göre, amaç ve kalite olarak tamamen uygundur.



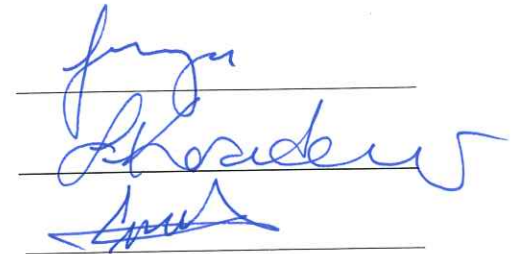
Prof. Dr. Şirin KARADENİZ
Tez Danışmanı

Komite Üyeleri

Prof. Dr. Feza Orhan (YTÜ, BÖTE)

Prof. Dr. Şirin Karadeniz (BAU, BÖTE)

Dr. Öğr. Üyesi Gürsu Aşık (BAU, EBF)



Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.

Ad, Soyad

: Asuman OKKA

İmza



ÖZ

BİLİM UYGULAMALARI DERSİNDE STEM ALANLARI TEMELİNDE BİR ÖĞRETİM TASARIMI DENEYİMİ

Okka, Asuman

Yüksek Lisans, Eğitim Teknolojisi Yüksek Lisans Programı

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Şirin KARADENİZ

Ocak 2019, 250 sayfa

Dünyada eğitim sistemlerindeki paradigma değişimlerine paralel olarak Türkiye’de de STEM eğitimi ile ilgili adımlar atılmaya başlanmıştır. Yakın gelecekte tüm K-12 seviyelerinde STEM eğitimi yaklaşımının eğitim sistemimize dahil olacağı söylenebilir.

Bu gelişmeler doğrultusunda gerçekleştirilen araştırma, ortaöğretim seviyesinde STEM eğitimi yaklaşımı hakkında hem öğrencilere hem de öğretmenlere deneyim kazandıracak bir öğretim tasarımının etkilerini inceleyen bir eylem araştırmasıdır. Farklı alanlardan (fizik, kimya, biyoloji, matematik ve görsel sanatlar) beş öğretmen ve bir ölçme-değerlendirme uzmanıyla birlikte araştırmacı aynı zamanda uygulayıcı olarak sürecin içinde yer almış, ekip olarak belirlenen bir sorun alanı için çözüm üretmeye çalışmıştır.

Öğretim tasarımının teması fen ve matematik alanlarının müfredat konularıyla, gerçek yaşamla ve sanatla bağlantılı olan “fotoğraf”tır.

Öğretim tasarımının pilot uygulaması 2015-2016 akademik yılında İstanbul’da bir özel okulunun 10.sınıf seviyesindeki $N = 4$ öğrencinin katılımıyla ders dışı etkinlik olarak uygulanmıştır. Asıl uygulama 2016-2017 akademik yılında fen lisesi 10.sınıf seviyesindeki 11 kız ve 13 erkek olmak üzere toplam $N = 24$ öğrenci ile ile Bilim Uygulamaları dersi kapsamında 14 hafta süreyle, 16 ders saatinde gerçekleştirilmiştir.

Bu araştırma birbirinden farklı nitelikte uygulamalar içermektedir. Dolayısıyla çok sayıda ve farklı nitelikte veri toplama aracı kullanılmıştır. Verilerin analizinde ağırlıklı olarak nitel analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır. Araştırmada nicel veriler de elde edilmiştir. Bu veriler daha çok nitel verileri desteklemek amacıyla kullanılmıştır.

Elde edilen bulgulara göre, katılımcıların uygulama öncesi beklentileriyle, uygulama sonrası yaşadıkları deneyime ilişkin görüşleri öğretim tasarımının hem öğrencilere hem de öğretmenlere yönelik hedefleriyle örtüşmektedir.

Bu araştırmada tüm STEM alanları ve sanatı Bilim Uygulamaları dersinde entegre eden bir model oluşturulmuştur. Kullanılan modelin etkilerini inceleyen araştırmanın literatüre katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Entegre STEM Eğitimi, Bilim Uygulamaları Dersi, STEAM, Ortaöğretim, Disiplinler Arası Bağlantı

ABSTRACT

THE EXPERIENCE OF A TEACHING DESIGN BASED ON STEM FIELDS IN SCIENCE PRACTICES COURSE

Okka, Asuman

Master's Thesis, Master's Program in Educational Technology

Supervisor: Prof. Dr. ŞİRİN KARADENİZ

January 2019, 250 pages

Parallel to the paradigm shift in education systems in the world, steps related to STEM education have begun to be taken in Turkey. In the near future, it can be said that STEM Education approach will be included in our education system at all K-12 levels. The research that has been developed in line with these trends is studies the effects of a instructional design that will help both teachers and students gain experience about the STEM training approach. The researcher also took part in the process as a practitioner and tried to find solutions for a problem area identified as a team together with five teachers from different fields (physics, chemistry, biology, mathematics and visual arts) and a measurement-evaluation expert.

The theme of the instructional design is “photography”, which is related to the curriculum topics of science and mathematics, real life and art.

The pilot study of the instructional design was implemented as an after school activity with $N = 4$ students in the 10th grade of a private school in Istanbul in the 2015-2016 academic year. The main application of the research took place in the 2016-2017 academic year with $N = 24$ high 10th grade Science High school students (11 girls and 13 boys). It was carried out within the framework of The Science Practices Course in 16 hours in a 14-week period.

This research includes various applications that differ in nature. Thus, various different devices of data collection have been used. Qualitative analysis methods were mainly used for data analysis. Quantitative data has also been acquired in the research. This type of data has been used to reinforce the qualitative data.

According to the findings, the pre-application expectations of the participants and their opinions about their experience after the application were consistent with the goals of the instructional design for both students and teachers.

In this research, a model which integrates all STEM fields and art in Science Practices course has been created. It is believed that this study examining the effects of the model used will contribute to the literature.

Keywords: Integrated STEM Education, Science Practices Course, STEAM, High School Level, Interdisciplinary Link

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının her aşamasında önemli bilimsel katkı ve tavsiyelerde bulunan, yaratıcı fikirler veren ve bana güvenen değerli hocam Prof. Dr. Şirin KARADENİZ'e; tez jürisi olarak davetimizi kabul eden ve görüşleriyle çalışmama katkıda bulunan saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Feza Orhan ve Dr. Gürsu Aşık'a; biricik dostum olmasının ötesinde çalışmam sırasında ihtiyacım olan her an yanımda olan mükemmel ekip arkadaşım Arzu KIRMIZIOĞLU'na; tasarım sürecinde çıkmaza düştüğüm yerlerden beni profesyonelce çıkararak ölçme-değerlendirme uzmanı ve sevgili iş arkadaşım Erim KOÇYİĞİT'e; beni destekleyen, cesaretlendiren bölüm başkanım Gülsen İNCEKARA'ya ve çok geniş bir zamana yayılan bu çalışmada saatlerini ve emeklerini içtenlikle harcayan öğretmen arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, benden manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, bana her zaman inanan annem Zeliha YAĞCI'ya ve eşim Hasan OKKA'ya yanımda oldukları ve bana güvendikleri için; oğlum Asaf Güven OKKA'ya küçük yaşına rağmen ben çalışırken gösterdiği sabır ve olgunluk için tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

İNTİHAL	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ	xvi
RESİMLER LİSTESİ	xvii
KISALTMALAR LİSTESİ	xviii
Bölüm 1: Giriş	1
1.1 Problem Durumu	4
1.2 Araştırmanın Amacı	6
1.3 Araştırma Soruları	7
1.4 Araştırmanın Önemi	7
1.5 Tanımlar	8
Bölüm 2: Alan Yazın Taraması	9
2.1 STEM Eğitimi Yaklaşımı	9
2.1.1 Entegre (Bütünleşik) STEM Eğitimi	12
2.2 K-12 Öğretim Programlarının Yeni Parçası: Mühendislik.....	20
2.3 Türkiye’de STEM Eğitimi.....	25
2.4 STEAM.....	27
2.5 STEM Eğitimi ile İlgili Araştırmalar.....	29
Bölüm 3: Yöntem	35
3.1 Araştırmanın Modeli	35
3.2 Araştırmacının Rolü.....	37
3.3 Çalışma Grubu.....	38
3.3.1 Öğrenciler.....	38
3.3.2 Öğretmenler.....	39
3.4 Veri Toplama Araçları	41
3.4.1 STEM Alanları Anketi (STEMAA).....	42

3.4.2	Beklenti Değerlendirme Formu (BDF).....	43
3.4.3	Konu Değerlendirme Formları (KDF).....	43
3.4.3.1	Üçgenlerde Benzerlik Konusu	44
	Değerlendirme Formu (ÜBKDF)	
3.4.3.2	Optik Konusu Değerlendirme Formu (OKDF).....	44
3.4.3.3	Göz Nasıl Görür? Konusu.....	44
	Değerlendirme Formu (GKDF)	
3.4.3.4	Camera Obscura Konusu.....	45
	Değerlendirme Formu (COKDF)	
3.4.3.5	Resim ve Teknoloji Konusu.....	45
	Değerlendirme Formu (RTKDF)	
3.4.4	Deney Raporu.....	45
3.4.5	Mühendislik Tasarım Süreci Kılavuzu (MTSK).....	45
3.4.6	Tasarım Süreci Değerlendirme Formu (TSDF).....	46
3.4.7	Öz Değerlendirme Formu (ÖDF).....	46
3.4.8	Gözlem.....	46
3.4.9	Odak Grup Görüşmeleri.....	47
3.4.10	Yarı Yapılandırılmış Görüşme.....	47
3.5	Araştırmanın Uygulaması	48
3.5.1	Problem ve Öngörülen İhtiyaçların Belirlenmesi.....	49
3.5.2	Öğretim Tasarımının Hedeflerinin Belirlenmesi.....	50
3.5.3	Öğretim Tasarımının Kısıtlamaları ve Çözüm Önerileri	51
3.5.4	Temanın Belirlenmesi.....	52
3.5.4.1	Öğretim Tasarımının Özellikleri.....	52
3.5.5	Disiplinler Arası İşbirliğinin Kurulması.....	54
3.5.5.1	Pilot Uygulama Sırasında Disiplinler Arası.....	54
	İşbirliği	
3.5.5.2	Asıl Uygulama Sırasında Disiplinler Arası.....	55
	İşbirliği	
3.5.6	Öğretim Tasarımının Kazanımlarının Belirlenmesi....	56
3.5.7	İçeriğin Oluşturulması.....	58
3.5.8	Veri Toplama Araçlarının Geliştirilmesi.....	58
3.5.9	Pilot Uygulama.....	59

3.5.10 Öğretim Tasarımının Geliştirilmesi.....	60
3.5.11 Asıl Uygulama.....	61
3.6 Verilerin Analizi	76
3.6.1 Nicel Verilerin Analizi.....	79
3.6.2 Nitel Verilerin Analizi.....	79
3.6.2.1 İçerik Analizi.....	79
3.6.2.2 Betimsel Analiz.....	81
3.7 Geçerlilik ve Güvenilirlik.....	81
3.7.1 İnanırcılık.....	82
3.7.2 Aktarılabirlik.....	82
3.7.3 Tutarlılık.....	82
3.7.4 Teyit Edilebilirlik.....	83
3.8 Araştırmanın Sınırlılıkları	83
Bölüm 4: Bulgular	84
4.1 Araştırmanın Birinci Sorusuna İlişkin Bulgular.....	84
4.1.1 Araştırmanın Birinci Sorusunun a Maddesine.....	84
İlişkin Bulgular	
4.1.1.1 STEMAA Dokümanlarından Elde Edilen.....	85
Ön Bulgular	
4.1.1.2 Odak Grup Görüşmelerinden Elde Edilen Bulgular	88
4.1.1.3 ÖDF Dokümanlarından Elde Edilen Bulgular	90
4.1.2 Araştırmanın Birinci Sorusunun b Maddesine.....	92
İlişkin Bulgular	
4.1.2.1 Hedef Kazanımlara Ne Ölçüde Ulaşıldığına.....	92
İlişkin Bulgular	
4.1.2.2 Öğrenilen Bilgilerin Disiplinler Arası Transferine	95
İlişkin Bulgular	
4.1.3 Araştırmanın Birinci Sorusunun c Maddesine.....	100
İlişkin Bulgular	
4.1.3.1 STEMAA Dokümanlarından Elde Edilen.....	100
Ön Bulgular	
4.1.3.2 BDF Dokümanlarından Elde Edilen Bulgular.....	102
4.1.3.3 Odak Grup Görüşmelerinden Elde Edilen Bulgular	103

4.1.3.4	ÖDF Dokümanlarından Elde Edilen Bulgular.....	107
4.1.4	Araştırmanın Birinci Sorusunun d Maddesine	113
	İlişkin Bulgular	
4.1.4.1	STEMAA Dokümanlarından Elde Edilen.....	113
	Ön Bulgular	
4.1.4.2	Gözlem Notlarından Elde Edilen Bulgular.....	114
4.1.4.3	MTSK Dokümanlarından Elde Edilen Bulgular...	116
4.1.4.4	ÖDF Dokümanlarından Elde Edilen Bulgular.....	121
4.1.4.5	TSDf Dokümanlarından Elde Edilen Bulgular....	121
4.1.5	Araştırmanın Birinci Sorusunun e Maddesine.....	126
	İlişkin Bulgular	
4.1.5.1	Resim ve Teknoloji: Camera Obscura Dersine.....	126
	İlişkin Bulgular	
4.1.5.2	Resim ve Teknoloji: Rönesans Dersine.....	127
	İlişkin Bulgular	
4.2	Araştırmanın İkinci Sorusuna İlişkin Bulgular.....	130
4.2.1	Öğretmenlerle Yapılan Görüşmelerde.....	131
	Elde Edilen Bulgular	
4.2.2	Gözlem Notlarından Elde Edilen Bulgular.....	133
4.3	Özet.....	135
Bölüm 5: Tartışma ve Sonuçlar		142
5.1	Araştırma Sorunlarının Bulgularının Tartışılması	142
5.1.1	Araştırmanın Birinci Sorusuna Yönelik Tartışma	142
5.1.1.1.	Araştırmanın Birinci Sorusunun a Maddesine...	142
	Yönelik Tartışma	
5.1.1.2.	Araştırmanın Birinci Sorusunun b Maddesine...	143
	Yönelik Tartışma	
5.1.1.3.	Araştırmanın Birinci Sorusunun c Maddesine...	145
	Yönelik Tartışma	
5.1.1.4.	Araştırmanın Birinci Sorusunun d Maddesine...	146
	Yönelik Tartışma	
5.1.1.5.	Araştırmanın Birinci Sorusunun a Maddesine...	148
	Yönelik Tartışma	

5.1.2 Araştırmanın İkinci Sorusuna Yönelik Tartışma	151
5.2 Sonuçlar	152
5.3 Öneriler	153
5.3.1 Araştırmacılara Yönelik Öneriler	154
5.3.2 Uygulayıcılara Yönelik Öneriler	155
KAYNAKÇA	157
EKLER	167
A. Bilim Uygulamaları Dersi İçin MEB Ortaöğretim	167
Genel Müdürlüğü Tarafından Valiliklere Gönderilen Yazı	
B. STEM Alanları Anketi (STEMAA).....	168
C. Beklenti Değerlendirme Formu (BDF).....	172
D. Üçgenlerde Benzerlik Konusu Değerlendirme Formu (ÜBKDF)	173
E. Optik Konusu Değerlendirme Formu (OKDF).....	176
F. Göz Nasıl Görür Konusu Değerlendirme Formu (GKDF).....	180
G. Camera Obscura Konusu Değerlendirme Formu (COKDF).....	182
H. Rönesans-Teknoloji Konusu Değerlendirme Formu (RTKDF)	184
I. Deney Raporu.....	186
J. Deney Raporu Dereceli Puanlama Anahtarı (DRDPA).....	188
K. Mühendislik Tasarım Süreci Kılavuzu (MTSK).....	189
L. Tasarım ve Kılavuz Dereceli Puanlama Anahtarı (TKDPA)...	203
M. Tasarım Süreci Değerlendirme Formu (TSDF).....	205
N. Öz Değerlendirme Formu (ÖDF).....	207
O. “STEM Nedir? Biz Ne Yapacağız?” Dersi Planı.....	209
P. “Üçgenlerde Benzerlik” Dersi Planı.....	211
R. “Optik” Dersi Planı.....	215
S. “Göz Nasıl Görür?” Dersi Planı.....	219
T. “Resim Sanatı ve Teknoloji: Camera Obscura” Dersi Planı....	223
U. “Resim Sanatı ve Teknoloji: Rönesans” Dersi Planı.....	226
V. “Çözelti Derişimlerinin İletkenlik ve pH Üzerine Etkisi”.....	227
Dersi Planı	
Y. “Mühendislik Tasarım Süreci” Dersi Planı.....	229
ÖZGEÇMİŞ.....	232

TABLolar LİSTESİ

TABLolar

Tablo 1	Guzey ve Moore (2017) Tarafından Önerilen Mühendislik Tasarımı Tabanlı STEM Entegrasyon Müfredatı Değerlendirmesi.	17
Tablo 2	Öğretmenlere Ait Bilgiler.....	40
Tablo 3	Ders İçerikleri – Veri Toplama Araçları İlişkisi	41
Tablo 4	Yarı Yapılandırılmış Odak Grup Görüşmesi Soruları.....	47
Tablo 5	STEM Alan Uzmanları ile Yarı Yapılandırılmış..... Görüşme Soruları	48
Tablo 6	Öğretim Tasarımının Genel Hedefleri.....	51
Tablo 7	Öğretim Tasarımının Hedef Kazanımları.....	57
Tablo 8	Asıl Uygulama: Takvim.....	62
Tablo 9	Veri Toplama Araçlarının Analiz Yöntemleri.....	77
Tablo 10	STEM Alanları Anketi “Günlük Yaşamla Bağlantı” Bölümü..	85
Tablo 11	STEM Alanları Anketi “Fen ve Matematik Derslerinde..... İşlenen Ortak Konular” Bölümü	87
Tablo 12	Odak Grup Görüşmelerinde Gerçek Yaşam/Disiplinler..... Arası Bağlantı ile İlgili Bulgular	89
Tablo 13	ÖDF Dokümanlarında Gerçek Yaşam/Disiplinler..... Arası Bağlantı ile İlgili Bulgular	91
Tablo 14	KDF Verileri.....	92
Tablo 15	KDF Dokümanlarını Değerlendiren Öğretmenlerin Görüşleri.	93
Tablo 16	Dereceli Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilen..... Dokümanlara İlişkin Bulgular	94
Tablo 17	KDF Dokümanlarında Disiplinler Arası Bilgi..... Transferi Gerektiren Soruların Betimsel Analizi	96
Tablo 18	Bilgilerin Disiplinler Arası Transferine Yönelik Gözlem Notları	98
Tablo 19	STEM Alanları Anketi “21.Yüzyıl Becerileri” Bölümü.....	102
Tablo 20	BDF Dokümanlarında Öğrencilerin Beklentilerine..... İlişkin Bulgular	103

Tablo 21	Odak Grup Görüşmelerinde Motivasyona İlişkin Bulgular.....	105
Tablo 22	ÖDF Dokümanlarında Öğrencilerin Motivasyonuna..... İlişkin Bulgular	108
Tablo 23	Öğretim Tasarımının Öğrencilere Yönelik..... Hedefleri ile Bulgular Arasındaki Uyum	110
Tablo 24	STEM Alanları Anketi “Mühendislik” Bölümü.....	113
Tablo 25	MTSK Dokümanlarının Dereceli Puanlama Anahtarı..... ile Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular	117
Tablo 26	ÖDF Dokümanlarında Araştırma Sorusu 1.d’ye..... Yönelik Bulgular	121
Tablo 27	TSDf Dokümanlarından Elde Edilen Bulgular.....	122
Tablo 28	ÖDF Dokümanlarında Araştırma Sorusu 1.e’ye Yönelik Bulgular	129
Tablo 29	Öğretmenlerle Yapılan Görüşmelerde 2.Araştırma..... Sorusuna Yönelik Bulgular	132
Tablo 30	Öğretim Tasarımının Öğretmenlere Yönelik..... Hedefleri ile Bulgular Arasındaki Uyum	135
Tablo 31	Bulgular Bölümü-Özet	136

ŞEKİLLER LİSTESİ

ŞEKİLLER

Şekil 1	STEM İntegrasyonunun Eğik Düzlemi (Vasquez, Sneider & Comer, 2013)	12
Şekil 2	Entegre STEM Eğitiminin Genel Özelliklerini ve..... Alt Bileşenlerini Gösteren Tanımlayıcı Çerçeve (NAE & NRC, 2014).	15
Şekil 3	Mühendislik Tasarım Süreci (Wendell vd. 2010).....	22
Şekil 4	Mühendislik Tasarım Süreci (Hynes vd. 2011).....	24
Şekil 5	Araştırmacı Tarafından Geliştirilen Öğretim Tasarımı Modeli...	25
Şekil 6	STEAM Piramidi (Yakman, 2008).....	28
Şekil 7	Öğretim Tasarımı Geliştirme Süreci	48
Şekil 8	Uygulama Planı: Ne Yapacağız?	63
Şekil 9	Üçgenlerde Benzerlik Konusu Taslak Planı	65
Şekil 10	Optik Konusu Taslak Planı	67
Şekil 11	Göz Nasıl Görür? Konusu Taslak Planı	69
Şekil 12	Veri Analizinin Bileşenleri: Akış Modeli..... (Miles & Huberman, 2016)	78

RESİMLER LİSTESİ

RESİMLER

Resim 1	6.Ders: Camera Obscura.....	71
Resim 2	7.Ders: Camera Obscura.....	71
Resim 3	Daha Net Görüntü Elde Etmek İçin Öğrencilerin..... Bulduğu Çözüm.	72
Resim 4	Ders Dışı Zamanlarda Gönüllü Olarak..... Çalışan Öğrenciler	112
Resim 5	MTSK Dokümanlarından Örnek Sayfa.....	118
Resim 6	MTSK Dokümanlarından Örnek Sayfa.....	119
Resim 7	MTSK Dokümanlarından Örnek Sayfa.....	120
Resim 8	Grupların Elde Ettiği Fotoğraflardan Örnekler.....	125

KISALTMALAR LİSTESİ

- STEM** : Science, Technology, Engineering, Mathematics
- STEAM** : Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics
- FeTeMM** : Fen, Teknoloji, Matematik, Mühendislik
- STEMAA** : STEM Alanları Anketi
- BDF** : Beklenti Değerlendirme Formu
- KDF** : Konu Değerlendirme Formları
- ÜBKDF** : Üçgenlerde Benzerlik Konusu Değerlendirme Formu
- OKDF** : Optik Konusu Değerlendirme Formu
- GKDF** : Göz Nasıl Görür Konusu Değerlendirme Formu
- COKDF** : Camera Obscura Konusu Değerlendirme Formu
- RTKDF** : Rönesans-Teknoloji Konusu Değerlendirme Formu
- DRDPA** : Deney Raporu Dereceli Puanlama Anahtarı
- TKDPA** : Tasarım ve Kılavuz Dereceli Puanlama Anahtarı
- BTHP** : Bilgi Temelli Hayat Problemi
- MTSK** : Mühendislik Tasarım Süreci Kılavuzu
- TSDF** : Tasarım Süreci Değerlendirme Formu
- ÖDF** : Öz Değerlendirme Formu

Bölüm 1

Giriş

Bu bölümde araştırma probleminin ortaya çıktığı dönemde eğitim, bilim ve teknolojiye yaklaşım açısından Dünya ve Türkiye'deki konjonktürel duruma, araştırma sorularına kaynaklık eden nedenlere, araştırmanın amacına, araştırma sorularına, araştırmanın önemine ve araştırma raporunda geçen bazı kavramların tanımlarına yer verilmiştir.

Son 50 yılda bilim ve bilimin doğası ile ilgili paradigma değişimleri yaşanmıştır (Köseoğlu, Tümay ve Budak, 2008). Bu paradigma değişimlerini anlayabilmek için bilimsel tarihimize kısa bir bakış faydalı olacaktır.

Hançerlioğlu (1979), çevresinde olup biteni açıklamaya uğraşan insan düşüncesinin tarih boyunca teolojik, metafizik ve pozitif olmak üzere üç hal geçirdiğini söyler. Bu hallerden sonuncusu olan pozitivist paradigmanın kökleri Modern Çağ'ın başlangıcı olarak kabul edilen 1500 yıllarına dayanır ve bu dönemde Ortaçağ Avrupası'nın dünyayı metafizik bir gözlükten gören egemen dünya görüşü eleştirel, bilimsel bir dünya görüşüne yol vermiştir (Şimşek, 1997). Bundan sonra Aydınlanma Dönemi ile birlikte pozitivism bilime yön vermeye başlamıştır. Pozitivizmde mekanik ve nesnel bir dünya görüşü hakimdir. Bu mekanik dünya görüşünü Scwartz ve Ogilvy (1979), üç varsayım şeklinde ifade etmiştir: (a) Gerçekliğin temel yapı taşları olan en küçük parçacıklar ve bunların davranışını yöneten bir seri güç vardır. Bu temel düzeyi ve bu düzeydeki davranışları belirleyen yasaları keşfetmek, dünyanın geleceğine ilişkin tahminlerde bulunmamıza yardımcı olur. (b) Bu en alt (mikro) düzeydeki ilişkileri belirleyen yasalar evrendeki en üst (makro) düzeydeki ilişkileri belirleyen yasalarla aynı olmalıdır. (c) Bilim adamı, araştırmacı ve gözlemci deneyinden soyutlanmalıdır. Yani dışarıdan gözlem, gerçekliğin nesnel bir biçimde algılanması ve saptanması için gereklidir (akt. Şimşek, 1979). Bilimin her alanında tek doğruyu arayış ve sosyal bilimlerde bile mekanik bir yapı ile olguları anlamlandırma çabası 1960'lara kadar devam etmiştir. Bu döneme kadar sosyal bilimciler öğrenme gibi birçok karmaşık olguyu fen bilimlerinin önerdiği nesnellik ilkesi ile sadece gözlenebilir ve ölçülebilir verilere dayandırarak inceleme çalışmışlardır. Öyle ki örneğin, pozitivism paradigmasının etkisiyle şekillenen

yapısalcılık yaklaşımı makine metaforuyla özdeşleşmiştir. Balcı (2003, s.31) bu metaforu şöyle tanımlar: “Sistemleri belirleyen en önemli faktörler, başlangıç koşulları ve yapılarıdır. Önceden saptanan amaçlar doğrultusunda etkili ve verimli çalışan bir yapı kurulduğunda bu yapının tıpkı bir makine gibi eskiyen parçaları değiştirildiğinde sonsuza kadar çalışacağı varsayılmaktadır.” Sosyal bilimciler örgütler konusundaki ilk çalışmaları bu metafora göre yapmışlardır. Nitekim geleneksel okulun örgüt yapısını sanayi toplumuna insan gücü yetiştiren bir fabrikaya benzetilmesi de oldukça sık karşılaşılan benzer bir metafordur. Bu indirgemeci ve mekanik bakış açısı büyük bir etkiyle bilimsel düşüncenin merkezine oturmuşken dünyada art arda gerçekleşen devrim niteliğinde bilimsel buluş ve teoriler pozitivist düşüncenin koltuğunu sarsmaya başlamıştır. 20. yüzyılda çok önemli paradigma kaymaları yaşanmıştır. Newton fiziğinden kuantum fiziğine geçiş bilimde yaşanan paradigma kaymalarına örnek olarak verilebilir (Köseoğlu, Tümay, 2013). Kuantum fiziğinin bakış açısı tüm bilimlerde nesnellik ilkesini sarsan bir etki yaratmıştır. 20.yy.’ın ilk on yılında görelilik ve kuantum mekaniği kuramları, dengesizliğin termodinamiği, deterministik kaos alanları fizik bilimini kökten değiştirmiş ve bu dönemde birçok teknolojik yenilik ve icat gerçekleştirilmiştir (Eren, 2009). Bu gelişmeler iktisat, sosyoloji, eğitim gibi sosyal bilim alanlarında belirgin etkiler yapmıştır.

Genelde Pozitivist/Akılcı paradigmanın özelde ise sosyoloji, psikoloji ve eğitim gibi çeşitli Sosyal Bilimler alanlarına egemen olmuş Davranışçı paradigmanın 1970’lerde düşüşe geçtiğini görüyoruz (Özden, Şimşek, 1998). Bunun yerini Yorumlamacı ve Oluşturmacı paradigmlar almaya başlamıştır. Bu paradigmları Şimşek (1997) “Pozitivizm ötesi ve akılcılık ötesi paradigmlar” olarak ifade etmiş ve tekil doğrular ile çoklu gerçekliğin yer değiştirdiğini söylemiştir. Nesnellik, kestirilebilir sonuçlar, basit ve doğrusal sistemler, mekanik evren anlayışı, determinizm, indirgemeci yaklaşımlar en azından sosyal bilimler için yerini görelilik, kaos, kestirilemez sonuçlar, olasılık ve bütünsel (holistik) yaklaşıma bırakmaya başlamıştır. Tekrar Hançerlioğlu’nun insanın düşünce tarihini üçe ayırdığı bölüme dönersek, aslında bugün düşünce tarihimizin teolojik, metafizik, pozitif ve pozitif sonrası olarak dörde ayrıldığı söylenebilir.

Bu dördüncü dönemde belki Kuantum Teorisi kadar etkili olmuş bir başka gelişme de 1980’li yıllarda gerçekleşmiştir. Bu gelişme ile ilgili olarak, Karadeniz

(2009) 1980'lerde elektronik devrimin başlamasıyla, kişisel bilgisayarlar ve CD-ROM, internet ve www, 1990'ların ortalarında ortaya çıkan eğitim içeriklerini örnek göstermiştir. Bu gelişmelerin daha esnek ve hızlı bir şekilde bilgi aktarımını sağladığını; böylece, farklı coğrafi bölgelerden gelen öğrencilerin diğer öğrenciler ve öğretmenler ile eşzamansız veya eşzamanlı olarak iletişim kurmalarını ve bilgiye daha hızlı erişmelerini daha kolay hale getirdiğini belirtmiştir.

Sanayi toplumundan bilgi toplumuna; pozitivist bakış açısından pozitivism sonrası bakış açısına evrildiğimiz bu yüzyıla yön verebilmek için insanoğlunun muazzam adaptasyon yeteneğine güvenmek gerekmektedir. Bu adaptasyonun gerekleri “21.yy becerileri” olarak tanımlanmakta ve bu beceriler geleceğin bilinmezliğiyle baş edebilmek için devreye sokulmaktadır. “21.yy becerileri” ifadesi her yerde görülebilmekte ve neredeyse akla gelebilecek her türlü beceri ya da özelliği tanımlamak için kullanılmaktadır (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014). Trilling ve Fadel (2009, s.45) bu becerileri kullanışlı kategorilere ayırmıştır: (a) Öğrenme ve inovasyon becerileri: Eleştirel düşünme ve problem çözme, iletişim ve işbirliği, yaratıcılık ve inovasyon; (b) Dijital okur-yazarlık becerileri: Bilgi okur-yazarlığı, medya okur-yazarlığı, bilgi ve iletişim teknolojileri okur-yazarlığı; (c) Kariyer ve yaşam becerileri: Esneklik ve adaptasyon, inisiyatif ve kendine yön verebilme, sosyal ve çok kültürlü etkileşim, üretkenlik ve hesap verebilirlik, liderlik ve sorumluluk.

Konu beceri geliştirmek olduğunda bu büyük sistem dönüşümü içinde kritik ve başat bir yeri olan eğitim sistemi ve onun dönüşümüne bakmak gerekir. Dünya Ekonomik Forumu'nun yayınladığı The Future of Jobs (2016) raporuna göre; bugünkü ilkokul öğrencilerinin gelecekte sahip olabilecekleri mesleklerin %65'i henüz var olmayan meslekler olarak ifade edilmektedir. Bu veri bile tek başına geleceğin öngörülemezliği ile baş edebilecek bir eğitim sistemimiz olup olmadığını sorgulamak için yeterlidir. Erdoğan (2015), mevcut okul sisteminin örgütsel yapısı hala sanayi devrimi sonrası gelişmelere dayandığını belirtmektedir. Bu sistem sorunu tüm dünyada fark edilmiş ve değişim için adımlar atılmaya başlanmış durumdadır. Bu adımlardan biri STEM eğitimi yaklaşımıdır.

Bu araştırmanın konusu olan STEM eğitimine ilerleyen bölümlerde detaylı biçimde yer verilecektir.

1.1. Problem Durumu

Bu araştırmanın başlangıcı olan 2015-2016 akademik yılı içinde İstanbul Aydın Üniversitesi (2015) tarafından “STEM Türkiye Raporu”; MEB YEĞİTEK (2016) tarafından “STEM Eğitimi Raporu” ve ardından TÜSİAD (2017) tarafından “2023’e Doğru Türkiye’de STEM Gereksinimi” raporu yayınlanmıştır. Art arda yayınlanan bu raporlar Türkiye’de yeni yeni tartışılmaya başlanan Bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımını daha görünür ve bilinir hale getirmiştir. Bu yaklaşımına göre eğitim-öğretim süreçlerinin düzenlenmesinin çok önemli bir yönü olan öğretmen eğitimi ve öğretim programlarının içerikleri tartışılmaya başlanmıştır. Bu tartışmalar araştırmanın başlangıç noktasını oluşturmuştur.

Çorlu (2014) “Çağrı Mektubu”nda ülkemizde STEM eğitimi önündeki engelleri “Yenilenen ortaokul ve lise müfredat belgeleri açık şekilde FeTeMM/STEM eğitiminin bütünleşik yapısını vurguluyor olsa da, öğretmenlerin merkezi sınavlar vasıtası ile ders içi uygulamalarının kontrol altına alınması, müfredatın esnek şekilde yorumlanmasını imkânsız hale getirmiştir. Bu nedenle müfredatı bütünleştirmeye çalışan araştırmaların uygulanma imkânı azdır.” ifadesiyle dile getirmiştir. Mevcut koşulları çok iyi açıklayan bu ifadeye karşılık olarak bu çalışmada okul saatleri içinde ve ortaöğretim seviyesinde STEM eğitimi yaklaşımına göre bir öğretim ortamı oluşturabilme imkânı aranmıştır. Bunun için araştırmanın yapıldığı okul bazında öğrenci, öğretmen, okul sistemi, öğretim programları içerikleri ile ilgili hâlihazırda var olan koşullar ihtiyaç analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Fen ve matematik öğretim programlarının esnekliğe izin vermemesi, alan uzmanlarının diğer alanlarla bağlantı kuracak yeterli bilgi ve deneyime sahip olmaması, mühendislik ile ilgili kazanımların öğretim programlarında yer almaması gibi engeller barındıran koşullarda STEM eğitimi yaklaşımına ders saatleri içinde alan açmanın mümkün olup olmadığı araştırılmıştır. Farklı alan uzmanlarının işbirliği içinde çalışıp alanlar arasında geçişkenliğin artırılabilceği, öğrencilerin alanların birbiri ile ve gerçek yaşamla bağlantısını yakalamasını sağlayacak, mühendislik tasarım süreci ve adımları hakkında öğrencilere; STEM yaklaşımı hakkında öğretmenlere deneyim kazandıracak yapılandırılmış bir uygulama tasarlanmasına karar verilmiştir. Uygulamada bir tema belirlenmiş ve bu tema etrafında alanlar entegre edilmiştir. Tema olarak “Fotoğraf” seçilmiştir. Bu tema, fen ve matematik alanlarının müfredat konuları ile ve gerçek yaşamla bağlantılı, gerçek yaşam bağını güçlendirmek adına sanatla da bağlantılı

olduğundan; aynı zamanda mühendislik tasarım sürecinde deneyim kazandıracak ancak karmaşık olmayan bir ürün oluşturmaya imkan verecek özelliklere sahip olduğundan tercih edilmiştir.

Uygulama bir akademik yarıyla yayılacak biçimde planlanmıştır. En önemli sorun olan “zaman” problemini aşmak için uygulama için Bilim Uygulamaları dersi seçilmiştir.

İlköğretim Kurumları Ortaokul kısmında Bilim Uygulamaları dersi MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 25.06.2012 tarihli ve 69 sayılı kararı ile kabul edilen İlköğretim Kurumları (İlkokul ve Ortaokul) Haftalık Ders Çizelgesinde seçmeli ders olarak programa alınmıştır. İlköğretim kademesinde Bilim Uygulamaları dersi için bir öğretim programı MEB tarafından açıklanmıştır. Bu programda dersin genel amaçları, prensipleri ve sınıf seviyelerine göre kazanımlara yer verilmiştir. Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Bilim Uygulamaları Dersi Öğretim Programı’nda (2013) aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

- a. Doğada ve evrelerinde meydana gelen tüm olayların bilimsel bir açıklamasının olduğunun farkına varmalarını sağlamak,
- b. Bilimsel dayanağı olmayan bilgileri ayırt etmelerini, bilimsel gelişmelerin önemini ve yaşamdaki etkilerini fark etmelerini sağlamak,
- c. Çevredeki olaylara bir bilim insanı gözüyle bakılabileceğini fark ettirmek,
- d. Merak etme, sorgulama, gözlem ve araştırma yapma, yaratıcı ve eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme vb. becerilerini geliştirerek bilimsel düşünme yeteneği kazandırmak,
- e. Günlük hayat ve doğa ile bilim arasında ilişki kurabilme yeteneği kazandırmak,
- f. Çevrede ve doğada meydana gelen tüm olayların farklı bilim dalları ile incelenmesine rağmen bir bütün hâlinde gerçekleştiğini fark ettirmek,
- g. Farklı derslerde öğrenilen ve öğrencilere soyut gelebilecek kavram ve terimlerin somut olarak gözlemlenebilmesini ve anlaşılabilirliğini sağlamak,
- h. Araştırma yaparken uygun bilimsel yöntem aşamalarını seçerek kullanabilmelerini sağlamak,
- i. Bilimsel olayların basit etkinliklerle de açıklanabileceğini keşfetmelerini sağlamak,
- j. Kendilerinin, toplumun ve çevrenin karşılıklı faydasını gözetken tutum ve değerler geliştirmeye teşvik etmek,
- k. Teknolojik gelişimin ancak bilimsel temellere dayandığında var olabileceğini anlamalarını sağlamak,
- l. Yaşamında ne yaptığını, ne tasarladığını ve ihtiyaçlarına göre neler tasarlayabileceğini bilen bilinçli bireyler yetiştirmek,
- m. Bilimsel bilginin “değişebilir olma, gözlem ve çıkarıma dayanma, hayal gücü ve yaratıcılık, kanun ve teori farklılığı” gibi özelliklerini etkinliklerle öğrenmelerini sağlamaktır.

Ortaöğretim seviyesinde ise, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı 27.01.2014 tarihli ve 60 sayılı kararı ile Fen Lisesi Haftalık Ders Çizelgesinde seçmeli dersler kategorisinde Bilim Uygulamaları dersi yer almaya başlamıştır. Ancak, Ortaöğretim seviyesi için MEB tarafından bir öğretim programı açıklanmamıştır. Bunun yerine kafa karışıklıklarını gidermek için MEB Ortaöğretim Genel Müdürlüğü 02.10.2014 tarihinde valiliklere EK-A'daki yazıyı göndermiş, dersin nasıl uygulanacağı belirtilmiştir. Bu yazıya göre, yönetmeliğe bağlı kalmak koşuluyla Fizik, Kimya ve Biyoloji zümreleri ders içeriklerini oluşturabilecektir.

Bilim Uygulamaları dersi programındaki bu esneklik, öğretim tasarımındaki “zaman” kısıtlamasını çözmek için bir fırsat olarak değerlendirilmiştir. Görüldüğü gibi Bilim Uygulamaları dersinin genel amaçları ve prensipleri STEM eğitim yaklaşımı ile örtüşmektedir.

Araştırmacı, farklı alanlardan (fizik, kimya, biyoloji, matematik ve görsel sanatlar) beş öğretmen ve bir ölçme-değerlendirme uzmanıyla birlikte aynı zamanda uygulayıcı olarak sürecin içinde yer almış, ekip olarak belirlenen sorun alanı için çözüm üretmeye çalışmıştır. Çözüm olarak geliştirilen öğretim tasarımı tüm STEM alanlarını ve sanatı Bilim Uygulamaları dersi kapsamında entegre eden ve olabildiğince öğretim programı sınırları içinde kalan bir modeldir. Oluşturulan öğretim tasarımının, ortaöğretim seviyesinde bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımı hakkında hem öğrencilere hem de öğretmenlere deneyim kazandıracak kapsayıcı nitelikte bir uygulama olması hedeflenmiştir. Bu araştırma, geliştirilen öğretim tasarımının öğretmen ve öğrenci katılımcılara etkilerini inceleyen bir eylem araştırmasıdır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, tüm STEM alanlarını tamamen yapılandırılmış biçimde birbirine bağlayan bir öğretim tasarımının, öğrencilerin mühendislik tasarım süreci konusundaki deneyimleri, STEM alanları arasında bağlantı kurma durumları ve motivasyonları; öğretmenlerin STEM eğitimine bakış açıları üzerindeki etkisini incelemektir.

1.3. Araştırma Soruları

Bu araştırmada aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır:

1. Tüm STEM alanlarını tamamen yapılandırılmış biçimde birbirine bağlayan bir öğretim tasarımı öğrencilerin mühendislik tasarım süreci konusundaki deneyimleri, STEM alanları arasında bağlantı kurma durumları ve motivasyonları üzerinde nasıl bir değişime neden olur?
 - a. Bu tasarımın öğrencilerin disiplinlerin gerçek yaşamla ve birbiriyle bağlantılarını fark etme durumlarına etkisi var mıdır?
 - b. Bu tasarımda öğrenciler bir alanda öğrendikleri bilgileri başka bir alana ne ölçüde transfer edebilmiştir?
 - c. Mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin ihtiyaç duyacakları tüm kuramsal çerçevenin tamamen yapılandırılmış bir şekilde tasarım öncesinde verilmesinin öğrencilerin motivasyonları üzerindeki etkileri nelerdir?
 - d. Bu tasarım öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini deneyimleyebilmeleri için uygun koşulları ne ölçüde sağlar?
 - e. Bu tasarımda yer alan sanat ögesinin diğer alanlarla bütünleşme durumu nedir?
2. Tüm STEM alanlarını tamamen yapılandırılmış biçimde birbirine bağlayan bir öğretim tasarımı öğretmenlerin STEM eğitime bakış açıları üzerinde nasıl bir değişime neden olur?

1.4. Araştırmanın Önemi

- i. Drugger (2010) STEM öğretiminde kullanılabilir çok sayıda model ve öğretim stratejisi olduğunu ve yazık ki, belirli bir okulda ya da toplumda hangi modelin ya da stratejinin en iyi sonuç verdiğini gösteren araştırmaların yapılması gerektiğini belirtmektedir. Bu araştırmada tüm STEM alanlarını entegre eden, ve tasarım problemine çözüm getirmek için gerekli tüm bilgi ve tecrübenin tasarım görevi öncesinde verildiği bir öğretim tasarımı modeli geliştirilmiştir. Bu modelin etkilerini inceleyen araştırmanın literatüre katkı sağlayacağı,
- ii. Türkiye Milli Eğitim programları incelendiğinde (TTKB, 2015), tüm seviyelerde STEM derslerinin bütünleşikliğinin olmadığı tespit edilmiştir (Akgündüz ve diğ. 2015b). Bununla birlikte orta öğretim seviyesinde seçmeli Bilim Uygulamaları

- dersinin MEB tarafından belirlenmiş hedefleri STEM eğitimi yaklaşımının hedefleri ile uyum içerisinde. Bu araştırmanın, katı ve içerik bakımından yoğun öğretim programları göz önüne alındığında Bilim Uygulamaları dersinin STEM eğitimi için bir fırsat olarak değerlendirilebileceğine dikkat çekeceği,
- iii. Mevcut öğretim programları ve okul yapısı içerisinde tüm STEM disiplinlerinin entegrasyonunu sağlamaya yönelik bir uygulama olan bu çalışmada geliştirilen öğretim tasarımının bütününe ya da bir bölümünün mevcut şartlar bağlamında sınıflarına taşımak isteyen fen bilimleri ve matematik öğretmenlerine katkı sağlayacağı,
 - iv. Araştırmada yer verilen sanat öğesinin yaşamla daha güçlü ve etkileyici bağlar kurmak için fen ve matematik eğitimi ile ilgili çalışmalarda daha çok kullanılması için ilham vereceği,
 - v. Araştırmada kullanılan materyallerin çok düşük maliyetli ve kolay erişilebilir nitelikte olması nedeniyle fiziksel ve teknik imkanları yetersiz okullarda çalışan öğretmenleri STEM disiplinlerini bir araya getirebileceği uygulamalar konusunda cesaretlendireceği düşünülmektedir.

1.5. Tanımlar

STEM/FeTeMM. STEM Science, Technology, Engineering, Mathematics alanlarının baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır. FeTeMM ise alanların Türkçe karşılıklarından oluşan ve literatüre girmiş bir kısaltmadır. STEM/FeTeMM bir kısaltmanın ötesinde yeni bir eğitim yaklaşımını ifade etmekte ve gelişmektedir. FeTeMM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin uygulama ve kavram bağlamında bir araya getirilerek entegre bir şekilde öğretilmesini içeren, birinci sınıftan lisans ve lisans üstü eğitim-öğretime kadar tüm süreci kapsayan bir eğitim yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Aytekin, 2018).

STEAM/STEM+A. Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleri ile oluşan yeni eğitim yaklaşımına, sanat (art) boyutunun da eklenerek; öğrencilerin ortaya çıkardıkları ürünlere bu kapsamda sanat ve tasarımın özelliklerinin de kazandırılma sürecidir (Maeda, 2013).

Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP). Çorlu ve Çallı (2017), tasarım probleminin bilgi temelli hayat problemi temelinde verilmesi gerektiğini vurgulamış ve bu kavramı, açık uçlu, birden fazla çözümü olan, 21.yüzyıla ait, ürün-süreç birlikteliği içeren problemler olarak tanımlamıştır.

Bölüm 2

Alan Yazı Taraması

Bu bölümde STEM eğitimi yaklaşımına, bütünlük (entegre) STEM eğitimi kavramına, Türkiye’de STEM eğitimine, K-12 seviyesinde mühendislik tasarım sürecine, STEM+A yaklaşımına ve ilgili alan yazına yer verilmiştir.

2.1. STEM Eğitimi Yaklaşımı

İklim değişikliği, aşırı nüfus, kaynak yönetimi, tarımsal üretim, sağlık, biyoçeşitlilik, enerji ve su kaynaklarının azalması gibi küresel sorunlar, bilim ve teknolojinin gelişmesi üzerinde daha fazla baskı yaratmaktadır (Thomas ve Watters, 2015). Dünyadaki bu gelişmelerle ve kaynakların azalmasıyla birlikte ülkeler arasındaki yenilikçilik yarışı iyice artmaktadır (Akgündüz vd., 2015a). Giderek küreselleşen ekonomisi ve multidisipliner sorunları (Wang, Moore, Roehrig, & Park, 2011) ile bu yeni dünyanın Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’indeki yansıması Ulusal Araştırma Kurulu (NRC) tarafından çarpıcı bir ifadeyle açıklamıştır: “Geleceğin ekonomisinin ve eşlik eden meslek alanlarının yaratılmasının birincil itici gücü, büyük ölçüde bilim ve mühendislik alanındaki gelişmelerden elde edilen inovasyon olacaktır. Ülkenin işgücünün yüzde 4’ü bilim adamlarından ve mühendislerden oluşuyor; Bu grup orantısız olarak diğer yüzde 96 için iş yaratıyor” (NRC, 2011).

Ercan (2014)’a göre, teknolojik inovasyon ve bunun dayandığı AR-GE faaliyetlerinin ülke ekonomileri için büyük önem kazanması ülkelerin bu alanlarda istihdam edeceği mühendislere ve fen bilimi uzmanlarına olan gereksinimlerini artırmıştır. Bu durum beşeri sermayelerini en iyi şekilde kullanmak isteyen ülkelerin eğitim politikalarını yeniden gözden geçirmelerine sebep olmuştur. Teknik beceriler gerektiren birçok meslek alanına öğrencileri istihdam için hazırlamak güçlü bir bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) müfredatı içeren bir K-12 eğitimi gerektirir (Hyness & Santos, 2007). Bilimsel düşünce ve inovasyon bu sorunlarla baş edebilmek için ihtiyaç duyulan en önemli itici güçtür. İnovasyon, izolasyonda nadiren meydana gelen ve yaşama sıkı sıkıya bağlı çok etkileşimli ve çok disiplinli bir süreç / üründür (OECD, 2010). Diğer getirilerinin yanı sıra, STEM eğitimi üretken istihdama

yol açabilir ve ülkenin inovasyon kapasitesi için kritik öneme sahiptir (NAE & NRC 2014). STEM eğitimi öğrencilerin 21. Yüzyıl becerilerini geliştirmeleri için fırsat sunar (Bybee, 2010). Bireyler üretici olabilmek için problem çözme, yaratıcı ve eleştirel düşünme, etkili iletişim becerileri gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip olmaları gerekmektedir (Akgündüz vd. 2015a). STEM eğitimi, bu becerileri kazandırabildiği ve bütüncül bir bakış açısıyla sorunlara yaklaştığı için ortaya çıkmıştır (Bybee, 2010).

Tarihsel olarak, ABD'deki Ulusal Bilim Vakfı (NSF), 1990'larda "SMET" terimini "Science, Mathematics, Engeneering, Thecnology" alanlarını tanımlamak için kullanmaya başlamıştır. Ancak NSF program sorumlusu Judith A. Ramaley kısaltmanın "smut" kelimesini çağrıştırdığını belirtmiş ve O'nun itirazından sonra 2001 yılında "STEM" doğmuştur (Sanders, 2009). Disiplinlerin bir araya getirilmesi "bilim insanları, teknoloji uzmanları, mühendisler ve matematikçiler tarafından güçleri birleştirmek ve daha güçlü bir siyasi ses yaratmak için yapılan stratejik bir karar" olarak görülmüştür (English, 2016). ABD'de 2000'li yıllarda ses getiren birçok yayında (Thomas L. Friedman tarafından 2005'te yazılan The World Is Flat adlı kitap ve NRC tarafından 2007'de yayınlanan Rising Above The Gathering Strom: Energizing and Employing America for a Brigter Economic Future raporu gibi) hem 21.yüzyılın ihtiyaç duyduğu insan profiline vurgu yapılmış hem de Çin, Hindistan gibi ülkelerin ekonomik rekabette hızla ilerlediği koşullarda ABD'nin küresel liderliğinin var olan eğitim politikaları ile risk altında olduğu uyarısında bulunulmuştur. Bu baskılar sonucu eğitim kurumları endüstrinin taleplerine cevap vermek için değişik içerikler üzerinde çalışmaya başlamıştır (Akgündüz vd. 2015). Bundan sonra ABD'de STEM eğitime fon ayrılmaya başlanmıştır (Sanders 2009).

STEM eğitimi farklı disiplinleri bir araya getirerek disiplinler arası yaklaşımla çok boyutlu öğrenme gerçekleşmesini sağlamaktadır (Smith & Karr-Kidwell, 2000). STEM çalışması, öğrencilere parçalanmış ve konuyla ilgili bilgi ve uygulama parçalarını öğrenmek yerine, içinde yaşadığımız entegre dünyayı anlamlandırma şansı sunmaktadır (Dugger,2010). STEM eğitimi, birden fazla STEM konusu alanın kesişme noktasında ortaklaşa inşa edilen bilgi, beceri ve inançları içerir (Çorlu vd. 2014). STEM eğitimiyle farklı disiplinler bir araya gelerek öğrencilerin üst düzey ve eleştirel düşünme becerileri artmakta ve aynı zamanda yaşam becerileri gelişmektedir (Yıldırım & Altun, 2015). Tüm bu tanımlar STEM alanlarının entegrasyonunu vurgulamaktadır. Müfredat entegrasyonu, STEM eğitimi için teorik çerçeve sağlar

(Çorlu, 2012). “Müfredat entegrasyonu” veya “bütünleşik STEM eğitimi” gibi ifade edilebilecek disiplinler arası yaklaşım Lederman ve Niess (1997) tarafından kimyadaki bileşik oluşumuna benzetilmiştir. Bu benzetime göre, bileşikler, kendilerini oluşturan elementlerden farklı özellikler taşırlar. Disiplinler de entegre edildiklerinde, tek tek parçalarından çok daha farklı, daha net bir resim ortaya çıkarırlar (akt. MEB YEGİTEK STEM Eğitim Raporu, 2016).

STEM eğitimi kavram olarak “genç” bir yaklaşım olsa da bütünleşik eğitim anlayışının kökleri çok daha eskiye 1900’lü yılların başına dayanmaktadır. 1859–1952 yılları arasında yaşamış olan ünlü Amerikan filozof ve eğitimci John Dewey’in eğitim alanıyla ilgili olarak yayınladığı çok sayıda eseri bulunmaktadır. Dewey’e göre eğitim hayata bir hazırlık değildir. Hayatın ya da gelişimin ta kendisidir (Ratner, 2014). 1915 yılında yayınladığı *The School and Society* kitabında (s.80) Dewey öğrenme ortamını şöyle anlatır: “Bütün tarafların birbirine bağlı olduğu bir dünyada yaşıyoruz. Tüm çalışmalar tek bir ortak dünyada ilişkilerden büyür. Çocuk bu ortak dünyayla somut ve aktif bir ilişki içinde yaşadığı zaman, çalışmalarını doğal olarak birleştirecektir. Artık çalışmalarını ilişkilendirmek bir problem olmayacaktır.”

Bu alıntı Dewey’in eğitim anlayışını özetlemek için faydalıdır. Dewey’e göre çalışmalar arasındaki bağlantılar tıpkı yaşam gibi iç içe olmalıdır. Bu bakış açısı STEM eğitiminin temeli olan disiplinlerin birbiriyle ve yaşamla entegrasyonu fikriyle uyumludur.

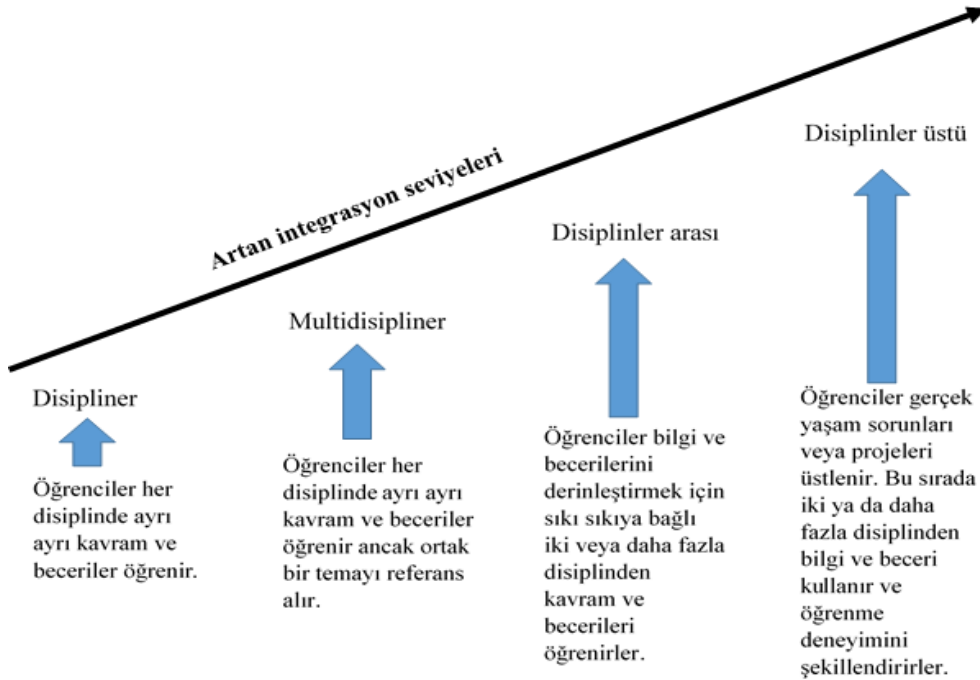
Disiplinleri birbiriyle ve yaşamla entegre ederek öğretme-tecrübe etme fikri ne kadar eski olsa da ve bugün dünyada yeni bir eğitim anlayışı olarak yeniden gündem olsa da entegrasyon sürecinin önünde bazı engeller vardır. STEM eğitimi, bilim ve matematiği izole disiplinler olarak geliştirmeye odaklanmıştı (Breiner vd. 2012; Sanders 2009; Wang vd. 2011). Hatta STEM konuları genellikle sanat, yaratıcılık ve tasarımdan kopuk olarak öğretilmekteydi (Hoachlander & Yanofsky, 2011). STEM eğitim yaklaşımının doğasına uygun olarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin tamamının vurgulandığı entegre programlar yoluyla öğretimin gerçekleştirilmesi, okulların ve öğretim programlarının bugünkü yapısı nedeniyle mümkün olmamaktadır (Bybee, 2010). Mevcut eğitim yaklaşımı; fen, matematik ve teknoloji içeriklerini öğrencilere birbirinden kopuk olarak vermektedir. Buna bir anlamda “Geleneksel STEM” denilebilir (Akgündüz vd. 2015a). K-12 STEM eğitiminin en büyük eğitim zorluklarından biri, öğretmenlerin sınıflarında STEM entegrasyonu yaklaşımlarını kullanarak nasıl öğretebileceğiyle ilgili olarak takip

edebilecekleri az sayıda genel rehber veya model bulunmasıdır. Bu nedenle, öğretmenlerin anlayışlarını ve STEM entegrasyonunun uygulanmasına bakmak için araştırma yapılması gerekmektedir (Wang vd. 2011).

2.1.1. Entegre (Bütünleşik) STEM eğitimi. Bu bölümde literatürde sıklıkla kullanılan entegre veya bütünleşik STEM eğitimi kavramı açıklanacaktır. Araştırma raporu boyunca “STEM eğitimi” olarak kullanılan ifade aslında STEM alanlarının entegre edildiği (bütünleştirildiği) eğitim yaklaşımını karşılamaktadır.

Araştırmacılar ve müfredat geliştiricileri için sorunlu konulardan biri, STEM eğitimi ve STEM entegrasyonunun farklı yorumlarında yatmaktadır (English, 2016). Geniş bir felsefik yelpazeyi kapsayan bu tanımlar, STEM'i sadece geleneksel matematik ve fen dersleri için ek çalışma önerilerinden her konuyu içine alabilen bir meta-disiplin olarak tanımlamaya kadar uzanır (Ostler, 2012).

Şekil 1’de Vasquez, Sneider, ve Comer (2013) tarafından geliştirilen STEM entegrasyon seviyeleri verilmiştir. STEM entegrasyonunun farklı yorumlarını bir arada gösteren bu şekil STEM entegrasyonu ile ilgili uygulamaların derinliği ve çeşitliliği konusunda da fikir vermektedir.



Şekil 1. STEM entegrasyonunun eğik düzlemi (Vasquez, Sneider & Comer, 2013).

Dugger (2010) STEM eğitiminin ABD’de K-12 seviyesinde okullarda verilme şekillerini dört yönteme ayırmıştır: (a) Bütün disiplinlerin ayrı ayrı öğretilmesi. Bu yöntem S – T – E – M olarak ya da hiç entegrasyona sahip olmayan bağımsız bir ders olarak öğretilmesini ifade eder. (b) Dört STEM disiplininin bir ya da iki tanesine daha fazla vurgu yaparak öğretmektir (bugün ABD’deki çoğu okulda olan şey). Bu SteM olarak adlandırılabilir. (c) STEM disiplinlerinden birini öğretilen diğer üç taneye entegre etmektir. Örneğin, mühendislik içeriği fen, teknoloji ve matematik derslerine entegre edilebilir. Bu şu şekilde de ifade edilebilir: $\begin{matrix} E \\ \diagup \quad \diagdown \\ S \quad T \quad M \end{matrix}$ (d) Daha kapsamlı bir yol olarak dört disiplinin tamamını birbirine aşlamak ve bunları entegre bir konu olarak öğretmektir. Örneğin, bilimde teknolojik, mühendislik ve matematiksel içerik vardır, bu nedenle fen öğretmeni T, E ve M’yi S’ye entegre eder.

Öğrencilere STEM disiplinleri arasında bağlantı oluşturmayı teşvik eden öğrenme deneyimleri sunma konusundaki ilgi artışına rağmen, en iyi nasıl yapılacağı veya entegrasyonun öğrencilerin öğrenmesine, ilgisine, başarısını arttırmaya ne gibi etkileri olduğuna dair çok az araştırma vardır (NAE & NRC, 2014). Bu bölümde literatürde bahsi geçen farklı entegrasyon yorumlarına yer verilecektir.

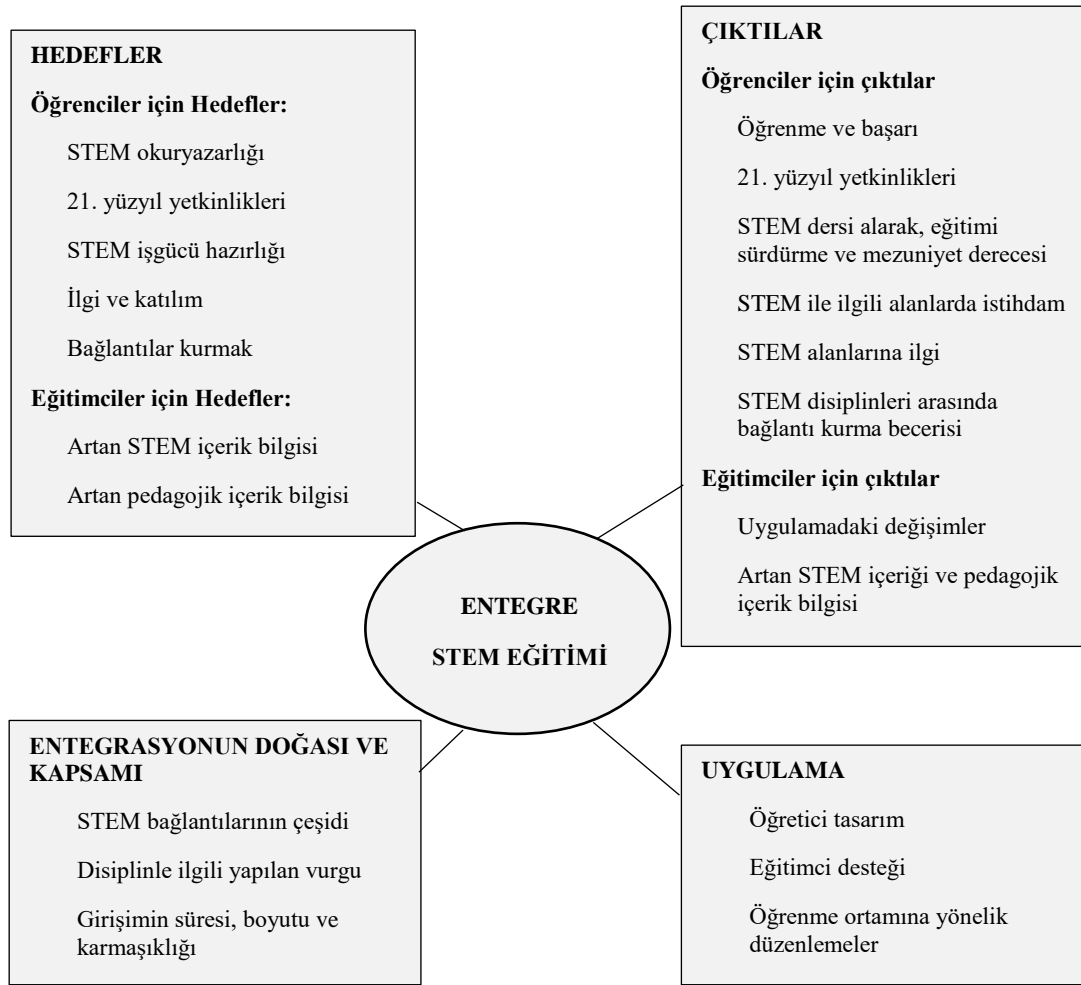
Wang vd. (2011) STEM entegrasyonunu daha iyi ifade etmek için, fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği bütünleştiren bir tür müfredat entegrasyonu olarak ele almak gerektiğini belirtmiştir. Beane (1995) müfredat entegrasyonunu, sadece çeşitli konu alanlarındaki ders planlarında kozmetik değişiklikler veya yeniden hizalamalar gerektiren basit bir araç olmaktan öte okulların ne için olduğu, müfredatın kaynakları ve bilginin kullanımı hakkında düşünmenin bir yolu olarak tanımlar. Buna göre, nasıl ki gerçek yaşamda disiplinlerin sınırları bilinmez ve bilgi sadece karşılaşılan sorunlar bağlamında çağrılırsa müfredat yapılandırmasında da gerçek yaşamda olduğu gibi sorunların ve ihtiyaç duyulan bilgilerin merkeze alınması gerektiğini savunmakta ve bunun pratikteki zorluklarına değinmektedir. Bu zorlukların temeli yaşamdaki bağlamdan kopuk ayrık konular ve disiplinlerdir. Ostler (2012) STEM’in geniş alan müfredatı tasarımı olarak kullanılması gerektiğini söyler ve bu tasarımın 21. yüzyıl becerilerine ulaşacak bir döngüyü içermesi gerektiğini öne sürer. Bu döngüyü ise STEM alanlarının tanımlarını da içine alacak şekilde şöyle açıklar:

Bu döngüyü açıklığa kavuşturmak için, bir an için teknolojinin ilerlemesinin ana amacını düşünün. Neredeyse tüm teknolojik inovasyonun kökü, sonuçta bir verimlilik meselesine dayanır. Bugün yaşadığımız her teknolojik gelişme, hayatımızı bir anlamda daha kolay veya daha üretken hale getirmek için geliştirildi. Bu gelişim sürecinin temeli matematikselidir. (...) Bilim, matematiksel kavramların fiziksel olarak doğrulanmasını sağlayan formülleri türetmek için matematik sembollerini ve algoritmalarını kullanır. Mühendislik, entelektüel kavramları somut bir ürüne dönüştürmek için bilimin fiziksel doğrulamaları üzerine kuruludur. Teknoloji daha sonra elle tutulur ürünleri modellemek, geliştirmek ve meşrulaştırmak için bir yol olarak geliştirilmiştir. Yeni teknolojinin verimliliğini değerlendirmek için matematiksel araştırmalar tekrar başlatılır, böylece tekrar tekrar değerlendirilebilir, geliştirilebilir ve yeni durumlara uyarlanabilir. Uygun şekilde uygulandığında, döngü büyük ölçekli bir entelektüel iyileştirme süreci haline gelir (Ostler, 2012, s.31).

Sanders (2009), entegre STEM eğitimini “STEM konularının herhangi biri veya daha fazlası arasında ve / veya STEM konusu ile bir veya daha fazla diğer okul konusu arasında öğretim ve öğrenmeyi araştıran yaklaşımlar” olarak tanımlamıştır (s. 21). Çorlu vd. (2014) STEM - FeTeMM eğitiminin, öğrenci ve öğretmenlerin ilgi ve hayat deneyimleri sonucu şekillendiğini söyler bu eğitimi ve merkezde bulunan disipline ait özel bilgi ve becerilerin en az bir diğer STEM –FeTeMM disiplini ile bütünleştirilerek öğretilmesi olarak tanımlar. Kelley ve Knowles (2016) içerik ve becerileri öğretmek ve öğrencilerin yapılan uygulamanın gerçek hayatla olan bağlantılarını görmesini ummak yerine, entegre bir STEM yaklaşımının, konular arasındaki bağlantıları bulmayı ve içeriği öğrenmek için uygun bir bağlam sağladığını belirtmiştir. NAE ve NRC (2014) raporuna göre, entegre STEM eğitimi, iyi tanımlanmış bir tek deneyim olmaktan öte, bir dereceye kadar bağlantılı farklı deneyimler içermektedir. Deneyimler, bir müfredat boyunca, bir veya birkaç sınıf döneminde, tek bir derse veya tüm okulun organizasyonuna yansıtılabilir veya okul dışı bir etkinlikte yer alabilir. Entegre STEM eğitiminin her bir çeşidi, farklı planlama yaklaşımları, kaynak ihtiyaçları gerektirir. Aynı zamanda uygulama zorlukları ve sonuçları da farklılık gösterir.

STEM entegrasyonunun farklı yorumlarına bakıldığında entegrasyonun ne olduğu ve nasıl olması gerektiği konusunda farklı görüşler olduğu görülmektedir. Ancak araştırmacıların STEM eğitiminin ne olmadığı konusunda ortak bir ortak paydada bulunduğu söylenebilir: STEM disiplinleri, izole ve yaşamdan kopuk bir şekilde verilmemelidir.

Entegre STEM eğitiminin özelliklerini gösteren Şekil 2’de belirtildiği gibi hangi yolla uygulanırsa uygulansın iyi tasarlanmış bir entegre STEM eğitiminin hem öğrenciler hem de öğretmenler için olumlu ve geliştirici çıktıları olabilir.



Şekil 2. Entegre STEM eğitiminin genel özelliklerini ve alt bileşenlerini gösteren tanımlayıcı çerçeve (NAE & NRC, 2014).

Araştırmacılar, tüm STEM öğrenme deneyimleri boyunca, entegre STEM'in dört alanının tamamının olması gerektiğini önermemektedir, ancak STEM eğitimcileri, alanlar arasında kurulabilecek ilişkiler ve bir uygulama oluşturma konusunda güçlü bir anlayışa sahip olmalıdır (Kelley & Knowles, 2016). Daha fazla entegrasyon mutlaka daha iyi değildir. STEM konuları arasında bağlantı kurmanın potansiyel yararları ve zorlukları, biliş ve öğrenme alanındaki potansiyel dengeleri hesaba katan entegre STEM eğitiminin uygulanmasına yönelik ölçülü, stratejik bir yaklaşım oluşturmak önemlidir (NAE & NRC, 2014). STEM eğitimi, öğretmenlerin STEM disiplinleri arasında bilgi, beceri ve inançların doğal ve aktif alışverişlerini kullanmada üstünlük sağlamasını gerektirir (Çorlu vd. 2014). Capraro vd. (2016)'e göre, belirli özelliklerdeki hizmet içi eğitimlerle desteklenmiş bir öğretmenin geliştirdiği sınıf içi uygulamaların öğrenmeyi güçlendirdiği görülmektedir. STEM eğitiminin yenilikçi bireyler yetiştirme hedefi, ancak STEM öğretmenlerinin hizmet içi ve hizmet öncesi entegre eğitim yaklaşımlarına teşvik edilmesiyle sağlanabilir (Çorlu, 2012).

Entegre STEM aktiviteleri, kendi alanı dışında diğer STEM alanları hakkında da bilgi ve beceriye sahip öğretmenlerin kendi mesleki gelişimlerine de olanak tanır. Kendi alanlarını aşan daha büyük fikirlere odaklanabilirler. Berlin ve White (1995), öğretmenlerin öğrenci bilgisine nasıl yaklaşımları gerektiğine dair öneriler sunmuştur: (a) Öğrencilerin önceki bilgilerine dayanılmalı. (b) Büyük fikirler, kavramlar veya temalar etrafında bilgi biriktirilmeli. (c) Kavram ve süreçlerin birbirleriyle ilişkilerini içerecek şekilde öğrenci bilgisi geliştirilmeli. (d) Öğrenciler, bilginin duruma veya bağlama özel olduğunu anlamalı. (e) Sosyal söylem aracılığıyla bilginin iletilmesi sağlanmalı. (f) Öğrenciler bilginin zaman içinde toplumsal olarak inşa edildiğini anlamalı. (Akt. Stohlman, Moore & Roehrig, 2012).

NAE ve NRC (2014) raporuna göre STEM ile ilgili bir alanda çalışıp çalışmadıklarına bakılmaksızın, yaşamlarını üretken yurttaşlar olarak sürdürebilmeleri için, tüm insanların, özellikle de gençlerin, bir dereceye kadar bilimsel ve teknolojik okuryazarlığa sahip olmaları gerekir. Günümüzün bilim ve teknoloji açısından zengin toplumunda, böyle bir okur-yazarlık, akıllı bir tüketici ve demokratik karar verme konusunda düşünceli bir katılımcı olmak ve daha genel olarak dünyayı anlamlandırmak için önemlidir. STEM eğitimi grup aktiviteleri, laboratuvar araştırmaları ve projeleri içerdiği ölçüde, öğrenciler 21. yüzyıl becerilerini geliştirme

ve kişisel sağlık, enerji verimliliği ile ilgili kararları daha iyi alabilen vatandaşlar olmak için hazırlanma fırsatı elde ederler (Bybee, 2010). Başarılı bir entegrasyon uygulaması öğrencilerin problem çözme sürecini destekleyecek gerçek yaşam problemlerini içermelidir (Wang, 2012). İyi yapılandırılmış entegre STEM eğitimi bu anlamda öğrencilerin ve öğretmenlerin gelişim ve değişimleri için önemlidir.

Ancak, entegre STEM eğitimi karmaşıktır ve sınıflara zorluklar getirir (Guzey, Tamara & Harwell, 2016). Dass (2015), öğretmenler için STEM odaklı eğitim ile ilgili iki temel zorluk olduğunu söylemektedir: (1) Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiği, öğrencilerin bu disiplinler arasındaki bağlılığı ve karşılıklı bağımlılığı göreceği şekilde nasıl bütünleştirecekler? (2) Öğrencilerin gerçek dünya sorunlarına ya da sorunlarına yönelik çözümlerin, tüm bu disiplinlerden bilgi, süreç ve uygulamaların bir arada kullanımını içerdiğini anlamaları konusunda nasıl yardımcı olacaklar? STEM'i etkili bir şekilde öğretmek adına bu iki zorluğun karşılanması için pedagojik yaklaşım ve modellere ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır.

Guzey ve Moore (2017) entegre STEM müfredatının kalitesini değerlendirmek için “Mühendislik Tasarımı Tabanlı STEM Entegrasyon Müfredatı Değerlendirmesi” (Engineering STEM ICA) tasarlamıştır. Bu değerlendirme, bir STEM entegrasyonunun kalitesini belirlemek için Tablo 1’de verilen dokuz temel göstergesi ve öğrenmeyi geliştirecek araçları içerir.

Bu araştırmada geliştirilen öğretim tasarımı Tablo 1’de verilen göstergelere göre değerlendirilmiş ve bu göstergelerin büyük kısmını karşılar nitelikte tasarlanmıştır.

Tablo 1

Guzey ve Moore (2017) Tarafından Önerilen Mühendislik Tasarımı Tabanlı STEM Entegrasyon Müfredatı Değerlendirmesi.

1. Motive edici ve ilgi çekici bir bağlam
Oluşturulan müfredat,
<ul style="list-style-type: none">• Öğrencilerin kendi kişisel bilgi ve deneyimlerine dayanarak durumu anlamlandırmasına izin veriyor mu?• Farklı geçmişlerden gelen öğrencileri motive ediyor mu?• Zorlayıcı bir amaç ile bir bağlam sağlıyor mu?• Küresel, ekonomik, çevresel ve / veya toplumsal sorunları kapsıyor mu?• Güncel etkinlikleri ve / veya güncel konuları kapsıyor mu?• Öğrencilerin mühendislik süreçlerini kısmen veya tamamen gerçekçi durumlarda uygulamalarına olanak tanıyor mu?

Tablo 1 (devam)

<p>2. Mühendislik tasarım zorluğu</p> <p>Oluşturulan müfredat,</p> <ul style="list-style-type: none">• Öğrencilerin mühendislik tasarım süreçlerini kullanmasını gerektiren aktiviteler içeriyor mu?• Tasarım sürecinin adımlarını veya benzeri temsillerini ele alıyor mu?• Öğrencilerin sorunu belirleme sürecine katılmasına fırsat veriyor mu?• Öğrencilerin ölçütleri, kısıtlamaları, güvenliği, güvenilirliği, riskleri, alternatifleri, bedelleri ve / veya etik değerlendirmeleri dikkate almasını gerektiren bir mühendislik sorunu içeriyor mu?
<ul style="list-style-type: none">• Öğrencilere başarısızlık / geçmiş deneyimlerden öğrenme fırsatı veriyor mu?• Öğrencilerin yeniden tasarlanmasına izin veriyor mu?• Müşteriyi dahil eden bir mühendislik sorunu içeriyor mu?• Öğrencileri, müşterinin ve son kullanıcının (müşteriden farklı olarak) ihtiyaçlarını dikkate almaya teşvik ediyor mu?• Öğrencilerin süreçleri tasarladıkları ve değerlendirdikleri veya prototipler / modeller / çözümler oluşturup değerlendirdikleri açık uçlu bir mühendislik tasarım zorluğuna katılmalarına izin veriyor mu?• Zihinsel mühendislik becerilerini (sistemik düşünce, yaratıcılık gibi) alışkanlık haline getirmeyi teşvik ediyor mu?• Öğrencilerin mühendislik alanlarında tartışılan teknolojileri (örneğin köprüler, su filtreleri, geri dönüşüm tesisi süreçleri) keşfetmesini veya geliştirmesini gerektiriyor mu?• Mühendislik öğrenme ve / veya mühendislik tasarım süreci öğrenimi ile ilgili farklı teknikler, beceriler, süreçler ve araçlar öğrenmek ve uygulamak için fırsatlar sağlıyor mu?• Öğrencilerin mühendisliğin ne olduğunu ve mühendislerin ne yaptığını anlamaları için yardımcı oluyor mu?
<p>3. Bilim içeriğinin entegrasyonu</p> <p>Oluşturulan müfredat,</p> <ul style="list-style-type: none">• Bilimsel standartlara uygun mu?• Bilimsel kavramların entegrasyonu sınıf seviyesine uygun mu?• Öğrencilerin, mühendislik sorununu çözmek için gerekli olan temel bilimsel kavramları ve / veya büyük bilimsel fikirleri öğrenmelerini, anlamalarını ve kullanmasını gerektiriyor mu?• Bilimin tutarlı kavramsal anlayışını teşvik ediyor mu?• Bilim öğrenimi ile ilgili farklı teknikleri, becerileri, süreçleri ve araçları öğrenmek ve uygulamak için fırsatlar sunuyor mu?
<p>4. Matematik içeriğinin entegrasyonu</p> <p>Oluşturulan müfredat,</p> <ul style="list-style-type: none">• Matematik için akademik standartlara uygun mu?• Matematiksel kavramların entegrasyonu sınıf seviyesine uygun mu?• Verilerin toplanmasını ve analiz edilmesini gerektiren sorunlar içeriyor mu?• Öğrencileri, ölçüm araçlarının nasıl kullanılacağını öğrenmek, ölçümlerdeki değişkenliği düşünmek, hata kaynaklarını düşünmek, tekrarlanabilirliği göz önünde bulundurmamak ve öğrencilerin kendi ölçümlerini ve testlerini geliştirmelerine izin vermek gibi matematiksel düşüncenin tutarlı bir şekilde anlaşılmasını sağlayan, bilime ve / veya mühendisliğe bağlanan özgün ölçüm görevlerine katılmaları için yönlendiriyor mu?• Matematik öğrenimi ile ilgili farklı teknikleri, becerileri, süreçleri ve araçları öğrenmek ve uygulamak için fırsatlar sunuyor mu?

Tablo 1 (devam)

5. Öğretim stratejileri

Oluşturulan müfredat,

- Öğrencilerin aktif olarak akıl yürütmelerine ve/veya uygulama yapmalarına izin veren öğrenci merkezli aktiviteler içeriyor mu?
- Öğrencilerin bir çözüme varmadan önce bilgi veya veri toplayıp analiz etmelerini gerektiren bazı aktiviteler içeriyor mu?
- Bilim, mühendislik ve matematiği birleştirmek için kanıta dayalı akıl yürütmeyi bir strateji olarak benimsemiş mi?
- Gruplar arasında kanıta dayalı diyalogu teşvik etmek için tartışmaların düzenlenmesi için stratejiler dahil edilmiş mi?
- Öğrencilerin her dersin neden önemli olduğunu anlamaları için tüm dersler ile genel tasarım problemi arasında belirgin bağlantılar içeriyor mu?
- Öğrencileri STEM fikirleri edinebilecekleri gerçek yaşam durumları, resimler, sözlü-yazılı semboller gibi temsillerle karşılaştıran aktiviteler içeriyor mu?

6. Grup çalışması

Oluşturulan müfredat,

- Öğrencilerin başkalarıyla işbirliği yapmasını bekliyor mu?
- Bir ekipte çalışırken öğrencilerin bireysel sorumluluk alması için fırsat yaratıyor mu?
- Olumlu takım etkileşimlerini ve iş birlikli öğrenmenin beş unsurunu teşvik eden öğretim stratejilerine göre mi oluşturulmuş?
- Görevin tamamlanması için ekibin tüm üyelerine ihtiyaç olacak şekilde mi planlanmış?

7. İletişim

Oluşturulan müfredat,

- Öğrencilerin grafikler vb. görsel araçlar kullanarak iletişim kurmalarını gerektiriyor mu?
- Öğrencilerin mühendislik çözümlerini / ürünlerini tanıtacak şekilde iletişim kurmasını gerektiriyor mu?
- Öğrencileri iletişimde gerçek yaşam durumları, resimler, somut modeller gibi çoklu temsil biçimleri kullanması yönünde teşvik ediyor mu?
- İletişim sırasında kanıta dayalı akıl yürütmenin bir gereklilik olduğu belirtmiş mi?

8. Organizasyon

Oluşturulan müfredat,

- Öğretim hedefleri devlet standartlarına uygun ve hatta mümkün olduğunda bu standartların üzerinde olacak biçimde belirlenmiş mi?
- Mantıksal ve ardışık şekilde akan etkinlikler/dersler içerecek şekilde oluşturulmuş mu?
- Süreç boyunca öğrencilerin fen, matematik ve mühendislik öğrendiklerini genel mühendislik tasarım sorununa bağlamalarını sağlayacak şekilde mühendislik bağlamı dahil edilmiş mi?
- Konuya yabancı öğretmenler için rehberlik sağlıyor mu?

9. Performans ve biçimsel değerlendirme

Oluşturulan müfredat,

- STEM'in çoklu disiplinleri ve öğretim hedefleri ile yakından ilişkili mi?
- Devlet standartlarına anlamlı bir şekilde bağlı ve mümkün olduğunda bu standartların ötesine geçecek nitelikte mi?
- Öğrencilerin anlama ve beceri konusundaki performansları için kanıt oluşturacak çeşitli yollar geliştirilmiş mi?
- Kendi uygulamasını geliştirmek isteyen öğretmenlere rehberlik sağlıyor mu?

Tablo 1 (devam)

10. Ekstra: Öğrenmeyi geliştirecek araçlar
Oluşturulan müfredat,
<ul style="list-style-type: none">• Öğrencilerin araştırma, bilgi analizi, problem çözme, iletişim, işbirliği ve / veya karar alma için teknoloji araçlarını kullanmasını gerektiriyor mu?• Öğrenmeyi desteklemek için öğrencilerin içeriğe özel dijital ve dijital olmayan araçları kullanmasını gerektiriyor mu?

2.2. K-12 Öğretim Programlarının Yeni Parçası: Mühendislik

Mühendislik tasarımı, açık uçlu problemleri çözmek, yaratıcı düşünceyi geliştirmek, çözümler üretmek ve kararlar almak için fen ve matematik kavramlarını birleştirmek ve alternatif çözümleri ele almak için pedagojik bir stratejidir (Wang, 2012). Papert (1993) böyle bir uygulamalı öğrenme ortamını inşacılık olarak tanımlamaktadır ve bu eğitim felsefesi, kökünü Piaget'in yapılandırmacılığında alır (akt. Hayness & Santos, 2007). Yapılandırmacılık yaklaşımı, öğrencinin öğretmen tarafından aktarılan bilgiyi alması yerine, bilginin öğrenci tarafından aktif olarak yapılandırılması olarak tanımlanır. Ülkemizde öğretim programları yapılandırmacı yaklaşım temelinde 2005–2006 öğretim yılından itibaren düzenlenmeye başlanmıştır. Mühendislik tasarım sürecinin öğretim programlarına dahil edilmesi yapılandırmacı yaklaşımla STEM eğitimi yorumlamak için zemin hazırlayacağından Milli Eğitim Bakanlığı bu konuda bazı adımlar atmıştır.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü 2016 yılında yayınladığı STEM Eğitimi Raporunda Türkiye'de uygulanan öğretim programında özellikle fen, teknoloji ve toplum ile etkileşime önem verilirken, STEM entegrasyonuna ve mühendislik alanına doğrudan yer verilmediğini belirtmiştir. (Kertil & Gürel 2016. Akt. MEB STEM Eğitimi Raporu). Dünyada STEM eğitimi ile ilgili oluşan ihtiyaç ve gelişmelere paralel olarak konu ile ilgili öneriler geliştirmiştir. Bu önerilerden biri “ STEM eğitimi ile ilgili eğitim sistemine entegrasyon çalışmaları yapılırken acele edilmeden araştırma sonuçlarına dayalı adım adım bir entegrasyon stratejisi izlenmelidir” şeklindedir. Nitekim bu öneriye paralel olarak 2018 yılında güncellediği İlköğretim seviyesindeki Fen Bilimleri Dersi öğretim programında (İlkokul ve Ortaokul 3,4,5,6,7, ve 8.sınıflar) Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları başlığı açmıştır. Bu yaklaşım çerçevesinde Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları başlığı altında her bir üniteye paralel

şekilde ve her bir kazanıma içkin olarak Bilim ve Girişimcilik dersine bütünü ayrılmaz bir parçası hâlinde dâhil edilmiştir. Sonuç olarak öğrenme ve öğretme sürecinde öğretmenler rehberliğiyle öğrenciler, bilimsel bilgiyi mühendislik uygulamalarıyla bütünleştirerek ürüne dönüştüreceklerdir. Yıl sonunda da bilim şenliği ile okul paydaşlarının tamamına sunacaklardır. Ayrıca yine ilköğretim seviyesinde Bilim Uygulamaları Dersi Öğretim Programında (Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu 5,6,7 ve 8.sınıflar) Ürün Oluşturma ve Girişimcilik başlıklı bir kazanıma yer vermiştir. Bu kazanımın açıklaması “Ürün oluşturmada “mühendislik tasarım ve girişimcilik sürecini uygular.” şeklindedir. Fen Bilimleri ders kitaplarında ünitelerden önce mühendislik tasarım süreci ve bilimsel araştırma sürecinin adımları doğrusal olarak verilmiş ve kısaca açıklanmıştır. Mühendislik tasarım süreci şu adımlarla şematize edilmiştir: (a) Problemin tespiti, (b) Araştırma yapma, (c) İhtiyaçları belirleme, (d) Çözüm yolları geliştirme, (e) Modeli tasarlama, (f) Modeli geliştirme ve test etme. Öğretim programında belirtildiği gibi üniteler içinde yer alan uygulamalarda öğrencilerin bu süreçlere başvurarak ürün geliştirmeleri istenmiştir.

MEB tarafından yapılan bu değişiklikler göz önüne alındığında STEM eğitiminin fen eğitimi içinde yer alacak mühendislik tasarım tabanlı uygulamalarla öğretim programına dahil edileceği söylenebilir.

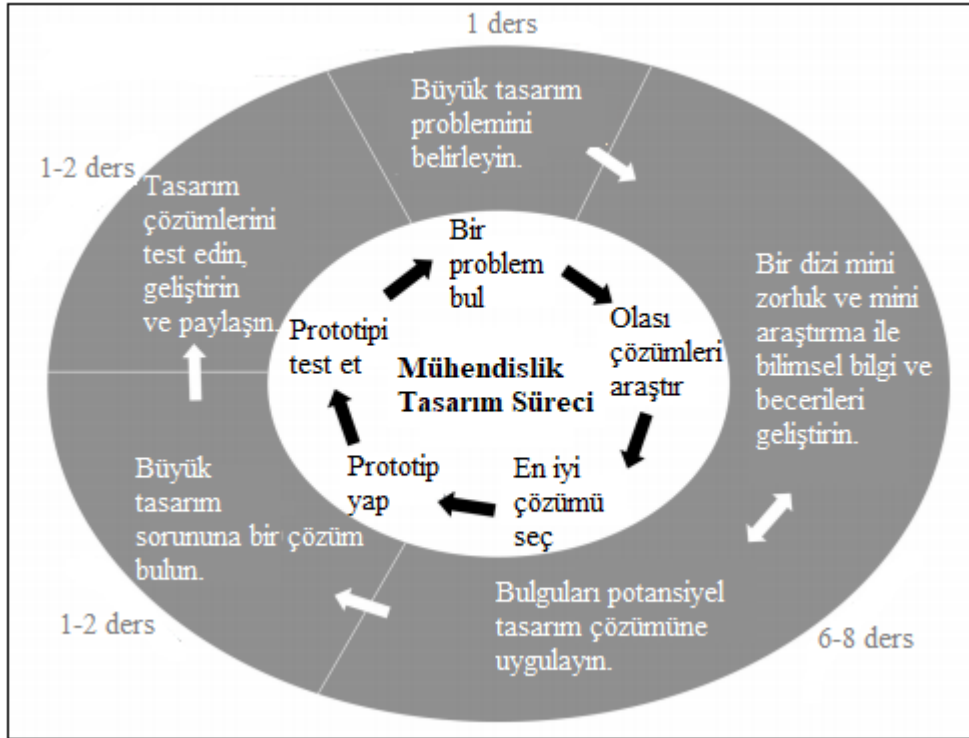
Bybee (2010)'e göre, STEM eğitiminde mühendisliğe daha fazla ağırlık vermelidir çünkü mühendislik, her ülkenin gündeminde yüksek öncelikli iki tema olan problem çözme ve inovasyon ile doğrudan ilgilidir. Öğrencilere mühendislik ya da mühendislik benzeri problemleri çözerken fen ve matematik kavramları ve becerileri öğretilirse, bu kavramları kavrayacak ve bu becerileri daha kolay öğrenecek ve daha iyi tutabileceklerdir, çünkü mühendislik tasarım yaklaşımı soyut kavramları gerçek dünya bağlamında tutar (NAE & NRC 2009). STEM eğitiminin temeli, birçok eğitimcinin K-12 eğitimi ile en az ilgili olarak gördüğü mühendislikte yatmaktadır (Basham & Marino, 2013). Mühendislik alanına K-12'de yer vermenin tek katkısı gelecekte bu alanı seçecek öğrenciler için olmayacaktır. Mühendislik paradigması, geleneksel mühendislik ve teknoloji kapsamı dışındaki diğer problemleri ele almak için genişletilebilecek bir analitik düşünce süreci sağlar (Koehler, Faraclas, Sanchez, Latif & Kazerounian, 2005).

Çocukların tasarım konusundaki doğal eğilimiyle ilgili sezgimize rağmen, tasarım temelli fen eğitimi üzerine araştırma alanı, araştırmaya dayalı yaklaşımlar üzerine yapılan çok sayıda çalışma ile karşılaştırıldığında nispeten az gelişmiş kaldığından eğitimcilerin, tasarım etkinlikleri yoluyla fen öğretiminin etkinliği hakkında çok az bilgisi vardır (Wendell vd. 2008).

Koehler vd. (2005) mühendislik paradigmasını, teknik okur-yazar bir kişinin bir problemin mantıksal analizine ve bir çözüm için yinelenmeli prosedürüne bakış açısı kazanmasını sağlayan sistematik bir metodoloji olarak tanımlamış ve bu paradigma sürecini özetlemiştir: (a) Problemi tanımlama; (b) Problemi analiz etme; (c) Parçalı analiz; (d) Muhtemel çözümler üretme; (e) Kısıtlamaların göz önünde bulundurulması; (f) Olası çözümlerin yinelenmeli revizyonu; (g) Kabul edilebilir bir ürüne kadar yinelenen prototip oluşturma; (h) Son tasarımı optimize etme.

Mühendislik tasarım sürecinin bu temel bileşenlerinin K-12 seviyesine uyarlanmasına yönelik alternatif yaklaşımlar vardır. Bu yaklaşımlar bahsedilen tasarım süreci bileşenlerini içermekle birlikte K-12 seviyesi için sadeleştirilmiştir.

Bu yaklaşımlardan biri Wendell vd. (2010) tarafından ilköğretim seviyesi için geliştirilen mühendislik tasarım sürecidir. Şekil 3'te süreç şematize edilmiştir.

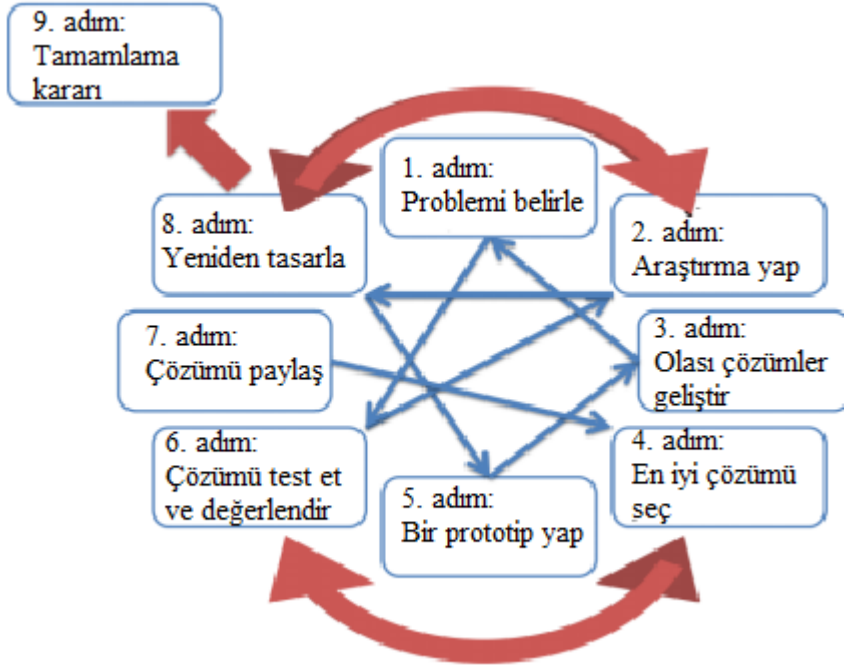


Şekil 3. Mühendislik tasarım süreci (Wendell vd. 2010).

Bu yaklaşıma göre 9-11 ders saati arasında süren çalışma büyük tasarım probleminin belirlenmesiyle veya öğretmen tarafından açıklanmasıyla başlar. Fen konusu işlenirken öğrenciler arada küçük tasarım sorunları ile karşılaştırılır. Bu sorunlar aynı zamanda büyük tasarım probleminin çözümüne hizmet edecek nitelikte olmalıdır. Elde edilen bilgi ve bulgulara dayanarak büyük tasarım problemi için olası çözümler araştırılır ve en iyi çözüm seçilir. Bu çözüme göre bir prototip yapılır, test edilir, gerekliyse geliştirilir ve diğerleri ile sonuçlar paylaşılır. Wendell vd. (2008)'e göre, çocukların bu süreçte gerçek bir mühendis gibi ürün geliştirmeleri şart değildir ancak tasarımın her bir aşamasını temsil etme eylemine girmelidirler. Aynı zamanda öğrenciler tasarım eserlerini planladıkları, inşa ettikleri, test ettikleri, açıkladıkları, paylaştıkları ve yansıttıkları yazılı, çizili, sözlü veya diğer temsili formlarda kayıt tutmalıdırlar. Ve öğretmenler sınıfta bir tasarım söylemi oluşturmaya yardımcı olmalıdırlar.

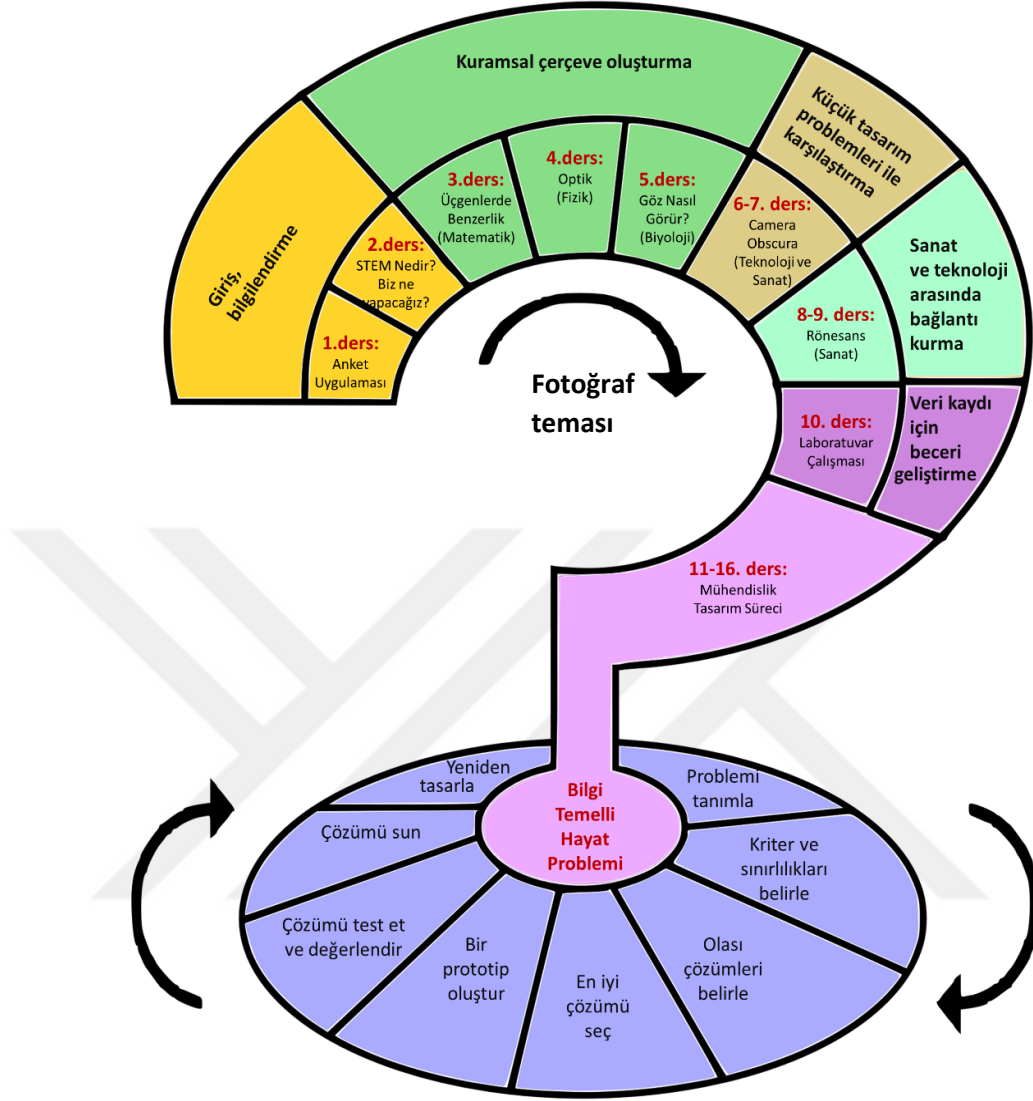
Mühendislik tasarım sürecinin orta öğretim seviyesine uyarlanmasına yönelik diğer bir yaklaşım Hynes, Portsmore, Dare, Milto, Rogers ve Hammer, (2011) tarafından geliştirilmiştir. Şekil 4'te gösterilen bu yaklaşım mühendislik tasarım sürecindeki adımların döngüsel olduğuna, tasarımın sonuna gelmişken örneğin başlangıçtaki araştırma sürecine tekrar dönmek gerekebileceğine vurgu yapar.

Hynes vd. (2011)'e göre öğrenciler bu sadeleştirilmiş uyarlamayı benimseyerek, mühendislik tasarım sürecinin katı düşünceye dayanmadığını, aksine yaratıcı düşünmeyi ve dışarıdan bakmayı kışkırttığını kabul edeceklerdir. Mühendislik tasarımının amacı, öğrencileri matematik ve fen bilgisinin pratik uygulaması olan etkinliklerde mühendislik ile etkileşime teşvik etmek olarak tanımlamışlardır. Bu yolla lise öğrencileri, mühendislerin sadece bir şeyler inşa etmediğini fark ederler. Tasarım sürecinde ihtiyaçların veya problemin net tanımlanması, araştırma, planlama, beyin fırtınası, test ve değerlendirme ile iletişim aşamalarının gerekliliğini tecrübe ederler.



Şekil 4. Mühendislik tasarım süreci (Hynes vd. 2011).

Bu araştırmada bahsedilen iki modelden yararlanılarak araştırmacı tarafından yeni bir model oluşturulmuştur. Şekil 5’te gösterilen bu modele göre, öğrenciler başlangıçta tasarım probleminden habersizdir. Ancak, yapılan tüm uygulamalar bir tema etrafında şekillenir. Her derste tema olarak belirlenen “fotoğraf” ile ilgili göndermeler bulunur. Böylece tasarım süreci öncesinde tema öğrencilere sezdirilir. Tasarım problemini çözmeleri için gereken tüm bilgi, beceri ve tecrübe problem öncesinde kazandırılmaktadır. Ayrıca Wendell vd. (2010)’nin modelinde olduğu gibi öğrenciler tasarım problemi öncesinde küçük tasarım sorunları ile karşılaştırılmakta ve öğrendikleri kuramsal çerçeveyi bu sorunları çözmekte kullanmaları beklenmektedir. Ayrıca bu modelde sanat alanı ile bağlantı da yer almaktadır. Son aşamada tasarım problemi bilgi temelli hayat problemi olarak sunulmakta ve Hynes vd. (2011)’nin modelinde olduğu gibi bir mühendislik tasarım sürecinden geçerek problemi çözmeleri beklenmektedir.



Şekil 5. Araştırmacı tarafından geliştirilen öğretim tasarımı modeli

2.3. Türkiye’de STEM Eğitimi

İşgücünün hızla küreselleştiği, üretimin çok coğrafyalı bir yapıya dönüştüğü 21. yüzyıl ekonomisinde bir ülkenin eğitim sistemi yalnızca ülke içi verilerle değerlendirilemez. Rekabetin küresel olduğu yeni yüzyılın performans standartlarının da küresel olması zorunludur (Şirin & Vatanartıran 2014). Son yıllarda ülkemizde yayınlanan birçok raporda eğitim-öğretim süreçlerinin zamanın ruhuna ve gereklerine uygun şekilde yeniden yapılandırılmasına dair öneriler yapılmıştır (Şirin & Vatanartıran 2014; Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği [TÜSİAD] 2013, 2014; Akgündüz vd. 2015). Bu öneriler ışığında MEB, Üniversiteler ve Sanayi kuruluşları bazı adımlar atmıştır.

Henüz Türkiye’de eğitim gören öğrencilerin sadece çok küçük bir kısmı uluslararası standartlarda STEM eğitimi ile karşılaşmaktadır (Çorlu vd. 2014). STEM eğitimini Türkiye’de yaygınlaştırmak ve geliştirmek için ülkemizde yapılan bazı çalışmalara bu bölümde yer verilecektir.

Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK) tarafından 2016 yılında STEM Eğitimi Raporu yayınlanmış ve ülkemizde STEM Eğitimi’ne geçilmesi amacıyla model önerisinde bulunulmuştur.

İstanbul Sanayi Odası 9 Ekim 2015 tarihinde İstanbul İl Milli Eğitim Müdürlüğü ve İstanbul Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğü ile işbirliği protokolünü imzalamıştır. Bu projede amaç, İstanbul’daki mesleki ve teknik eğitim veren okulları, başta sanayi ve ticaret odalarının meslek komiteleri olmak üzere bütün sivil toplum kuruluşları ve özel sektör ile entegre etmektir.

Bahçeşehir Üniversitesi’nde kurulan STEM Eğitimi Merkezi (BAUSTEM) tarafından STEM araştırmaları gerçekleştirilmektedir. STEM: Bütünleşik öğretmenlik (bilgi ve becerileri) projesi, 2012 yılında Avrupa Birliği Marie Curie kariyer entegrasyonu programı için proje yürütücüsü tarafından İ.D.V. Bilkent Üniversitesi’nde yazılmış ancak seneler içerisinde birden çok farklı özel kurum tarafından desteklenmiştir. Bahçeşehir Üniversitesi içerisinde öğretmen eğitimi üzerine çalışan bir araştırma ve geliştirme merkezi bünyesinde BAUSTEM 2016 yılında ortaya çıkmıştır (Aşık, Doğanca Küçük, Helvacı & Çorlu, 2017).

Hacettepe Üniversitesi tarafından 2009 yılında kurulan Hacettepe Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi ve Uygulamaları Laboratuvarı (Hacettepe STEM & Maker Lab) uluslararası düzeyde bireyler yetiştirebilmek için güncel eğitim yaklaşımlarını yaygınlaştırmak amacıyla Avrupa Birliği Çerçeve Programları kapsamında çeşitli projelere katılmaktadır. Ayrıca eğitici, merak uyandırıcı ve heyecanlandırıcı ürünler ve atölyeler ile katılımcıların STEM alanlarındaki ilgilerini güdülemek ve canlı tutmak amacıyla her yıl farklı illerde Stem & Makers Fest Expo organizasyonu yapılmaktadır.

İstanbul Aydın Üniversitesi Eğitim Bilimleri ve Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi tarafından STEM alanlarında öğretmenlerin ve öğrencilerin yetkinliklerini artırmak, okulların STEM okullarına dönüşümüne destek olmak amacıyla 2015 yılında STEM Okulu (STEM School) kurulmuştur.

Özyeğin Üniversitesi bünyesinde kurulan OPENFAB’da çocuklar için kodlama, modelleme, elektronik konularında eğitimler düzenlenmektedir.

Ortadoğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) bünyesinde Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi (BİLTEM) kurulmuştur. BİLTEM, farklı disiplinlerden öğretim üyelerinin oluşturduğu bir araştırmacı grubuyla, ilgili alanlarda okullara, öğretmenlere ve öğrencilere sunulan eğitim imkânlarının geliştirilmesini hedeflemektedir.

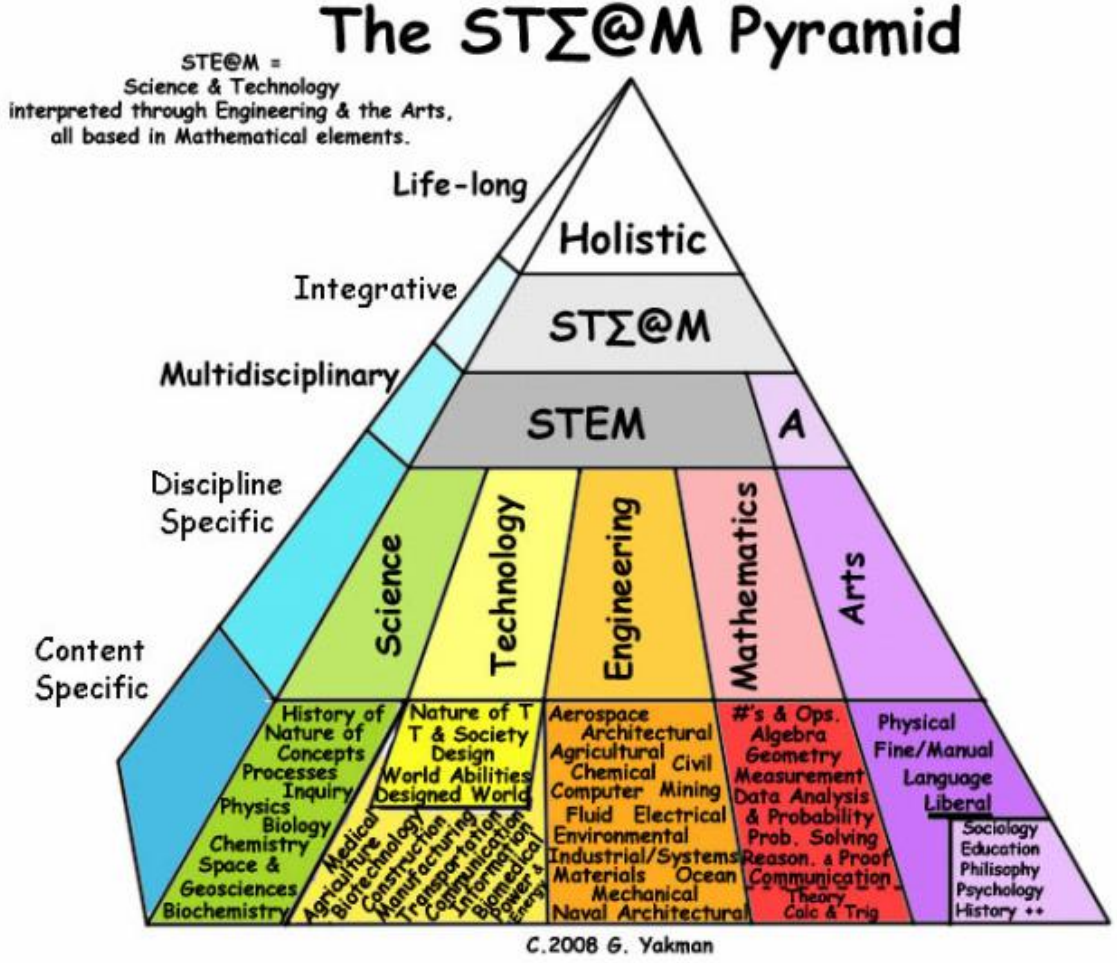
2.4. STEAM

Teknolojik çabanın tıpkı sosyal ve estetik bağlamlardan ayrıştırılmaması gibi, sosyal çalışmaların, sanatların ve beşeri bilimlerin incelenmesinden de teknoloji çalışmalarının kopmaması gerekir (Sanders, 2009). Sanatın STEM eğitimine entegrasyonu yeni bir kısaltmayla sonuçlanmıştır: STEAM (Öner, Nite, R.M. Capraro & M.M. Capraro, 2016). Alan yazında bu kısaltma STEM+A şeklinde de kullanılmaktadır. STEAM bir konuya bilim, teknoloji, mühendislik, matematik, sanat yönleri yaklaşan entegre bir öğrenmedir. Bu, öğrenme ve motivasyonun verimliliğini artırır ve aynı zamanda öğrencilerin ilgisinin gelişimi üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir (E. Kim, S. Kim, Nam, & Lee, 2012).

STEAM müfredatının uygulanmasındaki amaç, beynin her iki tarafını da kapsayan, öğrencilerin işlevsel okuryazarlığını müfredat boyunca geliştiren ve yapılandırmacılığı teşvik eden bütünsel bir eğitim sağlamaktır (Long & Davis, 2017).

Bilim, teknoloji, mühendislik, matematik ve sanat alanlarının teorik ve pratik tarafları arasındaki doğal etkileşimi analiz etmek ve bir çerçeve oluşturmak adına Sanat entegrasyonunun başarılı olması için, öğrenciler bağlantıları görmelidir, sanat etkinlikleri akademik müfredata bağlı olmalıdır, içerik ve sanatsal dersler eşit önemde olmalı, deneyimler rubriklerle değerlendirilmelidir (Mishook & Kornhaber, 2006).

2007 yılında Yakman STEM'e sanatı (art) da ekleyerek STEAM kısaltmasını oluşturmuştur (Kim ve diğ. 2012). Yakman (2008), bilim, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik alanlarının teorik ve pratik tarafları arasındaki doğal etkileşimi analiz etmek ve bir çerçeve çizmek için Şekil 6'da gösterilen STEAM piramidini oluşturmuştur.



Şekil 6. STEAM piramidi (Yakman, 2008).

Yakman (2008)'a göre, piramidin en tepesindeki seviye evrensel düzeydir. Maruz kaldıkları içsel ve dışsal etkiler insanların dünyayı anlama biçimlerini şekillendirir. Uyurken bile planlanamaz ve önlenemez biçimde gerçekleşen bu etkileşimi Yakman (2008) bütünsel (holistik) eğitimle ilişkilendirmiş ve bu durumu tanımlamak için piramidin en üst seviyesini yaşam boyu eğitim olarak adlandırmıştır.

İkinci seviye entegre seviyedir. Öğrencilerin tüm alanların birbiriyle ve gerçek yaşamla bağlarını öğrenecekleri ve alanlarla ilgili genel bir bakış açısı kazanacakları planlı ve gerçekliğe dayalı uygulamalar bu düzeydedir. Yakman (2008)'a göre pratikte bu seviyede bir eğitim verebilmenin en mükemmel yolu geniş ve bağımsız çalışmalara izin veren temalar etrafında öğretimi planlamaktır. Bunun için öğretmenlerin ekip halinde çalışmaları gerektiğini vurgulamıştır.

Bu araştırmada geliştirilen öğretim tasarımı aracılığıyla tam da bu seviyede (entegre seviye) bir öğrenme deneyimi yaşatmak hedeflenmiştir. Bu nedenle fotoğraf teması etrafında STEAM alanlarından öğretmenler ekip halinde çalışmıştır.

Üçüncü seviye multidisipliner seviyedir. Bu seviyede öğrencilerin alanların birbiriyle bağlarını öğrenecekleri ve alanlarla ilgili konsantre bir bakış açısı kazanacakları planlı ve yine gerçek yaşam temelli uygulamalara dayalı üniteler içinde aldıkları eğitimler kastedilir. Ancak Yakman (2008) bu seviyede pratikte yapılan uygulamaları ve eğilimleri değerlendirdiğinde STEM disiplinleri arasındaki etkileşim güçlenirken sanat alanının marjinalleşiğini ve bu etkileşim içine alınmadığını görmüştür. Bu “trajik” eğilimin öğrencilerin bağlamsal anlayış geliştirmeleri için kullanabilecekleri birçok birincil yolu ortadan kaldırdığını belirtmektedir.

Dördüncü seviye disipline özel seviyedir. Bu seviyede disiplinler ayrı olarak öğretilir. Bu, diğer disiplinlerin hariç tutulduğu anlamına gelmese de odak noktada tek bir disiplin yer alır. Bu seviye öğrencilerin kariyerlerini veya hobilerini planlarken bir disiplinle ilgili derinlemesine bakış açısı kazanması ve uzmanlık alanlarını araştırması için gereklidir.

Beşinci seviye içeriğe özel seviyedir. Bu seviyede içerik alanları daha ayrıntılı ele alınır. Öğrencilerin mesleki gelişiminin gerçekleştiği ve seçtikleri alanla ilgili daha sıkı araştırmalara daldıkları seviye burasıdır.

Özetle, Yakman (2008)’ın yaklaşımına göre, disiplinlere özel ve içeriğe özel ayrı bir eğitim vermek bir disiplin hakkında derinlemesine bakış açısı kazanmak ve profesyonelleşmek için gerekli olsa da disiplinlerin gerçek hayattaki karşılığını ve bilginin bağlam içindeki yerini anlamlandırmak için eğitim süreçleri içinde disiplinleri entegre eden seviyelere de yer verilmesi gerekir. Sanatın entegrasyonu ise öğrencilerin bağlamsal anlayış geliştirmeleri için birincil yollar sağlar. Böylece bütünsel bir bakış kazanılabilir.

2.5. STEM Eğitimi Yaklaşımı ile İlgili Araştırmalar

Yıldırım ve Selvi (2017), STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına, fene yönelik sorgulayıcı öğrenme beceri algılarına, fene yönelik motivasyonlarına, STEM’e karşı tutumlarına ve bilginin kalıcılığı üzerine etkisi incelemiştir. Araştırma sonucunda, STEM uygulamaları ve

tam öğrenmenin öğrencilerin akademik başarı ve fene yönelik motivasyonları üzerine olumlu etki yaptığı bulunmuştur. Dahası STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin öğrenilen bilgilerin kalıcılığı üzerine olumlu etki yaptığı da tespit edilmiştir. Ayrıca STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin STEM tutum ve fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri üzerinde olumlu etki yapmadığı da görülmüştür.

Yamak, Bulut ve Dündar (2014), Ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve fene karşı tutumlarına Fen-Teknoloji-Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) etkinliklerinin etkisini araştırmıştır. FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve fene karşı tutumlarını pozitif yönde geliştirdikleri tespit edilmiştir.

Yıldırım (2016), STEM konularına yönelik yaratıcılık ve problem çözme becerilerine, tutum ve ilgilerine ek olarak, öğrenci başarısına odaklanan STEM eğitimi üzerine yapılan ampirik araştırma çalışmalarının bir taslağını çizmek amacıyla STEM eğitimine ilişkin çeşitli makale, makale ve tezlerin ilk taramasından sonra, 33 araştırmayı seçmiştir. Bulgular, STEM eğitim ilkeleri ve PISA / TIMSS gibi uluslararası karşılaştırma çalışmaları ile STEM eğitiminin okuldaki öğrenci başarısı ve bireysel STEM disiplinlerine yönelik tutumları üzerindeki olumlu etkisini içermektedir. Ayrıca, STEM eğitim ilkelerini takip eden müdahalelerin, öğrencilerin problem çözme ve yaratıcılığını güçlendirdiğine yönelik kanıtlar bulunmuştur.

Ceylan ve Özdilek (2015), STEM eğitime dayalı olarak asit-bazlar konusunda ders planı oluşturmuş ve 8.sınıf düzeyindeki öğrencilere 5E modeli ile uygulamıştır. Bu araştırmada öğrenme materyallerinin öğrenme çıktıları üzerine etkisi incelenmiştir. Örnek ders planının öğrencilerin öğrenme çıktılarını kazanma düzeyleri üzerinde oldukça etkili olduğu bulunmuştur.

Cotabish, Dailey, Robinson, ve Hughes (2013), ilköğretim Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) programına katılımın bir yıl sonra ilköğretim öğrencilerinin fen süreçlerini, içerik bilgisini ve kavram bilgilerini değerlendirmiştir. Bu çalışma, yoğun mesleki gelişim ve genel ilköğretim öğrencilerine titiz bilim müfredatı kullanmanın yararları da dahil olmak üzere ilköğretim sınıfında sorgulamaya dayalı bilim öğretiminin kullanılmasının kombinasyonunun etkilerini belgelemiştir. Araştırmanın sonuçları, kontrol grubunda yer alan öğrencilerle karşılaştırıldığında, deney grubundaki öğrencilerin fen bilgisi süreç becerileri, fen kavramları ve fen bilgisi içeriğini öğrenmede istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Yıldırım ve Altun (2015)'un gerçekleştirdiği araştırmanın çalışma grubunu, üniversite 3. sınıfta okuyan 83 Fen Bilgisi Öğretmen adayı oluşturmuştur. Bu öğrencilerin bir kısmı deney grubu, diğerleri ise kontrol grubu olarak yansız atama ile atanmıştır. Fen bilgisi laboratuvar dersinde gerçekleştirilen çalışmada, deney grubunda STEM Eğitimi ve Mühendislik uygulamalarına göre ders işlenirken; kontrol grubunda ise dersler normal sürecinde devam etmiştir. Söz konusu uygulama, yarı-deneysel bir çalışmaya dayalı olarak yürütülmüştür. Çalışma 2013-2014 güz dönemi boyunca uygulanmıştır. Uygulama sonucunda, STEM Eğitimi ve Mühendislik eğitiminin uygulandığı deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda, STEM Eğitimi ve Mühendislik uygulamalarının öğrencilerin başarılarını geliştirmede etkili olduğu bulunmuştur.

Yaşar, Baker, Robinson-Kurpius ve Roberts (2006), K-12 düzeyinde çalışan öğretmenlerin mühendislik, tasarım ve teknoloji ile olan yakınlıklarını ölçmek için bir anket oluşturmuştur. Bu anketin uygulandığı tüm öğretmenlerin mühendislik, tasarım ve teknolojinin eğitimde kullanılmasına yabancı olduğu, mühendislik için gerekli beceriler hakkında kalıplaşmış bilgilere sahip oldukları, bu alanları öğretme yeteneklerine güvenmedikleri, bu alanları müfredata dahil etmenin önünde zaman ve idari engeller olduğu görüşünde oldukları belirlenmiştir.

Bozkurt Altan ve Ercan (2016), yaptıkları çalışmada 2015 yazında Sinop Üniversitesi'nde gerçekleştirilen mesleki gelişim çalışmalarına odaklanmıştır. Çalışmanın amacı, mesleki gelişim programının, katılımcı fen öğretmenlerinin STEM eğitimi ile ilgili algı ve yeterliklerine olan etkilerini araştırmaktır. Bulgular, mesleki gelişim programının öğretmenlerin STEM eğitimi hakkındaki görüşlerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Ellefson, Brinker, Vernacchio ve Schunn (2008), mikro düzeyde düşünme gerektirdiğinden anlaşılması zor olan genetik konusunu bir bakteri tasarımı yoluyla tasarım temelli işlendiği öğretim programının öğrenciler üzerindeki etkisini incelemiştir. Bulgular tasarım temelli programın başarılı bir biçimde hedefine ulaştığını göstermektedir.

Savran Gencer (2015), Mühendislik tasarım temelli bir fen etkinliği (fırıldak etkinliği) üzerinden öğrenme çıktıları incelenmiştir. Bu etkinliğin sonucunda, birinci elden bilim ve mühendislik deneyimleri yaşayan öğrencilerin fen okuryazarı bireyler olarak fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, olumlu tutum, algı ve değerler

kazanmalarının yanı sıra fen bilimleri alanında kariyer bilinci geliştirmelerine de katkıda bulunduğu düşünülmektedir.

Gülhan ve Şahin (2016), STEM entegrasyonunun ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisini incelemiştir. STEM etkinliklerinin öğrencilerin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarını geliştirdiği sonucuna varılmıştır.

Ercan ve Şahin (2015), tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının 7. Sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket ünitesindeki akademik başarılarına etkisini incelemiştir. Tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının akademik başarıya katkıda bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Şahin, Ayar ve Adıgüzel (2014), öğrencilerin okul sonrası programlanan STEM etkinlikleriyle ilgili deneyimlerini ve kazanımlarını incelemiştir. Araştırma sonuçları STEM ile ilgili faaliyetlerin, 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine katkıda bulunmanın yanı sıra işbirlikçi öğrenme ve sorgulamayı teşvik etme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Öner vd. (2016), çalışmalarında orta ve yüksekokul öğrencilerinin STEM aktivitelerinde sanat kullanımıyla ilgili inançlarını belirlemek için Proje Tabanlı Öğrenme derslerinde yaratıcılıklarını kullanmalarını incelemiştir. Sonuçlar, öğrencilerin yaratıcılıklarını dokuz sınıfın sekizinde kullandıklarına inandıklarını göstermiştir.

Kong ve İn-Cheol (2014), İlköğretim seviyesindeki öğrencilerle STEAM aktiviteleri ile hazırlanan fen derslerinin öğrencilerin fen eğitimine karşı tutumlarına, özyeterliliklerine ve motivasyonlarına etkisini araştırmıştır. STEAM aktiviteleri ile hazırlanan fen derslerinin özyeterlilik, tutum ve motivasyonlarını artırmada etkisi olduğu bulunmuştur.

Yasak (2017) yüksek lisans tezinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) uygulamalarının, öğrencilerin fen bilimleri dersindeki akademik başarılarına ve tutumlarına olan etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda FeTeMM uygulamaları ile işlenen fen bilimleri konularında öğrencilerin akademik başarılarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin derse olan olumlu tutumlarını artırdığı tespit edilmiştir.

Pekbay (2017), doktora tezinde FeTeMM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerine ve FeTeMM alanlarına yönelik ilgilerine etkisini incelemiştir. Ayrıca ortaokul öğrencilerinin

FeTeMM ile ilgili, FeTeMM etkinlikleri ile ilgili ve uygulanan süreç ile ilgili görüşleri de incelenmiştir. Araştırma sonuçları, FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerini geliştirdiği, öğrencilerin FeTeMM'e yönelik ilgilerinde de olumlu yönde bir artış olduğu, öğrencilerin FeTeMM'e yönelik görüşlerinde olumlu bir değişikliğe sebep olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda öğrenciler Bilim Uygulamaları dersinin FeTeMM etkinlikleri ile işlenmesine yönelik olumlu görüş bildirmişlerdir.

Ercan (2014), doktora tezinde tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik akademik başarılarına, karar verme becerilerine, mühendislik disiplinine yönelik görüş ve yeterliklerine etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucunda, tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin kuvvet ve hareket ünitesine yönelik akademik başarılarının, karar verme becerilerinin ve mühendisliğe yönelik bilgi düzeylerinin gelişimine katkı sağladığı, öğrencilerin mühendislik tasarım süreci uygulama becerilerinin gelişim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca uygulamalar öncesinde kariyer planlamaları açısından mühendisliği düşünmeyen bazı öğrencilerin uygulamalar sonrasında mühendisliği bu anlamda bir alternatif olarak görmeye başladıkları ve yine uygulamalar öncesinde mühendisliğin erkeklere has bir meslek olduğunu düşünen bazı öğrencilerin bu düşüncelerinden vazgeçtikleri saptanmıştır.

Bozkurt (2014), doktora tezinde fen bilgisi öğretmenliği lisans programında yer alan Fen Öğretim Laboratuvar Uygulamaları I dersinin mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile yürütülmesi sürecini incelemiş ve söz konusu sürecin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve karar verme becerilerine etkisinin belirlemiş, süreçle ilgili öğretmen görüşlerini değerlendirmiştir. Araştırmada öğretmen adaylarının karar verme becerilerinin ve bilimsel süreç becerilerinin mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile geliştiği tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile karar verme ve bilimsel süreç becerilerinin gelişebileceği yönünde görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir.

Bilekyiğit (2018), yüksek lisans tezinde, Mesleki ve Teknik Lisede öğrenim gören 10.sınıf öğrencileriyle biyoloji dersi kapsamında “Çevre Kirliliğinin Önlenmesinde: Yenilenebilir Enerji Kaynağı Biyogaz” konusu STEM yaklaşımına işlendiğinde bu yaklaşımın öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenmenin kalıcılığına ve öğrenci görüşlerine etkisinin nasıl olacağı araştırılmıştır. Araştırma

sonucunda kontrol grubuna göre deney grubundaki öğrencilerin akademik başarılarının ve kalıcı öğrenmelerinin daha yüksek olduğu belirlenmiş ve öğrenciler STEM etkinlikleri ile ilgili olumlu görüşler bildirmişlerdir.

Türkiye’de yapılan yüksek lisans ve doktora tezleri araştırıldığında özellikle 2014 yılından sonra STEM/FeTeMM yaklaşımı konulu çok sayıda ampirik araştırmaya rastlanmıştır. Bu araştırmaların önemli bir kısmı öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Diğer önemli bir kısmının çalışma grubu ise ilkokul ve ortaokul seviyesindeki öğrencilerden oluşmaktadır. Okul sonrası etkinliklere yer veren çalışmalar da bulunmaktadır. Ortaöğretim seviyesinde ise yalnız 1 yüksek lisans tezine (Bilekyiğit, 2018) rastlanmıştır. İlköğretim seviyesinde Bilim Uygulamaları dersi içinde planlanan STEM/FeTeMM etkinlikleri ile ilgili 2 çalışmaya (Pekbay, 2017; Saçan, 2018) rastlanmıştır. STEM etkinliklerine sanat boyutunu da ekleyerek etkilerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Alan yazın incelendiğinde ortaöğretim seviyesinde, Bilim Uygulamaları dersi kapsamında, ortaöğretim programıyla uyumlu, tüm STEM alanlarını entegre ederek sürece katılan hem öğretmen hem de öğrenciler üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bölüm 3

Yöntem

Bu bölümde araştırmanın amacı doğrultusunda; araştırmanın modeli, araştırmacının rolü, çalışma grubunun özellikleri, veri toplama araçları, araştırmanın uygulama süreci, verilerin analizi ve araştırmanın sınırlılıkları açıklanmıştır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, tüm STEM alanlarını tamamen yapılandırılmış biçimde birbirine bağlayan bir öğretim tasarımının, öğrencilerin mühendislik tasarım süreci konusundaki deneyimleri, STEM alanları arasında bağlantı kurma durumları ve motivasyonları; öğretmenlerin STEM eğitime bakış açıları üzerindeki etkisini inceleyen bir eylem araştırmasıdır.

Eylem araştırması, bir okulda çalışan yönetici, öğretmen, eğitim uzmanı veya diğer tür kuruluşlarda çalışan mühendis, yönetici, planlamacı, insan kaynakları uzmanı gibi bizzat uygulamanın içinde olan bir uygulayıcının doğrudan kendisinin ya da bir araştırmacı ile birlikte gerçekleştirdiği ve uygulama sürecine ilişkin sorunların ortaya çıkarılması ya da hâlihazırda ortaya çıkmış bir sorunu anlama ve çözmeye yönelik sistematik veri toplamayı ve analiz etmeyi içeren bir araştırma yaklaşımıdır (Yıldırım & Şimşek, 2013).

Eylem araştırması, kısaca, yaparak öğrenme olarak tanımlanabilir (Beyhan, 2013). Bir grup insan, bir problemi tanımlar, problemi çözmek için bir şeyler yapar, yaptıklarının ne derece etkili olduğuna bakarlar, yeterli olamaması halinde yeniden soruna çözüm bulmaya çalışırlar (O'Brien, 2001).

Bu çalışmada farklı ders alanlarından (fizik, kimya, biyoloji, matematik ve görsel sanatlar) beş öğretmen ve bir ölçme-değerlendirme uzmanı birlikte araştırmacı aynı zamanda uygulayıcı olarak sürecin içinde yer almış, ekip olarak belirledikleri bir sorun alanı için çözüm üretmeye çalışmıştır. Gerek araştırmacının süreç içinde sürekli değişen rolü gerekse büyük bir uygulayıcı ekiple döngüsel bir plan çerçevesinde araştırmanın şekillenmesi nedeniyle araştırma modeli olarak eylem araştırması

seçilmiştir. Bu modelin esnek yapısı uygulayıcılar arasında yoğun etkileşim ve işbirliğine imkân vermiştir.

Eylem araştırmasının eğitim alanındaki en önemli amacı, eğitim dünyasında ortaya çıkan gerçekleri sistematik olarak anlamak ve değiştirerek geliştirmeye çalışmaktır (Kuzu, 2009).

Bu araştırmada STEM eğitimi yaklaşımı konusunda öğrenci, öğretmen, okul sistemi, öğretim programlarının içerikleri ile ilgili halihazırda var olan koşullar araştırmanın yapıldığı okul bazında ihtiyaç analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Farklı alan uzmanlarının işbirliği içinde çalışıp alanlar arasında geçişkenliğin artırılabilceği, öğrencilerin alanların birbiri ile ve gerçek yaşamla bağlantısını yakalamasını sağlayacak, mühendislik tasarım süreci ve adımları hakkında bir deneyim kazandıracak yapılandırılmış bir uygulama yapılmasına karar verilmiştir. Uygulamanın konusu da bu ihtiyaçlarla paralel olarak fen ve matematik alanlarının müfredat konuları ile ve gerçek yaşamla bağlantılı, gerçek yaşam bağına güçlendirmek adına sanatla da bağlantılı aynı zamanda mühendislik tasarım sürecinde deneyim kazandıracak ancak karmaşık olmayan bir ürün oluşturmaya imkân verecek şekilde seçilmiştir. Bu araştırma, okul sisteminin mevcut koşullarında ve öğretim programlarına olabildiğince bağlı kalarak katılımcı öğretmen ve öğrencilere STEM eğitimi deneyimi yaşatma hedefindedir. Araştırma sorusunun cevabı öğretim tasarımı üzerinden katılımcılarla işbirliği içinde aranmıştır. Bu perspektiften hareketle planlanan öğretim tasarımının pilot uygulaması 2015-2016 akademik yılı bahar döneminde $N = 4$ öğrenciden oluşan bir gruba ders dışı etkinlik olarak uygulanmış ve elde edilen bulgular değerlendirilerek tasarım revize edilmiştir. Asıl uygulama 2016-2017 akademik yılı bahar döneminde okulun Fen Lisesi 10.sınıf seviyesinde $N = 24$ öğrencileri ile Bilim Uygulamaları dersi kapsamında 14 hafta süreyle ve 16 ders saatinde gerçekleştirilmiştir. Ders materyalleri ve ölçme araçları geliştirilirken, uygulanırken ve sonuçları değerlendirilirken alan uzmanları ve ölçme-değerlendirme uzmanının görüşleri her aşamada alınmış ve araştırmaya yansıtılmıştır.

Eylem Araştırması, veriyi toplamak ve analiz etmek için tek bir yöntem olmaktan çok, problem çözme için bütüncül bir yaklaşımdır. Böylece, proje yürütülürken kullanılmak üzere çeşitli farklı araştırma araçlarına izin verir (O'brein, 2001). Uygulama içinde yer alan bireyler kendi doğal ortamları içinde uygulama

sürecini doğrudan gözleyebilme, sürece uygun veri toplama yöntemleri belirleyebilme, toplanan verilerin analizi sonucunda ortaya çıkan bulgulara göre yeniden veri toplama gibi kararları esnek bir yapı içinde alabilme olanağına sahiptirler (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Veri toplama sürecini Johnson (2015), ne olduğunu net anlamak için çeşitli formlarda ve yerlerde çekilen bir seri anlık fotoğrafın bütününe benzetir.

Bu araştırmada nitel ve nicel veri toplama araçları birlikte kullanılmıştır. Tüm ölçme araçları birlikte çalışılan uzmanın görüşleri alınarak araştırmacı tarafından geliştirilmiştir.

3.2. Araştırmacının Rolü

Araştırmacı uygulamanın gerçekleştirildiği tarih itibariyle okulda 7 yıldır görev yapan 12 yıllık mesleki tecrübeye sahip bir kimya öğretmeni. Okulun Anadolu Lisesi kadrosunda görev yapmaktadır. Okulun işleyişini, dinamiklerini ve kurum kültürünü iyi tanımaktadır.

O'Brien'a (2001) göre, eylem araştırması araştırmacının sürecin çeşitli aşamalarında planlayıcı lider, katalizör, kolaylaştırıcı, öğretmen, tasarımcı, dinleyici, gözlemci, sentezleyici, röportör gibi birçok role girmesini gerektirmektedir. İlgili tanım, bu araştırma sürecinde araştırmacının rolünü tam olarak anlatmaktadır. Örneğin araştırmacı; alan uzmanlarını bir araya getirip ihtiyaçların belirlenmesi için toplantı gündemini belirlerken “planlayıcı lider”, okulun zorlu fiziksel koşulları ve öğretmenlerin kısıtlı zamanlarında grup içi iletişimi sağlamak için ayrı ayrı görüşmeler ayarlayıp her paydaşın tüm süreçten haberdar ve dahil olmasını sağlarken “kolaylaştırıcı”, uzmanlık alanı dışındaki konuların kazanımlarını, ders materyallerini önceden inceleyerek ilgili alanın taslak ders planlarını ve taslak değerlendirme sorularını hazırlayıp alan uzmanlarının bu taslaklar üzerinden daha hızlı planlama yapmasını sağlarken “katalizör”, derslerin büyük bir kısmını kendi yürütürken öğretmen, öğretim tasarımını planlama, ders materyalleri ve veri toplama araçlarını geliştirme sürecinde aldığı dönütleri birleştirirken “sentezleyici”, bu dönütlere göre öğretim tasarımını oluştururken “tasarımcı”, gözlemci olarak katıldığı derslerde ve alan uzmanları ile iletişimde “dinleyici, gözlemci, röportör” ve araştırma raporunu yazarken yine “sentezleyici” rolündedir.

3.3. Çalışma Grubu

Çalışma grubu, 2016-2017 akademik yılında İstanbul'da bir özel okulunun fen lisesi 10.sınıf seviyesindeki $N = 24$ öğrenci ile aynı okulda fen lisesi kadrosunda görev yapan ve çalışma grubundaki öğrencilerin alan derslerini yürüten 5 öğretmenden oluşmaktadır.

3.3.1. Öğrenciler. 2016-2017 akademik yılında İstanbul'da bir özel okulunun fen lisesi 10.sınıf seviyesindeki 11 kız ve 13 erkek olmak üzere $N = 24$ öğrencidir. Okulun lise bölümünde hem Fen Lisesi hem de Anadolu Lisesi bulunmaktadır ve eğitim dili Türkçe'dir. Okulun Fen Lisesi'ne kayıt için başvuran öğrenciler Temel Öğretimden Ortaöğretime Geçiş (TEOG) sınavı puanı ve yılsonu başarı puanı ortalamalarına göre sıralanmakta ve bu sıraya göre ilk 24 öğrenci Fen Lisesi'ne kayıt olabilmektedir. Fen Lisesi'nde 9, 10, 11 ve 12. sınıf seviyesinde birer sınıf olmak üzere toplam 4 sınıf bulunmaktadır. Araştırmacının kendisi de bu okulda görev yapan bir öğretmen olduğundan çalışma grubuna karar verilirken bu okulun Anadolu Lisesi ve Fen Lisesi sınıfları üzerinde düşünülmüştür. Fen Lisesi'nde her sınıf seviyesinde 1 şube bulunurken, Anadolu Lisesi'nde her sınıf seviyesinde en az 4 şube bulunmaktadır. Uygulamanın yapılacağı okulda aynı okul türünde aynı sınıf seviyesindeki tüm şubelerde aynı programın uygulanması bir okul politikasıdır. Bu nedenle bir sınıfta uygulamayı yapabilmek ancak Fen Lisesi sınıflarında mümkün olmuştur. Uygulama ileride açıklanacak nedenlerden dolayı bilim uygulamaları dersi için planlanmıştır. Bilim uygulamaları dersi 10, 11 ve 12.sınıf seviyelerinde verilmektedir. 11 ve 12.sınıf seviyeleri daha çok üniversiteye hazırlık sürecine odaklanmış olduklarından 10.sınıf seviyesinde uygulamanın yapılmasına karar verilmiştir.

Uygulamanın başlangıcında yapılan ilk derste öğrencilere "STEM nedir? Daha önce hiç duydunuz mu?" sorusu yöneltilmiştir. 24 kişilik çalışma grubu içinde daha önce STEM ile bilgisi olan öğrenci olmadığı belirlenmiştir. Ardından araştırmacı tarafından hazırlanan EK-B'deki STEM Alanları Anketi (STEMAA) uygulanmıştır. Bu anketle öğrencilerin okulda öğrendikleri konuların gerçek yaşamla bağlantısı, disiplinler arası bağlantılar, mühendislik alanı ve 21. yüzyıl becerileri ile ilgili hem kendi yeterlilikleri hem de okulun kazandırdıkları hakkındaki fikirlerini öğrenmek amaçlanmıştır.

Bu anket;

1. Günlük Yaşamla Bağlantı
2. Fen ve Matematik Dersinde İşlenen Ortak Konular
3. Mühendislik
4. 21.yüzyıl Beceriler bölümlerinden oluşmaktadır.

Elde edilen bulgular çalışma grubunun özelliklerinin belirlenmesinde katkı sağlamıştır. Bu bölümde çalışma grubunun özelliklerini açıklamak için anketin verilerinden elde edilen bulgulara özetle yer verilecektir.

Özetle çalışma grubunun;

- i. Okulda işlenen konuların gerçek yaşamla bağlantısının kurulmasını beledikleri, ancak bu bağlantının sınırlı olduğunu gördükleri,
- ii. Fen ve matematik dersleri arasındaki disiplinler arası bağlantıları ve ortak alanları işlem ve hesaplamalar gibi basit matematiksel becerilerde yoğunlukla fark ettikleri,
- iii. Mühendislik meslek alanlarını tanıdıkları ancak mühendislerin tasarım süreçlerinde hangi adımları izlediklerini açıklayamadıkları,
- iv. 21.yüzyıl becerileri konusunda kendilerini ve okuldaki eğitim yaşantılarını yetersiz görmedikleri ancak, okulun katkısının kendi birikimlerinin tamamını oluşturmadığını düşündükleri söylenebilir.
- v. Öğrencilerin STEM eğitim yaklaşımı ile ilgili ön bilgileri bulunmamaktadır.

3.3.2. Öğretmenler. 2016-2017 akademik yılında İstanbul'da bir özel okulunun fen lisesi kadrosunda görev yapan ve çalışma grubundaki öğrencilerin alan derslerini yürüten $N = 5$ öğretmendir. Bu öğretmenler fizik, kimya, biyoloji, matematik ve görsel sanatlar alan uzmanlarıdır. Öğretmenlere ait bilgiler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2

Öğretmenlere Ait İlgili Bilgiler

Öğretmen	Deneyim yılı			Eğitim		Yaş		Cinsiyet	
	0-10	10-20	20+	Lisans	L. üstü	35-45	45+	Kadın	Erkek
Matematik öğretmeni			X	X			X		X
Fizik öğretmeni		X		X		X			X
Kimya öğretmeni		X			X	X		X	
Biyoloji öğretmeni		X		X		X			X
Sanat öğretmeni			X		X		X	X	

Tablo 2’de bilgileri verilen öğretmenlerden fen ve matematik alan öğretmenleri eğitim fakültelerinden mezun olmuş ve pedagojik formasyonu olan alan uzmanlarıdır. Sanat öğretmeni ise, Güzel Sanatlar Lisans eğitimi ve Müzecilik Yüksek Lisans eğitimi almış bir akademisyendir.

Araştırmada hem çalışma grubunun bir parçası hem de öğretim tasarımının tüm aşamalarının paydaş ve uygulayıcılarıdır. Matematik, fizik, biyoloji ve sanat öğretmenleri ile tüm süreç boyunca ayrı ayrı olarak pilot uygulama sırasında 2’şer; asıl uygulama sırasında 4’er toplantı yapılmıştır. Ayrıca kısa görüşmeler ve e-posta yoluyla iletişim tüm süreç boyunca devam etmiştir.

Aynı zamanda okulda Öğrenmeleri Geliştirme Merkezi adı altında kurulmuş bir birim bulunmaktadır. Burada ölçme-değerlendirme uzmanları ve eğitim teknolojilerinden oluşan bir ekip tüm okuldaki eğitim ve öğrenme süreçlerine destek olmaktadır. Bu merkezden bir ölçme-değerlendirme uzmanı tüm araştırma süresince haftalık düzenli toplantılarla yapılan çalışmalarını takip etmiş ve destek olmuştur. Tablo 2’de bahsedilen kimya öğretmeni, ölçme-değerlendirme uzmanı ve araştırmacı çekirdek ekip olarak her hafta düzenli toplantılarla hazırlık aşamasından uygulama ve analiz sürecine kadar tüm aşamalarda birlikte çalışmıştır.

3.4. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada nitel ve nicel veri toplama araçları birlikte kullanılmıştır. Tüm ölçme araçları alan öğretmenleri ve ölçme-değerlendirme uzmanının görüşleri alınarak araştırmacı tarafından geliştirilmiştir.

Dersler belirli bir sırayı takip etmektedir. Bu sıra “Araştırmanın Uygulanması” başlığı altında detaylı açıklanacaktır. Ancak her ders sonunda bir veri toplama aracı kullanılmıştır. İçerik ile veri toplama araçları bağlantılıdır. Bu nedenle veri toplama araçlarını tanıtmak için burada belirlenen ders sıralamasına değinmekte fayda vardır. Derslerin sıralaması, içerikleri ve ders sonlarında kullanılan gözlem ve görüşme notları dışındaki veri toplama araçları Tablo 3’te özetlenmiştir.

Tablo 3

Ders İçerikleri – Veri Toplama Araçları İlişkisi

Ders	İçerik	Veri Toplama Aracı
1	STEM alanları anket uygulaması	STEM Alanları Anketi (STEMAA) (Bkz. Ek B)
2	STEM nedir? Biz ne yapacağız?	Beklenti Değerlendirme Formu (BDF) (Bkz. Ek C)
3	Üçgenlerde benzerlik	Üçgenlerde Benzerlik Konusu Değerlendirme Formu (ÜBKDF) (Bkz. Ek D)
4	Optik	Optik Konusu Değerlendirme Formu (OKDF) (Bkz. Ek E)
5	Göz nasıl görür?	Göz Nasıl Görür Konusu Değerlendirme Formu (GKDF) (Bkz. Ek F)
6 ve 7	Resim ve teknoloji: Camera obscura	Camera Obscura Konusu Değerlendirme Formu (COKDF) (Bkz. Ek G)
8 ve 9	Resim ve teknoloji: Rönesans.	Resim ve Teknoloji Konusu Değerlendirme Formu (RTKDF) (Bkz. Ek H)
10	Çözelti Derişiminin iletkenlik ve pH üzerine etkisi	Deney Raporu (Bkz. Ek I) Deney Raporu Dereceli Puanlama Anahtarı (DRDPA) (Bkz. Ek J)
11, 12, 13, 14 ve 15	Mühendislik tasarım süreci.	Mühendislik Tasarım Süreci Kılavuzu (MTSK) (Bkz. Ek K) Tasarım Kılavuzu Dereceli Puanlama Anahtarı (TKDPA) (Bkz. Ek L)
16.	Sunum ve değerlendirme.	Tasarım Süreci Değerlendirme Formu (TSDF) (Bkz. Ek M) Öz Değerlendirme Formu (ÖDF) (Bkz. Ek N)

Tüm derslere araştırmacı ile birlikte mutlaka bir alan uzmanı dâhil olmuş ve gözlemlerini kaydetmiştir. Tüm derslerin sonunda veya diğer dersin başlangıcında öğrencilerin süreç ile ilgili görüşleri alınmış ve gözlem notlarına kaydedilmiştir.

Johnson (2015, s.128), eylem araştırmasında nicel araştırma yöntemlerinin belirli bir okulda ve/veya sınıfta olup bitenleri anlamak amacıyla kullanılabileceğini ancak, eylem araştırması bir denenceyi kanıtlamak veya çürütmek ya da daha büyük bir evrene genelleyebilecek veri sağlamak amacıyla tasarlanmadığından nicel verilerin sadece belirli bir durumda olup bitenin bir portresini sağlamak için değerlendirilebileceğini vurgular. Bu araştırmada da nicel veri toplama araçları geliştirilmiştir. Ancak bu araçlar hedef kazanımlara ne kadar ulaşıldığını ve eksik kalan bölümlerin ilerleyen aşamalarda tamamlanıp tamamlanamadığını belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Bu bölümde nicel ve nitel veri toplama araçları açıklanacaktır.

3.4.1. STEM alanları anketi (STEMAA). Uygulamaya başlamadan önce öğrencilere EK-B'deki STEM Alanları Anketi uygulanmıştır. Bu anket aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır:

1. Günlük Yaşamla Bağlantı
2. Fen ve Matematik Dersinde İşlenen Ortak Konular
3. Mühendislik
4. 21.yüzyıl Beceriler

Öğrencilerin okulda öğrendikleri konuların gerçek yaşamla bağlantısı, disiplinler arası bağlantılar, mühendislik alanı ve 21. Yüzyıl becerileri ile ilgili hem kendi yeterlilikleri hem de okulun kazandırdıkları hakkındaki fikirlerini öğrenmek amacıyla STEMAA uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar çalışma grubunun özelliklerinin belirlenmesinde katkı sağlamıştır. Ankette nicel ve nitel veriler elde edilen iki tip soru vardır. Bunlardan nicel olanlar öğrencilerin cevaplarını 0 ile 5 değerleri arasında puanlandıkları sorulardır. Bu sorulara verilen cevapların aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Nitel olanların bir kısmı açık uçlu sorulardır. Açık uçlu sorular içerik analizine tabi tutulmuş, sık tekrarlanan cevaplar kodlanmış ve frekansları belirlenmiştir. Bir kısmı ise evet/hayır şeklinde cevaplanan sorulardır. Cevapların frekansları belirlenmiştir.

3.4.2. Beklenti değerlendirme formu (BDF). Öğrencilere STEM eğitim yaklaşımı hakkında genel bilgi verilen, yapılacak uygulamanın amacının açıklandığı ve 16 ders saatlik programın aşamalarının tanıtıldığı dersin sonunda EK-C'deki STEM uygulaması ile İlgili Beklenti Değerlendirme Formu (BDF) verilmiştir. Bu formda öğrencilerin olumlu ve olumsuz beklentilerini öğrenmek için 2 açık uçlu soru sorulmuştur. Veriler içerik analizi yoluyla incelenmiştir.

3.4.3. Konu değerlendirme formları (KDF). Fizik, kimya, biyoloji, matematik, resim ve teknoloji: camera obscura ve Rönesans derslerinin sonlarında konu değerlendirme soruları sorulmuştur. Bu sorular tüm planlama aşamalarında olduğu gibi ilgili alanın uzmanı ile birlikte hazırlanmış ve cevap anahtarları ile puan dağılımları birlikte oluşturulmuştur. Fizik, kimya, biyoloji ve matematik derslerinin kazanımlarının büyük kısmı MEB Öğretim Programı (2013)'ndan alınmıştır. Resim ve teknoloji derslerinin kazanımları öğretim programında yer almadığından alan uzmanı ve ölçme-değerlendirme uzmanları ile birlikte yazılmıştır. İlgili alan uzmanı ile birlikte öğrencilerin belirlenen kazanımlara ulaşip ulaşamadıklarını belirleyecek sorular ve cevap anahtarları hazırlanmıştır. Uygulanan değerlendirme formları araştırmacı tarafından cevap anahtarına göre değerlendirildikten sonra alan uzmanları kâğıtları incelemiş gerekli yerlerde düzeltmeler yapmış ve cevapları değerlendirerek kazanımlara ne ölçüde ulaşıldığını yorumlamışlardır.

Dersler içinde edinilen/hatırlanan bilgi ve beceriler üst üste binerek en nihayetinde mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin yararlanacağı kuramsal çerçeveyi oluşturacaktır. Derslerin başlangıcı hep bir önceki ders açıklanmış kavramlardan hatırlatmalarla başlamıştır. Ayrıca tüm KDF'ler önceki derslerde öğrendikleri bilgiler ve fotoğraf makinesinin çalışma prensibi ile ilişkilendirilmiş soru/lar içermektedir. Öğrenciler dersler sırasında son aşamada kendilerini bekleyen tasarım probleminden habersizdir. Ancak bu sorular aracılığıyla hem konuların birbiri ile bağlantısı sağlanmış hem de süreç sonunda gelinen noktada sürekli bağlam içinde kalındığı öğrencilere sezdirilmiştir. Bu sorular öğrenilmiş bilgilerin başka bir bağlama transfer edilip edilemediğini göstermesi açısından önemlidir.

3.4.3.1. Üçgenlerde benzerlik konusu değerlendirme formu (ÜBKDF) . Bu dersin sonunda öğrenciler;

- Bir üçgenin bir kenarına paralel olarak çizilen bir doğru diğer iki kenarı kestiğinde bu doğrunun üçgenin kenarlarını orantılı doğru parçalarına ayırdığını (temel orantı teoremi) ve bunun karşınının da doğru olduğunu gösterebilmelidir.
- İki üçgenin benzerliğini açıklayabilmeli, iki üçgenin benzer olması için gerekli olan asgari koşulları belirleyebilmelidir.
- Üçgenlerin benzerliğini modelleme ve problem çözmede kullanabilmelidir.

Yukarıda verilen kazanımlara öğrencilerin ulaşip ulaşamadıklarını belirlemeye yönelik 6 açık uçlu soru ve cevap anahtarı matematik öğretmeni ve ölçme-değerlendirme uzmanı ile birlikte oluşturulmuştur. Sorular 40 puan üzerinden değerlendirilmiştir. ÜBKDF EK-D'de verilmiştir.

3.4.3.2. Optik konusu değerlendirme formu (OKDF). Bu dersin sonunda öğrenciler;

- Işığın doğasını dalga-tanecik ikiliği üzerinden açıklayabilmelidir.
- Işığın yansıma olayındaki davranışını inceleyebilmeli ve çıkarımlar yapabilmelidir.
- Işığın düzgün ve dağınık yansımasını ölçekli çizimler üzerinden gösterebilmelidir.
- Üçgenlerde benzerlik ilkelerini ölçekli çizimlerinde kullanabilmelidir.
- Optik yasalarını kullanarak gözde görüntü oluşumunu açıklayabilmelidir.

Yukarıda verilen kazanımlara öğrencilerin ulaşip ulaşamadıklarını belirlemeye yönelik 7 açık uçlu soru ve cevap anahtarı fizik öğretmeni ve ölçme-değerlendirme uzmanı ile birlikte oluşturulmuştur. Sorular 40 puan üzerinden değerlendirilmiştir. OKDF EK-E'de verilmiştir.

3.4.3.3. Göz nasıl görür konusu değerlendirme formu (GKDF). Bu dersin sonunda öğrenciler;

- Gözün yapısını ve görme işlevini fotoğraf makinesinde görüntü oluşumu süreci ile karşılaştırarak açıklayabilmelidir.

Verilen kazanıma öğrencilerin ulaşip ulaşamadıklarını belirlemeye yönelik 1 açık uçlu soru ve cevap anahtarı biyoloji öğretmeni ve ölçme-değerlendirme uzmanı ile birlikte oluşturulmuştur. Soru 40 puan üzerinden değerlendirilmiştir. GKDF EK-F’da verilmiştir.

3.4.3.4. Camera obscura konusu değerlendirme formu (COKDF). Bu dersin sonunda öğrenciler;

- Camera Obscuranın çalışma prensibini optik kurallar üzerinden açıklayabilmelidir.

Yukarıda verilen kazanıma öğrencilerin ulaşip ulaşmadıklarını belirlemeye yönelik 2 açık uçlu soru ve cevap anahtarı ölçme-değerlendirme uzmanı ile birlikte oluşturulmuştur. Sorular 40 puan üzerinden değerlendirilmiştir. COKDF EK-G’de verilmiştir.

3.4.3.5. Rönesans Konusu Değerlendirme Formu (RTKDF). Bu dersin sonunda öğrenciler;

- Camera obscura ile çalıştığı rivayet edilen ressamı ve ünlü resimlerini tanıyabilmelidir.
- Rönesans dönemi resim sanatının özellikleri ile ressamın kullandıkları camera obscura tekniği arasında ilişki kurabilmelidir.

Yukarıda verilen kazanıma öğrencilerin ulaşip ulaşmadıklarını belirlemeye yönelik 7 açık uçlu soru ve cevap anahtarı görsel sanatlar öğretmeni ile birlikte oluşturulmuştur. Sorular 40 puan üzerinden değerlendirilmiştir. RTKDF EK-H’de verilmiştir.

3.4.4. Deney raporu. Tasarım süreci çözümleri hazırlama ve veri tablosu oluşturma becerilerini gerektirdiği için bu becerileri içine alan bir laboratuvar dersi yapılmıştır. Dersin sonunda öğrenciler grup olarak deney raporu yazmışlardır. Deney raporu EK-I’da verilmiştir. Deney raporları ölçme-değerlendirme uzmanı ile birlikte hazırlanan dereceli puanlama anahtarı ile 50 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Deney Raporu Dereceli Puanlama Anahtarı (DRDPA) EK-J’de verilmiştir.

3.4.5. Mühendislik tasarım süreci kılavuzu (MTSK). Öğrencilerin bu aşamaya kadar edindikleri bilgileri kullanarak çözebilecekleri Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP) sunulmuştur.

Öğrencilerin bu problemi çözebilmeleri için girecekleri tasarım sürecinde yararlanmaları ve her bir tasarım aşamasını fark etmeleri, bu aşamalarda yaptıklarını kaydetmeleri için Mühendislik Tasarım Süreci Kılavuzu (MTSK) hazırlanmıştır. Araştırmacı bu kılavuzu geliştirirken mühendislik tasarımını ortaöğretim eğitimine katmak amacıyla Hynes vd. (2011) tarafından geliştirilen şemadan yararlanmış, şemayı ve adımların açıklamalarını sadeleştirerek bir kılavuza dönüştürmüştür. Bu kılavuzun üç işlevi vardır. Birincisi ortaöğretim programında yeri olmayan mühendislik tasarım sürecini öğrencilerin anlamasını sağlamaktır. İkincisi 5 ders için planlanan tasarım sürecini aşamalara bölerek tasarımların kontrollü bir şekilde ilerlemesini sağlamaktır. Ve üçüncüsü süreç sonunda gruplardan bu kılavuzları toplayarak veri toplama aracı olarak kullanmaktır. MTSK EK-K’de verilmiştir. MTSK ölçme-değerlendirme uzmanı ile birlikte hazırlanan dereceli puanlama anahtarı ile 150 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Tasarım Kılavuzu Dereceli Puanlama Anahtarı (TKDPA) EK-L’de verilmiştir.

3.4.6. Tasarım süreci değerlendirme formu (TSDF). Tasarım süreci sonunda öğrencilerin hem MTSK’yi hem de sürecin kendisini değerlendirdiği soruların yer aldığı form araştırmacı ve ölçme-değerlendirme uzmanı ile birlikte hazırlanmıştır. TSDF EK-M’de verilmiştir.

3.4.7. Öz değerlendirme formu (ÖDF). Öğrencilerin tüm süreç tamamlandıktan sonra 16 ders saatlik uygulamanın tamamının kendilerine yansımaları değerlendirdikleri Öz Değerlendirme Formu araştırmacı ve ölçme-değerlendirme uzmanı ile birlikte hazırlanmıştır. ÖDF EK-N’de verilmiştir.

3.4.8. Gözlem. Gözlem, herhangi bir ortamda ya da kurumda oluşan davranışı ayrıntılı olarak tanımlamak amacıyla kullanılan bir yöntemdir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Gözlem yöntemi ile yapılan araştırma sonucunda araştırmacının veri olarak elinde, alanda tuttuğu notlar, not defterine çizdiği diyagramlar ve şekiller ile eğer müsaade edilmiş ise çektiği resim ve videolar olacaktır (Güler, Halıcıoğlu ve Taşgın, 2015). Bu çalışmada tüm süreci biri araştırmacının kendisi olmak üzere iki gözlemci izlemiştir. Gözlemleri desteklemek amacıyla öğrencilerden izin alınarak fotoğraf ve videolar çekilmiştir. Her dersin bitiminde araştırmacı kendi gözlemlerini kısa notlar şeklinde kaydetmiştir. İkinci gözlemci konumundaki uzmanlar ise bazı durumlarda ders sonunda gözlemlerini kendileri kısa notlar olarak kaydetmiş, bazı durumlarda ise

araştırmacı ile görüşerek gözlemlerini aktarmışlardır. Aktarılan gözlemler araştırmacı tarafından kaydedilmiştir. Elde edilen saha notları diğer veri toplama araçları ile birlikte değerlendirilmiştir.

3.4.9. Odak grup görüşmeleri. Odak grup görüşmesi, birden fazla kişi ile birlikte belirli bir konu ile ilgili bilgi almak amacıyla kullanılan bir görüşme yöntemidir (Güler vd. 2015). Araştırmacı aynı zamanda uygulamanın yapıldığı okulda öğretmen olduğundan ve tüm süreç boyunca öğrencilerle bir arada olduğundan doğal akış içerisinde sıklıkla odak grup görüşmeleri yapabilmektedir. Bu görüşmeler ya ders sonlarında ya da bir sonraki dersin başında gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın en başında öğrenciler bu görüşmelerin sıklıkla yapılacağı konusunda bilgilendirilmiştir. Görüşme sırasındaki sorular sürecin tümü ile ilgili değil, hep bir önceki ders deneyimi ile ilgilidir. Araştırmacı çok az sayıda ve kısa sorular sormuştur. Yarı yapılandırılmış olan bu görüşmelerde sıklıkla kullanılan sorular Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4

Yarı Yapılandırılmış Odak Grup Görüşmesi Soruları

Sorular
a. Ders nasıl geçti?
b. Bir önceki dersle bağlantısı var mıydı?
c. Kötü giden bir şey oldu mu?

Öğrenciler kısa sürede bu görüşmelere alışkanlık kazandığından konu dağılmadan ve 10 dakikayı geçmeden görüşleri alınabilmektedir. Öğrencilerden yoğun geri bildirim alınan görüşmelerde görüşme sırasında, daha az geri bildirim geldiği derslerde görüşme sonrasında araştırmacı tarafından görüşme notları kaydedilmiştir.

3.4.10. Yarı yapılandırılmış görüşme. Yarı yapılandırılmış görüşme, araştırmacı tarafından önceden belirlenmiş ya da görüşme sırasında ortaya çıkan konulara göre yeni soruların da sorulabildiği bir görüşme yöntemi olarak nitel araştırmalarda yaygın olarak kullanılan bir veri toplama yöntemidir (Güler vd. 2015). Öğretim tasarımının öğretmenler açısından belirlenen hedeflere ulaşip ulaşmadığını belirlemek amacıyla STEM alan uzmanları ile süreç sonunda birer yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Bu görüşmede sorulan sorular Tablo 5’te verilmiştir.

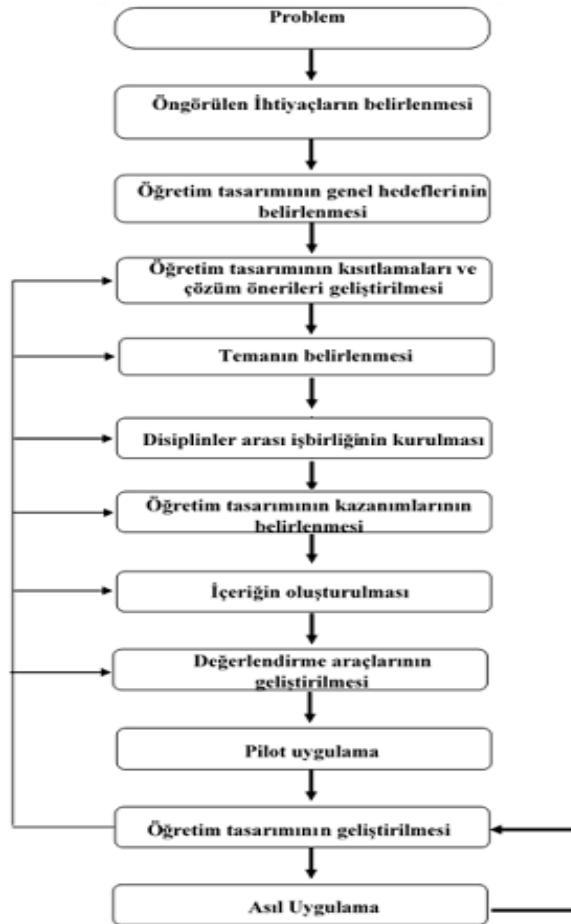
Tablo 5

STEM Alan Uzmanları ile Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları

Sorular
a. Bu çalışmaya başlarken hepimizin ortak görüşü disiplinler arası çalışma için gerekli zamanın olmamasıydı. Sizce bu çalışmada zaman kısıtı ve fiziksel engellere rağmen disiplinler arası verimli bir çalışma gerçekleştirebildik mi?
b. Sizce yoğun öğretim programlarımız içinde STEM eğitime alan açmak mümkün mü?
c. Sizce kendi alanınızı merkeze alarak başka uygulamalar yapmak mümkün mü? Örnek verebilir misiniz?

3.5. Araştırmanın Uygulaması

Bu araştırma Şekil 7’de verilen adımlar izlenerek hazırlanan kapsamlı bir öğretim tasarımının etkililiğini incelemektedir. Bu bölümde sırasıyla öğretim tasarımı sürecinin adımları açıklanacaktır.



Şekil 7. Öğretim tasarımı geliştirme süreci.

3.5.1. Problemin ve öngörülen ihtiyaçların belirlenmesi. Morrison, Ross ve Kemp (2012, s.37) etkili bir öğretim tasarımı için ihtiyaçların belirlenmesi gerektiğini söyler ve ihtiyaç türlerini altı sınıfa ayırır. Bu ihtiyaç türlerinden biri “Öngörülen ya da Gelecekteki İhtiyaçlar”dır. Bu ihtiyaç türünün özellikleri ve belirlenme yöntemleri şöyle açıklanmaktadır:

Öğretim tasarımı süreci genellikle mevcut performans sorunlarına ilişkin ihtiyaçların tanımlanmasına odaklanmaktadır. Öngörülen ihtiyaçlar gelecekte meydana gelecek değişiklikleri tanımlamanın bir aracıdır. Bu tür ihtiyaçların belirlenmesi, herhangi bir planlı değişikliğin parçası olmalıdır. Böylece verilmesi düşünülen eğitim, değişiklik uygulanmadan önce planlanabilir.

Öngörülen ihtiyaçlar, genellikle hissedilen ihtiyaçları belirlemek için kullanılan görüşme ve ankete benzer yöntemler kullanılarak belirlenmektedir ancak çalışanların öngördüğü gelecekteki değişikliklerin ne olduğuna dair ek sorular, veri toplama yöntemlerini biraz etkileyecektir. Öngörülen ihtiyaçları belirlemeye yönelik ikinci bir yaklaşım ise potansiyel sorun alanlarını belirlemektir.

Araştırmacı STEM eğitimi yaklaşımının etkisiyle eğitim sisteminde yakın gelecekte meydana gelecek değişiklikleri değerlendirmiş ve bununla ilgili kendi okulundaki potansiyel sorun alanlarını belirlemeye çalışmıştır. Bunun için aynı zamanda araştırmanın çalışma grubunun parçası olan 5 alan (fizik, kimya, biyoloji, matematik ve görsel sanatlar) öğretmeni ve bir ölçme-değerlendirme uzmanı ile bir araya gelmiştir. Araştırmacı, alan uzmanları ile STEM eğitiminin müfredata entegrasyonu konusunda ne gibi sorunlarla karşılaşabileceği ile görüşmeler yapmıştır. Bu görüşmelerde öğrenciler ve öğretmenler açısından ifade edilen sorun alanları aşağıda verilmiştir:

1. Alan öğretmenlerinin almış oldukları lisans eğitimi ve edilmiş oldukları mesleki tecrübeler diğer alanları kapsamıyor. Bu nedenle tüm öğretmenlerin etkili hizmet içi eğitimlere ihtiyacı vardır.
2. Bir alan öğretmeni diğer bir alanla bağlantılı bir ders planı oluşturabilse, diğer alanla ilgili araştırma yapsa dahi ders işlenişi sırasında diğer alanın terminolojisine yeterince hâkim olmadığından kavram yanlışlarına neden olabilir.

3. Farklı alan öğretmenlerinin bir araya gelerek disiplinler arası çalışmalar yürütebileceği yeterli fiziki koşulları sağlamak mümkün değil. (Söz konusu okulda bütün branşların ayrı bölüm odaları bulunmaktadır ve öğretmenler en az 22 saat derse girmenin yanı sıra ders dışında yoğun bir çalışma temposu içindedir.)
4. Disiplinler arası bazı etkinlikler yapılabilse dahi bunun tüm öğretim sürecine yayılması ve bir eğitim anlayışına dönüşmesi hâlihazırdaki yoğun bilgi yükü içeren öğretim programları ile mümkün görünmüyor. (Alan uzmanlarının çoğu bu yönüyle STEM eğitiminin müfredata entegrasyonu çabalarını, yapılandırmacı eğitim yaklaşımının öğretim programlarına dâhil edildiği sürece benzetmiş ve amacına ulaşması konusundaki umutsuzluklarını dile getirmiştir.)
5. Öğretim programlarında mühendislik alanı ile ilgili kazanımlar yok.
6. Öğretim programlarında disiplinler arası bağlantılar zayıf da olsa mevcut. Ancak öğrenciler genellikle bir alanda öğrendikleri bilgiyi diğer bir alana transfer etmekte zorlanıyor.
7. Öğretim programlarında gerçek yaşam bağlantısı zayıf.

3.5.2. Öğretim tasarımının genel hedeflerinin belirlenmesi. STEM alanlarının müfredat entegrasyonu konusunda araştırmacının kendi çevresinde gerçekleşen bu gelişmeler, tartışmalar ve ortaya çıkarılan bu problemleri aşmak için araştırmacı tarafından bir öğretim tasarımı oluşturulmuştur. Öncelikle bu tasarımın öğrenci ve öğretmenler için genel hedefleri ortaya konmuştur. Genel hedefler Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6

Öğretim Tasarımının Genel Hedefleri

Bu uygulama ile öğrenciler;
a. Disiplinlerin gerçek yaşamla ve birbirleriyle bağlantılarını fark edebilmelidir.
b. Mühendislik tasarım sürecini deneyimleyebilir.
c. Mühendislik tasarım sürecinin adımlarını öğrenebilmelidir.
d. STEM eğitim yaklaşımını tanıyabilmelidir.
e. STEM alanlarına karşı olumlu tutum geliştirebilmelidir.
Bu uygulama ile öğretmenler;
a. Disiplinler arası çalışma için gerekli zamanın var olan koşullar içinde yaratılabileceğini fark edebilmelidir.
b. Yoğun öğretim programlarının içinde STEM eğitime alan açılabileceğini fark edebilmelidir.
c. Başka uygulamalar için ilham alabilmelidir.

3.5.3. Öğretim tasarımının kısıtlamaları ve çözüm önerileri. İkinci olarak var olan koşullar değerlendirilmiş ve kısıtlamalar belirlenmiştir. İki önemli kısıtlama vardır:

1. Zaman: Öğretim programlarının yoğunluğu göz önüne alındığında yukarıdaki hedeflere ulaşabilmek için gereken kapsamda bir tasarım hangi zaman aralığında uygulanacaktır? Öğretmenlerin yoğun iş koşulları göz önüne alındığında ders planları ve hazırlığı için gereken disiplinler arası çalışmalar hangi zamanda gerçekleştirilecektir?
2. Fiziksel Koşullar: Okulda bütün branşların ayrı bölüm odaları vardır. Öğretmenlerin lisans eğitimlerinin diğer alanlardan izole olduğu gibi çalışma yaşantıları da benzer şekilde diğer alanlardan izole bir biçimdedir. Farklı alan öğretmenlerini sık sık bir araya getirmek fiziksel olarak nasıl mümkün olacaktır?

1.kısıtlama olan zaman problemi ile ilgili çözüm olarak uygulamanın Bilim Uygulamaları dersinde gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.

İlköğretim Kurumları Ortaokul kısmında Bilim Uygulamaları dersi MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 25.06.2012 tarihli ve 69 sayılı kararı ile kabul edilen İlköğretim Kurumları (İlkokul ve Ortaokul) Haftalık Ders Çizelgesinde seçmeli ders olarak programa alınmıştır. İlköğretim kademesinde Bilim Uygulamaları dersi

için bir öğretim programı MEB tarafından açıklanmıştır. Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Bilim Uygulamaları Dersi Öğretim Programı'nda (2013) dersin genel amaçları, prensipleri ve sınıf seviyelerine göre kazanımlara yer verilmiştir.

Ortaöğretim seviyesinde ise, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı 27.01.2014 tarihli ve 60 sayılı kararı ile Fen Lisesi Haftalık Ders Çizelgesinde seçmeli dersler kategorisinde Bilim Uygulamaları dersi yer almaya başlamıştır. Ancak, Ortaöğretim seviyesi için MEB tarafından bir öğretim programı açıklanmamıştır. Bunun yerine kafa karışıklıklarını gidermek için MEB Ortaöğretim Genel Müdürlüğü 02.10.2014 tarihinde valiliklere EK-A'daki yazıyı göndermiş, dersin nasıl uygulanacağı belirtilmiştir. Bu yazıya göre, yönetmeliğe bağlı kalmak koşuluyla Fizik, Kimya ve Biyoloji zümreleri ders içeriklerini oluşturabilecektir.

Bilim Uygulamaları dersi programındaki bu esneklik, öğretim tasarımındaki “zaman” kısıtlamasını çözmek için bir fırsat olarak değerlendirilmiştir. 1.Bölümde verilen Bilim Uygulamaları dersinin genel amaçları ve prensipleri STEM eğitim yaklaşımı ile örtüşmektedir.

2.kısıtlama olan fiziksel koşullar problemi ile ilgili olarak araştırmacı kolaylaştırıcı rolü oynamayı planlamıştır. Buna göre, her alan uzmanı ile ayrı zamanlarda toplantı saatleri belirleyerek tüm araştırma sürecinde disiplinler arası bilgi akışını sağlanacaktır.

3.5.4. Temanın belirlenmesi. Öğretim tasarımının belirlenen genel hedefleri ile örtüşecek ve tüm STEM alanlarını içine alacak bir tema üzerinde düşünülmüştür. Bu tasarımın sahip olması gereken özellikler belirlenmiştir.

3.5.4.1. Öğretim tasarımının özellikleri.

- a. Bu tasarımla öğrenci ve öğretmenlerin ilk kez bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımı konusunda deneyim kazanacağı unutulmamalıdır. Bu yüzden tüm aşamalar son derece yapılandırılmış nitelikte olmalıdır. Öğrencilerin tasarım sürecinde ihtiyaç duyacakları tüm bilgi ve deneyim uygulamada yer almalıdır.
- b. Tüm STEM alanları ile bağlantılı olmalıdır. Böylece öğretim tasarımının öğretmenler açısından hedefleri için tüm STEM alanı öğretmenlerine ulaşılabilirliktir.

- c. Fen ve matematik alanları ile ilgili kazanımlar mümkün olduğunca öğretim programlarından alınmalıdır. Ya da hâlihazırda verilen içeriğe uygun kazanımlar yazılmalıdır.
- d. Öğretim programlarında yer almadığı için mühendislik alanı merkeze alınarak bu alan ile ilgili bilgi birikimi oluşturmalıdır.
- e. Öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini deneyimleyebileceği ve bu süreci öğrenebileceği nitelikte olmalıdır.
- f. Öğrencilerin tasarım sürecini öğrenmeleri geliştirecekleri ürünün niteliğinden öncelikli olmalıdır.
- g. Gerçek yaşamla bağlantılı bir tema seçilmelidir.
- h. Gerçek yaşam bağlantısını güçlendirmek amacıyla sanat alanını da kapsamalıdır.
- i. Öğrencilerin 21.yüzyıl becerileri kazanmasına katkı sağlayacak nitelikte olmalıdır.

Bu özellikler göz önüne alınarak tema olarak “fotoğraf” belirlenmiştir. Gerekçeleri ise aşağıda verilmiştir.

- a. Fotoğraf sadece öğrenciler için değil, herkes için hayatın çok içinde ve gündelik bir konudur. Öğrenciler yaşları itibariyle fotoğrafı sadece akıllı telefonlar ve dijital kameralar aracılığıyla elde etmektedir. Fotoğrafın ve fotoğraf makinelerinin gelişim sürecini öğrenmenin onlar için ilgi çekici olabileceği öngörülmektedir. Ayrıca teknolojinin gelişim sürecini anlamaları için de etkili bir örnek olabilir.
- b. İğne deliği kameranın tarihsel gelişimi camera obscuraya dayanmaktadır. Bazı Rönesans dönemi ressamın camera obscurayı kullanarak resim yaptıklarına dair rivayetler vardır. Sanat bağlantısı buradan kurulabilir.
- c. Hem camera obscura hem de iğne deliği kameranın çalışma prensibi üçgende benzerlik ve optik kurallarına dayanmaktadır. Her iki konunun da kazanımları matematik ve fizik öğretim programlarında yer almaktadır.
- d. Fotoğraf kâğıdı üzerinde görüntü oluşumu ve karanlık odada fotoğraf banyosu elektromanyetik dalgaların özellikleri ile ilgilidir. Bu konu hem fizik hem kimya alanları ile ilgilidir.
- e. Fotoğraf banyosu için çözelti hazırlama süreci ise kimya alanı ile ilgilidir.

- f. Modern fotoğraf makinelerinin çalışma prensibi ile görme olayı birbirine benzetilmektedir. Bu konu biyoloji alanı ile ilgilidir.
- g. Fizik öğretim programında görme olayı ve fotoğraf makinesi ile optik konusu arasında disiplinler arası bağlantı kurulmuştur. Var olan bir bağlantıyı güçlendirip mühendislik tasarım sürecini de içine katmanın mümkün olduğunu göstermek amacıyla iyi bir örnek olacağı düşünülmüştür. Bu çalışma daha sonra fizik dersi merkeze alınarak STEM eğitim yaklaşımına göre yeniden düzenlenmesine de olanak sağlamaktadır.
- h. İğne deliği kamera çok basit malzemelerle ve çok farklı biçimlerde/boyutlarda tasarlanabilir. Bu tasarım problemi geçmişte kalmış veya zaten var olan bir ürünün yeniden yapımı olarak düşünülebilir. Ancak bu uygulamanın hedefi orijinal bir ürün geliştirmek değil, öncelikle mühendislik tasarım sürecini deneyimlemeye ve öğrenmeye fırsat vermesidir. Ayrıca fotoğraf çekimi sırasında öğrencilerin alışık olduklarının aksine, neyi çektiklerini görececek bir ekran olmaması nedeniyle öğrencileri geometri bilgilerini kullanarak hesaplamalar yapmaya zorlar.

3.5.5. Disiplinler arası işbirliğinin kurulması. “Öngörülen İhtiyaçların Belirlenmesi” aşamasında bahsedilen Fizik, Kimya, Biyoloji, Matematik, Görsel Sanatlar öğretmenleri ve ölçme-değerlendirme uzmanı olmak üzere toplam 6 uzman ile tüm araştırma süreci boyunca işbirliği yapılmıştır. İhtiyaçların belirlenmesi aşamasında yapılan ilk toplantıda ortaya çıkarılan problemlere dayanarak araştırmacı tarafından geliştirilen çözüm önerileri, planlanan öğretim tasarımının genel hedefleri, özellikleri, teması ve bu temanın seçilmesinin gerekçeleri alan uzmanları ile paylaşılmıştır. Tüm süreç boyunca destekleri talep edilmiştir. Buna göre, disiplinler arası çalışmalar için bir çalışma planı oluşturulmuştur.

3.5.5.1. Pilot uygulama sırasında disiplinler arası işbirliği. Bir kimya öğretmeni ve ölçme-değerlendirme uzmanıyla pilot uygulama öncesinde kazanımların belirlenmesi, içeriğin oluşturulması aşamalarında iki toplantı planlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sırasında bir toplantı ve uygulama sonrası sonuçları değerlendirmek amacıyla bir toplantı planlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sonrası yapılan toplantıda elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş, buna göre asıl uygulamada nasıl bir yol izleneceğine karar verilmiştir.

Fizik, biyoloji, matematik ve görsel sanatlar alan öğretmenleri ile daha önce açıklanan fiziksel engeller nedeniyle olabildiğince az zamanlarını alacak ve iş yüklerini azaltacak bir planlama yapılmıştır. Pilot uygulamada tüm içerik araştırmacı tarafından verilmiştir. Uzmanlık alanı kimya olan araştırmacının diğer fen ve matematik içeriklerini aktarabilmesi için diğer alan uzmanları ile bir araya gelerek dersleri birlikte planlaması gerekmiştir. Buna göre, alanlarını ilgilendiren bölümlerin ders planlarının taslakları araştırmacı tarafından geliştirildikten sonra ilgili alan uzmanı ile bir toplantı yapılmıştır.

Rönesans dönemi resim sanatı ile ilgili bölümün pilot uygulamada da görsel sanatlar alan uzmanı tarafından yürütülmesine karar verilmiştir. Bu nedenle pilot uygulama öncesinde 1 toplantı yapılmasına karar verilmiştir. Alan uzmanı konu ile ilgili bir sunum hazırlamıştır. Bu sunum yapılan toplantıda değerlendirilmiştir.

Ayrıca pilot uygulama öncesi okuldaki fotoğrafçılık kulübünde fotoğraf çekimi üzerine eğitim vermek için gelen fotoğraf sanatçısı ile bir görüşme yapılmıştır. Bu görüşmede siyah-beyaz fotoğraf kağıdı banyosu konusunda destek alınmıştır. Kimya laboratuvarı malzeme odasında bir karanlık oda oluşturulmuş, fotoğraf banyosu çözeltileri birlikte hazırlanmış ve daha öncesinde araştırmacı tarafından yapılan basit bir iğne deliği kamera ile fotoğraf çekilip banyo ettirilerek süreç test edilmiştir.

3.5.5.2. Asıl uygulama sırasında disiplinler arası işbirliği. Pilot uygulama sonrasında Kimya ve ölçme-değerlendirme alan uzmanları ile yapılan değerlendirme toplantısında asıl uygulama için tüm hazırlık ve uygulama sürecinde düzenli olarak haftada bir saat toplantı yapılmasına karar verilmiş ve bu plana uygun ilerlenmiştir. Bu toplantıların yanı sıra e-posta yoluyla da bilgi alış-verişleri gerçekleştirilmiştir. Kazanımların belirlenmesi, içeriğin oluşturulması ve değerlendirme araçlarının geliştirilmesi aşamalarında bu çekirdek ekip sürekli işbirliği içinde kalabilmiştir.

Asıl uygulamada dersleri ilgili alan uzmanları yürütmüştür. Pilot uygulamadakine benzer şekilde ders planlarının taslakları araştırmacı ve ölçme-değerlendirme uzmanı ile birlikte geliştirildikten sonra ilgili alan uzmanı ile ikisi uygulama öncesi, ikisi uygulama sırasında olmak üzere dört toplantı planlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra bazı durumlarda e-posta yoluyla bilgi alış-verişleri gerçekleştirilmiş ve kısa zamanlı ek görüşmeler de yapılmıştır. Ayrıca, alan uzmanları tarafından yürütülen derslere araştırmacı gözlemci olarak dâhil olmuştur.

Ders sonlarında uzmanların dersle ilgili gözlemleri sorulmuş ve kaydedilmiştir. Ders sonlarında uygulanan KDF dokümanlarının değerlendirilmesi araştırmacı tarafından yapılmış ve sonuçlar alan uzmanları ile paylaşılmıştır. Görüşleri alınmış ve kaydedilmiştir. Özetle, fizik, biyoloji, matematik ve görsel sanatlar alan uzmanları ile asıl uygulama boyunca ayrı ayrı olmak koşuluyla en az 4'er toplantı yapılmıştır.

3.5.6. Öğretim tasarınının kazanımlarının belirlenmesi. Fizik, kimya, biyoloji ve matematik alanlarının kazanımlarının bir bölümü Fizik, Kimya, Biyoloji ve Matematik MEB Ortaöğretim Programı (2013)'ndan alınmıştır. Öğretim programlarından alınan kazanımların yanında kazanımın numarası belirtilmiştir. Öğretim programında yer almayan kazanımlar araştırmacı tarafından yazılmıştır. Mühendislik kazanımları yazılırken Ercan (2014) tarafından hazırlanan mühendislik kazanımlarından yararlanılmıştır ancak ihtiyaca göre bazı kazanımlar aynen alınmış, bazıları değiştirilmiş, bazıları ise kullanılmamıştır. Belirlenen kazanımlar alanlara ve uyguna sırasına göre hedef kazanımların listesi Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7

Öğretim Tasarımının Hedef Kazanımları

Bu süreçte öğrenciler;
STEM Eğitim Yaklaşımı İle İlgili,
<ul style="list-style-type: none">• Bütünleştirilmiş fen, matematik, teknoloji ve mühendislik eğitiminin yararlarını kavrayabilmelidir.• Ayrıştırılmış şekilde aldıkları fen ve matematik derslerinde edindikleri bilgileri gerçek yaşam sorunlarını çözmek için transfer ederken zorluklar yaşayıp yaşamadıklarını sorgulayabilmelidir.• Bilimsel bilgiye bir olayı açıklamak, sorun çözmek veya yeni durumlara uygulamak için ihtiyaç duyduklarının farkına varabilmelidir.
Matematik Alanı ile İlgili,
<ul style="list-style-type: none">• Bir üçgenin bir kenarına paralel olarak çizilen bir doğru diğer iki kenarı kestiğinde bu doğrunun üçgenin kenarlarını orantılı doğru parçalarına ayırdığını (temel orantı teoremi) ve bunun karşıtının da doğru olduğunu gösterebilmelidir. (9.4.2.1.)• İki üçgenin benzerliğini açıklayabilmeli, iki üçgenin benzer olması için gerekli olan asgari koşulları belirleyebilmelidir. (9.4.2.2.)• Üçgenlerin benzerliğini modelleme ve problem çözümede kullanabilmelidir. (9.4.2.3.)
Fizik Alanı ile İlgili,
<ul style="list-style-type: none">• Işığın doğasını dalga-tanecik ikiliği üzerinden açıklayabilmelidir.• Işığın yansıma olayındaki davranışını inceleyebilmeli ve çıkarımlar yapabilmelidir. (10.4.3.1.)• Işığın düzgün ve dağınık yansımaları ölçekli çizimler üzerinden gösterebilmelidir.• Üçgenlerde benzerlik ilkelerini ölçekli çizimlerinde kullanabilmelidir.• Optik yasalarını kullanarak gözde görüntü oluşumunu açıklayabilmelidir. (10.4.10.1.)
Biyoloji Alanı ile İlgili,
<ul style="list-style-type: none">• Gözün yapısını ve görme işlevini fotoğraf makinesinde görüntü oluşumu süreci ile karşılaştırarak açıklayabilmelidir.
Resim ve Teknoloji Alanı ile İlgili,
<ul style="list-style-type: none">• Camera obscuranın çalışma prensibini optik kurallar üzerinden açıklayabilmelidir.• Camera obscura ile çalıştığı rivayet edilen ressamı ve ünlü resimlerini tanıyabilmelidir.• Rönesans dönemi resim sanatının özellikleri ile ressamların kullandıkları camera obscura tekniği arasında ilişki kurabilmelidir.
Kimya Alanı ile İlgili,
<ul style="list-style-type: none">• Derişimle ilgili hesaplamalar yapabilmeli ve farklı derişimde çözeltiler hazırlayabilmelidir. (11.4.3)• Derişim değişiminin iletkenlik ve pH değerine etkisini belirleyebilmek için deneysel bir yöntem geliştirebilmelidir.• Elde ettiği verileri kaydetmek için bir veri tablosu oluşturabilmelidir.
Mühendislik Alanı ile İlgili,
<ul style="list-style-type: none">• Mühendislik tasarım sürecinin sistematik, yaratıcı ve yinelenen (tekrarlanan) yapısını fark edebilmelidir.• Mühendislik tasarım sürecinde genellikle birden fazla çözüm olduğunu fark edebilmelidir.• Mühendislik tasarım sürecinde kriter ve sınırlılıkların birbiri ile çelişebileceğini fark edebilmelidir.• Mühendislik tasarım sürecinin aşamalarına göre tasarım sürecini gerçekleştirebilmelidir.<ul style="list-style-type: none">✓ Problem durumunu tanımlayabilmelidir.✓ Kriter ve sınırlılıkları belirleyebilmelidir.✓ Olası çözümleri belirleyebilmelidir.✓ En iyi çözümü seçebilmelidir.✓ Prototip oluşturabilmelidir.✓ Çözümleri test edebilmelidir.✓ Test aşamasında elde ettiği verilerini düzenli biçimde kaydedebilmelidir.✓ Geliştirdiği ürünün özelliklerini açıklayacak nitelikte bir sunum yapabilmelidir.✓ Tasarımda düzeltilmesi/geliştirilmesi gereken özellikleri belirleyebilmelidir.

3.5.7. İÇERİĞİN OLUŞTURULMASI. İçerik, birbirini tamamlayacak ve en nihayetinde mühendislik tasarım sürecinde öğrencilere ihtiyaç duyabilecekleri tüm alan bilgisini kazandırmış olacak biçimde düzenlenmiştir. Bu aşamada 2.Bölüm’de açıklanan ve araştırmacı tarafından geliştirilen öğretim tasarımı modeli takip edilmiştir (Bkz. Şekil 5). Bu modele göre, öğrenciler konu işlenirken küçük tasarım sorunları ile karşılaştırılır. Bu sorunlar aynı zamanda büyük tasarım probleminin çözümüne hizmet edecek nitelikte olmalıdır. Bu uygulamada “Resim ve Teknoloji: Camera Obscura” dersinde öğrenciler küçük tasarım sorunları ile karşılaştırılmıştır. Bu tasarım sorunları ve derste deneyimlemeleri sağlanan camera obscuraların çalışma prensipleri büyük tasarım problemi ile doğrudan bağlantılıdır.

Pilot uygulama öncesi içerik araştırmacı tarafından oluşturulmuş ve ilgili alan uzmanları ile birlikte değerlendirilerek gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Pilot uygulamanın sonuçlarına göre içerik ölçme-değerlendirme uzmanı ile bir araya gelinerek revize edilmiştir. İlgili alan uzmanları ile birlikte oluşturulan içerik değerlendirilerek gerekli düzeltmeler yapılmıştır. İçerik Asıl Uygulama başlığı altında detaylı açıklanacaktır.

3.5.8. Veri toplama araçlarının geliştirilmesi. Pilot uygulamada değerlendirme aracı olarak gözlem ve görüşme kullanılmıştır. Ayrıca pilot uygulama grubunun ürünü değerlendirilmiştir.

Asıl uygulamada ise, ders sonlarında konu değerlendirme formları, beklenti değerlendirme formları, anket, mühendislik tasarım kılavuzu, tasarım süreci değerlendirme formu, öz değerlendirme formu, dereceli puanlama anahtarları, deney raporu gibi çok sayıda veri toplama aracı geliştirilmiştir. Bu araçlar ölçme-değerlendirme uzmanı ile birlikte her hafta yapılan düzenli toplantılarla 4 ayda geliştirilmiştir.

Fizik, biyoloji ve matematik alanları ile ilgili dersler sonunda uygulanacak konu değerlendirme formlarındaki sorular uzmanlık alanı olmamasına rağmen araştırmacı tarafından yazılmıştır. İlgili dersin konuyu içeren ders kitapları ve kazanımları incelenmiş buna göre sorular hazırlanmıştır. Ayrıca alanların birbiri ile bağlantısını oluşturacak şekilde her forma bir soru eklenmiştir. Bu formlar hazır hale getirildikten sonra ilgili alan uzmanı ile toplantı yapılmış ve gerekli düzeltmeler

yapıldıktan sonra tekrar alan uzmanlarına e-posta yolu ile gönderilmiştir. Onayladıkları biçimiyle kullanılmıştır.

Görsel sanatlar ile ilgili bölümde kazanımlar araştırmacı tarafından yazılmış, ders planı ve içeriğin oluşturulması için görsel sanatlar alan uzmanı ile birlikte çalışılmıştır. Konu sonu değerlendirme soruları alan uzmanı tarafından hazırlanmıştır.

Diğer araçlar araştırmacı tarafından taslağı oluşturulduktan sonra ölçme-değerlendirme uzmanı ile birlikte haftalık toplantılarda şekillendirilmiştir. Toplantılarda verilen kararlara göre veri toplama araçları geliştirilmiştir.

3.5.9. Pilot uygulama. Araştırmanın pilot çalışması 2015-2016 öğretim yılı 1. döneminde asıl uygulamanın yapılacağı okulda uygulanmıştır. Çalışma 8 hafta sürmüştür. Okulda Cuma günleri 8.saat 60 dakikalık sosyal etkinlik saatidir. Bu zaman diliminde öğrenciler öğretim yılı başında 52 kulüp arasından kendi isteklerine göre seçtikleri bir kulübe katılırlar. Yıl boyunca bu kulüp programında olan etkinlikleri gerçekleştirirler. Araştırmacı kimya kulübüne katılan 18 öğrenciye yapılacak olan uygulama hakkında bilgilendirme yapmıştır. Bu uygulamaya katılmak isteyen öğrenciler olup olmadığını sormuştur. Katılmak istediğini belirten 4 gönüllü öğrenci ile kimya kulübünün yapıldığı sınıftan ayrı bir sınıfa geçilerek çalışma başlatılmıştır. Bu öğrenciler fen lisesi 10.sınıf öğrencileridir. 4'ü de kız öğrencilerdir.

Çalışmada içerik aşağıdaki sırayla araştırmacı tarafından verilmiştir:

1. Kenar-Açı-Kenar (KAK) benzerlik kuralı ve örnek soru çözümleri,
2. Işığın ikili doğası, elektromanyetik spektrum, elektromanyetik dalgaların enerjisinin dalga boylarına göre değişimi,
3. Fotoğraf kâğıdında elektromanyetik dalgaların etkisi,
4. Görme olayında fotonların enerjilerinin etkisi, görme olayı ile fotoğraf makinelerinin çalışma prensipleri arasındaki benzerlikler,
5. Camera obscuranın tanıtımı. Karanlık odada camera obscura ile mum deneyi, büyük camera obscura ile açık alanda görüntü yakalama etkinliği.

Bu içerikle 3 hafta (3 saat) dersler yürütüldükten sonra görsel sanatlar alan uzmanı davet edilmiştir. Bu derste Rönesans dönemi ressamlarının kullandığı teknolojiler, camera obscura kullanmaları ile Rönesans dönemi resim sanatının özellikleri arasındaki ilişki görsel sanatlar öğretmeni tarafından açıklanmıştır.

5.haftanın başında bir odak grup görüşmesi yapılmıştır. Öğrencilere aşağıdaki sorular sorulmuştur:

- i. Yeni neler öğrendiniz?
- ii. Bu çalışmanın yaptığınız diğer öğrenme yaşantılarından bir farkı var mıydı? Varsa nedir?
- iii. Bu çalışmanın size olumsuz gelen yönleri oldu mu? Varsa nelerdir?

Ardından aşağıdaki problem cümlesi ile tasarım sürecine geçilmiştir:

Göreviniz mercek kullanmadan, karton, strafor, teneke kutu gibi kolay ulaşılabilir malzemelerle bir kamera yapmak, bu kamera ile olabildiğince net fotoğraflar elde etmektir. Görevinizde başarılar dilerim.

Öğrenciler tasarım sürecinde iğne deliği kamera tasarlamışlar, tasarımlarını test etmişler ve siyah-beyaz fotoğraflar elde etmişlerdir. Tasarım süreci 3 hafta (3 saat) sürmüştür.

Sürecin bitiminde odak grup görüşmesi yapılmıştır. Görüşme soruları aşağıdaki gibidir:

- i. Bu çalışmanın size göre en olumlu yönü neydi?
- ii. Bu çalışma sırasında nerelerde zorluk yaşadınız?
- iii. Bu çalışmanın size hangi yönden katkı sağladığını düşünüyorsunuz?

Pilot uygulama sürecince bir kimya alan uzmanı da gözlemci olarak uygulamaya katılmış ve uygulama sonunda gözlemlerini paylaşmıştır.

3.5.10. Öğretim tasarımının geliştirilmesi. Pilot uygulama sırasında araştırmacının ve ikinci gözlemcinin gözlemleri ile odak grup görüşmeleri sonucunda öğrencilerden alınan dönütlerden yola çıkılarak tasarım süreci baştan itibaren yeniden gözden geçirilmiştir. Bu aşamada ölçme-değerlendirme uzmanı da her hafta düzenli olarak düzenlenen toplantılarla yeniden değerlendirme ve öğretim tasarımını geliştirmeye dâhil olmuştur. Öğretim tasarımının geliştirilmesi gereken yönleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

- a. Çalışma grubunun var olan eğitim-öğretim yaşantılarına bakışlarını belirlemek için çalışmanın başlangıcında bir anket uygulanmalıdır.

- b. Çalışma süresi 8 haftadan 14 haftaya (14 ders saatine) uzatılmalıdır.
- c. STEM eğitim yaklaşımının ne olduğu ve bu uygulama süresince neler yapılacağı uygulamanın başında daha ayrıntılı açıklanmalı ve bunun ardından öğrencilerde oluşan beklentilerin neler olduğu belirlenmelidir.
- d. Disiplinler arası iletişim okul koşullarında oldukça kısıtlı zamanlarda gerçekleştiğinden araştırmacı fizik, biyoloji ve matematik alanları ile ilgili bölümlerde kavram yanlışlarına neden olma ihtimali konusunda tedirginlik yaşamıştır. Kendini bu alanlardaki bilgileri vermede yetkin hissetmemiştir. Bu nedenle asıl uygulamada bu alanlarla ilgili bölümleri alan uzmanları yürütmelidir.
- e. Her dersin sonunda belirlenen kazanımlara ulaşıp ulaşılmadığını kontrol etmek amacıyla konu değerlendirme soruları hazırlanmalıdır.
- f. Öğrencilerin fotoğraf banyolarını belirli derişimlerde hazırlama ve test aşamasında verilerini kaydetmede çeşitli zorluklar yaşadıkları gözlenmiştir. Bu nedenle çözelti hazırlama ve veri tablosu oluşturma ile ilgili bir ders uygulamalı bir ders planlanmalıdır. Ders sonunda deney raporu yazdırılmalıdır.
- g. Deney raporlarını değerlendirmek için dereceli puanlama anahtarı oluşturulmalıdır.
- h. Tasarım sürecine geçildiğinde tasarım problemi “bilgi temelli bir hayat problemi” şeklinde sunulmalıdır.
- i. Öğrencilerin mühendislik tasarım sürecinin sistematüğini daha iyi öğrenebilmeleri ve uygulayabilmeleri için bir kılavuz hazırlanmalıdır.
- j. Tasarım sürecinin sonunda süreç değerlendirme formu oluşturulmalıdır.
- k. 14 haftanın sonunda öğrencilerin bu deneyimin kendilerinde oluşturduğu etkiyi belirlemek üzere öz değerlendirme formu oluşturulmalıdır.

3.5.11. Asıl uygulama. Asıl uygulama 2016-2017 öğretim yılının 2. döneminde haftada 3 ders saati olan ve zümre kararıyla fizik, kimya ve biyoloji alanları tarafından 1'er saat paylaşılan Bilim Uygulamaları dersi kapsamında 14 haftada gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma 1 öğretim dönemine yayılmıştır. Fen zümresinin yıllık planını aksatmayacak şekilde ve uygun gördükleri saatler göz önüne alınarak planlanmıştır. 51 saatlik Bilim Uygulamaları dersinin 16 ders saati kullanılmıştır. Bu dersin karne notları, üç alan tarafından ortak yapılan sınavlar veya uygulamalarla

verilmektedir. Bu çalışmada dönem boyunca öğrencilerin gösterdikleri tüm performanslar değerlendirilmiş ve bir performans notu olarak karneye yansıtılmıştır.

Tablo 8’de uygulama takvimi yaşanan ders kayıpları ile birlikte verilmiştir. Bu bölümde verilen sıra ile her bir dersin içeriği, hazırlık ve uygulama süreci açıklanacaktır.

Tablo 8

Asıl Uygulama: Takvim

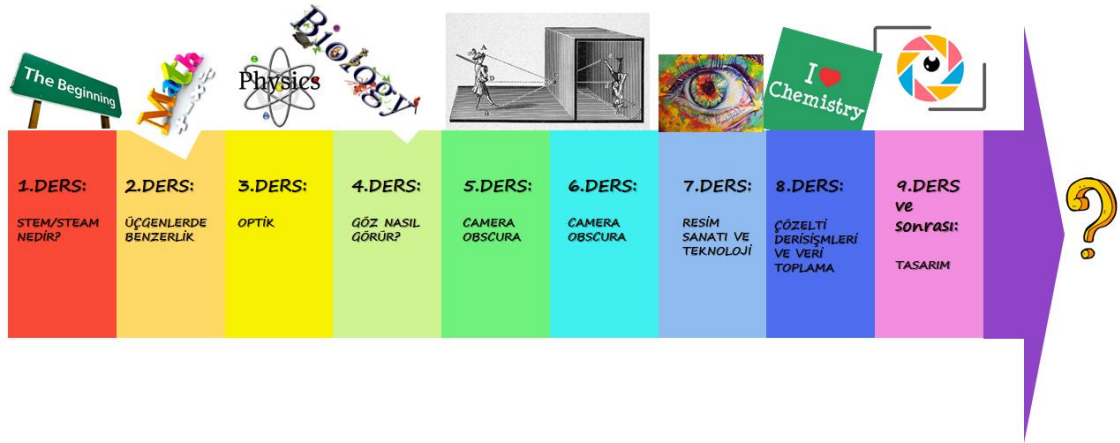
Tarih	İçerik	Süre (Ders Saati)
10.02.2017	1.Ders: STEM Alanları Anket Uygulaması	1
17.02.2017	2.Ders: STEM Nedir? Biz Ne Yapacağız?	1
20.02.2017	3.Ders: Üçgenlerde Benzerlik Kuralları	1
22.02.2017	4.Ders: Optik	1
24.02.2017	5.Ders: Göz Nasıl Görür?	1
03.03.2017	Ders Kaybı: Yazılı Sınav	1
10.03.2017	6.Ders: Resim ve Teknoloji: Camera Obscura	1
17.03.2017	7.Ders: Resim ve Teknoloji: Camera Obscura	1
24.03.2017	8.Ders: Resim ve Teknoloji: Rönesans	1
31.03.2017	9.Ders: Resim ve Teknoloji (Planlama dışı ek saat)	1
07.04.2017	10.Ders: Çözelti Derişimlerinin İletkenlik ve pH Üzerine Etkisi	1
14.04.2017	Ders Kaybı: Konferans Programı	1
05.05.2017	11.Ders: Mühendislik Tasarım Süreci	1
12.05.2017	Ders Kaybı: Konferans Programı	1
19.05.2017	12.Ders: Mühendislik Tasarım Süreci	1
26.05.2017	Ders Kaybı: Yazılı Sınav	1
02.06.2017	13. ve 14.Ders: Mühendislik Tasarım Süreci	2
09.06.2017	15. ve 16.Ders: Mühendislik Tasarım Süreci	2

1.Ders: STEM Alanları anket uygulaması. Derslere başlamadan önce öğrencilerin okulda öğrendikleri konuların gerçek yaşamla bağlantısı, disiplinler arası bağlantılar, mühendislik alanı ve 21. Yüzyıl becerileri ile ilgili hem kendi yeterlilikleri hem de okulun kazandırdıkları hakkındaki fikirlerini öğrenmek amacıyla STEMAA uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar çalışma grubunun özelliklerinin belirlenmesinde katkı sağlamıştır. Anket sonuçları ve çalışma grubunun özellikleri ile ilgili bulgular Çalışma Grubu başlığı altında açıklanmıştır.

Aynı zamanda anket sonuçları bir sonraki derste öğrencilerle paylaşılmış ve sonuçlar birlikte değerlendirilmiştir. Bu paylaşım, öğrencilerin yapılacak uygulamanın amacı ile anket sonuçları arasında ilişki kurmasında ve süreci içselleştirmesinde etkili bir yol olmuştur.

2.Ders: STEM nedir? Biz ne yapacağız? Bu dersin planı ve derste kullanılacak olan sunum araştırmacı ve ölçme-değerlendirme uzmanları ile birlikte hazırlanmıştır. Ders planı EK-O'da verilmiştir. Ders araştırmacı tarafından yürütülmüş, ikinci gözlemci olarak kimya alan uzmanı derse katılmıştır. Ders aşağıdaki sıra ile işlenmiştir.

- STEMAA sonuçları paylaşılmış ve tartışılmıştır.
- STEM eğitim yaklaşımı hakkında genel bilgi verilmiş ve yapılacak uygulamanın öğrenciler açısından belirlenen hedefleri açıklanmıştır (bkz. Tablo 6).
- Uygulamanın her bir dersi için planlanan içerik Şekil 8 ile açıklanmıştır. Son aşamadaki tasarım sürecinin içeriği hakkında bilgi verilmemiştir.
- Ölçme-değerlendirme kriterleri paylaşılmıştır.
- Dersin sonunda yapılacak uygulama ile İlgili Beklenti Değerlendirme Formu (BDF) verilmiştir.



Şekil 8. Uygulama planı: Ne yapacağız?

3.Ders: Üçgenlerde Benzerlik Kuralları. Bu dersin taslak planı araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. 9.sınıf MEB Matematik Ders kitabından ilgili bölüm konu anlatımları ve sorular incelenmiş, uygulama teması ile bağlantılı bölümler belirlenmiştir. Bir sonraki ders ve tasarım süreci ile bağlantısı göz önüne alınarak Şekil 9'daki taslak plan matematik öğretmeni ile paylaşılmıştır. Matematik öğretmeninden bu çerçeveye göre bir ders planı oluşturması ve gerekli ders materyallerini hazırlaması istenmiştir. Matematik öğretmeni tarafından hazırlanan ve e-posta yolu ile ulaştırılan ders planı ve sunum ölçme-değerlendirme uzmanı ile birlikte değerlendirilmiştir. Öğretmene e-posta yoluyla dönüt verilmiş ve ders planı ile sunum son haline getirilmiştir. Üçgenlerde benzerlik konusu ders planı EK-P'de verilmiştir. Ardından matematik öğretmeni ile yapılan ikinci toplantıda konu değerlendirme formu (ÜBKDF) hazırlanmıştır. Hazırlanan sorular ölçme-değerlendirme uzmanları ile yapılan toplantıda değerlendirilmiştir. Matematik öğretmeni ile yapılan üçüncü toplantıda bu dönütlere göre düzeltilmeler yapılmıştır. Son haline getirilen ÜBKDF ders sonunda uygulanmıştır.

Ders matematik öğretmeni tarafından yürütölmüştür. İkinci gözlemci olarak araştırmacı derse katılmıştır. Ders sonunda alan uzmanı ile görüşölmüş ve gözlemleri kaydedilmiştir. ÜBKDF'nin sonuçları araştırmacı tarafından değerlendirilmiş ve sonuçlar alan uzmanı ile paylaşılmıştır. Öğretmenin sonuçlar ile ilgili değerlendirmeleri kaydedilmiştir.

KONU: Üçgenlerde benzerlik

HEDEF KAZANIMLAR:

Bu dersin sonunda öğrenciler;

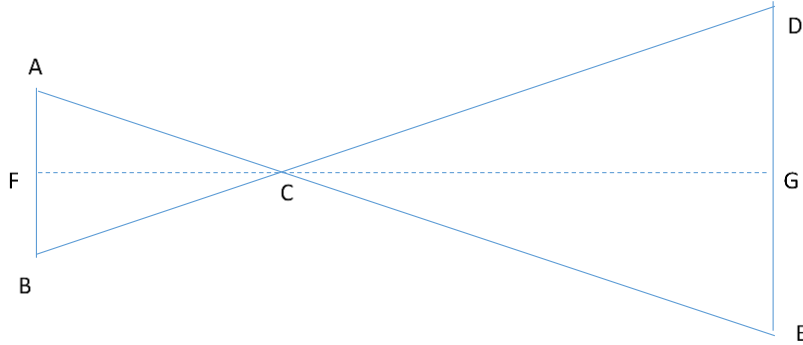
- Bir üçgenin bir kenarına paralel olarak çizilen bir doğru diğer iki kenarı kestiğinde bu doğrunun üçgenin kenarlarını orantılı doğru parçalarına ayırdığını (temel orantı teoremi) ve bunun karşıtının da doğru olduğunu gösterebilmelidir. (9.4.2.1.)
- İki üçgenin benzerliğini açıklayabilmeli, iki üçgenin benzer olması için gerekli olan asgari koşulları belirleyebilmelidir. (9.4.2.2.)
- Üçgenlerin benzerliğini modelleme ve problem çözmede kullanabilmelidir. (9.4.2.3.)

DERSİN İŞLEYİŞİ

- ✓ 9.sınıfta işlenen temel orantı teoremi hatırlatılmalıdır.
- ✓ Öğrencilere ölçümler yaptırılarak benzer üçgenlerin yardımcı elemanlarının da benzer olduğunu hatırlamaları sağlanmalıdır
- ✓ Dersin sonunda öğrenciler aşağıdaki gibi bir soruyu cevaplayabilir düzeye ulaşmış olmalıdır.

Değerlendirme soruları:

Aşağıdaki gibi değerlendirme soruları ile öğrenciler bir sonraki ders olan optik konusuna hazırlanmalıdır.



Şekildeki FC doğrusu ABC üçgeninde hem açıortay, hem de kenarortaydır. CG doğrusu CDE üçgeninde hem açıortay hem de kenarortaydır.

$$|AB| = \dots \text{cm}$$

$$|FC| = \dots \text{cm}$$

$$|DE| = \dots \text{cm}$$

İse, $|CG|$ kaç cm olur?

Şekil 9. Üçgenlerde benzerlik konusu taslak planı.

4.Ders: Optik. Bu dersin taslak planı araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. 10.sınıf MEB Fizik Ders kitabından ilgili bölüm konu anlatımları ve sorular incelenmiş, uygulama teması ile bağlantılı bölümler belirlenmiştir. nceki-sonraki dersler ve tasarım süreci ile bağlantısı göz önüne alınarak Şekil 10'daki taslak plan fizik ğretmeni ile paylaşılmıştır. Fizik öğretmeninden bu çerçeveye göre bir ders planı oluşturması ve gerekli ders materyallerini hazırlaması istenmiştir. Fizik ğretmeni tarafından hazırlanan ve e-posta yolu ile ulaştırılan ders planı lçme-değerlendirme uzmanı ile birlikte değerlendirilmiştir. Öğretmene e-posta yoluyla dönüt verilmiş ve ders planı son haline getirilmiştir. Optik konusu ders planı EK-R'de verilmiştir. Ardından fizik ğretmeni ile yapılan ikinci toplantıda konu değerlendirme formu (OKDF) hazırlanmıştır. Hazırlanan sorular lçme-değerlendirme uzmanı ile yapılan toplantıda değerlendirilmiştir. Öğretmen ile yapılan üçüncü toplantıda bu dönütlere göre düzeltmeler yapılmıştır. Son haline getirilen OKDF ders sonunda uygulanmıştır.

Ders fizik ğretmeni tarafından yrtlmştr. İkinci gözlemci olarak araştırmacı derse katılmıştır. Ders sonunda alan uzmanı ile grşlmş ve gözlemleri kaydedilmiştir. OKDF'nin sonuçları araştırmacı tarafından değerlendirilmiş ve sonuçlar alan uzmanı ile paylaşılmıştır. Öğretmenin sonuçlar ile ilgili değerlendirmeleri kaydedilmiştir.

KONU: Optik

HEDEF KAZANIMLAR:

Bu dersin sonunda öğrenciler;

- Işığın doğasını dalga-tanecik ikiliği üzerinden açıklayabilmelidir.
- Işığın yansıma olayındaki davranışını inceleyebilmeli ve çıkarımlar yapabilmelidir. (10.4.3.1.)
- Işığın düzgün ve dağınık yansımalarını ölçekli çizimler üzerinden gösterebilmelidir.
- Üçgenlerde benzerlik ilkelerini ölçekli çizimlerinde kullanabilmelidir. (Matematik)
- Optik yasalarını kullanarak gözde görüntü oluşumunu açıklayabilmelidir. (10.4.10.1.)

DERSİN İŞLEYİŞİ:

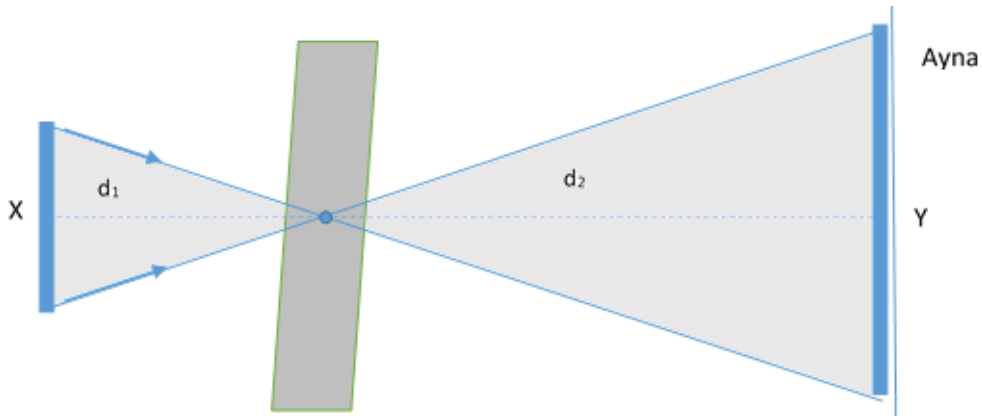
- ✓ Elektromanyetik dalganın dalga ve tanecik ikiliği kısaca açıklanmalıdır. Fotonların enerji taşıyan paketler olduklarını hatırlatmak yeterlidir. Işık enerjisinin başlattığı olaylara örnekler verilebilir. (Örneğin; Bir fotoğraf filmine ışık geldiğinde neden karardığı sorulabilir. Fotoğraf filmi üzerinde reaksiyon başlatacak enerji paketlerinin yüzeye çarptığı ve enerjisini aktararak yok olduğu açıklanabilir. Fotosentez olayı ile fotonların ilişkisi sorulabilir. Fotoelektrik olay prensibi ile çalışan lambaların ya da kapıların çalışma prensiplerinden bahsedilebilir. Bu vb. örneklerden herhangi birini vermek yeterlidir) Hesaplamalara girilmez.
- ✓ Işığın yansıması konusu, konu sonunda öğrencilerin bir cismin küçük bir delikten geçen yansımasının diğer tarafta nasıl ve hangi boyutta görüntü oluşturacağını anlamalarını sağlayacak derinlikte açıklanmalı ve örnekler bu hedefe yönelik olmalıdır.
- ✓ Öğrenciler ışığın yansımasını ölçekli çizimlerle gösterebilmelidirler. Bunu yaparken üçgende benzerlik ilkelerinden yararlanabilmelidirler.
- ✓ Öğrenciler düz aynada görüntü oluşumunu çizerek gösterebilmelidirler.
- ✓ Ders süresi öğrencilerin çizim yapmaları için yeterli olmazsa ödev verilebilir.

Değerlendirme soruları:

Fotoğraf çekimi için gerekli optik kuralları ile üçgende benzerlik kuralları birleştirilerek sorular oluşturulmalıdır.

Örneğin,

Aşağıdaki düzende ... cm yüksekliğindeki X cismi perdeden ...cm uzaktadır. Perdede açılan bir deliktencm uzaklıktaki düz aynada oluşan yansımanın boyu kaç cm olur?



Şekil 10. Optik konusu taslak planı.

5.Ders: Göz nasıl görür? Bu dersin taslak planı araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. 11.sınıf MEB Biyoloji Ders kitabından ilgili bölüm konu anlatımları ve sorular incelenmiş, uygulama teması ile bağlantılı bölümler belirlenmiştir. Önceki-sonraki dersler ve tasarım süreci ile bağlantısı göz önüne alınarak Şekil 11'deki taslak plan biyoloji öğretmeni ile paylaşılmıştır. Biyoloji öğretmeninin bu çerçeveye göre bir ders planı oluşturması ve gerekli ders materyallerini hazırlaması istenmiştir. Biyoloji öğretmeni tarafından hazırlanan ve e-posta yolu ile ulaştırılan ders planı ve sunum ölçme-değerlendirme uzmanı ile birlikte değerlendirilmiştir. Öğretmen tarafından gönderilen taslak plandan çok farklı bir ders planı hazırlanmıştır. Biyoloji öğretmeni ile yeniden bir araya gelinerek dönütler değerlendirilmiştir. Olabildiğince ortak bir noktada buluşularak ders planı ve sunuma son hali verilmiştir. Göz nasıl görür? konusu ders planı EK-S'de verilmiştir. Ardından araştırmacı tarafından konu değerlendirme formu (GKDF) hazırlanmış, biyoloji öğretmenine ve ölçme-değerlendirme uzmanına e-posta yolu ile gönderilmiş ve onayları alınmıştır. Son haline getirilen OKDF ders sonunda uygulanmıştır.

Ders biyoloji öğretmeni tarafından yürütölmüştür. İkinci gözlemci olarak araştırmacı derse katılmıştır. Ders sonunda alan uzmanı ile görüşölmüş ve gözlemleri kaydedilmiştir. GKDF'nin sonuçları araştırmacı tarafından değerlendirilmiş ve sonuçlar alan uzmanı ile paylaşılmıştır. Alan uzmanının sonuçlar ile ilgili değerlendirmeleri kaydedilmiştir.

HEDEF KAZANIMLAR:

Bu dersin sonunda öğrenciler;

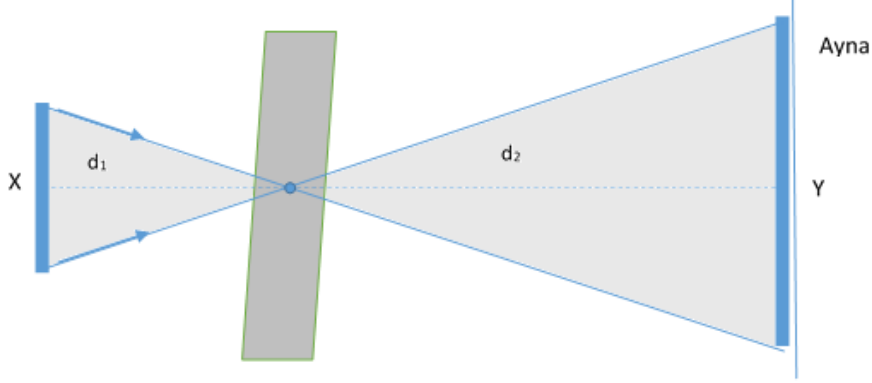
- Gözün yapısını ve görme işlevini fotoğraf makinesinde görüntü oluşumu süreci ile karşılaştırarak açıklayabilmelidir. (Fizik/Biyoloji/Matematik)

KULLANILAN ARAÇ-GEREÇ: Projektör, çalışma kağıdı

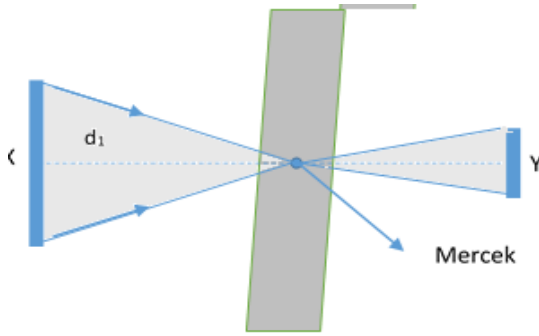
KULLANILAN YÖNTEM:

DERSİN İŞLEYİŞİ

Bir önceki derste (fizik dersinde) kullanılan çizim ile derse başlanmalıdır.



İnce kenarlı merceğin işlevi kısaca açıklanmalıdır. Perdedeki deliğin olduğu yere bir ince kenarlı mercek konursa cismin(X) görüntüsünün (Y) nasıl değişeceği gösterilmelidir. (d_2 uzaklığının kısalcacağını öğrenciler fark edebilmelidir.)



Yukarıdaki gibi bir çizim ile bir göz çizimi üst üste birleştirilmelidir. Gözün yapısı ve görme işlevi basit çizimler ve görsellerle açıklanmalıdır.

Değerlendirme soruları:

Teknolojik birçok tasarımın esin kaynağının doğa ve canlılar olduğu belirtilmeli, örnekler verilmelidir. Fotoğraf makinesinde görüntü oluşumunu açıklayan bir video izlenmesi ödev olarak verildikten sonra görme olayı ve fotoğraf makinesinde görüntü oluşumu arasındaki benzerlikler sorulabilir.

Şekil 11. Göz nasıl görür? Konusu taslak planı.

6.ve 7. Ders: Resim ve teknoloji: Camera obscura. Bu dersin planı ve ders materyalleri araştırmacı ve ölçme-değerlendirme uzmanları ile birlikte hazırlanmıştır. Ders planı EK-T’de verilmiştir. Ders araştırmacı tarafından yürütölmüş, ikinci gözlemci olarak kimya alan uzmanı derse katılmıştır.

6.ders’te kullanılmak üzere öğrencilerin içine girip gözlem yapabileceği ebatta, küçük bir deliği olan ve ışık sızdırmaz nitelikte bir kapalı kutuya (camera obscura) ihtiyaç duyulmuştur. Bu konuda fizik bölümünden destek istenmiştir. Fizik alan uzmanı ışık deneyleri yapmak için yaptırdıkları kutuyu kullanmayı önermiştir. 90x80x75 cm ebatlarındaki içi siyah boyalı, kapısı sürgölü bu tahta kutuya matkapla küçük bir delik açılmıştır. İçine giriş çıkış kolaylığı ve açılan deliğin boyutunun görüntü oluşumu için yeterli olup olmadığı konusunda test edilmiş ve kullanılmasına karar verilmiştir.

Derse başlamadan önce 3,4 ve 5.derslerle ilgili öğrencilerin görüşlerini almak için 10 dakika odak grup görüşmesi yapılmıştır. Alınan görüşler ders sonunda kaydedilmiştir.

Gün ışığında gözlem yapma şansı daha yüksek olduğundan 6.ders okul bahçesinde işlenmiştir. Giriş etkinliği ile önceki konular ve camera obscura arasında bağlantı kurulmuştur (bkz. EK-T). Ardından öğrenciler Rönesans dönemi ressamlarının yaptığı gibi camera obscura içinde görüntü oluşumunu deneyimlemişlerdir. Delikten belirli mesafede bir nesne veya insan yerleştirilmiş, kutunun içine giren gözlemci ise deliğe belirli mesafe uzaklıkta bir kopya kağıdı koyarak dışarıdaki nesne/insanın görüntüsünü elde etmeye çalışmıştır. Görüntü yakalandığı anda gözlenen nesne/insanın deliğe uzaklığı ve ebatları ile kutu içinde oluşan görüntünün boyutu ve görüntü elde edilen kopya kağıdının deliğe mesafesi ile ilgili ölçümler yapılmış, bulunan değerler üçgenlerde benzerlik kuralları ile açıklanmıştır. Görüntünün nasıl oluştuğu, neden ters oluştuğu tartışılmış, optik kuralları ile açıklanmıştır. Resim 1’de dersten bir fotoğraf verilmiştir.



Resim 1. 6.Ders: Camera Obscura.

7.derste camera obscuranın ebatı küçültülmüş ve dışarıdan gözlem yapılabilir hale getirilmiştir. Bu kez görüntünün üzerinde olduğu kopya kağıdı ile kutunun bir yüzeyi Resim 2'deki gibi kaplanmış ve tam karşısındaki yüzeye bir delik açılmıştır. Gözlem için karanlık bir ortama ihtiyaç duyulduğundan ve yanan mum kullanıldığından bu ders kimya laboratuvarında yapılmıştır.



Resim 2. Ders 7: Camera obscura.

Öğrenciler mum ışığının görüntüsünü yakalamaya çalışmıştır. Aşağıdaki sorular sorulmuş ve tartışılmıştır.

- Neden herhangi bir nesne/insanın görüntüsünü almak yerine doğrudan ışık kaynağı kullandık?
- Neden karanlık ortamda görüntüyü elde edebilirken aydınlıkta elde edemedik?
- Görüntüyü daha net görmek için ne yapılabilir?

Öğrenciler daha net görüntü elde etmek için gözlemcinin bulunduğu ortamın daha da karanlık olması gerektiği sonucuna ulaştığından ders anında deneye Resim 3'teki gibi siyah bir örtü altında gözlem yapma aşaması da eklenmiştir.



Resim 3. Daha net görüntü elde etmek için öğrencilerin bulduğu çözüm.

Resim 3'te görüldüğü gibi bir öğrenci görüntüyü yakalamaya çalışırken diğer öğrencilere bu durumun onlara ne hatırlattığı sorulmuştur. Birçoğu eski fotoğraf makinelerini hatırlamıştır.

Bir sonraki aşamada camera obscuranın deliği büyütülüp yeniden gözlem yapılmıştır. Görüntü netliğindeki değişim incelenmiştir. Ardından delik sayısı artırılmış ve yeniden gözlem yapılmıştır. Görüntü özellikleri incelenmiştir. Yapılan bu

değişikliklerle görüntü değişiminin nedenleri tartışılmış ve optik kuralları ile açıklanmıştır. Ders sonunda COKDF uygulanmıştır.

Bir sonraki dersin görsel sanatlar alan uzmanı tarafından yürütüleceği hatırlatılmıştır. Dersten önce “Tim’s Vermeer” adlı belgeseli izlemeleri ödev olarak verilmiştir.

8.ve 9. Ders: Resim ve teknoloji: Rönesans. Görsel sanatlar öğretmeni ile pilot uygulama öncesinde aynı konuda destek alınmış olduğundan içerik oluşturma konusunda pilot uygulama referans alınmıştır. Ancak pilot uygulamada ders planı yazılı olarak oluşturulmamıştır. Bu nedenle ders planı oluşturmak, sunumu yeniden gözden geçirmek ve konu değerlendirme sorularını oluşturmak için birçok görüşme yapılmıştır. Araştırmacının alanına çok uzak olduğundan diğer derslerde olduğu gibi görüşme öncesi bir taslak plan hazırlanamamıştır. Taslak planlar süreci çok hızlandırmaktadır. Görsel sanatlar öğretmeni tarafından hazırlanması beklenen plan belirlenen tarihlerin çok sonrasında elde edilebilmiş ve gözden geçirmek için yeterli zaman kalmamıştır. Ders planı EK-U’da verilmiştir. Derste kullanılacak sunum ise pilot uygulamadakinin farklı olarak alan uzmanı tarafından yeniden hazırlanmış çok detaylandırılmıştır. Bu iyi niyetli çaba maalesef konunun dağılmasına neden olmuştur. Görsel sanatlar dersinin planlamasından, uygulanmasına ve değerlendirilmesine kadar olan bölüm bu uygulamada araştırmacı ve ölçme-değerlendirme uzmanının kontrolünden çıkan tek bölümdür. Bunun iki temel nedeni vardır:

- a. Görsel sanatlar öğretmenin eğitim fakültesi kökenli olmamasından dolayı ders planı oluşturma, kazanımlara göre değerlendirme soruları oluşturma, planlanan ders saatine göre dersi yürütme gibi konularda çok esnek bir bakış açısına sahip olması.
- b. Gerek araştırmacının gerekse ölçme-değerlendirme uzmanının düzeltmeler yapabilmek için kendilerini yeterli donanımda görmemeleri.

Bu nedenlerden dolayı Resim ve Teknoloji dersinin Rönesans ile ilgili kısmı bir ders saati için planlandığı halde iki ders saatine uzamıştır. Konunun çok geniş bir şekilde ele alınmış olmasının doğurduğu sonuçlar ileriki bölümlerde açıklanacaktır. Derslere ikinci gözlemci olarak araştırmacı katılmıştır. Görsel sanatlar öğretmeni tarafından hazırlanan RTKDF ders sonunda uygulanmış, alan uzmanı tarafından

değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçları alan uzmanı ile yapılan toplantıda değerlendirilmiş ve görüşleri kaydedilmiştir.

10.Ders: Çözelti derişimlerinin iletkenlik ve pH üzerine etkisi. Derse başlamadan önce Resim ve Teknoloji dersleri ile ilgili öğrencilerin görüşlerini almak için odak grup görüşmesi yapılmıştır. Görüşler ders sonunda kaydedilmiştir.

Bu dersin planı ve deney raporu araştırmacı ve ölçme-değerlendirme uzmanları tarafından hazırlanmıştır. Ders planı EK-V'de verilmiştir. Ders araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Derse ikinci gözlemci olarak kimya alan uzmanı katılmıştır. Tasarım süreci çözelti hazırlama ve veri tablosu oluşturma becerilerini gerektirdiği için bu becerileri içine alan bir laboratuvar dersi yapılmıştır. Seçilen konudaki iletkenlik ve pH ile ilgili bölümlerin uygulamanın teması ile bağı yoktur. Ancak çözelti hazırlama ve veri tablosu oluşturarak veri kaydedebilme becerilerini basit bir deney ile pekiştirmeye imkân tanımaktadır. Dersin sonunda öğrenciler grup olarak deney raporu yazmışlardır. Deney raporları dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilmiştir.

11., 12., 13., 14., 15 ve 16. Ders: Mühendislik tasarım süreci. Bu dersin planı, MTSK ve ölçme araçları araştırmacı ve ölçme-değerlendirme uzmanı ile birlikte geliştirilmiştir. Ders planı EK-Y'de verilmiştir. Tüm mühendislik tasarım süreci derslerine ikinci gözlemci olarak kimya alan uzmanı katılmıştır. Ders sonlarında gözlemleri sorulmuş ve kaydedilmiştir.

Dersin başında 5 veya 4'er kişilik 5 grup oluşturulmuştur. Bundan sonraki 6 ders grup çalışması ile ilerleyeceği bilgisi verildikten sonra MTSK gruplara dağıtılmıştır.

Bu aşamaya kadar öğrenilen/hatırlanan bilgilere dersler bazında kısaca değinilmiştir. Bu aşamada ise mühendislik nedir? Mühendisler tasarım sürecinde nasıl ilerler? Bu soruların cevabını deneyimleyerek öğrenecekleri bilgisi verilmiştir.

Aşağıdaki sorular sorulmuş, öğrencilerin düşüncelerini açıklamaları için fırsat verilmiştir:

- a. Sizce mühendislik nedir?
- b. Mühendislik alanı hakkında fikir ve deneyim sahibi olmak bizlere ne kazandırır?

MTSK'nın 2.sayfasında yer alan Kasapoğlu'nun mühendislik alanını tanımladığı ifadeleri okunmuş ve biraz önceki tartışmada verilen cevaplar ile birlikte yorumlanmıştır.

Bu sürece kadar öğrenilen/hatırlanan bilgileri kullanma zamanının geldiği ifade edildikten sonra tasarım görevi bilgi temelli hayat problemi (BTHP) temelinde bir senaryo olarak verilmiştir.

Bilgi temelli hayat problemi. *Bir ressam olduğunuzu hayal edin. Gördüğünüz manzarayı aynen resminize aktarmayı düşünüyorsunuz. Bunun için teknolojiden yardım almak istiyorsunuz ama imkânlarınız kısıtlı. Akıllı telefonunuz, fotoğraf makineniz ya da internetiniz yok. Elinizde karton, teneke içecek kutuları, tahta parçaları gibi kolay ulaşılır malzemeler ve siyah-beyaz fotoğraf kâğıtları ve fotoğraf banyosu için gereken çözeltiler var. Bu malzemelerle görüntü kaydedebileceğiniz ve daha sonra onun kopyasını alarak orijinal resminizi yapabileceğiniz bir araç geliştirmelisiniz. Görevinizde başarılar dilerim.*

MTSK'nin mühendislik tasarım sürecini öğrenebilmeleri, süreç içinde sistematik ilerleyebilmeleri ve çalışmalarını kayıt altına almaları için hazırlanmış bir kılavuz olduğu açıklanmıştır. 3.ve 4.sayfalarındaki tasarım aşamalarını incelemeleri için süre verilmiş, aşamalar ile ilgili soruları cevaplanmıştır. Tasarım sürecini sistematik hale getirmenin ne gibi faydalar sağlayacağı tartışılmıştır. Aşağıdaki hatırlatmalar yapıldıktan sonra tasarım sürecine başlanmıştır.

- a. Bundan sonraki tüm derslerde kılavuzunuzu yanınızda getirmeyi unutmayınız.
- b. Her aşamada yaptıklarınızı bu kılavuzda kayıt altına alınız. Eğer ders dışında da çalışmanıza devam ediyorsanız, yaptıklarınızı kılavuza kaydetmeyi unutmayınız.
- c. Kılavuzdaki sırayla tasarım sürecinize başlayınız. Her grup kendi hızında ilerleyeceği için, sonraki derslerde kaldığınız yerden devam etmelisiniz.
- d. Gerek duyduğunuzda öğretmenleriniz size rehberlik edecektir.
- e. Tasarım sürecinize problemi tanımlayarak başlayabilirsiniz.

Bu süreç 5 ders sürmüştür. Planlamada olmayan bazı ders kayıplarının yaşanması nedeniyle bu dersler Mayıs ayında başlayıp Haziran ayına sarkmıştır. Öğrenciler tasarım sürecinin testler için biraz daha uzun olmasını talep etmişse de ders saati kalmadığından ek süre verilememiştir. Tasarım sürecinde grup çalışmaları

gözenmiş ve fotoğraflanmıştır. Test aşaması fotoğraf banyosu gerektirdiği için kimya laboratuvarı malzeme odası karanlık oda haline getirilmiştir. Fotoğraf banyosunun nasıl yapıldığı araştırmacı tarafından açıklanmış, banyo çözeltilerinin nasıl hazırlanacağı gösterilmiştir. Grupların ilk fotoğraf banyolarında araştırmacı karanlık odada onlarla birlikte kalarak rehberlik etmiştir. Tekrarlanan testlerde öğrenciler bu süreci kendi başlarına deneyimlemiştir. Tasarım süreci sonunda grupların ürünlerinin fotoğrafları çekilmiştir.

Son ders saatinde 2'şer dakikalık ürün tanıtım sunumları yapılmıştır. Sunumların ardından son düzeltmeler için ve elde ettikleri fotoğrafları araç olarak kullanıp resim yapmaları için zaman kalmamıştır. Bazı öğrenciler öğle tatillerinde de gelip düzeltmeler ve testler yapmaya kendi istekleri ile devam etmiştir. Sunumların ardından gruplardan MTSK'ler toplanmış ve tasarım sürecini değerlendirmeleri için TSDF; tüm sürecin kendilerine yansımalarını değerlendirmeleri için ÖDF verilmiştir. Aktif katılımları, çabaları ve görüşlerini açıkça paylaştıkları için teşekkür edilerek uygulama tamamlanmıştır.

3.5. Verilerin Analizi

Bu araştırmanın konusu olan çalışma, çok fazla katılımcı/uygulayıcıyı içine alan uzun soluklu ve çok adımlı bir eylem araştırmasıdır. Birbirinden çok farklı nitelikte ve türde uygulamalar içermektedir. Dolayısıyla çok sayıda ve farklı nitelikte veri toplama aracı kullanılmıştır. Verilerin analizinde ağırlıklı olarak nitel analiz yöntemleri kullanılmıştır.

Tablo 9'da veri toplama araçlarının hangi tür analiz yöntemi/yöntemleri ile analiz edildiği verilmiştir.

Tablo 9

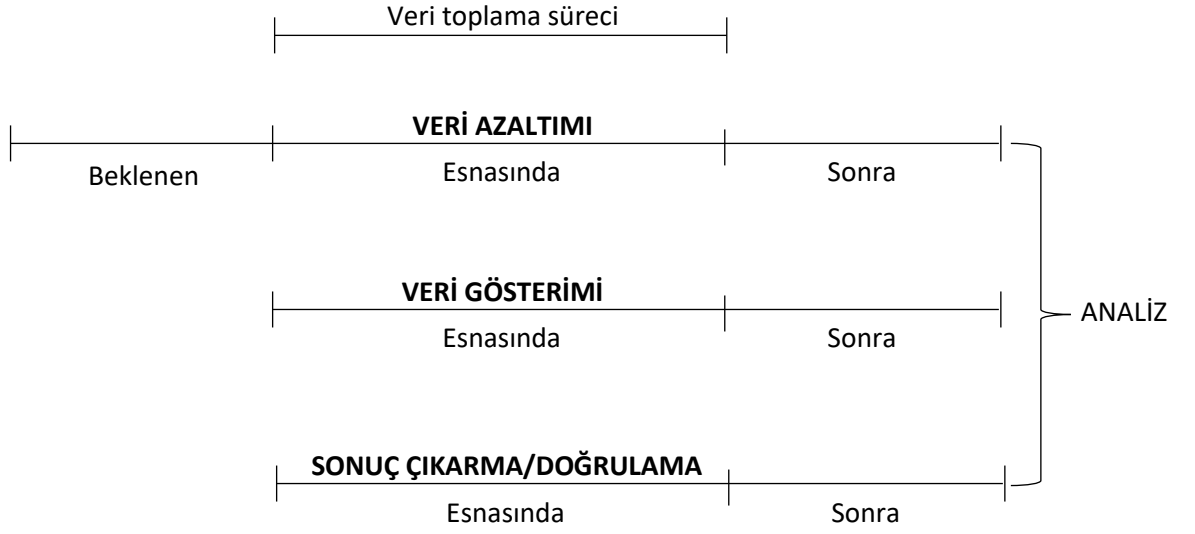
Veri Toplama Araçlarının Analiz Yöntemleri

Veri toplama aracı	Analiz yöntemi
STEM Alanları Anketi (STEMAA)	Nitel
Beklenti Değerlendirme Formu (BDF)	Nitel
Konu Değerlendirme Formları (KDF)	Nicel ve Nitel
Deney Raporu	Nicel ve Nitel
Mühendislik Tasarım Süreci Kılavuzu (MTSK)	Nicel ve Nitel
Tasarım Süreci Değerlendirme Formu (TSDF)	Nitel
Öz Değerlendirme Formu (ÖDF)	Nitel
Gözlem	Nitel
Odak Grup Görüşmeleri	Nitel
Yarı Yapılandırılmış Görüşme	Nitel

Tablo 9’da görüldüğü gibi nicel veriler elde edilmiş olsa da bu veriler aynı zamanda nitel yöntemlerle de analiz edilmiştir. Bu araştırmadaki nicel veriler daha çok nitel verileri desteklemek amacıyla kullanılmıştır. Bir diğer işlevi de öğrencilerin karne notlarının bu verilerin analizinden elde edilen puanların toplamının 100’lük puan sistemine dönüştürülmesi ile elde edilmiş olmasıdır.

Yıldırım ve Şimşek (2013, s.253) her nitel araştırmanın farklı birtakım özellikler taşıdığından araştırmacının, gerek araştırmanın gerekse toplanan verilerin özelliklerinden yola çıkarak ve var olan veri analiz yöntemlerini gözden geçirerek kendi araştırması için bir veri analiz planı geliştirmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Bu araştırmada genel olarak Miles ve Huberman (2016, s.10) tarafından önerilen veri analizi süreci izlenmekle birlikte araştırmanın dinamiklerine göre bir veri analiz planı geliştirilmiştir. Miles ve Huberman’ın önerdiği akış modeli Şekil 12’de verilmiştir.



Şekil 12. Veri analizinin bileşenleri: Akış modeli (Miles & Huberman, 2016).

Bu modelde, veri azaltımı işlemi veri toplama sürecinden önce, hangi araştırma sorularıyla ve buna bağlı olarak hangi veri toplama araçlarıyla çalışacağına dair seçimler yaparken başlar. Veri toplama sürecinde ve sonrasında devam eder. Özet yazma, kodlama, temaları belirleme, kümeler oluşturma, verileri bölümlere ayırma ve hatırlatıcı notlar yazma gibi işlemlerin tamamı veri azaltımı olarak değerlendirilir. Veri azaltmadaki amaç, verilerde önemli bir kayba uğramadan azaltma ve düzenleme yapabilmektir (Baltacı, 2017).

Bu araştırmada Miles ve Huberman'ın (2016, s.10) ifade ettiği gibi veri azaltımı işleminin veri toplama öncesinde veri toplama araçlarını geliştirirken başlamıştır. Başlangıçta planlanan veri toplama ve analiz sürecine göre görüşme soruları 3-4 soru ile sınırlı tutulmuştur. Verilerin büyük bir bölümü yazılı olarak almak amacıyla formlar hazırlanmıştır. Bu formlardaki sorular kısa ve öz cevaplar alacak biçimde hazırlanmıştır. Uygulama derslere bölünerek aşamalandırılmış ve her ders sırasında/sonrasında kısa gözlem notları kaydedilmiştir. Her ders sonunda büyük kısmı yazılı materyal olarak alınan veriler belirlenmiş çerçeve içinde okunmuş, düzenlenmiş ve anlamlı bir biçimde bir araya getirilmiştir. Böylece karmaşık ve ayıklanması güç bir veri yığını oluşması baştan engellenmiştir. Verilerin analizi veri toplama işlemi sırasında ve sonrasında devam etmiştir. Bu analiz süreci “Nicel Verilerin Analizi” ve “Nitel Verilerin Analizi” başlıkları altında açıklanmıştır.

Veri gösterimi işlemi, toplanan verilerin düzenlenerek ve bölümlere ayrılarak kolay anlaşılır biçimde tablo, grafik, çizelge ve ağ gibi araçlarla gösterilmesidir. Bu işlem “Bulgular” başlığı altında açıklanmıştır.

Sonuçları ortaya koyma ve doğrulama işlemi, veri toplama süresince ve sonrasında gerçekleşir. Veriler arasındaki nedensel ilişkilerin ve ne anlama geldiklerinin açıklandığı süreçtir. Bu işlem “Sonuçlar” ve “Tartışma” başlıkları altında açıklanmıştır.

Ancak sonuçları ortaya koyma işin bir yönüdür. Diğer yönü ise elde edilen sonuçların geçerlilik ve güvenilirlik bakımından test edilmesidir. Bu bölüm “Geçerlilik ve Güvenilirlik” başlığı altında açıklanmıştır.

Miles ve Huberman (2016, s.12), bu modelde gösterilen üç farklı analiz sürecinin ve veri toplama işleminin kendisinin etkileşimli ve döngüsel olduğunu ve araştırmacının bu süreçler arasında sürekli gidip geldiğini ifade eder. Bu araştırmada da süreç döngüsel işlemiştir.

3.6.1. Nicel verilerin analizi. Konu değerlendirme formlarından ve deney raporu ile MTSK'nin değerlendirildiği dereceli puanlama anahtarlarından elde edilen nicel veriler nitel verileri desteklemek amacıyla kullanılmıştır. Bu verilerin ortalamaları ve standart sapmaları belirlenmiştir.

3.6.2. Nitel verilerin analizi. Nitel veriler ise iki yolla analiz edilmiştir.

3.6.2.1. İçerik analizi. Veri toplama araçlarından açık uçlu ya da alt kategorili (katılıyorum/kararsızım/katılmıyorum veya evet/hayır gibi) soruların sorulduğu BDF, TDF ve ÖDF içerik analizi ile incelenmiştir.

İçerik analizi, metinlerin ya da transkriptlerin içerisinde gizli kalmış anlamların veya orada verilmek istenen mesajların, belli bir sistematik izlenerek kavramlar ve kategoriler şeklinde ortaya konarak bu kavram ve kategorilerin nicel ve nitel analiz edilmesidir (Güler vd. 2015, s.331). İçerik analizinde ilk aşama verilerin kodlanmasıdır. Kodlama, veriler arasındaki anlamlı bölümlere isim verilmesi sürecidir (Yıldırım ve Şimşek, 2013, s.259). İçerik analizi araştırmacının takip ettiği sürece göre tündengelimli veya tümevarımsal analiz olarak sınıflandırılabilir. Bu araştırmada tümevarımsal analiz kullanılmıştır. Bu analiz yönteminde araştırmacı metinleri incelerken önce açık kodlama yapar, sonra kategoriler oluşturur ve en sonda bunları özetler (Güler vd. 2015, s.339). Bunun için aşağıdaki aşamalarla kodlama işlemi gerçekleştirilmiştir:

- a. Verinin bir kısmı örneklem olarak seçilmiştir. Bu örneklem veri seti kodlama yapılacak her bir veri toplama aracında 24 öğrencilik çalışma grubundan rastgele seçilen 3 öğrencinin dökümanları olmuştur.
- b. Araştırma sorusunu göz önünde bulundurarak ön incelemeye tabi tutulan örneklem veri setinde olası kategoriler oluşturulmuştur. Kategorilerin “karşılıklı hariç” yani bir ifadeyi tek bir kategoriye alacak biçimde olmasına dikkat edilmiştir.
- c. Bu kategoriler tanımlanmıştır.
- d. Örneklem veri setini ikinci bir kodlayıcı incelemiş ve olası kategoriler oluşturmuştur. Elde edilen kod kategorilerinin güvenilirlik katsayıları Miles ve Huberman’ın (2016, s.64) önerdiği güvenilirlik formülü
(Güvenilirlik = görüş birliği sayısı / toplam görüş birliği + görüş ayrılığı sayısı)
kullanılarak belirlenmiştir. %90 üzerinde güvenilirlik katsayısı elde edilmiştir.
- e. Elde edilen kod kategorilerine göre biri araştırmacının kendisi olmak üzere iki kodlayıcı örneklem veri setinde kodlama işlemini gerçekleştirmiştir. Rastgele seçilen başka bir veri seti üzerinde iki kodlayıcı yeniden kodlama işlemini yaparak belirlenen kategorilerin ne derece işlevsel olduğunu belirlemişlerdir.
- f. Kodlama işleminin güvenilirlik katsayıları güvenilirlik formülü
(Güvenilirlik = görüş birliği sayısı / toplam görüş birliği + görüş ayrılığı sayısı)
kullanılarak belirlenmiştir. Bu formülden ilk hesaplanan oran %90’ın altında kalmıştır. Görüş ayrılığı olan kodlar üzerine tartışılmış, kategori tanımlamalarına eklemeler yapılmış ve kodlayıcılar yeniden kodlama işlemini yaptıktan sonra güvenilirlik katsayısı tekrar hesaplanmıştır. %90 üzerinde güvenilirlik katsayısı elde edilmiştir.
- g. Güvenilirlik test edildikten sonra araştırmacı tüm veri setini kodlamıştır.
- h. Sonuçlar yorumlanmıştır.

3.6.2.2. Betimsel analiz. Yıldırım ve Şimşek (2003, s.256) betimsel analizi şöyle tanımlar:

Betimsel analiz, çeşitli veri toplama teknikleri ile elde edilmiş verilerin daha önceden belirlenmiş temalara göre özetlenmesi ve yorumlanmasını içeren bir nitel veri analiz türüdür. Bu analiz türünde araştırmacı görüştüğü ya da gözlemiş olduğu bireylerin görüşlerini çarpıcı bir biçimde yansıtabilmek amacıyla doğrudan alıntılara sık sık yer verebilmektedir. Bu analiz türünde temel amaç elde edilmiş olan bulguların okuyucuya özetlenmiş ve yorumlanmış bir biçimde sunulmasıdır.

Uygulayıcı ve ikinci gözlemci notları, odak grup görüşmeleri notları, STEM alan uzmanları ile yapılan görüşme notları ve MTSK betimsel analiz yoluyla incelenmiştir. Bu veriler özetlenmiş, anlamlı biçimde birleştirilmiş, açıklanmış, bazı bölümlerde doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

3.7. Geçerlilik ve Güvenilirlik

Sonuçların inandırıcılığı, bilimsel araştırmanın en önemli ölçütlerinden biri olarak kabul edilir ve “geçerlilik” ve “güvenilirlik” bu açıdan araştırmalarda kullanılan en yaygın ölçüttür (Yıldırım ve Şimşek, 2013, s.289).

Eylem araştırmasının geçerlik ve güvenilirliği nicel araştırmalardakinden farklılık göstermektedir. Eylem araştırmasının yerel bazda gerçekleştirilmesi ve verilerin bağlama ve kendine özgü olmasından dolayı, nicel araştırmalarda kullanılan iç geçerlilik, dış geçerlilik, güvenilirlik ve nesnellik eylem araştırmalarına doğrudan uygulanamaz (Guba, 1981, akt. Kuzu, 2009). Lincoln ve Guba (1985, akt. Yıldırım ve Şimşek, 2013, s.298). “geçerlilik ve güvenilirlik” kavramları yerine nitel araştırmanın doğasına uygun olabileceğini düşündükleri kavramlar önermektedirler. Bu çerçevede, “iç geçerlilik” yerine “inandırıcılık”, “dış geçerlilik” yerine “aktarılabirlik”, “iç güvenilirlik” yerine “tutarlılık” ve “dış güvenilirlik” yerine “teyit edilebilirlik” kavramlarını tercih etmektedirler.

Bu araştırma geçerlilik ve güvenilirlik bakımından inandırıcılık, aktarılabirlik, tutarlılık ve teyit edilebilirlik kavramları ile ele alınmıştır.

3.7.1. İnandırıcılık. İnandırıcılık, toplanan verilerin doğruluğu ve inandırıcılığı anlamına gelmektedir ve araştırmacı çalışmasının inandırıcılığını artırmak için yoğun ve uzun süreli katılım ve çeşitleme yöntemlerini kullanabilir (Güler vd. 2015, s.377).

Araştırmacı veri kaynakları ile uzun süreli etkileşim içinde olmalıdır. Böylece gözlenen ortam ya da gözlem ortamına dahil bireyler üzerindeki başlangıç etkisini azaltacak, gözlem sayısı ve süresi uzadıkça gözlenen süreç kendi doğal ortamına geri dönecektir (Yıldırım ve Şimşek, 2013, s.300).

Bu araştırmada araştırmacı uygulamanın gerçekleştirildiği okulda görev yapan bir öğretmen olduğundan ve uygulama yaklaşık bir yarıyla yayıldığından tüm süreç boyunca katılımcılarla, gözlenen ortamlarla, dokümanlarla ve diğer alan uzmanları ile doğal akış içinde sürekli vakit geçirebilmiştir. Araştırmacının araştırma yapılan ortamın doğal bir parçası olmasının inandırıcılığa katkı sağladığı söylenebilir.

İNandırıcılığı artırmak için veri kaynakları, yöntem ve araştırmacı sayısı çeşitlendirilebilir. Bu araştırmada farklı yöntemlerle (görüşme, gözlem ve doküman analizi) elde edilen veriler birbirini teyit amacıyla kullanılmıştır. Aynı zamanda hazırlık sürecinden uygulama sürecine ve sonrasındaki değerlendirme aşamasına kadar tüm süreçlerde araştırmacı ile birlikte ikinci bir alan uzmanı yer almıştır. Bu alan uzmanlarının teyitleri alınarak ders planları ve materyaller hazırlanmış, veri toplama araçları geliştirilmiş ve değerlendirme yapılmıştır. Eylem araştırması doğası itibariyle işbirliği içinde gerçekleştirilen bir süreç olduğundan bahsi geçen alan uzmanları araştırmanın şekillenmesinde büyük rol oynamıştır.

3.7.2. Aktarılabilirlik. Nitel araştırmada sonuçlarının aktarılabilirliği, dayandığı verilerin yeterli düzeyde betimlenmesine bağlıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2013, s.304). Bu araştırmada çalışmanın aktarılabilirliğini güçlendirmek amacıyla hazırlık aşamasından uygulanmasına, veri toplama araçlarından verilere kadar çalışmanın tüm bileşenleri oldukça detaylı ve mümkün olduğunca kronolojisine uygun şekilde açıklanmıştır. Böylece araştırmayı okuyan kişiler yapılan çalışmanın kendi ortamlarına uygun ve benzer olup olmadığı hakkında fikir sahibi olabilir.

3.7.3. Tutarlılık. Nitel araştırma kapsamında ulaşılan sonuçlar ile toplanan verilerin birbiri ile tutarlı olması anlamına gelen güvenilirliğin sağlanması için araştırmacının sonuçlara nasıl ulaştığını açıkça belirtmesi gerekmektedir (Merriam, 2013). Bu araştırmada verilerin nasıl toplandığı ve analiz süreci detaylı şekilde açıklanmıştır. Aynı zamanda veri toplama araçları biri araştırmacının kendisi olmak

üzere birlikte çalışılan 7 kişilik uzman ekipten ilgili bir uzmanla birlikte görüş birliğine varılarak değerlendirilmiştir.

3.7.4. Teyit edilebilirlik. Bu kavram çerçevesinde nitel araştırmacıdan beklenen ulaştığı sonuçları topladığı verilerle sürekli olarak teyit etmesi ve bu çerçevede okuyucuya mantıklı bir açıklama sunabilmesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2013, s.306).

Çalışmanın genel yöntemleri ve süreci açıkça ve detaylı biçimde tanımlanarak, verinin nasıl toplandığı ve işlendiği eylem sırasıyla açıklanarak, sonuçlar bulgularla ilişkilendirilerek, çalışma verisi başka araştırmacıların yeniden analiz edebilmesi için muhafaza edilerek bu araştırmanın teyit edilebilirlik özelliği artırılmaya çalışılmıştır.

3.8. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma;

1. Katılımcılar Fen Lisesi 10.sınıf düzeyinde 24 öğrenci ve bu sınıf düzeyinde fizik, kimya, biyoloji, matematik ve görsel sanatlar alanında derse giren 5 öğretmen ile,
2. 2016-2017 eğitim öğretim yılının ikinci dönemi ile,
3. 14 hafta içinde gerçekleştirilen 16 saatlik uygulama süreci ile sınırlıdır.

Bölüm 4

Bulgular

Bu araştırmanın amacı, tüm STEM alanlarını tamamen yapılandırılmış biçimde birbirine bağlayan bir öğretim tasarımının öğrencilerin mühendislik tasarım süreci konusundaki deneyimleri, STEM alanları arasındaki bağlantıları fark etme durumları ve motivasyonları; öğretmenlerin ise STEM eğitime bakış açıları üzerinde nasıl bir değişime neden olduğunu incelemektir.

Araştırmanın, geliştirilen öğretim tasarımının etkilerini çalışma grubunda yer alan öğrenciler ($N=24$) ve öğretmenler ($N=5$) yönünden inceleyen iki temel sorusu vardır. Öğrencilere yönelik olan sorunun cevabı alt problemlere ayrıştırılarak aranmıştır. Bu bölümde; araştırma kapsamında elde edilen bulgular araştırma soruları ve alt problemleri çerçevesinde sunulacaktır.

4.1. Araştırmanın Birinci Sorusuna İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci sorusu “Tüm STEM alanlarını tamamen yapılandırılmış biçimde birbirine bağlayan bir öğretim tasarımı öğrencilerin mühendislik tasarım süreci konusundaki deneyimleri, STEM alanları arasındaki bağlantıları fark etme durumları ve motivasyonları üzerinde nasıl bir değişime neden olur?” olarak belirlenmiştir. Belirtilen araştırma sorusu için geliştirilen alt sorulara ilişkin bulgular aşağıda yer almaktadır.

4.1.1. Araştırmanın birinci sorusunun a maddesine ilişkin bulgular. Bu bölümde birinci araştırma sorusunun “Bu tasarımın öğrencilerin disiplinlerin gerçek yaşamla ve birbiriyle bağlantılarını fark etme durumlarına etkisi var mıdır?” şeklinde ifade edilen birinci alt sorusunun cevabı aranmıştır. Öncelikle STEM Alanları Anketinin (STEMAA) “Günlük Yaşamla Bağlantı” ve “Fen ve Matematik Derslerinde İşlenen Ortak Konular” bölümlerinden elde edilen verileri incelenmiştir. Ardından öğrencilerle dersler sonrası yapılan odak grup görüşme notlarındaki ve tüm süreç bittiğinde uygulanan öz değerlendirme formundaki (ÖDF) araştırma sorusu ile ilgili veriler incelenmiştir.

4.1.1.1. STEM AA dokümanlarından elde edilen ön bulgular. Uygulamaya başlamadan önce öğrencilere araştırmacı tarafından hazırlanan STEM AA uygulanmıştır (bkz. EK-B). Bu anketin tamamı ile ilgili bulgular özet halinde Veri ve Yöntem bölümünde çalışma grubunun özelliklerini açıklarken verilmiştir. Ancak öğrencilerin araştırmanın başlangıcında disiplinlerin gerçek yaşamla ve birbiri ile bağlantılarını ne derecede farkında olduklarını ve önemsediklerini göstermesi ve diğ er bulgularla birleşmesi açısından anketin Günlük Yaşamla Bağlantı bölümü ve Fen ve Matematik Derslerinde İşlenen Ortak Konular Bölümü ile ilgili bulgulara bu bölümde yer verilecektir.

4.1.1.1.1. Günlük yaşamla bağlantı. Bu bölümde okulda öğrenilen konuların günlük yaşamla bağlantısı ile ilgili iki soruda öğrencilerin cevaplarını 0 ile 5 arasında değerlendirmeleri istenmiştir. Bir soru ise açık uçludur. Bu bölümün soruları ve içerik analizi ile elde edilen bulgular Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10

STEM Alanları Anketi “Günlük Yaşamla Bağlantı” Bölümü

Sorular	Ortalama	SS
Günlük Yaşamla Bağlantı		
• Bir konuyu neden öğrendiğinizi bilmek öğrenme sürecinizi ne kadar etkiliyor? 0’dan 5’e kadar derecelendirseniz kaç puan verirdiniz? (0 az, 5 çok)	4,16	0,868
• Okulda işlediğiniz konuların gerçek yaşamla bağı ne kadar kuruluyor? 0’dan 5’e kadar derecelendirseniz kaç puan verirdiniz? (0 az, 5 çok)	2,91	0,717
• Gerçek yaşamla bağ kurabildiğiniz konulara örnek verebilir misiniz?		
Cevaplar	f	
Optik	12	
Elektrik	3	
Kuvvet ve hareket	2	
Tepkimeler/Bileşikler	4	
Asit-Baz	2	
Benzerlik	2	
Oran-orantı	2	

Tablo 10 incelendiğinde öğrencilerin ilk soruya verdikleri cevapların aritmetik ortalamasının 4,16 olduğu görülmektedir. Çalışma grubundaki öğrencilerin bir konuyu öğrenirken neden öğrendiklerini bilmek istedikleri söylenebilir. İkinci soruya verdikleri cevapların aritmetik ortalamasının 2,91 olduğu görülmektedir. İlk soruya verilen cevapların ortalamasıyla karşılaştırıldığında okulda öğrenilen konuların gerçek yaşamla bağının çalışma grubundaki öğrencilerin beklentilerinin altında kaldığı söylenebilir. Üçüncü soruda gerçek yaşamla bağlantı kurabildikleri konulara örnek vermeleri istenmiştir. Cevapların büyük bir kısmı fizik dersi ile ilgilidir. Optik konusu öğrencilerin gerçek yaşamla en çok bağ kurdukları konu olarak söylenmiştir.

4.1.1.1.2.Fen ve Matematik Derslerinde İşlenen Ortak Konular. Bu bölümde fen (fizik, kimya, biyoloji) ve matematik derslerinde işlenen ortak konularla ilgili üç soru sorulmuştur. Bu sorulardan birine evet/hayır şeklinde cevap vermeleri gerekmektedir. Diğerleri açık uçludur. Bu bölümün soruları ve içerik analizi ile elde edilen bulgular Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11 incelendiğinde öğrencilerin büyük bir kısmının fen ve matematikte ortak konular olduğunu söyledikleri görülmektedir. Ancak ortak olarak belirledikleri konulara bakıldığında işlem yapma ve alan/hacim hesaplamayı örnek gösterebilmişlerdir. Temel matematik becerilerin ötesinde konu olarak yer alan örnek yalnızca üçgende benzerliktir. Bu oldukça ilginç bir sonuçtur. Fen ve matematik alanlarında ortak olan konular varsa dahi öğrenciler aradaki bağı fark etmekte zorlanmaktadır. Ortak konu olarak temel matematik becerilerini göstermiş olduklarından elde edilen veriler son soruya verdikleri cevapları yorumlamak için yetersizdir.

Tablo 11

STEM Alanları Anketi “Fen Ve Matematik Derslerinde İşlenen Ortak Konular” Bölümü

Sorular	f
Fen ve Matematik Derslerinde İşlenen Ortak Konular	
Fen ve matematik derslerinde aynı konuları ya da birbiriyle bağlantılı konuları işlediğiniz oluyor mu?	
<u>Cevaplar</u>	
Evet	22
Hayır	2
Bu konulara örnek verebilir misiniz?	
<u>Cevaplar</u>	
İşlem/alan ve hacim hesaplama	14
Benzerlik	5
Bilimsel yöntem	3
Bu konular eş zamanlı mı yoksa farklı zamanlarda mı işleniyor?	
<u>Cevaplar</u>	
Eş zamanlı	6
Bazen eş zamanlı	6
Farklı zamanlarda	10

Özetle çalışma grubunun;

1. Okulda işlenen konuların gerçek yaşamla bağlantısının kurulmasını beledikleri, ancak bu bağlantının sınırlı olduğunu gördükleri,
2. Fen ve matematik dersleri arasındaki disiplinler arası bağlantıları ve ortak alanları işlem ve hesaplamalar gibi basit matematiksel becerilerde yoğunlukla fark ettikleri söylenebilir.

4.1.1.2. Odak grup görüşmelerinden elde edilen bulgular. Konu sonlarında öğrencilerle odak grup görüşmeleri yapılmıştır. Bu görüşmelerde sorulan sorulardan biri “Dersin bir önceki dersle bağlantısı var mıydı?” sorusudur. Bu soruya verilen yanıtların betimsel analizi ile elde edilen bulgular Tablo 12’de verilmiştir. Bu tablodaki bulgular 4.ders olan optik konusu ile başlamaktadır. İlk üç ders içinde öğrencilerin bağlantı kurmaları beklenmemektedir (bkz. Tablo 8).

Bazı odak grup görüşmeleri 5 dakikanın altında sürmüştür. Bu görüşmelerde alınan cevaplar görüşme sonrası not edilmiş ve ilgili soruya cevap veren ya da verilen cevapları onaylayan öğrenci sayısı iki gözlemcinin görüş birliği sağlanarak belirlenmiştir. Bazı odak grup görüşmeleri ise beklenenden uzun sürmüş ve öğrencilerin büyük bir kısmı söz almak istemiştir. Bu tür görüşmelerde sık tekrarlanan ifadeler tahtaya yazılmış ve kaç kişinin bu ifadeye katıldığı sorulmuş ve kaydedilmiştir. Bu şekilde belirlenen ifadeler Tablo 12’de tırnak içinde yazılarak gösterilmiştir. Odak grup görüşmelerinde öğrencilerden alınan cevapların frekansları D (düşük), O (orta) ve Y (yüksek) olarak gruplandırılmıştır. Bu gruplandırma sistemi Miles ve Huberman tarafından durum içi gösterimleri kolaylaştırmak için önerilen düzenlenmiş nedensel ağlardan biri (Leithwood, Jantzi ve Dart, 1991, akt. Miles ve Huberman, 2016, s.163) uyarlanarak oluşturulmuştur. Tablo 12’de “Bağlantıların fark edilme derecesi” başlığı altında kullanılan gruplandırma sistemi tablonun altında açıklanmıştır.

Tablo 12

Odak Grup Görüşmelerinde Gerçek Yaşam/Disiplinler Arası Bağlantı ile İlgili Bulgular

Ders	Konu	“Dersin bir önceki dersle bağlantısı var mıydı?” sorusuna verilen cevaplar	Bağlantının fark edilme derecesi
4.Ders	Optik	Benzerlik kuralları ile yansıma ve görüntü oluşumu bağlantılı.	O
5.Ders	Göz Nasıl Görür?	Gözde görüntünün ters oluşumu ile optik kuralları bağlantılı.	Y
		Işığın gözdeki sınırları uyarması fotonların taşıdığı enerji ile bağlantılı.	D
		Derinlik algımız üçgende benzerlik kuralları ile ilişkili olabilir.	D
6. ve 7.Ders	Resim ve Teknoloji: Camera Obscura	Kutu içinde görüntünün ters oluşumu optik kuralları ile bağlantılı.	Y
		İnsan/nesnenin kutuya mesafesi ve oluşan görüntünün boyu arasındaki ilişki üçgenlerde benzerlik kuralları ile bağlantılı.	Y
		Kutuda çok sayıda delik açıldığında açılan delik sayısı kadar mum ışığı görüntüsü görebilmemiz optik kuralları ile bağlantılı.	Y
8. ve 9. Ders	Resim ve Teknoloji: Rönesans	“Konumuzla ilişkisini kurabildim.”	D
		“Çok sıkıldım. Çok uzundu. Konuyla ilişkisi varsa da kaçırdım.”	Y
		“Sıkılmadım. Genel kültür olarak değerlendirdim.”	D
10.Ders	Çözelti Derişimlerinin İletkenlik ve pH Üzerine Etkisi	“Önceki derslerle bağlantı kuramadım.”	Y
11-16.Ders	Mühendislik Tasarım Süreci	“Kameramız ilkel olduğu için tam olarak neyi çektiğimizi görmeden hesaplamamız gerekiyordu. Bu hesap üçgenlerde benzerlik bilmeden olmaz.”	Y
		“Fotonlar enerji taşır bu yüzden fotoğraf kâğıdını karartır.”	Y
		“Biz pek beceremedik ama test aşamasında veri tablosu yapmamızı istediniz. Çözelti deneyinde veri tablosu yapmıştık.”	Y
		“Fotoğraf kâğıdında görüntünün negatifi oluşuyor. Bu da optik konusuyla bağlantılı.”	Y
		“Yaptığımız alet camera obscuraya benziyor.”	Y

Frekans: D (düşük) = 1-6 O (orta) = 7-14 Y (yüksek) = 15-24

Tablo 12 incelendiğinde optik ve üçgenlerde benzerlik konuları arasında öğrencilerin orta düzeyde bağlantı kurabildikleri, gözde görüntünün ters oluşumu ile optik kurallar arasında yüksek düzeyde bağlantı kurabildikleri görülmüştür. Işık izlediği yol ve görüntü oluşumu arasındaki bağlantı güçlüdür. Ancak sinirsel iletme fotonların taşıdığı enerjinin neden olduğuna ve derinlik algısına ders içinde doğrudan değinilmemesine rağmen düşük seviyede öğrenci bu olayın önceki derslerle bağlantısını kurmuştur. Rönesans dönemi resim sanatı ile ilgili planlanandan uzun süren iki derste öğrencilerin büyük kısmının bağlantıları kaybettiği görülmektedir. Çözelti Derişimlerinin İletkenlik ve pH Üzerine Etkisi konulu deney dersinde seçilen konudaki iletkenlik ve pH ile ilgili bölümlerin uygulamanın teması ile bağı yoktur. Ancak çözelti hazırlama ve veri tablosu oluşturarak veri kaydedebilme becerilerini basit bir deney ile öğrenmeye imkân tanımaktadır. Beklendiği üzere öğrenciler bu dersin önceki derslerle bağlantısını kuramamıştır. En yüksek seviyede ve en çok çeşitlendirilen bağlantılar ise uygulamaya dayalı yürütülen camera obscura ve mühendislik tasarım derslerinde kurulmuştur.

4.1.1.3. ÖDF dokümanlarından elde edilen bulgular. Tüm sürecin sonunda uygulanan Öz Değerlendirme Formunda (bkz. EK-N) 11 adet katılıyorum/kısmen katılıyorum/katılmıyorum alt kategorili soru; 4 adet açık uçlu soru bulunmaktadır. Bu bölümde “Bu tasarımın öğrencilerin disiplinlerin gerçek yaşamla ve birbiriyle bağlantılarını fark etme düzeylerine etkisi var mıdır?” sorusuna yönelik bulgulara yer verilmiştir. ÖDF dokümanları içerik analizine tabi tutulmuştur. Araştırma sorusuna yönelik ÖDF’den elde edilen bulgular Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13 incelendiğinde disiplinlerin gerçek yaşamla ve birbiriyle bağlantısına yönelik iki soruyu öğrencilerin büyük bir kısmının “katılıyorum” şeklinde cevapladıkları görülmektedir. Açık uçlu sorularda ise, 1.soruya öğrenciler bu çalışmanın kendilerine en çok mühendislik becerileri konusunda katkı sağladığını söylemiştir. Bilim-gerçek yaşam ilişkisi kurma konusunda katkı sağladığını belirten 4 öğrenci vardır. Bu soru kendi içinde bir önem sıralaması barındırmaktadır. Mühendislik becerileri bilim-gerçek yaşam arasında ilişki kurmayı kapsadığı düşünüldüğünde aslında çalışmanın öğrencilerin büyük bir kısmında disiplinlerin gerçek yaşam ve birbirleri arasındaki bağlantıları fark etmelerinde katkı sağladığı söylenebilir. 3.soruya ise 5 öğrenci gerçek yaşamla bağlantılı olması, 1 öğrenci birçok alanın birlikteliği, 1 öğrenci ise gerçekçi olması bakımından bu çalışmanın diğer

öğrenme deneyimlerinden ayrıldığını söylemiştir. Bu veriler de çalışmanın öğrencilerin disiplinlerin gerçek yaşam ve birbirleri arasındaki bağlantıları fark etmelerinde katkı sağladığı söylenebilir.

Tablo 13

ÖDF Dokümanlarında Gerçek Yaşam/Disiplinler Arası Bağlantı ile İlgili Bulgular

“Katılıyorum/Kısmen Katılıyorum/Katılmıyorum” alt kategorilerinde cevap verilen sorular			
İfadeler	Frekans		
	Kısmen		
	Katılıyorum	Katılıyorum	Katılmıyorum
1. Bu çalışmada üçgenlerde benzerlik, optik, görme olayı, çözelti hazırlama gibi fen ve matematik konularının gerçek yaşamla bağlantısını kurabildim.	19	5	-
h. Bu çalışmada fizik, kimya, biyoloji ve matematik derslerinde öğrendiğim konuları gerçek bir yaşam problemini çözmek için birlikte kullanabileceğimi öğrendim.	18	4	2

Açık uçlu sorular

1.Soru: Bu çalışmanın size en çok hangi açıdan katkı sağladığını düşünüyorsunuz?

İfadeler	Frekans
Mühendislik aşamaları/tasarım/ürün geliştirme	10
El becerisi	2
Bilim-gerçek yaşam ilişkisi kurma	4
Yaratıcılık	2
Özgüven	1
Problem çözme	4
Boş	1

3.Soru: Bu çalışmayı diğer öğrenme deneyimlerinizden ayıran özellik nedir?

İfadeler	Frekans
İnteraktif olması	4
Bizim etkin olmamız / Her şeyi kendimiz yapmamız	7
DeneySEL bir bakışı olması	1
Bir şey üretmemize fırsat vermesi	2
Gerçek yaşamla bağlantılı olması	5
Birçok alanın birlikteliği	1
Eğlenceli olması	2
Gerçekçi olması	1

4.1.2. Araştırmanın birinci sorusunun b maddesine ilişkin bulgular. Bu bölümde birinci araştırma sorusunun “Bu tasarımda öğrenciler bir alanda öğrendikleri bilgileri başka bir alana ne ölçüde transfer edebilmiştir? şeklinde ifade edilen ikinci alt sorusunun cevabı aranmıştır.

4.1.2.1. Hedef kazanımlara ne ölçüde ulaşıldığına ilişkin bulgular. Bu araştırmada öğretim tasarımının hedef kazanımlara ne ölçüde ulaştığı ile ilgili bir araştırma sorusu yer almamaktadır. Ancak, dersler bazında hedef kazanımlara ne ölçüde ulaşıldığı ile ilgili bulgular edinilmiş bilgilerin transferi hakkında sonuçlara ulaşmak açısından önem taşımaktadır. Bu araştırmada Konu Değerlendirme Formularının (KDF) cevap anahtarı ile değerlendirilerek puanlanmasından, deney raporları ve Mühendislik Tasarım Süreci Kılavuzlarının (MTSK) dereceli puanlama anahtarı ile puanlanmasından nicel veriler elde edilmiş olsa da bu veriler aynı zamanda nitel yöntemlerle de analiz edilmiştir.

4.1.2.1.1. KDF dokümanlarından elde edilen bulgular. Üçgenlerde Benzerlik Kuralları, Optik, Göz Nasıl Görür?, Resim ve Teknoloji: Camera Obscura, Resim ve Teknoloji: Rönesans konulu derslerin sonunda uygulanan Konu Değerlendirme Formları (KDF) kazanımlara ne ölçüde ulaşıldığını belirlemek amacıyla cevap anahtarına göre puanlanmıştır. Bu formların içeriği ve cevap anahtarı biri araştırmacı olmak üzere iki uzmanın görüş birliği ile hazırlanmıştır. Aynı şekilde iki uzmanın görüş birliği ile değerlendirilip puanlanmıştır. Her formun puan değeri 40’tır. Öğrencilerin aldıkları maksimum ve minimum KDF puanları, bu puanların ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14

KDF Verileri

Formun adı	Formun konusu	Maksimum puan	Minimum puan	Ortalama	Standart Sapma
ÜBKDF	Üçgenlerde Benzerlik Kuralları	38	26	33,25	2,99
OKDF	Optik	36	21	30,29	4,14
GKDF	Göz Nasıl Görür?	40	20	33,33	6,3
COKDF	Camera Obscura	40	16	27,83	8,05
RTKDF	Resim ve Teknoloji: Rönesans	28	16	23,66	3,70

Formların puan değeri: 40 puan

Derslerin hedeflenen kazanımlara ne ölçüde ulaştığını göstermesi amacıyla KDF dokümanlarını değerlendiren iki uzmanın görüşleri Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 15

KDF Dokümanlarını Değerlendiren Öğretmenlerin Görüşleri.

Görüşler		
Form Adı	Uygulayıcı	İkinci gözlemci
ÜBKDF	Matematik Öğretmeni: “Öğrenciler sorularda benzerlik ilkesini kullanabilmişler. Fakat hangi benzerlik ilkesini kullandıklarını (KAK, KKK gibi) belirtme oranları düşüktür.”	Araştırmacı: “Öğrencilerin büyük çoğunluğu soruları işlemleri göstererek, açık ve anlaşılır biçimde cevaplamışlar.”
OKDF	Fizik Öğretmeni: “Değerlendirme sorularına verdikleri cevaplarda çok temel bazı bilgileri kavrayamamış öğrenciler olduğunu gördüm. En belirgin göstergeler: 1. 12 öğrenci aynı ortamda farklı dalga boylarındaki ışığın farklı hızlarda yayılacağını söylemiş. 2. 10 öğrenci ışığın hem dalga hem de tanecik özelliğinde olduğunu söyleyememiş. Yine de puan ortalamaları oldukça yüksek. Tüm bu veriler konuya ezbere yaklaştıklarını gösteriyor.”	Araştırmacı: “Ders sonrası odak grup görüşmesinde bazı fizik dersinin genel olarak zor ve karışık olduğunu söylediler. Bu öğrencilerin fizik dersinin zorluğu ile önyargılara sahip olduğunu gözlemledim. Bu yönde fikir bildiren öğrencilerin büyük kısmı değerlendirme sorularında bazı temel kavramlarla ilgili bölümlere cevap veremeyen öğrenciler. İlerleyen aşamalarda fizik bilgisini kullanıp kullanamadıkları gözlemlenmeli.”
GKDF	Biyoloji Öğretmeni: “Gözün görme işlevi 11.sınıf konusu. Bir saatlik ders anlatımı ardından fotoğraf makinesi ile görme olayı arasındaki benzerlikleri beklentimin üzerinde bir şekilde oldukça iyi açıklamışlar.”	Araştırmacı: “Değerlendirme sorusunda öğrencilerin büyük kısmı görme olayı ve fotoğraf makinesinin çalışma prensibi arasındaki benzerlikleri açık bir şekilde belirleyebildiler.”
COKDF	Araştırmacı: “Bu form öğrencilerin bu ders ve öncesinde öğrendikleri tüm bilgileri sentezlemelerini gerektiren uygulama düzeyinde iki soru sorulmuştur. Genel olarak sorulara tüm öğrenciler cevap vermiştir. Ancak, bazı öğrencilerin açıklamaları yetersiz kaldığından puanların standart sapmaları oldukça yüksek çıkmıştır.”	Kimya Öğretmeni: “Sorulara cevap verirken bilimsel bir dil kullanmakta ve yeterli düzeyde açıklama yapmakta zorlanmışlar.”
RTKDF	Görsel Sanatlar Öğretmeni: “Detaylar akıllarda kalmamış. Üstünkörü açıklamalar yapmışlar.”	Araştırmacı: “Öğrencilerin ortalamaları yapılan diğer derslere göre oldukça düşüktür. Görsel sanatlar alan uzmanı ile yapılan ön çalışmalara rağmen, 1 saat olarak planlanan ders 2 saate uzamıştır. Konu dağılmış, genişlemiş ve sonlandırılmamıştır. Derste kapsam dışına çıkmış gibi değerlendirme sorularının da bir bölümü kapsam dışıdır. Araştırmacının alanının çok dışında olduğu için ders öncesinde incelenen değerlendirme sorularının kapsam dışı olduğu ancak dersi izlerken fark edilebilmiştir.”

Tablo 14 ve 15 birlikte değerlendirildiğinde, Üçgenlerde Benzerlik Kuralları, Optik, Göz Nasıl Görür?, Camera Obscura derslerinin hedef kazanımlarına büyük ölçüde ulaşıldığı söylenebilir. Resim ve Teknoloji: Rönesans dersi ile ilgili bulgulara 1.araştırma sorusunun e maddesinde ayrıca değinilecektir.

4.1.2.1.2. *Dereceli puanlama anahtarları aracılığıyla elde edilen bulgular.* Çözelti Derişimlerinin İletkenlik ve pH Üzerine Etkisinin İncelenmesi Deneyi Raporu ve Mühendislik Tasarım Süreci dersleri boyunca kullanılan Mühendislik Tasarım Kılavuzu (MTSK) dereceli puanlama anahtarları ile değerlendirilmiştir. Dereceli puanlama anahtarları araştırmacı ve ölçme-değerlendirme uzmanının görüş birliği ile hazırlanmış, araştırmacı ve kimya öğretmenin görüş birliği ile değerlendirilmiş ve puanlanmıştır. Söz konusu derslerde öğrenciler 6'şar kişilik 4 gruba ayrılmıştır. Deney raporlarını ve MTSK dokümanlarını grup olarak doldurmuşlar ve bu değerlendirmeden grup puanı almışlardır.

Tablo 16'da dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilen dokümanların grup puanları ve ortalamaları verilmiştir.

Tablo 16

Dereceli Puanlama Anahtarı ile Değerlendirilen Dokümanlara İlişkin Bulgular

Deney Raporu					
Deney raporunun puan değeri	1.grubun puanı	2.grubun puanı	3.grubun puanı	4.grubun puanı	Ortalama
50	50	46	41	50	46,75
MTSK					
MTSK puan değeri	1.grubun puanı	2.grubun puanı	3.grubun puanı	4.grubun puanı	Ortalama
150	70	104	108	80	90,5

Tablo 16 incelendiğinde deney raporlarından grupların oldukça yüksek puanlar aldıkları görülmektedir. Dersi yürüten araştırmacı ve ikinci gözlemcinin de gözlemleri öğrencilerin istenen sürede farklı derişimlerde çözümleri kolayca hazırladığı, veri tablosu oluşturma aşamasında ise, grup içinde kısa tartışmalardan sonra bütün grupların kendi veri tablosunu doğru şekilde oluşturabildiği yönündedir. Bu dersin

hedef kazanımlarına ulaştığı söylenebilir. Mühendislik tasarım süreci boyunca grupların kullandığı MTSK dokümanlarının puanları ise görüldüğü üzere oldukça düşüktür. Bunun nedenleri ve mühendislik tasarım süreci derslerinin hedef kazanımlarına ulaşp ulaşamadığı ile ilgili bulgulara 1.araştırma sorusunun d maddesinde ayrıca değinilecektir.

4.1.2.2. Öğrenilen bilgilerin disiplinler arası transferine ilişkin bulgular.

Dersler içinde edinilen/hatırlanan bilgi ve beceriler üst üste binerek en nihayetinde mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin yararlanacağı kuramsal çerçeveyi oluşturacaktır. Bu nedenle öğrencilerin bir alanda edindikleri bilgi ve becerileri başka bir alana transfer edebilmeleri çok önemlidir.

Buraya kadar derslerin hedef kazanımlara ulaşp ulaşmadığı ile ilgili bulgular incelenmiştir. Resim ve Teknoloji: Rönesans dersi dışında öğrencilerin dersler bazında hedeflenen kazanımlara büyük oranda ulaştıkları söylenebilir. Ancak araştırma sorusu öğrencilerin bir alanda öğrendikleri bilgileri diğer bir alana ne ölçüde transfer edebildikleri ile ilgilidir.

Öğrendikleri kabul edilen bu bilgileri ne ölçüde transfer ettiklerine dair bulgular KDF dokümanlarının ve gözlem notlarının betimsel analizinden elde edilmiştir.

4.1.2.2.1. KDF dokümanlarından elde edilen bulgular. Tüm KDF dokümanları önceki derslerde öğrendikleri bilgiler ve fotoğraf makinesinin çalışma prensibi ile ilişkilendirilmiş, bilgilerini transfer ederek kullanmalarını gerektirecek soru/lar içermektedir. Öğrenciler dersler sırasında son aşamada kendilerini bekleyen tasarım probleminde habersizdir. Ancak bu sorular aracılığıyla hem konuların birbiri ile bağlantısı sağlanmış hem de süreç sonunda gelinen noktada sürekli bağlam içinde kalındığı öğrencilere sezdirilmiştir. Öğrenilmiş bilginin başka bir bağlama transferinin sağlanıp sağlanmadığını göstermesi amacıyla KDF dokümanlarındaki bu sorulara verilen cevapların betimsel analizi bu cevapları 5 kategoriye ayırarak yapılmıştır. KDF dokümanlarını değerlendiren alan uzmanları hem bu kategorilerde hem de bu kategorilere alınan cevaplarda görüş birliğine ulaşmıştır.

Öğrencilerin sorulara verdiği cevaplar;

1. Düşünce biçimini işlem/ifadelerle eksiksiz açıklayarak soruyu doğru yanıtlama,
2. Sorunun yanıtını doğru yazdığı halde düşünce biçimini işlem/ifadelerle kısmen açıklama ya da soruyu kısmen doğru cevaplama,
3. Sorunun yanıtını doğru yazdığı halde düşünce biçimini işlem/ifadelerle açıklamama,
4. Sorunun yanıtını yanlış yazma ya da yanlış düşünce biçimiyle tesadüfen doğru sonuca ulaşma,
5. Soruya cevap vermeme kategorilerinde değerlendirilmiştir.

KDF'lerde disiplinler arası bilgi transferi gerektiren soruların betimsel analizi Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17

KDF Dokümanlarında Disiplinler Arası Bilgi Transferi Gerektiren Soruların Betimsel Analizi

Kategorilere göre frekans dağılımı						
Formun adı	Soru no	Düşünce biçimini işlem/ifadelerle eksiksiz açıklayarak soruyu doğru yanıtlama	Sorunun yanıtını doğru yazdığı halde düşünce biçimini işlem/ifadelerle kısmen açıklama ya da soruyu kısmen doğru cevaplama	Sorunun yanıtını doğru yazdığı halde düşünce biçimini işlem/ifadelerle açıklamama	Sorunun yanıtını yanlış yazma ya da yanlış düşünce biçimiyle tesadüfen doğru sonuca ulaşma	Soruya cevap vermeme
ÜBKDF	6	16	3	3	-	2
OKDF	6	22	1	-	1	-
OKDF	7	11	12	-	1	-
GKDF	1	14	10	-	-	-
COKDF	1	14	10	-	-	-
COKDF	2	8	14	-	2	-
RTKDF	7	20	4	-	-	-

Tablo 17 incelendiğinde, KDF dokümanlarında bilgi transferi gerektiren soruları öğrencilerin büyük bölümünün tüm derslerde cevapladığı ve yanlış cevap veren ya da düşünce biçimini açıklayamayan öğrenci sayısının çok düşük olduğu görülmektedir.

Üçgenlerde benzerlik kurallarının anlatıldığı dersin sonunda verilen ÜBKDF’de öğrencilerin büyük kısmı eksiksiz biçimde soruyu çözmüş ve açıklamıştır. 3 öğrenci doğru çözüme ulaştığı halde işlemlerinde düşünce biçimlerini kısmen göstermiştir. Soruyu yanlış cevaplayan ve cevap vermeyen öğrenci sayısı ise toplam 5’tir. Optik konusunun anlatıldığı dersin sonunda verilen OKDF’de disiplinler arası bilgi transferi gerektiren iki soru vardır. 6. soruyu öğrencilerin tamamına yakını eksiksiz biçimde doğru çözmüş ve açıklamıştır. 1 öğrenci kısmen açıklamış 1 öğrenci ise yanlış cevap vermiştir. Bu soru ÜBKDF’de yer alan soruya oldukça benzer niteliktedir. Optik konusu ile birleştiğinde doğru cevaplayan öğrenci sayısının arttığı görülmektedir. 7.soru ise öğrencilerin bilgilerini kullanarak yapacakları basit bir hesaplamanın ötesinde verilen durumu yorumlamalarını gerektiren daha üst bilişsel düzeyde bir sorudur. Bu soruya yanlış cevap veren 1 öğrenci olmuştur. Ancak kısmen doğru cevaplayan öğrenci sayısı 12’dir. “Göz nasıl görür?” konulu dersten sonra ödev olarak verilen GKDF’de öğrencilerden dijital fotoğraf makinesinin çalışma prensibini açıklayan bir video izlemeleri ve görme olayı ile fotoğraf makinesinin çalışma prensibi arasındaki benzerlikleri belirlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin tamamının benzerlikler bulduğu görülmektedir. Ancak eksiksiz biçimde tüm benzerlikleri belirleyen öğrenci sayısı 14’tür. Camera obscura derslerinden sonra verilen COKDF’de iki soru sorulmuştur. Bu soruların ikisi de disiplinler arası bilgi transferi gerektirmektedir. 1.soruda camera obscuranın çalışma prensibini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin tamamı açıklayabilmiştir. Ancak eksiksiz biçimde açıklama yapabilen öğrenci sayısı 14’tür. 2.soruda derste tecrübe ettiklerinden farklı biçimde bir camera obscura görseli verilmiştir. Bu görselin çalışma prensibinin ne olabileceği, hangi eklemelerle gösterilen biçimde kullanılabileceği sorulmuştur. Bu soru öğrencilerin edinmiş oldukları bilgileri kullanarak çözüm üretmesini gerektiren daha üst bilişsel düzeyde bir sorudur. 2 öğrenci yanlış çözüm geliştirmiştir. Öğrencilerin geliştirdiği çözümlerin büyük kısmında eksiklikler vardır. 8 öğrenci eksiksiz bir biçimde çözüm üretebilmiştir. Rönesans dönemi resim sanatı ve ressamların teknoloji kullanımı ile ilgili dersin sonunda verilen RTKDF’de 7.soru camera obscura dersi ile bağlantılıdır.

RTKDF tüm KDF'ler arasında en düşük ortalaması olan form olmakla birlikte 7.soru öğrencilerin büyük bir bölümü tarafından eksiksiz biçimde doğru açıklanarak çözülmüştür. 4 öğrencinin açıklamaları kısmen yeterlidir.

Buna göre öğrencilerin disiplinler arası bilgi transferi gerektiren soruları büyük oranda doğru cevapladığı söylenebilir. Bilgiyi kullanarak çıkarımlar yapmaları, yeni durumlara adapte etmeleri gereken sorularda ise kısmen doğru cevaplayan ya da yeterli düzeyde açıklama yapamayan öğrenci sayısının arttığı görülmektedir.

4.1.2.2.2. Gözlem notlarından elde edilen bulgular. Biri uygulayıcı diğeri ikinci gözlemci olarak derslere katılan ve yürüten iki alan uzmanının dersler bazında öğrenilmiş bilgilerin başka bir alana transferi ile ilgili gözlem notları görüş birliği sağlanarak betimsel analiz yoluyla özetlenmiştir. Dersler bazında bilgi transferine ilişkin gözlem notlarından elde edilen bulgular Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18

Bilgilerin Disiplinler Arası Transferine Yönelik Gözlem Notları

Dersin Konusu	Gözlemler
Üçgenlerde Benzerlik Kuralları	İçeriğe yönelik olarak yapılan ilk ders olduğundan bilgi transferine dair gözlem bulunmamaktadır.
Optik	Öğrenciler bir önceki dersle bağlantılı bir çıkarımda bulunmadı.
Göz Nasıl Görür?	<p>i. Öğretmen, alanı dışında olduğundan elektromanyetik dalgaların enerjileri ile görme işlevi arasında bağ kurmamış olmasına rağmen 1 öğrenci ışığın sınırları uyarmasını elektromanyetik dalgaların özellikleri üzerinden açıkladı. Onu destekleyen ve açıklamayı devam ettiren 2 öğrenci oldu.</p> <p>ii. Öğretmen görme olayında gözde görüntünün ters oluşumunun nedenini sordu. 9 öğrenci cevap vermek için el kaldırdı. Cevap veren öğrenci optik kuralları üzerinden doğru şekilde açıkladı.</p>
Camera Obscura 1.ders (Bahçede büyük camera obscuranın içine girerek gözlem yaptıkları ders)	<p>i. Dersin başında henüz camera obscura içine girerek gözlem yapılmadan öğrencilerin yarısından fazlası içerde görüntünün ters oluşacağını öngördü.</p> <p>ii. Öğrencilerin tamamı camera obscura dışında duran ve görüntüsü kutu içinde yakalanmaya çalışılan öğrencinin hangi mesafede durduğu takdirde tümüyle kutu içinde görüntüsünün yakalanabileceğini önceden hesaplayabildi.</p> <p>iii. Kutu içinde kopya kâğıdı üzerinde görüntüyü oluşturanın gözlemini yaptıkları arkadaşlarından yansıyıp delikten geçen fotonlar olduğunu ifade eden öğrenciye grubun tamamı katıldı.</p>

Tablo 18 (devam)

<p>Camera Obscura 2.ders (Laboratuvarda karanlık ortamda küçük kamera obscura ile kutunun dışından mum alevini gözlemedikleri ders)</p>	<p>i. Deneyin neden karanlık ortamda gerçekleşmesi gerektiği sorulduğunda 7 öğrenci el kaldırdı. Cevap veren öğrenci doğru şekilde açıklama yaptı. Diğer öğrenciler cevaba katıldı, yorumlar ekledi.</p> <p>ii. Bir öğrenci mum alevini daha net görebilmek için daha karanlık ortama ihtiyaç duyulduğunu söyleyerek siyah bir örtü altında gözlem yaptı. Öğretmen gözlem yapan öğrenciyi işaret ederek, bu manzara size neyi hatırlatıyor? Diye sorduğunda öğrencilerin yarısından fazlası eski tip fotoğraf makinelerini hatırladı.</p> <p>iii. Neden siyah örtü kullanıldığı sorulduğunda ise 1 öğrenci optik konusu ile bağlantılı şekilde doğru biçimde cevap verirken diğer öğrenciler açıklamayı destekledi.</p> <p>iv. Kutuda mum alevine bakan delik büyütüldüğünde ya da çok sayıda delik açıldığında ne olacağı sorulduğunda öğrencilerin yarısından fazlası el kaldırdı. 4 öğrenci cevap verdi. Verilen cevaplardan yalnız 1 tanesi durumu açıklamakta yetersizdi. Diğer öğrenciler hemen açıklamayı düzeltmek istedi.</p>
<p>Resim ve Teknoloji: Rönesans</p>	<p>i. Öğretmen “Ressamların kullandığı bazı “hileler” vardır. Bu numaralardan haberiniz var mı?” şeklinde esprili bir soruyla derse başladı. Öğrenciler camera obscura dersi ve sonrasında evde izledikleri “Tim’s Vermeer” belgeselinin etkisiyle önceki derslerde öğrendiklerini hevesle paylaşma isteği gösterdi.</p> <p>Ancak bu girişin ardından bilgi transferine ilişkin gözlem yapılmadı.</p>
<p>Mühendislik Tasarım Süreci</p>	<p>Bilgi transferine ilişkin bulgular prototipin test aşamasında gözlenmiştir.</p> <p>i. Bütün gruplar iğne deliği kameralarının tasarımlarına camera obscura dersindeki öğrendikleri bilgileri aktarabildiler.</p> <p>ii. Bütün gruplar geliştirdikleri iğne deliği kameralarda neyi çektiklerini görecektir bir ekran olmaması nedeniyle geometri bilgilerini kullanarak yaklaşık hesaplamalar yapmak zorunda kaldı.</p> <p>iii. İki grup fotoğraf çekimi sırasında pozlama süresi, ışık (hava koşulları) gibi faktörleri her çekim için kaydetmek için veri tablosu oluşturdu.</p> <p>iv. Bütün gruplar test aşamasına geçmeden önce, ışığın özelliklerini ve fotoğraf kağıdı üzerindeki etkilerini bildikleri için fotoğrafların negatif şeklinde çıkacağını önceden tahmin ettiler.</p> <p>v. Fotoğraf banyosu sırasında hacimce % oranında banyo çözeltilerini gruplar yardımsız hazırladı.</p>

Tablo 18 incelendiğinde öğrenilmiş bilgilerin başka bir alana transferinin en çeşitli ve derinlikli biçimde gözlemlendiği derslerin uygulamaya dayalı gerçekleştirilen, öğrencilerin tüm süreç boyunca aktif katılım gösterdiği ve öğretmenin rehber ve kolaylaştırıcı rolünde olduğu camera obscura ve mühendislik tasarım süreci derslerinde olduğu görülmektedir. Bunun dışındaki derslerde düz anlatım, soru-cevap, tartışma ve yarı yapılandırılmış deney teknikleri kullanılmıştır.

KDF ve gözlem notlarından elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde, tüm derslerde öğrencilerin öğrendikleri bilgileri başka bir alana transfer edebildiğine dair bulgulara rastlanmıştır.

Ancak en yoğun bilgi transferinin gözlemlendiği dersler öğrencilerin uygulamaya dönük olarak gerçekleştirilen camera obscura dersi ve mühendislik tasarım süreci olmuştur.

4.1.3. Araştırmanın birinci sorusunun c maddesine ilişkin bulgular. Bu bölümde birinci araştırma sorusunun “Mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin ihtiyaç duyacakları tüm kuramsal çerçevenin tamamen yapılandırılmış bir şekilde tasarım öncesinde verilmesinin öğrencilerin motivasyonları üzerindeki etkileri nelerdir?” şeklinde ifade edilen üçüncü alt sorusunun cevabı aranmıştır. Bu bölümdeki bulgular kronolojik ve üç aşamalı bir biçimde verilmiştir:

1. Uygulama öncesi elde edilen ön bulgular: uygulamaya başlamadan önce öğrencilerin 21.yy becerileri konusundaki öz değerlendirmeleri hakkında fikir edinmek için STEMAA'nın “21.yy Becerileri” bölümü verileri incelenmiştir. Ardından, “STEM nedir? Biz ne yapacağız?” dersinde uygulama tanıtımı yapıldıktan sonra bu uygulama ile öğrencilerin beklentilerinin alındığı Beklenti Değerlendirme Formu (BDF) incelenmiştir. Bu iki veri toplama aracından elde edilen bulgular uygulama öncesi öğrencilerin bakış açıları ve beklentileri konusunda bir referans noktası sağlayacaktır.
2. Uygulama sırasında elde edilen bulgular: Uygulama sırasında öğrencilerle gerçekleştirilen odak grup görüşmesi notları ve öğretmen gözlem notlarının araştırma sorusu ile ilgili bölümleri incelenmiştir.
3. Uygulama sonrası elde edilen bulgular: Uygulama tamamlandıktan sonra uygulanan ÖDF dokümanlarının araştırma sorusu ile ilgili bölümleri incelenmiştir.

4.1.3.1. STEMAA dokümanlarından elde edilen ön bulgular. Uygulamaya başlamadan önce öğrencilere araştırmacı tarafından hazırlanan STEMAA uygulanmıştır. Bu anketin tamamı ile ilgili bulgular özet halinde Veri ve Yöntem bölümünde çalışma grubunun özelliklerini açıklarken verilmiştir. Ancak öğrencilerin araştırmanın başlangıcında 21. yy becerileri konusunda öz değerlendirmelerini göstermesi ve diğer bulgularla birleşmesi açısından anketin 21.yy Becerileri Bölümü ile ilgili bulgulara bu bölümde yer verilecektir.

Bu bölümde 21.yüzyıl becerileri ile ilgili düşüncelerini öğrenmek için iki farklı açıdan soru sorulmuştur. Bu sorulardan ilkinde okuldaki öğrenme yaşantılarının bu becerileri kazandırmakta ne kadar yeterli olduğunu 0'dan 5'e kadar derecelendirmeleri istenmiştir. İkincisinde ise, kendilerini bu becerilere ne kadar hâkim gördüklerini 0'dan 5'e kadar derecelendirmeleri istenmiştir. Sorulara verilen cevapların aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır.

21.yüzyıl becerileri birçok kaynakta farklı şekillerde kategorize edilmektedir. Bu ankette Trilling ve Fadel (2009) tarafından yapılan kategorizasyondan yararlanılmıştır. Her bir kategorinin kısa açıklaması anketin arka sayfasında yer almaktadır. Öğrenciler bu kategorileri arka sayfadaki açıklamaları okuyarak yorumlamışlardır. Sorular ve sonuçlar Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19'da görüldüğü gibi öğrenciler okuldaki öğrenme yaşantılarını 21.yüzyıl becerilerini kazandırmada kısmen yeterli görmektedir. Ancak standart sapmaları yüksektir. Öğrencilerden bazılarının bazı kategorilerde bu soruya 0 değeri verdikleri gözlenmiştir. Öğrenciler kendilerini değerlendirirken ise her bir kategoride daha yüksek puanlar vermişlerdir. Standart sapmaları da daha düşüktür. Kendine bu kategorilerde 0 veren öğrenci olmamış, 5 veren öğrenci ise çok az sayıdadır. Kendilerini tamamen yeterli veya tamamen yetersiz olarak değerlendirmekten kaçındıkları söylenebilir. Kendilerine verdikleri puanlar okula verdiklerinden genellikle daha yüksektir. Buradan hareketle, öğrencilerin okul dışı yaşantılarının bu becerileri kazanmalarına katkı sağladığını düşündükleri söylenebilir.

Tablo 19

STEM Alanları Anketi “21.Yüzyıl Becerileri” Bölümü

Sorular	Ortalama	SS
21.Yüzyıl Becerileri		
<ul style="list-style-type: none"> Size göre, okuldaki öğrenme yaşantılarınız aşağıdaki becerileri kazandırmakta ne kadar yeterli? Her bir beceri için 0’dan 5’e kadar derecelendirseniz kaç puan verirdiniz? (0 az, 5 çok) 		
Eleştirel düşünme ve problem çözme	3,91	1,212
İletişim ve işbirliği	3,75	1,151
Yaratıcılık ve inovasyon	3,41	1,100
Bilgi okur-yazarlığı	4	1,021
Medya okur-yazarlığı	3,5	1,318
Bilgi ve iletişim teknolojileri okur-yazarlığı	3,04	1,488
Esneklik ve adaptasyon	3,41	1,282
İnisiyatif ve kendine yön verebilme	3,66	1,049
Sosyal ve çok kültürlü etkileşim	3,70	1,366
Üretkenlik ve hesap verebilirlik	3,62	1,172
Liderlik ve sorumluluk	3,29	1,517
<ul style="list-style-type: none"> Kendinizi bu becerilere ne kadar hâkim hissediyorsunuz? Her bir beceri için 0’dan 5’e kadar derecelendirseniz kaç puan verirdiniz? (0 az, 5 çok) 		
Eleştirel düşünme ve problem çözme	3,91	0,65
İletişim ve işbirliği	3,79	1,122
Yaratıcılık ve inovasyon	3,83	0,831
Bilgi okur-yazarlığı	4	0,834
Medya okur-yazarlığı	3,79	1,141
Bilgi ve iletişim teknolojileri okur-yazarlığı	3,83	1,049
Esneklik ve adaptasyon	4	0,88
İnisiyatif ve kendine yön verebilme	4,16	1,090
Sosyal ve çok kültürlü etkileşim	4,29	1,167
Üretkenlik ve hesap verebilirlik	3,83	1,190
Liderlik ve sorumluluk	3,66	1,274

4.1.3.2. BDF dokümanlarından elde edilen ön bulgular. Öğrencilere STEM eğitim yaklaşımı hakkında genel bilgi verildiği, yapılacak uygulamanın amacının açıklandığı ve 16 ders saatlik programın aşamalarının tanıtıldığı “STEM nedir? Biz ne yapacağız?” adlı dersin sonunda STEM uygulaması ile İlgili Beklenti Değerlendirme

Formu (BDF) verilmiştir. Bu formda öğrencilerin olumlu ve olumsuz beklentilerini öğrenmek için 2 açık uçlu soru sorulmuştur. İçerik analizi yoluyla incelenen verilere ilişkin bulgular Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20

BDF Dokümanlarında Öğrencilerin Beklentilerine İlişkin Bulgular

Kategori	Frekans
Dersler arasında bağlantı kurulacak	8
Yaratıcılığımız ve üretkenliğimiz desteklenecek	4
Öğrendiklerimiz gerçek yaşamla birleşecek	11
Eğlenceli olacak	1
Daha önce denemediğimiz gibi olacak	7

Tablo 20 incelendiğinde öğrencilerin yapılacak uygulama ile ilgili oldukça yüksek beklentiler geliştirdiği söylenebilir. Olumsuz beklenti ifade eden öğrenci olmamıştır. Dersle ilgili uygulayıcı (araştırmacı) ve ikinci gözlemci gözlemleri de bu verileri destekler niteliktedir:

1. Uygulayıcı (Araştırmacı) gözlemi: “Konu çok ilgilerini çekti. Farklı ve daha önce deneyimlemedikleri bir uygulama olacağına, öğrendiklerinin gerçek yaşamdaki karşılığını göreceklerine, mühendislik mesleğini daha iyi tanıyacaklarına, daha aktif ve katılımcı olabileceklerine, yaratıcılıklarının ödüllendirileceğine, teorik konuların ötesine geçip bir şeyler üretebileceklerine dair beklentilerini dile getirdiler.”
2. İkinci gözlemci (Kimya öğretmeni) gözlemi: “Konunun, normalde derslerde ilgisiz ve sıkılmış görünen öğrencilerin dikkatini çektiğini ve soru sorduklarını gözlemledim. Bu öğrencilerin sürece katılabilmesi büyük bir kazanım olur.”

4.1.3.3. Odak grup görüşmelerinden elde edilen bulgular. Ders sonlarında öğrencilerle odak grup görüşmeleri yapılmıştır. Bu görüşmelerde sorulan “Ders nasıl geçti?” ve “Kötü giden bir şey oldu mu?” soruları ile hem söz konusu dersle hem de tüm süreçle ilgili dönütler alınmıştır. Bu soruya verilen yanıtların betimsel analizi ile elde edilen bulgular Tablo 21’de verilmiştir. Bu tablodaki bulgular 3.ders olan üçgenlerde benzerlik konusu ile başlamaktadır.

Bazı odak grup görüşmeleri 5 dakikanın altında sürmüştür. Bu görüşmelerde alınan cevaplar görüşme sonrası not edilmiş ve ilgili soruya cevap veren ya da verilen

cevapları onaylayan öğrenci sayısı iki gözlemcinin görüş birliği sağlanarak belirlenmiştir. Bazı odak grup görüşmeleri ise beklenenden uzun sürmüş ve öğrencilerin büyük bir kısmı söz almak istemiştir. Bu tür görüşmelerde sık tekrarlanan ifadeler tahtaya yazılmış ve kaç kişinin bu ifadeye katıldığı sorulmuş ve kaydedilmiştir. Özetlenmeden kullanılan öğrenci ifadeleri Tablo 21’de tırnak içinde yazılarak gösterilmiştir. Odak grup görüşmelerinde öğrencilerden alınan cevapların frekansları D (düşük), O (orta) ve Y (yüksek) olarak gruplandırılmış ve “onaylanan cevaplar” başlığı altında kullanılan gruplandırma sistemi tablonun altında açıklanmıştır.

Tablo 21 incelendiğinde motivasyona yönelik olumlu bulguların en sık ve detaylı ifade edildiği derslerin uygulamaya dayalı gerçekleştirilen, öğrencilerin tüm süreç boyunca aktif katılım gösterdiği ve öğretmenin rehber ve kolaylaştırıcı rolünde olduğu camera obscura ve mühendislik tasarım süreci derslerinde olduğu görülmektedir. Bunun dışındaki derslerde düz anlatım, soru-cevap, tartışma ve yarı yapılandırılmış deney teknikleri kullanılmıştır.

Tablo 21

Odak Grup Görüşmelerinde Motivasyona İlişkin Bulgular

Ders	Konu	“Ders nasıl geçti? Kötü giden bir şey oldu mu? sorularına verilen cevaplar	Onaylanan cevaplar
3.Ders	Üçgenlerde Benzerlik Kuralları	“Bu konuyu matematikte sıklıkla kullanıldığından hatırlamak kolay oldu. Ders içeriği basitti.”	Y
		“Sorularda geçen “Pinhole kamera” nedir?”	D
4.Ders	Optik	“Fizik dersinin genel olarak zor ve karışık!”	O
		“Ders kötü gitmedi, her zamanki gibi geçti, öğretmenimiz dikkatimizin dağılmasına asla izin vermez.”	Y
5.Ders	Göz Nasıl Görür?	“Hep gördüğümüz şeyleri yeniden hatırlatacağımızı sanıyorduk yeni bir şey görmek daha zevkliydi.”	Y
6. ve 7. Ders	Resim ve Teknoloji: Camera Obscura	“Bahçede ders yapmak çok güzeldi. Gene yapalım.”	Y
		“Ders ilginç ve eğlenceliydi.”	Y
		“Keşke daha büyük bir kutu olsaydı. İçine girmekte zorlandım.”	Y
		“Önce hesap-kitap yaptık ama kutunun içinde görüntüyü gerçekten görebileceğimizi düşünmemiştim. Görünce çok heyecanlandım niyeyse.”	Y
		“Laboratuvarda çok delik açınca çok sayıda mum görüntüsü görmek beni şaşırttı. Ben öyle olacağını tahmin edememişim. Kafamda bir şeyler oturdu.”	D
		“Erdem kafasına o örtüyü örtüp de camera obscuradan baktı ya, bir aydınlanma oldu bende. Baya baya fotoğraf makinesi yani.”	D
		“Mum ışığının girdiği deliği büyütünce alevin görüntüsü bulanıklaşmıştı ya bunu fotoğraf makinesinin diyaframına bağlamak çok iyiydi. Bunu kullanırım.”	D
		“Ressamların böyle şeyle kullandığını bilmiyordum.”	O
8. ve 9. Ders	Resim ve Teknoloji: Rönesans	“Çok sıkıldım. Çok uzundu.”	Y
		“Sıkılmadım. Genel kültür olarak değerlendirdim.”	D
		“Camera obscura dersinde bahsettiğimiz kadarı yeterliydi bence.”	Y
10.Ders	Çözelti Derişimlerinin İletkenlik ve pH Üzerine Etkisi	“Basit bir deneydi, ders hızlı geçti.”	Y
		“Veri tablosu oluşturmak çok da gerekli değildi.”	D
		“Fotoğraf banyosunun nasıl yapıldığını hiç bilmiyordum. Galiba bunu kullanacağız. Heyecanlandım.”	O
11-16. Ders	Mühendislik Tasarım Süreci	“Keşke daha çok zamanımız olsaydı.”	Y
		“Her şey bu dersler içinmiş.”	Y
		“Fotoğraf banyosunda, fotoğrafın oluşması için beklemek çok heyecanlıydı. Gergin bir bekleyiş.”	Y
		“Görüntü elde edebilen grupları kıskandım Keşke biz de yapabileseydik.”	D
		“Test için daha çok zamana ihtiyacımız vardı.”	Y
		“Baştan yapabilesek kesinlikle çok farklı bir ürün ortaya çıkarırdık.”	Y

Frekans: D (düşük) = 1-6 O (orta) = 7-14 Y (yüksek) = 15-24

Camera obscura ve mühendislik tasarım süreci dersleri ile ilgili uygulayıcı (araştırmacı) ve ikinci gözlemci gözlemleri de bu verileri destekler niteliktedir:

1. Uygulayıcı (Araştırmacı) gözlemi: “2 ders saati süren camera obscura dersinde öğrencilerin motivasyonları ve katılımları çok yüksek olmuştur. Bunda en önemli etkenlerden biri fiziksel ortamdır. İlk ders okul bahçesinde, ikinci ders kimya laboratuvarında ortam tamamen karartılarak işlenmiştir. Öğrenciler için sıra dışı olan bu fiziksel koşulların motivasyonlarını artırdığı gözlenmiştir. Optik dersinde ve OKDF’de ışığın doğası ve optik kuralları ile ilgili zorlandıkları gözlenmişti. Fizik dersinin zor ve karmaşık olduğunu odak grup görüşmelerinde belirten öğrenciler bu süreçte özellikle izlendi. Bu öğrencilerin uygulamalar sırasında gözlemlerini optik kuralları ile çok iyi açıkladıkları gözlemlendi.

6 ders saati süren mühendislik tasarım süreci derslerinde araya giren konferans ve sınavlar süreci çok uzattı. Devamsızlıklar oldu. Bu olumsuz etkenlere rağmen ürünlerini bir an önce tamamlayıp test etmek için çok istekliyidiler. Bazıları öğle tatili ve okul çıkışlarında çalışmayı sürdürdü. En çok tekrarladıkları ifade “keşke daha çok zamanımız olsaydı” oldu.”

2. İkinci gözlemci (Kimya öğretmeni) gözlemi: “Normalde kimya derslerinde katılımı en düşük olan, en çok sıkıldığını ifade eden öğrencilerin camera obscura ve mühendislik tasarım süreci derslerinde en aktif ve enerjik öğrenciler haline geldiğini şaşırarak gözlemledim. Bence bu iki dersle ilgili en önemli kazanım buydu.

Ayrıca mühendislik tasarım süreci derslerinin dönemin sonuna kalması ve konferans, sınav gibi programlarla kesintiye uğraması grupların sıkışık zamanlarda çalışmasına neden oldu. Aslında sistematik çalışma ve kayıt tutma becerisine sahip çok sayıda öğrenci olmasına rağmen bu öğrenciler bile bu koşullarda iyi organize olamadılar. Bu duruma da çok üzüldüler. Çünkü gerçekten denemek istiyorlardı. Bu karışıklık sunumlarına da yansdı. Sunumlarını iyi planlayamadılar. Tasarımlarını düzeltecek vakitleri kalmadı. Yine de bu kadar olumsuzluğun içinde sonuna kadar yaptıkları işe odaklanmaya çalıştılar. Motivasyonları yüksekti.”

Camera obscura ve mühendislik tasarım sürecinde elde edilen veriler, bu derslere kadar olan süreçte edinilen tüm bilgilerin birlikte kullanılmasını gerektirdiği için araştırma sorusuna cevap ararken oldukça önemli bir referans sağlamaktadır. Öğretim tasarımını tüm STEM alanlarını bağlayacak biçimde ve öğrencinin ihtiyaç duyacağı tüm kuramsal bilgiyi verecek çerçevede katı bir şekilde yapılandırmanın öğrenci motivasyonuna katkı sağlayıp sağlamadığı bu iki dersten alınan verilerle değerlendirilebilir. Tablo 21’de camera obscura ve mühendislik tasarım süreci odak grup görüşmelerinde öğrencilerin kullandığı ifadeler incelendiğinde, fen ve matematik alanlarından ihtiyaç duyacakları bilgileri önceki derslerde edinmiş/hatırlamış olmanın motivasyonlarına katkısına dair bir ifadenin olmadığı görülmektedir. Ancak mühendislik tasarım sürecinde tasarım öncesi derslere ayrılmış süreye dönük olumsuz tepkiler ortaya çıkmaktadır. Bu tepkiler uygulayıcı ve ikinci gözlemci gözlemlerinde de açıkça görülmektedir. Öğrenciler verilen tasarım görevini tamamlamak için oldukça istekli olmalarına rağmen zaman kısıtı onları engellemiştir. Önceki dersleri içerik olarak değil ama aldığı zaman olarak fazla görmüşler; bu sürenin tasarım sürecinde daha gerekli olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir. Dersleri izleyen ikinci gözlemci de öğrencilerle aynı yönde görüş bildirmiştir.

4.1.3.4. ÖDF dokümanlarından elde edilen bulgular. Tüm sürecin sonunda uygulanan Öz Değerlendirme Formunda (bkz. EK-N) 11 adet katılıyorum/kısmen katılıyorum/katılmıyorum alt kategorili soru; 4 adet açık uçlu soru bulunmaktadır. Bu bölümde “Mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin ihtiyaç duyacakları tüm kuramsal çerçevenin tamamen yapılandırılmış bir şekilde tasarım öncesinde verilmesinin öğrencilerin motivasyonları üzerindeki etkileri nelerdir? sorusuna yönelik bulgulara yer verilmiştir. ÖDF dokümanları içerik analizine tabi tutulmuştur. Araştırma sorusuna yönelik ÖDF’den elde edilen bulgular Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22

ÖDF Dokümanlarında Öğrencilerin Motivasyonuna İlişkin Bulgular

“Katılıyorum/Kısmen Katılıyorum/Katılmıyorum” alt kategorilerinde cevap verilen sorular			
İfadeler	Frekans		
	Katılıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılmıyorum
b. Çalışma süresince öğrendiğim her bilgiyi tasarımımı yaparken ve ürünümüzü test ederken kullanabildim.	13	8	3
c. Bu çalışmada yaptığım ölçümler ve değişkenlerime göre kendi veri tablomu oluşturmayı öğrendim.	13	9	2
d. Bu çalışmada bilimsel bilgi ve yöntemleri bir olayı açıklamak ve yeni durumlara uyarlamak için kullandım	19	5	
g. Çalışmanın süresi çok uzundu.	1	13	10
h. Bu çalışmada fizik, kimya, biyoloji ve matematik derslerinde öğrendiğim konuları gerçek bir yaşam problemini çözmek için birlikte kullanabileceğimi öğrendim.	19	5	
i. Bu çalışmadan sonra bilim ve mühendislik alanlarına ilgim arttı.	11	9	4
j. Bu çalışmanın 21.yüzyıl becerilerini destekler nitelikte olduğunu düşünüyorum.	15	8	1
Açık uçlu sorular			
2.Soru: Bu çalışmada neyi değiştirmek isterdiniz?			
İfadeler	Frekans		
Tüm çalışma için ayrılan süreyi kısaltmak	1		
Tasarımı yapmak ve düzeltmek için ayrılan süreyi uzatmak	7		
Prototipimi	6		
Malzeme alternatiflerinin daha fazla olması	4		
Hiçbir şeyi	6		
3.Soru: Bu çalışmayı diğer öğrenme deneyimlerinizden ayıran özellik nedir?			
İfadeler	Frekans		
İnteraktif olması	4		
Bizim etkin olmamız / Her şeyi kendimiz yapmamız	7		
Deneysel bir bakışı olması	1		
Bir şey üretmemize fırsat vermesi	2		
Gerçek yaşamla bağlantılı olması	5		
Birçok alanın birlikteliği	1		
Eğlenceli olması	2		
Gerçekçi olması	1		

Tablo 22 incelendiğinde, 13 öğrencinin tasarım süreci öncesinde öğrendikleri tüm bilgiyi tasarım sürecinde kullanabildiğini, 8 öğrencinin kısmen kullandığını ve 3 öğrencinin ise kullanmadığını ifade ettiği görülmektedir. Öğrencilerin büyük kısmının

tasarım öncesi oluşturulan kuramsal bilgiden yararlandığı söylenebilir. c. maddesindeki veri tablosu ile ilgili bulgular değerlendirilirken deney raporu ve MTSK verileri de göz önünde bulundurulmalıdır. Tüm gruplar deney raporlarında veri tablolarını doğru şekilde ve zorlanmadan oluşturabilmiştir. Ancak tasarım sürecinde grupların çoğunluğunun zaman kısıtı nedeniyle düzenli veri tabloları oluşturamadıkları ve MTSK'ye kaydedemedikleri görülmüştür. ÖDF'de veri tablosu ile ilgili ifadeye ilişkin “kısmen katılıyorum” diyen 9 öğrenci ve “katılmıyorum” diyen 2 öğrencinin yorumları veri tablosunu tasarım sürecinde etkili kullanamadıklarından kaynaklanıyor olabilir. Bu çalışmada bilimsel bilgi ve yöntemleri bir olayı açıklamak ve yeni durumlara uyarlamak için kullanmadığını söyleyen öğrenci olmamıştır. Tüm çalışma süresini çok uzun olarak değerlendiren 1 öğrenci, uzun olmadığını belirten 10 öğrenci olmuştur. Bu ifadeye kısmen katıldığını belirten 13 öğrencinin cevapları odak grup görüşmelerinde çalışmanın süresi ile ilgili verilerle birlikte değerlendirilmelidir. Bu görüşmelerde öğrenciler, çalışmanın toplam süresinde bir değişiklik talep etmek yerine tasarım öncesi kuramsal çerçevenin oluşturulduğu derslere daha kısa; tasarım sürecine ise daha uzun zaman ayrılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada fen ve matematik alanlarında öğrendiği bilgileri gerçek yaşam problemi çözümede kullanmadığını ifade eden öğrenci olmamıştır. 11 öğrenci bu çalışmadan sonra bilim ve mühendislik alanlarına ilgisinin arttığını, 9 öğrenci kısmen arttığını ve 4 öğrenci ilgisinin artmadığını ifade etmiştir. Bu çalışmadan sonra öğrencilerin büyük kısmının bilim ve mühendislik alanlarına ilgisinde olumlu yönde değişim olduğu söylenebilir. 15 öğrenci bu çalışmanın 21.yy becerilerini desteklediğini, 8 öğrenci kısmen desteklediğini ve 1 öğrenci desteklemediğini ifade etmiştir. Öğrencilerin büyük bir kısmının bu çalışmayı 21.yy becerilerini destekler nitelikte değerlendirdiği söylenebilir.

Bu çalışmada neyi değiştirmek istedikleri öğrencilere sorulduğunda 1 öğrenci çalışma süresinin kısılmasını isterken, 7 öğrenci tasarım yapmak ve düzeltmek için ayrılan sürenin uzamasını istemektedir. Bu veri yine odak grup görüşmelerinde çalışma süresi ile ilgili verilerle örtüşmektedir. Bu veri ile bağlantılı diğer bir ifade ise prototipini değiştirmek isteyen 6 öğrenci olmasıdır. Eğer yeterli süreleri olsaydı baştan yeni bir prototip yapabilirlerdi. Bu istek de yine tasarım sürecinin süresi ile ilişkili değerlendirilebilir. Tasarım sürecinde geri dönüşüm malzemeleri kullanılmıştır. 4 öğrenci malzeme çeşitliliğinin artmasını istemiştir. 6 öğrenci ise bu soruya “hiçbir

şeyi” ifadesi yazarak cevap vermiştir. Bu soruyu boş bırakan öğrenci olmamıştır. Öğrencilere bu çalışmayı diğer öğrenme deneyimlerinden ayıran en önemli özelliğinin ne olduğu sorulduğunda diğer öğrenme deneyimlerinden farkı olmadığını ifade eden öğrenci olmamıştır. Öğrencilerin verdiği cevaplar incelendiğinde bu cevapların hem araştırmanın amacı ile hem de öğrencilerin başlangıçta geliştirdikleri beklentilerle örtüştüğü görülmektedir. Bu örtüşmeyi açıklamak için Tablo 23’te araştırmanın öğrencilere yönelik amacı, uygulama öncesi öğrencilerin uygulamaya dair beklentileri ve uygulama sonrası ÖDF’de “Bu çalışmayı diğer öğrenme deneyimlerinizden ayıran özellik nedir?” sorusuna verilen cevaplar bir araya getirilmiştir.

Tablo 23

Öğretim Tasarımının Öğrencilere Yönelik Hedefleri ile Bulgular Arasındaki Uyum

Araştırmanın öğrencilere yönelik amacı	Uygulama öncesi öğrencilerin uygulamaya dair beklentileri	Uygulama sonrası öğrencilerin, bu uygulamayı diğer öğrenme deneyimlerinden ayıran özelliklere dair ifadeleri
Tüm STEM alanlarını tamamen yapılandırılmış biçimde birbirine bağlayan bir öğretim tasarımı, öğrencilerin mühendislik tasarım süreci konusundaki deneyimleri, STEM alanları arasında bağlantı kurma ve öğrenme motivasyonları üzerinde nasıl bir değişime neden olduğunu incelemek.	<ul style="list-style-type: none"> • Dersler arasında bağlantı kurulacak • Yaratıcılığımız ve üretkenliğimiz desteklenecek • Öğrendiklerimiz gerçek yaşamla birleşecek • Eğlenceli olacak • Daha önce denemediğimiz gibi olacak 	<ul style="list-style-type: none"> • İnteraktif olması • Bizim etkin olmamız / Her şeyi kendimiz yapmamız • Deneysel bir bakışı olması • Bir şey üretmemize fırsat vermesi • Gerçek yaşamla bağlantılı olması • Birçok alanın birlikteliği • Eğlenceli olması • Gerçekçi olması

Özetle, çalışmanın sonunda “Mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin ihtiyaç duyacakları tüm kuramsal çerçevenin tamamen yapılandırılmış bir şekilde tasarım öncesinde verilmesinin öğrencilerin motivasyonları üzerindeki etkileri nelerdir?” araştırma sorusu çerçevesinde elde edilen bulgular incelendiğinde;

1. Öğrencilerin büyük kısmının (%95,83) bu çalışmanın 21.yy becerilerine katkı sağladığını düşündükleri söylenebilir.
2. Uygulama sonrası öğrencilerin, bu uygulamayı diğer öğrenme deneyimlerinden ayıran özelliklere dair ifadeleri incelendiğinde, bu ifadelerin hem araştırmanın amacı ile hem de öğrencilerin başlangıçta geliştirdikleri beklentilerle örtüştüğü görülmektedir.

3. Öğrencilerin büyük kısmının, tasarım aşaması öncesinde fen, matematik ve teknoloji alanında öğrendikleri bilgileri tasarım aşamasında karşılaştıkları bir bilgi temelli hayat problemini (BTHP) çözmeye kullanabildiği ve kullandığının farkında olduğu görülmektedir.
4. Bu çalışmadan sonra öğrencilerin büyük kısmının (%83,33) bilim ve mühendislik alanlarına ilgisinde olumlu yönde değişim olduğu söylenebilir.
5. Öğrencilerin büyük kısmı uygulamanın toplam süresinde bir değişiklik talep etmek yerine tasarım öncesi kuramsal çerçevenin oluşturulduğu derslere daha kısa; tasarım sürecine ise daha uzun zaman ayrılması gerektiğini ifade etmişlerdir.
6. Tasarım sürecine ayrılması gereken ders süresinin daha uzun olması gerekliliği konusunda araştırmacı ve ikinci gözlemci de öğrencilerle hemfikirdir. Zaman problemi öğrenci motivasyonunu olumsuz yönde etkilemiştir.
7. Tasarım sürecindeki zaman baskısına rağmen öğrencilerin tasarımlarını tamamlamak konusunda çok istekli olduğu görülmüştür. Bazı öğrenciler –ki bu öğrencilerin bir kısmı normalde derslerde katılım göstermeyen öğrencilerdir- ders dışı zamanlarda kendi istekleriyle gelip çalışmışlardır. Resim 4’te ders dışı zamanlarda çalışan öğrencilerin çalışmaları ile ilgili bazı fotoğraflar verilmiştir.



Resim 4. Ders dışı zamanlarda gönüllü olarak çalışan öğrenciler.

4.1.4. Araştırmanın birinci sorusunun d maddesine ilişkin bulgular. Bu bölümde birinci araştırma sorusunun “Bu tasarım öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini deneyimleyebilmeleri için uygun koşulları ne ölçüde sağlar?” şeklinde ifade edilen dördüncü alt sorusunun cevabı aranmıştır. Bu amaçla, Mühendislik Tasarım Süreci Kılavuzu (MTSK), Öz Değerlendirme Formu (ÖDF) ve Tasarım Süreci Değerlendirme Formu (TSDF) dokümanlarının ve gözlem notlarının araştırma sorusu çerçevesinde ilgili bölümleri incelenmiştir.

4.1.4.1. STEM AA dokümanlarından elde edilen ön bulgular. STEM AA'nın “mühendislik” bölümünde mühendislik alanı ile ilgili iki açık uçlu soru sorulmuştur. Bu bölümden elde edilen veriler içerik analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen bulgular Tablo 24’te verilmiştir.

Tablo 24

STEM Alanları Anketi “Mühendislik” Bölümü

Sorular	f
Mühendislik	
• Mühendislik alanlarına örnek verebilir misiniz?	
Cevaplar	
Bilgisayar	17
Makine	15
Endüstri	10
Elektrik-Elektronik	10
Genetik	9
İnşaat	9
Gıda	4
Uçak	3
Kimya	3
Fizik	2
Çevre	1
Biyokimya	1
• Mühendisler tasarım sürecinde nasıl bir yol izler?	
Cevaplar	
Bilmiyorum/Açıklayamıyorum	8
Problem tespiti/Analizi	1
Bilgi toplama	1
Yeni fikirler/Beyin fırtınası	3
Karar verme	1
Plan	8
Teknik hesaplama	3
Taslak/Çizim	6
Prototip oluşturma	2
Kontrol/Test	3
Hataları düzeltme	1
Üretim	2

Tablo 24 incelendiğinde birinci soruda öğrencilerin en çok örnek verdikleri mühendislik alanlarının bilgisayar ve makine mühendislikleri olduğu görülmektedir. Tabloda örnekler azalış sırasına göre verilmiştir. İkinci soruda ise mühendislerin tasarım sürecinde nasıl bir yol izlediği sorulmuştur. Bu soruya verilen cevaplar dikkat çekicidir. En çok verilen cevap bilmiyorum/açıklayamıyorum olmuştur. Diğer cevaplar incelendiğinde aslında öğrencilerin kolektif olarak tüm tasarım aşamalarını saydıkları söylenebilir. Ancak hiç biri tek başına tasarım sürecini aşamalandırmayı başaramamıştır. Buradan uygulamanın başlangıcında çalışma grubundaki öğrencilerin mühendislik alanların örnekler verebildikleri ancak, mühendislik tasarım sürecine hâkim bir bilgi birikimine sahip olmadıkları söylenebilir.

4.1.4.2. Gözlem notlarından elde edilen bulgular. Mühendislik tasarım süreci toplam 6 ders saati sürmüştür. Araştırmacı tarafından yürütülen bu derslere kimya öğretmeni ikinci gözlemci olarak katılmıştır. Öğrencilerden edindikleri bilgileri kullanarak çözüm bulacakları bir bilgi temelli hayat problemi (BTHP) verilerek tasarım süreci başlatılmıştır. Tasarım sürecinde yararlanmaları için gruplara Mühendislik Tasarım Süreci Kılavuzu (MTSK) verilmiştir. MTSK'nin üç işlevi vardır. Birincisi ortaöğretim programında yeri olmayan mühendislik tasarım sürecini öğrencilerin anlamasını sağlamaktır. İkincisi 6 ders için planlanan tasarım sürecini aşamalara bölerek tasarımların kontrollü bir şekilde ilerlemesini sağlamaktır. Ve üçüncüsü süreç sonunda gruplardan bu kılavuzları toplayarak veri toplama aracı olarak kullanmaktır.

Dersin uygulayıcısı olan araştırmacının ve ikinci gözlemcinin gözlem notlarından bu derslerin mühendislik tasarım sürecini deneyimlemek için uygun koşulları sağlayıp sağlamadığına dair veriler “Uygulayıcı (araştırmacı) gözlem notları” ve “İkinci gözlemci gözlem notları” başlıkları altında verilmiştir.

4.1.4.2.1. Uygulayıcı (araştırmacı) gözlem notları. Uygulama başlangıcında, BTHP açıklandı. Kılavuz öğrencilere dağıtıldı. Kılavuzun amacı açıklandı. İncelemeleri için süre verildi. Tüm öğrenciler kılavuzu inceleyip okudu. Aşağıdaki yorumları yaptılar:

“Çok özenli hazırlanmış.”

“Fazla detaylı.”

“Bu kadar aşamaya ihtiyaç var mı? Hemen yapmaya başlasak olmaz mı?”

“Amacımız tasarım sürecini öğrenmekse bir plana ihtiyacımız var.”

“Çok fazla boş alan var. Her yerini dolduracak mıyız?”

“Bir tasarımın bu kadar çok aşaması var mı?”

Kılavuzu anlamlı bulmalarına rağmen tüm süreci buraya kaydetmenin anlamlı olmadığına dair bir inanç oluştuğunu gözlemledim.

Uygulama sırasında, gruplar kılavuzdaki aşamalara göre ilerlediler. Ama grup içi tartışmaları sistematik bir şekilde kaydetmekte zorlandılar. Neyi nasıl not edeceklerini bilemediklerini söylediler. En kolay kaydettikleri bölümün taslak çizim oluşturmak olduğunu söylediler. Sınav saatleri ve okul etkinlikleri yüzünden 4 ders kaybı ve görsel sanatlar öğretmeni ile yürütülen dersin 1 saat fazladan süre alması nedeniyle çalışma planlanandan 5 hafta daha geç tamamlandı. Bu yüzden tasarım ve sunum aşaması okulun son haftalarına geldi. Araya giren süre öğrenci motivasyonlarını düşürdü. Buna rağmen tasarım aşaması en çok ilgilerini çeken bölüm oldu. Ancak tasarımlarını düzeltmek, test etmek için daha çok süreye ihtiyaç duyduklarını çok kez tekrarladılar. Bunun için ayırdığımız süreyi kaybettiğimiz için ögle tatilleri ve ders çıkışlarında test yapan gruplar vardı.

Uygulamanın sonunda, öğrencilerin iyi yapılandırılmış sunumlar hazırlayabilmeleri için gerekli süreleri kalmadı. Bu nedenle sunumlar sırasında hiçbir grup iletişim becerilerini yeterli seviyede kullanamadı. Tasarımlarını yeniden test etmek, düzeltmek ve hatta yeniden en başa dönerek tüm tasarım sürecini gözden geçirmek istediklerini söylediler. Motivasyonları ve tasarım görevini tamamlama istekleri arada yaşanan zaman kayıplarına ve sürecin gereğinden fazla uzamasına rağmen halen yüksekti. Sunumların sonunda tüm gruplar benzer cümleler kurdu:

“Keşke tasarımı düzeltecek vaktimiz olsaydı.”

“Baştan yapsak kesinlikle çok farklı bir ürün çıkarırdık.”

“Artık ne yapacağımızı biliyoruz ama çok geç.”

Bu olumsuzluklarla birlikte, sunumlar sırasında tüm grupların tasarım sürecindeki ilerleyişlerini kılavuzda belirtilen tasarım süreci aşamalarının adlarıyla ve sistematik bir biçimde anlattıkları gözlemlendi. Tasarım sürecinin döngüsel bir şekilde ilerlemesi gerektiğini çok iyi kavradıkları gözlemlendi. Sürecin sonunda tüm gruplar verilen bilgi temelli hayat probleminde çözüm getirebilecek nitelikte birer ürün ortaya çıkardı. Ortaya çıkan 4 tasarım ürününden 2 tanesi ile görüntü elde edilebildi. Diğer iki tanesi düzeltmelere rağmen halen ışık alıyordu. Bu deneyimle, tasarımların genellikle prototip oluşturulup test edildikten sonra yeniden düzeltmelere ihtiyaç

duyduğunu, testler sırasında koşulları ve gözlemleri sistematik bir biçimde kaydetmenin başlangıçta düşündükleri gibi “gereksiz” ya da “zaman kaybı” olmadığını aksine zaman kazandırdığını fark ettiler.”

4.1.4.2.2. İkinci gözlemci gözlem notları. “Kılavuzun ne amaçla hazırlandığını anlamışlar. Her aşamayı dikkatle okudular. Bu aşamalara göre ilerlemeleri gerektiğini anladılar. Ancak, kılavuzu yazarak doldurmak konusunda isteksizler.

Tam ürünlerini oluşturmaya başladıkları dönemde araya giren konferans ve sınavlar süreci çok uzattı ve dağıttı. Gruplar bazen eksik üye ile çalıştı. Testlerini okul çıkışı ve öğle tatilinde yapmaya çalışanlar oldu. Sıkışık zamanlarda yaptıkları için ölçüm sonuçlarını sağlıklı şekilde not edemediler. Aslında her grupta sistematik çalışma ve kayıt tutma becerisine sahip öğrenciler vardı. Ama bu öğrenciler bile bu koşullarda iyi organize olamadılar. Bu duruma da çok üzüldüler. Çünkü gerçekten denemek istiyorlardı.

Bu karışıklık sunumlarına da yansdı. Sunumları iyi planlayamadılar. Ama tüm tasarım süreçlerini yine de açıkladılar. Olumsuzluklara ve okulun son zamanları olmasına rağmen yaptıkları işe odaklanmaya çalıştılar. Motivasyonları yüksekti.

Bence, bu uygulamadaki en önemli kazanım normalde derslerde katılımı son derece düşük 4 öğrencinin tasarım sürecinde en aktif ve istekli öğrenciler haline gelmesiydi. En net ve kaliteli fotoğrafları onların içinde bulunduğu grup elde etti. Bu öğrenciler kendi istekleriyle ders dışında gelip çalıştılar. İki yıldır dersine girdiğim bu öğrencileri hiç bu kadar motive görmemiştim.”

4.1.4.3. MTSK dokümanlarından elde edilen bulgular. Bu bölümde, MTSK'nin son işlevi olan veri toplama aracı işlevi incelenecektir. Mühendislik Tasarım Sürecinin aşamalandırıldığı kılavuza gruplar tarafından kaydedilen veriler dereceli puanlama anahtarı ile biri araştırmacı olmak üzere iki uzmanın görüş birliğiyle değerlendirilmiştir. Tablo 25'te MTSK dokümanları için ölçütler ve grupların her bir ölçütteki değerlendirmeleri verilmiştir. Ölçütler “veri yok”, “geliştirilmesi gerekir”, “orta” ve “başarılı” kategorilerinde değerlendirilmiştir.

Tablo 25

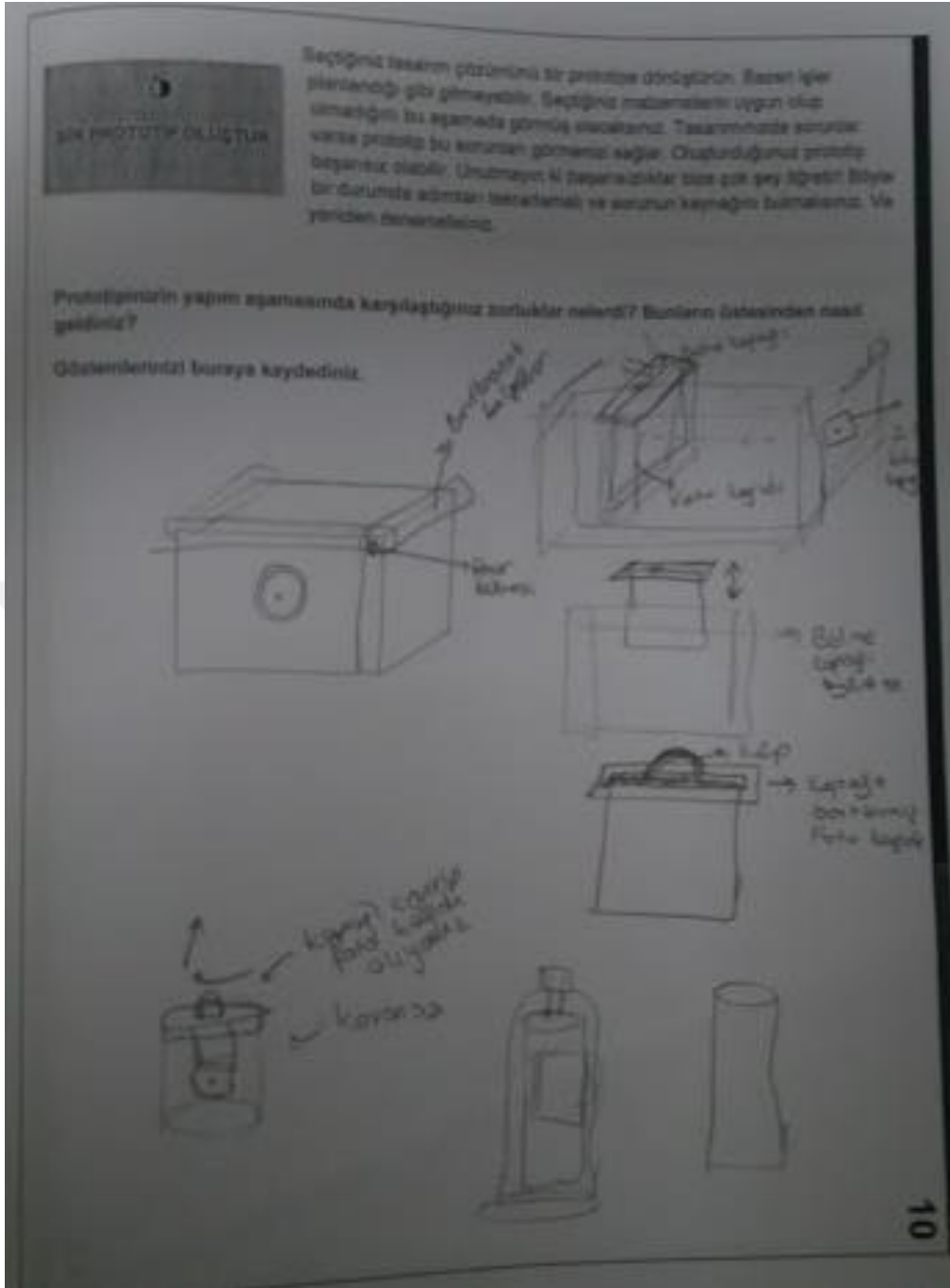
MTSK Dokümanlarının Dereceli Puanlama Anahtarı İle Değerlendirilmesine ilişkin bulgular

Gruplar:	Veri yok				Geliştirilmesi gerekir				Orta				Başarılı			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ölçütler																
Problemi tanımlayabilme				X	X									X	X	
Kriter ve sınırlılıkları belirleyebilme				X	X									X	X	
Olası çözümleri belirleyebilme		X								X	X		X			
Tasarımın taslak çizimini yapabilme											X		X	X	X	
İhtiyaç listesini belirleyebilme	X		X	X										X		
Prototip oluşturabilme													X	X	X	X
Prototipi test edebilme									X	X					X	X
Test sonuçlarını kaydedebilme	X		X	X										X		
Sunum için akış planı oluşturabilme	X	X	X	X												
Tasarımdaki eksik veya geliştirilmesi gereken yönleri belirleyebilme	X	X	X	X												

Tablo 25 incelendiğinde grupların kılavuzu etkili bir biçimde veri kaydı için kullanamadıkları görülmektedir. Tüm gruplarda eksiksiz kaydedilen tek bölümün taslak çizimleri olduğu ve tüm grupların prototip oluşturabildiği görülmektedir. Resim 5, 6 ve 7’de MTSK dokümanlarında kaydedilen verilerden örnekler verilmiştir. Tasarım sürecinin sonuna doğru ise, sunum ve yeniden tasarlama aşamalarında hiçbir grubun kayıt tutmadığı görülmektedir.

Araştırmacı ve ikinci gözlemcinin gözlem notlarından öğrencilerin kılavuza veri kaydetmeye karşı tutumlarına yönelik gözlemlerinde bu durumu açıklayan sebepler 3 maddeyle özetlenebilir:

1. Kılavuzu yazarak doldurmak konusunda baştan itibaren isteksiz davranmışlardır.
2. Neyi nasıl not edeceklerini bilemediklerini ifade etmişlerdir.
3. Gereğinden fazla uzayan süreç, zaten yazmanın zaman kaybı olduğunu düşündükleri için kılavuza istenen verileri kaydetmek konusunda motivasyonlarını düşürmüştür.



Resim 5. MTSK dokümanlarından örnek sayfa.

3

OLASI ÇÖZÜMLERİ BELİRLE

Grup arkadaşlarınızla birlikte beyin fırtınası yapın. Tüm fikirleri (en saçma görünenleri bile) kaydedin.

Yaratıcılığınızı serbest bırakın!

Doğrunun tek olmadığını unutmayın!

Tüm fikirleri buraya kaydediniz.

- fotoblok → hafif olması için
- falgata → delik açmak için
- bant → fotoblokları yapıştırma için
- Silikon tabancası / inşaat yapıştırıcısı → fotoblokları yapıştırma için
- makas → fotoblokları kesmek için
- renkli boyalar (guaj/akrilik) → camera obscura'yı süslemek için
- ağız → fotoğraf kağıdını banyo yaptırarak tutmak için
- mendil → fotoğraf kağıdını sabit tutmak için
- demir çengel
- kum saati / kronometre → fotoğraf kağıdını tutma süresi için
- cetvel / masa → fotoğraf kağıdının uzunluğunu ayarlamak için
- renkli bantlar / sim → camera obscura'yı süslemek için
- kütüphanesi
- toplu iğne

Resim 6. MTSK dokümanlarından örnek sayfa.

2 KRİTER VE SINIRLIKLARI BELİRLE

Problemi çözmek için neler bildiğinizi ve neler öğrenmeniz gerektiğini belirleyin. Daha önce bu problemi veya benzerini çözmek için neler yapılmış araştırm. Tasarımınızın hangi özelliklere sahip olması gerektiğini ve sizi kısıtlayan durumları belirleyin.

Tasarımınız hangi özelliklere sahip olmalıdır? (Kriterleriniz nelerdir?)	Ekonomi, güvenlik ve uygulanabilirlik açısından sınırlılıklarınız nelerdir?
Mercek olmamalıdır Fotoğrafı kaydedebilmeli Estetik açıdan güzel görünmeli (gece modu olabilir)	Kesinlikle paslı metal kullanmayacağız. Ekonomik malzemeler Taşınabilir malzemeler olmalı Sağlam malzemeler olmalı.

Tasarımınızı yapmanıza destek olacak neler biliyorsunuz?	Tasarımınıza destek olacak neler öğrenmeniz gerekiyor?
Küçük ekran ihtiyacı duymamız Küçük bir delgi olması Fazladan bir ışık emanalı Günlük test oluşur Daha küçük bir görüntü oluşur	Kamera ve kağıt okuyucu, Malzeme fiyatları, Buluşma raporları.

Resim 7. MTSK dokümanlarından örnek sayfa.

4.1.4.4. ÖDF dokümanlarından elde edilen bulgular. Tüm sürecin sonunda uygulanan Öz Değerlendirme Formunda (bkz. EK-N) 11 adet katılıyorum/kısmen katılıyorum/katılmıyorum alt kategorili soru; 4 adet açık uçlu soru bulunmaktadır. Bu bölümde “Bu tasarım öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini deneyimleyebilmeleri için uygun koşulları ne ölçüde sağlar?” sorusuna yönelik bulgulara yer verilmiştir. ÖDF dokümanları içerik analizine tabi tutulmuştur. Araştırma sorusuna yönelik ÖDF’den elde edilen bulgular Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26

ÖDF dokümanlarında araştırma sorusu 1.d’ye yönelik bulgular

İfadeler	Frekans		
	Katılıyorum	Kısmen	
		Katılıyorum	Katılmıyorum
e. Bu çalışmada mühendislerin tasarım sürecinde hangi aşamalardan geçtiklerini öğrendim.	23	1	-
f. Bu çalışmada grup çalışması ve işbirliğinin daha yaratıcı ürünler ortaya çıkarmamızı sağladığını gördüm.	17	5	1

Tablo 26 incelendiğinde öğrencilerin tamamının bu çalışma aracılığıyla mühendislik tasarım sürecinin aşamalarını öğrendiklerini ifade ettiği söylenebilir. Bu bulgu gözlemci notlarında sunumlar sırasında grupların tüm tasarım süreci aşamalarını ifade ettikleri yönündeki gözlemlerle de uyumludur. Ayrıca grup çalışması ve işbirliği sayesinde bir tasarım ekibi olarak çalışma konusunda deneyim kazandıkları söylenebilir.

4.1.4.5. TSDF dokümanlarından elde edilen bulgular. Tasarım süreci sonunda öğrencilere hem MTSK’yi hem de tasarım sürecini değerlendirmeleri amacıyla Tasarım Süreci Değerlendirme Formu (TSDF) verilmiştir. Bu forma ilişkin bulgular içerik analizine tabi tutulmuştur. TSDF üç bölümden oluşmaktadır:

1. MTSK’nin kullanımına yönelik 5 adet katılıyorum/kısmen katılıyorum/katılmıyorum alt kategorili soru,
2. Tasarım sürecinde en çok hangi aşamada zorlandıklarını işaretleyecekleri 1 adet çoktan seçmeli soru,
3. Mühendislik tasarım sürecinin işleyişine yönelik 3 adet açık uçlu soru.

Tablo 27’de TSDF’den elde edilen araştırma sorusuna yönelik bulgular verilmiştir.

Tablo 27

TSDF dokümanlarından elde edilen bulgular

“Katılıyorum/Kısmen Katılıyorum/Katılmıyorum” alt kategorilerinde cevap verilen sorular			
İfadeler	Frekans		
	Katılıyorum	Kısmen	
		Katılıyorum	Katılmıyorum
Kılavuz işimizi kolaylaştırdı.	9	9	6
Kılavuzdaki yönergeleri takip etmekte zorlandım.	-	2	22
Grup çalışması yerine tek başıma çalışmayı tercih ederdim.	2	2	19
Grup arkadaşlarımla birlikte işbirliği içinde çalışabildim.	21	2	-
Tasarım sürecindeki aşamaları başka çalışmalarda da kullanmak isterim.	16	6	1

Çoktan seçmeli soru

En çok hangi aşamada zorlandınız?	Frekans
Problemi belirle ve tanımla	1
Kriter ve sınırlılıkları belirle	1
En iyi çözümü seç	1
Bir prototip oluştur	5
Çözümleri test et ve değerlendir	6
Çözümü sun	-
Yeniden tasarla	3
Hiçbiri	7

Açık uçlu sorular

1.soru: Mühendislik tasarım sürecinde genellikle birden fazla çözüm olabilir mi yoksa çözüm genellikle tek midir?	
İfadeler	Frekans
Genellikle birden fazladır	23
Boş	1

2.soru: Sınırlılıklar ve kriterler çelişebilir mi?	
İfadeler	Frekans
Çelişebilir	16
Çelişiyorsa problem yeniden gözden geçirilmelidir.	3
Birbirini tamamlar	5

3.soru: Tasarım sürecinde aşamalar her zaman sırasıyla takip edilebilir mi yoksa döngüsel bir yol mu izler?	
İfadeler	Frekans
Sırasıyla takip edilmelidir yoksa süreç karışır	7
Döngüsel olabilir	14
Aşamaları takip etmek gerekli değil	3

Tablo 27 incelendiğinde, “Kılavuz işimizi kolaylaştırdı.” İfadesine katılan/kısmen katılan/katılmayan öğrenci sayılarının homojene yakın bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Gözlem notları ve MTSK dokümanlarından elde edilen bulgularla birlikte değerlendirildiğinde öğrencilerin verileri kaydetme konusundaki

isteksizliklerinin olumsuz cevaplara, kılavuzun yönlendirici etkisiyle daha sistematik çalışabilmiş olmalarının olumlu cevaplara yansması olarak değerlendirilebilir. Öğrencilerin kılavuzdaki yönergeleri takip etmekte ve grup çalışmasında zorlanmadığı söylenebilir. Öğrencilerin büyük kısmının mühendislik tasarım süreci ile ilgili edindikleri tecrübeleri başka alanlara taşımaya istekli olduğu söylenebilir.

“En çok hangi aşamada zorlandınız?” sorusuna en sıklıkla verilen cevapların prototip oluşturma ve çözümleri test etme aşamalarının yanı sıra hiçbir aşamada zorlanmadığını söyleyen de 7 öğrenci olmuştur. Gözlem notları ile birlikte değerlendirildiğinde öğrencilerin tasarım aşamalarında değil, zaman baskısı nedeniyle zorlandıkları söylenebilir.

Başlangıçtaki beklentilerin uygulama sonunda elde edilenlerle ne derecede örtüştüğü, oldukça yüksek bir noktada başlayan öğrenci motivasyonlarının bu seviyede kalıp kalmadığı uygulama süresince ve uygulama sonrasında elde edilen diğer bulgular ile birlikte değerlendirilmiştir.

Mühendislik tasarım sürecinin işleyişine yönelik açık uçlu sorulara verilen cevaplar incelendiğinde, çözümlerin genellikle birden fazla olduğunu; tasarım sürecinin döngüsel ilerlediğini ama bir sistematığı olduğunu; kriter ve sınırlılıkların bazen çelişebileceğini öğrencilerin büyük kısmının fark ettiği söylenebilir.

Özetle;

Mühendislik tasarım sürecinin öncesinde, öğrencilerin mühendislik alanların örnekler verebildikleri ancak, mühendislik tasarım sürecine hâkim bir bilgi birikimine sahip olmadıkları söylenebilir.

Mühendislik tasarım süreci sırasında, verilen MTSK'nin öğrenciler tarafından kullanışlı ve anlamlı bulunduğu, tasarım sürecinin adımlarını kılavuz aracılığıyla hem öğrendikleri hem de kolayca takip edebildikleri, kılavuzun sürecin planlı ilerlemesi ve kolaylaşmasını sağladığı söylenebilir. Bununla birlikte öğrenciler kılavuza geçirdikleri aşamaları kaydetme konusunda isteksiz davranmışlardır. Öğrencilerin büyük kısmı bunun zaman kaybı olduğunu ve kayıt tutmak isteseler bile neyi nasıl not edeceklerini bilemediklerini ifade etmiştir.

Mühendislik tasarım sürecinin planlanandan daha geç bir zamanda başlaması, planlanan sürenin prototipin test aşaması ve yeniden tasarlama aşamaları için yeterli

olmaması öğrencilerin motivasyonlarının en yüksek olduğu bu aşamada acele etmelerine, istedikleri nitelikte ürünler ortaya koyamamalarına ve MTSK deki bölümlere yaptıkları işlemleri kaydetmemelerine neden olmuştur. Tüm gruplarda eksiksiz kaydedilen tek bölüm taslak çizimler olmuştur. Bu olumsuzluk sunumlarına da yansımıştır.

Mühendislik tasarım süreci sonrasında öğrencilerin bu çalışma aracılığıyla mühendislik tasarım sürecinin aşamalarını öğrendiklerini, kılavuzdaki yönergeleri takip etmekte ve grup çalışmasında zorlanmadığı, mühendislik tasarım süreci ile ilgili edindikleri tecrübeleri başka alanlara taşımaya istekli olduğu söylenebilir.

Tasarım sürecinin başlangıcında verilen BTHP, tasarım öncesinde edindikleri tüm bilgileri kullanarak bir çözüm geliştirmelerine elverecek niteliktedir. Tüm gruplar çözüm geliştirebilmiştir. Resim 8’de grupların elde ettiği fotoğraflardan örnekler gösterilmiştir. Edindikleri bilgileri kullanabilmiş ve mühendislik tasarım sürecinin adımlarını takip edebilmiştir. Ancak bu sürecin zaman ve saat planlaması gözden geçirilmelidir. Tüm uygulama süresi aynı kalabilir ancak tasarım öncesi sürece daha az, tasarım sürecine daha uzun zaman ayrılmalıdır. Öğrencilerden gelen dönütler de bu yöndedir.



Resim 8. Grupların elde ettiği fotoğraflardan örnekler.

4.1.5. Araştırmanın Birinci Sorusunun e Maddesine İlişkin Bulgular. Bu bölümde birinci araştırma sorusunun “Bu tasarımda yer alan sanat ögesinin diğer alanlarla bütünleşme durumu nedir?” şeklinde ifade edilen beşinci alt sorusunun cevabı aranmıştır. Bu amaçla, RTKDF ve ÖDF dokümanlarının ile gözlem ve odak grup görüşmesi notlarının araştırma sorusu çerçevesinde ilgili bölümleri incelenmiştir.

Bu öğretim tasarımında sanat ögesi iki ders içeriğinde karşımıza çıkmaktadır:

1. Resim ve Teknoloji: Camera Obscura
2. Resim ve Teknoloji: Rönesans

Buna göre, iki ders içeriğinde araştırma sorusuna yönelik bulgular ayrı başlıklar altında incelenecektir.

4.1.5.1. Resim ve teknoloji: Camera obscura dersi. Ders planında da görülebileceği gibi (bkz. EK-T) derse giriş etkinliği olarak öğrencilere camera obscura kullanarak resim yapan ressamlarla ilgili görseller gösterilmiş ve bu görselleri üçgenlerde benzerlik ve optik derslerinde öğrendikleri bilgilerle açıklamaları istenmiştir. Bu aşamadan sonra Rönesans döneminden birçok ressamın camera obscura ve benzeri teknolojileri kullanarak resimlerini daha gerçekçi ve perspektif kurallarına uygun biçimde çizdikleri açıklanmıştır. Bu resamlara örnek olarak camera obscura kullandığı rivayet edilen Johannes Vermeer verilmiştir. Ressamı tanımaları için ünlü İnci Küpeli Kız resminin bir kopyası gösterilmiştir. Ödev olarak “Tim’s Vermeer” adlı belgeseli izlemeleri istenmiş, bu belgesele ulaşabilecekleri bir link Moodle’da paylaşılmıştır.

Bu derste yer alan sanat ögesinin sürece etkisi araştırmacı ve ikinci gözlemci gözlem notlarından elde edilen bulgular üzerinden incelenmiştir.

4.1.5.1.1. Uygulayıcı (araştırmacı) gözlem notları. “Bu derse kadar öğrenciler sınıf ortamında, düz anlatım, soru-cevap, tartışma gibi yöntemlerle işlenen dersler yapmışlardı. Ama camera obscura dersi başında sınıfa girip onları bahçeye davet ettiğimde bütün sınıfta bir coşku dalgası oluştu. Bahçeye çıktığımızda ortada duran büyük kutu büyük bir merak oluşturdu. Bunun gibi kutuların ressamlar tarafından bir dönem kullanıldığını söylediğimde şaşkınlık, gülüşmeler, merak gibi ilgilerinin daha da yoğunlaştığını gösteren tepkiler verdiler. Camera obscura ile resim yapan ressamlarla ilgili iki görseli kutunun üstüne bıraktım. İncelemelerini, bu görselleri şimdiye kadar öğrendikleri ile açıklamalarını istedim. Hepsi dikkatle görselleri

inceledi. Uzun bir sessizlik oldu. Bilgilerini kullanarak ve birbirlerinin ağzından sözü alıp tamamlayarak kutunun içinde görüntünün nasıl oluştuğunu ve neden ters oluştuğunu açıklayabildiler. Kutunun bu amaçla kullanılmış olması onları çok şaşırttı. Kutu içine girip gözlem yapmak için sabırsızlanmaya başladılar.

Vermeer'den bahsettiğimde kimse bu ressamı tanımadı. Ama İnci Kúpeli Kız resmini gösterince büyük kısmı resmi tanıdı. O'nun resimlerinin bazı özelliklerinden ve camera obscura kullandığının rivayet edildiğinden bahsettim. "Tim's Vermeer" belgeselini izlemelerini istedim. İlgilerini çekti. Hemen bu akşam izleyeceğini söyleyen öğrenciler oldu.

Derse giriş ve devamında ressamlar ve resim sanatı ile konuyu ilişkilendirmiş olmak çok etkileyici ve dikkat çekici bir unsur olarak tüm dersi ve diyalogları yönlendirdi."

Bir sonraki camera obscura dersinde kimlerin belgeseli izlediğini sorduğumda 14 kişi el kaldırdı.

4.1.5.1.2. İkinci gözlemci (Kimya öğretmeni) gözlem notları. "Derse giriş etkinliği çok güçlüydü. Tüm öğrenciler sürece odaklandı."

Özetle; camera obscura dersinde kullanılan sanat ögesinin öğrencilerde merak, şaşkınlık, ilgi ve heyecan uyandırdığı gözlenmiştir. Derse odaklanmalarında güçlü bir etkisi olduğu ve öğrendikleri bilgilerin hayatla bağını güçlendirdiği söylenebilir.

4.1.5.2. Resim ve teknoloji: Rönesans dersi. Bu ders görsel sanatlar alan uzmanı tarafından yürütülmüştür. Yapılan ön çalışmalara rağmen ders içeriği ve süresi araştırmacının alan bilgisi dışında olduğundan görsel sanatlar alan uzmanı tarafından yönlendirilmiştir. Ancak hem süre hem de içerik olarak iyi planlanamamıştır.

Görsel sanatlar alan uzmanı tüm hazırlık sürecinde en çok katkı sağlamak isteyen katılımcılardan biridir. Görüşmelere en çok zaman ayıran katılımcıdır. Tüm çalışma süresince iyi niyetli bir çaba göstermiştir. Ancak "Resim ve Teknoloji: Rönesans" dersini resim sanatının tarihsel gelişimi ve dönüşümünü anlatabilmek için bir fırsat olarak görmüş, verdiği çok fazla bilgi ve detay içinde dersin kazanımları ve camera obscura dersi ile ilgili bağlantı kaybedilmiştir. Bir ders saati planlanan ders iki ders saatine uzamış ve sonlandırılmamıştır.

Bu derste yer alan sanat ögesinin sürece etkisi RTKDF ve ÖDF dokümanlarından, odak grup görüşmesi, araştırmacı ve görsel sanatlar alan uzmanının gözlem notlarından elde edilen bulgular üzerinden incelenmiştir.

4.1.5.2.1. RTKDF dokümanlarından elde edilen bulgular. KDF sonuçları incelendiğinde (bkz. Tablo 14) diğer KDF sonuçlarına göre en düşük ortalamanın RTKDF sonuçları olduğu görülmektedir. Aynı zamanda standart sapması en yüksek olan form da yine RTKDF'dir.

RTKDF soruları görsel sanatlar alan uzmanı tarafından hazırlanmıştır. Bu soruların başta belirlenmiş kazanımlar ve bağlamın dışında detaylar ve bilgiler içermektedir. Ayrıca dersin işlenişi sırasında konunun gereğinden fazla detaylandırılmış olmasının öğrencilerin dikkatinin dağılmasına ve ilgilerinin azalmasına neden olduğu gözlenmiştir. Bu gözlemi destekleyen dönütler odak grup görüşmelerinde ve ÖDF dokümanlarında da alınmıştır. Bu etkenler RTKDF sonuçlarına yansımıştır.

Bununla birlikte, RTKDF formunda bir önceki ders olan camera obscura dersi ile bağlantılı olan 7.soru analiz edildiğinde (bkz. Tablo 17) ortalamalardan elde edilen sonuçlarla tezat bir bulgu ortaya çıkmıştır. RTKDF, tüm KDF'ler arasında en düşük ortalaması olan form olmakla birlikte 7.soru öğrencilerin büyük bir bölümü tarafından eksiksiz biçimde doğru açıklanarak çözülmüştür. 4 öğrencinin açıklamaları kısmen yeterlidir.

4.1.5.2.2. ÖDF dokümanlarından elde edilen bulgular. Tüm sürecin sonunda uygulanan Öz Değerlendirme Formunda (bkz. EK-N) 11 adet katılıyorum/kısmen katılıyorum/katılmıyorum alt kategorili soru; 4 adet açık uçlu soru bulunmaktadır. Bu bölümde "Bu tasarımda yer alan sanat ögesinin öğrenme sürecine etkisi nasıldır?" sorusuna yönelik olarak 4.açık uçlu soruya verilen cevaplar içerik analizine tabi tutulmuştur. Araştırma sorusuna yönelik ÖDF'den elde edilen bulgular Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 28

ÖDF dokümanlarında araştırma sorusu 1.e'ye yönelik bulgular

Soru 4: Bu çalışmanın sanat ile ilişkili olmasının öğrenme sürecinize katkısı oldu mu? Açıklayınız.	
İfadeler	frekans
Hayır	13
Çalışma sürecine katkısı olmadı ama bilimsel gelişmeler ve sanatın birleşimini görmek zevkli	4
Evet	6

Tablo 28 incelendiğinde, 13 öğrenci bu çalışmanın sanat ile ilişkili olmasının öğrenme süreçlerine katkı sağlamadığı yönünde; 6 öğrenci ise katkı sağladığı yönünde görüş bildirmiş ancak bu düşüncelerini açıklamamışlardır. 4 öğrenci ise çalışma sürecine katkısı olmasa da sanat ögesinin çalışmayı daha zevkli hale getirdiği yönünde görüş bildirmiştir. Öğrencilerin büyük bir bölümünün sanat ögesinin öğrenme sürecine katkısı olmadığını düşündüğü söylenebilir.

4.1.5.2.3. Odak grup görüşmesi notlarından elde edilen bulgular. Resim ve Teknoloji: Rönesans dersi sonunda yapılan odak grup görüşmesinde “Ders nasıl geçti?” sorusu sorulduğunda öğrencilerden çok sayıda dönüt alınmıştır. Bu dönütlerde sık tekrarlanan üç ifade öğrencilerle görüş birliği ile tahtaya yazılmış ve kimlerin hangi ifadeye katıldığı sorulmuştur. Buna göre, “Çok sıkıldım. Çok uzundu.” ve “Camera obscura dersinde bahsettiğimiz kadarı yeterliydi bence.” İfadelerine 15’den fazla öğrenci katılmıştır. “Sıkılmadım. Genel kültür olarak değerlendirdim.” İfadesine ise 7’den az öğrenci katılmıştır. (bkz. Tablo 21)

4.1.5.2.4. İkinci gözlemci (Araştırmacı) gözlem notlarından elde edilen bulgular. “Görsel sanatlar alan uzmanı, yapılan ön çalışmalar sırasında bu çalışma konusunda çok heyecanlandığını, bunun çok faydalı olacağı düşüncesinde olduğunu, her türlü katkıyı sağlayacağını defalarca dile getirdi. Bu konuda çok samimi ve yardım sever davrandı. Görüşmelere en çok zaman ayıran öğretmen olduğunu söyleyebilirim. Ancak, bu görüşmelerde çerçeveyi oluşturmak konusunda da bir o kadar zorlandık. Konu sürekli saptı. Hazırladığı konu değerlendirme formu sorularının konuyla bağlantılı olup olmadığını değerlendirecek kadar alana hâkim değilim.

Dersin başlangıcında öğrencilerin camera obscura dersinden ve Tim’s Vermeer belgeselinden öğrendiklerini paylaşmak konusunda istekli ve katılımcı olduklarını

gözlemledim. Ancak ders sunum eşliğinde antik dönem resim sanatı ile başlayıp modern resim sanatına doğru ilerledikçe öğrencilerin giderek ilgi ve dikkatlerinin dağıldığını gözlemledim. Konunun işlenişi ve ders sonu verilecek RTKDF'deki soruların büyük kısmının dersin kazanımları ile bağlantısının zayıf olduğunu ancak dersi izlerken anlayabildim.”

4.1.5.2.5. Uygulayıcı (görsel sanatlar alan uzmanı) gözlem notlarından elde edilen bulgular. “Konu biraz dağıldı ama tarihsel olarak sanatın gelişimini bilmeden Rönesans’ı anlamak mümkün değildir. Yine de zevkli bir ders oldu. Ama değerlendirmede görülüyor ki detaylar akıllarda kalmamış.”

Özetle; RTKDF ve ÖDF dokümanlarından, gözlem ve odak grup görüşmesi notlarından elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde Resim ve Teknoloji: Rönesans dersinin iyi planlanamamış olması nedeniyle sanat ögesinin diğer alanlarla yeterince bütünleşmediği söylenebilir.

Bu dersin iyi planlanamamış olmasının nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Rönesans sonrası ressamı optik araçlar kullanmaya yönelten düşünce biçimi ve sanat anlayışının neler olduğu konusu araştırmacının alan bilgisi ve eğitiminin çok dışındadır. Bu yüzden ders planı, materyalleri ve konu değerlendirme sorularının görüş birliği içinde hazırlanması mümkün olmamıştır.
2. Görsel sanatlar alan uzmanı çalışmaya katkı sağlamak için iyi niyetli bir çaba içinde olmuştur. Ancak, dersi resim sanatının tarihsel gelişimini açıklamak üzerine kurgulamıştır. Böylece gereğinden fazla bilgi ve detay içinde dersin kazanımları ve camera obscura dersi ile ilgili bağlantı kaybedilmiştir.

4.2. Araştırmanın İkinci Sorusuna İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci sorusu “Tüm STEM alanlarını tamamen yapılandırılmış biçimde birbirine bağlayan bir öğretim tasarımı öğretmenlerin STEM eğitimine bakış açıları üzerinde nasıl bir değişime neden olur?” olarak belirlenmiştir. Araştırma sorusuna yönelik olarak öğretmenlerle görüşme ve gözlem notlarından elde edilen bulgulara bu bölümde yer verilmiştir.

4.2.1. Öğretmenlerle Yapılan Görüşmelerden Elde Edilen Bulgular. Tüm çalışma tamamlandıktan sonra fizik, kimya, biyoloji ve matematik alan uzmanları ile süreci değerlendirmek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşme notları kimya alan uzmanı ile birlikte incelenmiştir. Sorulan sorulara alan uzmanlarının verdiği cevapların içerik analizi kimya alan uzmanı ile birlikte yapılmıştır. Alan uzmanları tarafından sık kullanılan ifadeler kodlanmış ve hangi alan uzmanı tarafından kullanıldığı işaretlenmiştir. Bulgular Tablo 29’da özetlenmiştir.

Tablo 29 incelendiğinde fizik, biyoloji ve matematik öğretmenlerinin başlangıçta sürecin düzgün işleyip işlemeyeceği, çalışmanın amacına uygun ilerleyip ilerlemeyeceği konusunda tereddütleri olduğu soru 1’e verdikleri a. ve b. cevaplarında görülmektedir. Kimya öğretmeni çalışmanın başlangıcında tereddüt yaşadığına dair bir ifade kullanmamıştır. Matematik ve biyoloji öğretmenleri ders planında ve anlatım sırasında alışkanlıklarının ve tarzlarının dışına çıkmak durumunda kaldıklarını belirtmiştir. Öğretmenlerin tümü taslak planların koordinasyonu kolaylaştırdığı ve kendilerinden bekleneni iyi ifade ettiği yönünde görüş bildirmiştir. Hazırlık ve değerlendirme sürecinde ölçme-değerlendirme uzmanı ve araştırmacının ortak çalışması ile ders planlarında ve değerlendirme sorularında geri bildirimler yapılmıştır. Değerlendirme sorularının ve cevap anahtarlarının büyük bir kısmı araştırmacı tarafından hazırlanmış ve öğretmenlerle görüş birliğine ulaşılarak son haline getirilmiştir. Sürecin bu şekilde işlemiş olmasını kastederek öğretmenlerin tamamı planlama ve değerlendirme sürecinin beklenenden kolay olduğunu söylemiştir. Tüm öğretmenler öğrencilerin disiplinler arası ve disiplinlerin yaşamla bağıntı kuracak bir deneyimden geçtiğini fark ettiğini belirten ifadeler kullanmışlardır. Başta yaşadıkları tedirginliğin yerini sürecin sonunda çalışmanın amacına uygun ilerlediği görüşüne bıraktığı görülmektedir. Tüm öğretmenler başka uygulamalar yapılabileceğini dile getirmiş ancak koordinasyonun daha kolay sağlanması ve tüm sürece hâkim olabilmek için düzenli olarak birlikte çalışan bir ekip olması gerektiğini söylemişlerdir. Tüm öğretmenler kendi alanlarını merkeze alarak ve en az bir diğer STEM alanı ile bağlantılı örnek verebilmiştir.

Tablo 29

Öğretmenler ile Yapılan Görüşmelerde 2.Araştırma Sorusuna Yönelik Bulgular

Soru 1: Bu çalışmaya başlarken hepimizin ortak görüşü disiplinler arası çalışma için gerekli zamanın olmamasıydı. Sizce bu çalışmada zaman kısıtı ve fiziksel engellere rağmen disiplinler arası verimli bir çalışma gerçekleştirebildik mi?

İfadeler	Alan uzmanları			
	Fizik	Kimya	Biyoloji	Matematik
a. Çalışmanın başında iletişim güçlüklerinin nasıl aşılaacağı, nasıl koordinasyon kurulacağı, kendinden beklenenleri doğru anlayıp ona göre bir ders planı yapıp yapamayacağı konularında tedirginlik hissetme	X		X	X
b. Çalışmanın başında işe yarar ve farklı bir uygulama olacağından emin olmama	X		X	X
c. Ders planlarında alışkanlıkların dışına çıkmak durumunda kalma	X	X	X	X
d. Planlama sırasında verilen taslak planların süreci kolaylaştırması. Taslak planların sınırları net çizmiş olması sayesinde asıl planları oluştururken zorluk yaşamama				
e. Hazırlık ve değerlendirme sürecinin beklenenden daha kolay olması	X	X	X	X
f. Çalışmanın sonunda öğrencilerin dersler arasında bağlantı kurduğunun fark edilmesi	X	X	X	X
g. Çalışmanın sonunda öğrencilerin derslerin yaşamla bağımlı kurduğunun fark edilmesi	X	X	X	X
h. Bunun gibi başka uygulamalar yapılabileceği ancak mutlaka iletişimin kolaylaşması ve ortak bir planlama yapılabilmesi için düzenli olarak çalışan bir ekip oluşturulması gerekliliği	X	X	X	X

Soru 2: Sizce yoğun öğretim programlarımız içinde STEM eğitimine alan açmak mümkün mü?

İfadeler	Alan uzmanları			
	Fizik	Kimya	Biyoloji	Matematik
a. İşlediğimiz konulara bu açıdan bakarak yaklaşmak mümkün.	X	X		X
b. Bu çalışmada yapılabildiğini ve işe yaradığını görmüş olduk.	X	X	X	X
c. Öğrencilerin okulda öğrendikleri bilgilerin yaşamdaki karşılığını görmeleri çok önemli.	X	X	X	X

Soru 3: Sizce kendi alanınızı merkeze alarak başka uygulamalar yapmak mümkün mü? Örnek verebilir misiniz?

Örnekler	
Fizik	“Kuvvet konusu ile eklemlerin çalışma biçimi biyoloji dersi ile birleştirilebilir. Öğrencilerden basit bir protez geliştirmeleri istenebilir.”
Kimya	“Termodinamiğin 2.yasası (entropi) ile meteorolojik tahminler ve matematikten olasılık konusu birleştirilebilir.”
Biyoloji	“Biyomimikri müfredatta olmasa da yeni bir teknolojik yaklaşım. Öğretim programı dahilinde bir çok alanla bağı kurulabilir. Canlıların bazı özelliklerini taklit eden teknolojik aletlerin geliştirilmesi bu alana giriyor.”
Matematik	“Olasılık-meteoroloji, istatistik-üretim ihtiyaçlarının analizi, fonksiyon-üretim şeması, trigonometri-uçak ve uydu hareketleri, türev-köprü yapımı bağlantıları kurulabilir. Daha çok matematik ve mühendislik arasında bağlantılar aklıma geliyor.”

4.2.2. Gözlem Notlarından Elde Edilen Bulgular. Bu bölümde araştırmacının çalışmanın başından itibaren öğretmenlerle yaptığı ortak çalışmalarındaki gözlem notlarında araştırma sorusuna yönelik bulgular özetlenmiştir.

1. Çalışmanın başlangıcında sürecin nasıl işleyeceği öğretmenlere anlatıldı. İstekli ve yardımsever davrandılar.
2. Taslak planlar öğretmenlere verildi. Bu planlar tüm dersler için öğretmenlerin alışık oldukları konu akışının dışında idi. Taslak plana uygun ders planları oluşturduklarını düşünerek hazırladıkları ilk planlar hep uyguladıkları standart planların çok az değişikliğe uğramış bir versiyonuydu. Hazırlanan ilk planlara dönütler verilerek biraz daha değiştirildi ancak yine de ders planlarının tam olarak taslak planlara göre düzenlenebildiği söylenemez. Daha çok bir orta yol bulundu denilebilir. öğretmenler alışkanlıklarının dışına çıkmaya “farkında olmadan” direnç gösterdiler. Yine de taslak planları ve değerlendirme sorularını hazırlamış olmak süreci çok hızlandırdı. İletišimi çok kolaylaştırdı.
3. Çalışmanın sonunda yapılan görüşmelerde fizik, biyoloji ve matematik öğretmenleri başlangıçta bu çalışmanın çok fazla iş yükü getireceğini düşündüklerini ama bekledikleri gibi olmadığını söyledi. Kimya öğretmeni ise ölçme-değerlendirme uzmanı ve araştırmacı ile birlikte uygulamanın tüm aşamalarında yer aldığından dolayı çalışma ile ilgili daha çok olumlu beklentiler geliştirdi. Özellikle uygulamalı derslerde araştırmacı ile birlikte gözlemci olarak bulunduğu için çalışmanın öğrenciler üzerindeki etkilerini çok daha uzun süre ve yakından gözleme şansı buldu. Özellikle sınıfta derslere çok az katılım gösteren bazı öğrencilerin uygulamalı camera obscura ve mühendislik tasarım sürecinde en ön planda ve istekli öğrenciler olmasına çok defa dikkat çekti.
4. Çalışmanın sonunda yapılan görüşmelerde tüm öğretmenler bu çalışmanın amacına uygun şekilde gerçekleştirilebildiği konusunda hemfikir oldu. Başka uygulamalar yapılabileceğini kendiliğinden dile getirdi. Neler yapılabileceği sorulduğunda hepsi örnekler verebildi.
5. Çalışmanın sonunda yapılan görüşmelerde tüm öğretmenler iletişimi araştırmacının kolaylaştırdığını söylemekle birlikte düzenli olarak birlikte çalışan bir ekip içinde oldukları takdirde hem kendilerini sürece daha hakim

hissedeceklerini hem de kurgunun oluşmasına daha fazla katkı sağlayabileceklerini söylediler.

Özetle, öğretmenlerin başlangıçta çalışmanın amacına uygun ilerleyeceği konusunda tereddütleri olmasına karşın sürecin sonunda tüm öğretmenler öğrencilerin disiplinler arası ve disiplinlerin yaşamla bağına kuracak bir deneyimden geçtiğini fark ettiğini belirten ifadeler kullanmışlardır. Başta yaşadıkları tedirginliğin yerini sürecin sonunda çalışmanın amacına uygun ilerlediği görüşüne bıraktığı görülmektedir. Planlama aşamasında araştırmacı tarafından önceden taslak planların ve değerlendirme sorularının hazırlanmış olması hem iletişimi kolaylaştırmış hem de planlama sürecini hızlandırmıştır. Bununla birlikte ders planları tam olarak taslak planlara göre düzenlenememiş, daha çok bir orta yol bulunmuştur. Çalışmanın sonunda tüm öğretmenler başka uygulamalar yapılabileceğini dile getirmiştir. Neler yapılabileceği sorulduğunda tümü alanlarını merkeze alan ve en az bir diğer STEM alanı ile bağlantılı örnek verebilmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda düzenli olarak birlikte çalışan bir ekip içinde oldukları takdirde hem kendilerini sürece daha hâkim hissedeceklerini hem de kurgunun oluşmasına daha fazla katkı sağlayabileceklerini ifade etmişlerdir.

Öğretmenlerin tümünün öğretim programı dâhilinde STEM eğitim yaklaşımına göre uygulamalar yapılabileceği ve bu yaklaşımla yapılan uygulamaların öğrencilerin disiplinler arası ve disiplinlerin yaşamla bağlantılarını fark etmelerine katkı sağladığı yönünde görüş geliştirdiği söylenebilir. Bununla birlikte bu tür uygulamaların planlanma sürecinde bir ekip oluşması ve her aşamanın birlikte planlanması gerektiğini de vurgulamışlardır.

Öğretmenlerle yapılan görüşme notları ve araştırmacının gözlem notlarından elde edilen bulgular incelendiğinde öğretim tasarımının başlangıçta öğretmenlere yönelik hedeflerine ulaştığı söylenebilir. Öğretim tasarımının hedefleri ile bulgular arasındaki örtüşmeyi açıklamak için Tablo 30'da araştırmanın öğretmenlere yönelik hedefleri, öğretmenlerin uygulama sonrası değerlendirmelerinden elde edilen bulgular bir araya getirilmiştir.

Tablo 30

Öğretim Tasarımının Öğretmenlere Yönelik Hedefleri ile Bulgular Arasındaki Uyum

Öğretim tasarımının öğretmenlere yönelik hedefleri	Uygulama öncesi	
	öğretmenlerin uygulama ile ilgili ön görüşleri	Uygulama sonrası öğretmenlerin değerlendirmeleri
a. Disiplinler arası çalışma için gerekli zamanın var olan koşullar içinde yaratılabileceğini fark edebilmelidir.	<ul style="list-style-type: none"> Çalışmanın amacına uygun ilerleyeceği konusunda tüm öğretmenlerin tereddütleri bulunmaktadır. 	<ul style="list-style-type: none"> Tüm öğretmenler bu uygulamada öğrencilerin disiplinler arası ve disiplinlerin yaşama bağına kuracak bir deneyimden geçtiğini fark ettiğini belirten ifadeler kullanmışlardır.
b. Yoğun öğretim programlarının içinde STEM eğitime alan açılabileceğini fark edebilmelidir.	<ul style="list-style-type: none"> Yoğun öğretim programları nedeniyle STEM eğitime alan açmanın mümkün olmadığını düşünmektedirler. 	<ul style="list-style-type: none"> Tüm öğretmenler başka uygulamalar yapılabileceğini dile getirmiştir. Bununla birlikte bu tür uygulamaların planlama sürecinde bir ekip oluşması ve her aşamanın birlikte planlanması gerektiğini de vurgulamışlardır.
c. Başka uygulamalar için ilham alabilmelidir.		<ul style="list-style-type: none"> Tüm öğretmenler alanlarını merkeze alan ve en az bir diğer STEM alanı ile bağlantılı örnek verebilmiştir.

4.3. ÖZET

Araştırma sorularına yönelik olarak hangi veri toplama araçlarının hangi bölümlerinin analiz edildiği ve elde edilen bulgular Tablo 31’de özetlenmiştir.

Tablo 31

Bulgular Bölümü-Özet

Veri toplama araçları	Yararlanılan veri toplama aracı	Veri toplama aracının araştırma sorusu çerçevesinde analiz edilen bölümleri	Bulgular
STEMAA	X	“Gerçek yaşamla bağlantı” ve “Fen ve matematik derslerinde işlenen ortak konuları bölümleri	<p>Uygulamaya başlamadan önce öğrencilerin;</p> <ol style="list-style-type: none"> Okulda işlenen konuların gerçek yaşamla bağlantısının kurulmasını bekledikleri, ancak bu bağlantının sınırlı olduğunu gördükleri, Fen ve matematik dersleri arasındaki disiplinler arası bağlantıları ve ortak alanları işlem ve hesaplamalar gibi basit matematiksel becerilerde yoğunlukla fark ettikleri söylenebilir. <p>Uygulama sırasında öğrencilerin;</p> <ol style="list-style-type: none"> Tüm derslerde disiplinler arası bağlantıları fark ettiğine dair bulgulara rastlanmıştır. Disiplinler arası bağlantıların en çeşitli ve yoğun gözlemlendiği dersler camera obscura ve mühendislik tasarım süreci olmuştur. Bu derslerde, optik-üçgenlerde benzerlik kuralları-çözümleri hazırlama-veri tablosu oluşturma-camera obscura-iğne deliği fotoğraf makinesi tasarımı arasındaki bağlantıları fark ettikleri söylenebilir. <p>Uygulama sonrasında öğrencilerin;</p> <ol style="list-style-type: none"> Fen ve matematik konularının gerçek yaşamla bağlantısını kurduklarını, Farklı alanlarda öğrendikleri konuları gerçek bir yaşam problemini çözmek için birlikte kullanabildiklerini fark ettikleri söylenebilir. Mühendislik becerilerinin bilim-gerçek yaşam arasında ilişki kurmayı kapsadığı düşünüldüğünde aslında çalışmanın öğrencilerin büyük bir kısmında disiplinlerin gerçek yaşam ve birbirleri arasındaki bağlantıları fark etmelerinde katkı sağladığı söylenebilir.
BDF			
KDF			
Deney raporu			
MTSK			
Gözlem notları			
Odak grup görüşmesi notları	X	“Bu dersin önceki derslerle bağlantısı var mıydı?” sorusunun cevapları	
Öğretmenlerle görüşme notları			
ÖDF	X	a, h, 1 ve 2 maddelerine verilen cevaplar	
TSDf			

Araştırma sorusu: 1.b. Bu tasarımda öğrenciler bir alanda öğrendikleri bilgileri başka bir alana ne ölçüde transfer edebilmiştir?

Veri toplama araçları	Yararlanılan veri toplama aracı	Veri toplama aracının araştırma sorusu çerçevesinde analiz edilen bölümleri	Bulgular
STEMAA			Uygulama sırasında; 1. Tüm derslerde öğrencilerin öğrendikleri bilgileri başka bir alana transfer edebildiğine dair bulgulara rastlanmıştır. 2. En yoğun bilgi transferinin gözlemlendiği dersler öğrencilerin uygulamaya dönük olarak gerçekleştirilen camera obscura dersi ve mühendislik tasarım süreci olmuştur. Bu derslerde, optik-üçgenlerde benzerlik kuralları-çözelti hazırlama-veri tablosu oluşturma-camera obscura-iğne deliği fotoğraf makinesi tasarımı konuları arasında bilgi transferi yapabildikleri gözlemlenmiştir. 3. Optik dersinde ve OKDF’de ışığın doğası ve optik kuralları ile ilgili zorlanan, fizik dersinin zor ve karmaşık olduğunu odak grup görüşmelerinde belirten öğrencilerin camera obscura dersinde gözlemlerini optik kuralları ile çok iyi açıkladıkları gözlemlenmiştir. 4. KDF’lerde disiplinler arası bilgi transferi gerektiren sorulara öğrencilerin büyük bölümü eksiksiz açıklamalarla veya kısmen yeterli açıklamalarla doğru cevaplar verebilmiştir.
BDF			
KDF	X	ÜBKDF: 6.soru, OKDF: 5.ve 6.soru, GKDF: 1.soru, COKDF: 1. ve 2. soru, RTKDF: 7.soru	
Deney raporu			
MTSK			
Gözlem notları	X	Dersin uygulayıcısı ve ikinci gözlemcinin gözlem notlarından bilgi transferi ile ilgili bölümler	
Odak grup görüşmesi notları			
Öğretmenlerle görüşme notları			
ÖDF			
TSDF			

Veri toplama araçları	Yararlanılan veri toplama aracı	Veri toplama aracının araştırma sorusu çerçevesinde analiz edilen bölümleri	Bulgular
STEMAA	X	“21.yy Becerileri” bölümü	<p>Uygulama öncesinde, sırasında ve sonrasında elde edilen bulgular birleştirildiğinde;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Öğrencilerin büyük kısmının (%95,83) bu çalışmanın 21.yy becerilerine katkı sağladığını düşündükleri söylenebilir. 2. Uygulama sonrası öğrencilerin, bu uygulamayı diğer öğrenme deneyimlerinden ayıran özelliklere dair ifadeleri incelendiğinde, bu ifadelerin hem araştırmanın amacı ile hem de öğrencilerin başlangıçta geliştirdikleri beklentilerle örtüştüğü görülmektedir. 3. Öğrencilerin büyük kısmının, tasarım aşaması öncesinde fen, matematik ve teknoloji alanında öğrendikleri bilgileri tasarım aşamasında karşılaştıkları bir bilgi temelli hayat problemini (BTHP) çözmeye kullanabildiği ve kullandığının farkında olduğu görülmektedir. 4. Bu çalışmadan sonra öğrencilerin büyük kısmının (%83,33) bilim ve mühendislik alanlarına ilgisinde olumlu yönde değişim olduğu söylenebilir. 5. Öğrencilerin büyük kısmı uygulamanın toplam süresinde bir değişiklik talep etmek yerine tasarım öncesi kuramsal çerçevenin oluşturulduğu derslere daha kısa; tasarım sürecine ise daha uzun zaman ayrılması gerektiğini ifade etmişlerdir. 6. Tasarım sürecine ayrılması gereken ders süresinin daha uzun olması gerekliliği konusunda araştırmacı ve ikinci gözlemci de öğrencilerle hemfikirdir. Mühendislik tasarım sürecinin konferans ve sınav gibi araya giren başka programlarla bölünmesi, 2.dönemin son haftalarına kaymış olması, zaman kısıtı öğrenci motivasyonunu olumsuz yönde etkilemiştir.
BDF	X	“Bu uygulamanın diğer öğrenme deneyimlerimizden farklı olacağını düşünüyorum. Çünkü...” ve “Bu uygulamanın fark yaratmayacağını düşünüyorum. Çünkü...” şeklinde başlayan ifadelerin cevapları	
KDF			
Deney raporu			
MTSK			
Gözlem notları	X	Dersin uygulayıcısı ve ikinci gözlemcinin gözlem notlarından motivasyon ile ilgili gözlemleri içeren bölümler	
Odak grup görüşmesi notları	X	“Ders nasıl geçti? Kötü giden bir şey oldu mu?” Sorularının cevapları	
Öğretmenlerle görüşme notları			
ÖDF	X	b,c,d,g,h,i,j ve 2.,3. maddelerine verilen cevaplar	
TSDF			

Araştırma sorusu: 1.d. “Bu tasarım öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini deneyimleyebilmeleri için uygun koşulları ne ölçüde sağlar?”

Veri toplama araçları	Yararlanılan veri toplama aracı	Veri toplama aracının araştırma sorusu çerçevesinde analiz edilen bölümleri	Bulgular
STEMAA	X	“Mühendislik” bölümü	<p>Mühendislik tasarım sürecinin öncesinde, öğrencilerin mühendislik alanlarına örnekler verebildikleri ancak, mühendislik tasarım sürecine hâkim bir bilgi birikimine sahip olmadıkları söylenebilir.</p> <p>Mühendislik tasarım süreci sırasında, verilen MTSK’nin öğrenciler tarafından kullanışlı ve anlamlı bulunduğu, tasarım sürecinin adımlarını kılavuz aracılığıyla hem öğrendikleri hem de kolayca takip edebildikleri, kılavuzun sürecin planlı ilerlemesi ve kolaylaşmasını sağladığı söylenebilir. Bununla birlikte öğrenciler kılavuza geçirdikleri aşamaları kaydetme konusunda isteksiz davranmışlardır. Öğrencilerin büyük kısmı bunun zaman kaybı olduğunu ve kayıt tutmak isteseler bile neyi nasıl not edeceklerini bilemediklerini ifade etmiştir.</p> <p>Mühendislik tasarım sürecinin planlanandan daha geç bir zamanda başlaması, planlanan sürenin prototipin test aşaması ve yeniden tasarlama aşamaları için yeterli olmaması öğrencilerin motivasyonlarının en yüksek olduğu bu aşamada acele etmelerine, istedikleri nitelikte ürünler ortaya koyamamalarına ve MTSK deki bölümlere yaptıkları işlemleri kaydetmemelerine neden olmuştur. Tüm gruplarda eksiksiz kaydedilen tek bölüm taslak çizimler olmuştur. Bu olumsuzluk sunumlarına da yansımıştır.</p> <p>Mühendislik tasarım süreci sonrasında öğrencilerin bu çalışma aracılığıyla mühendislik tasarım sürecinin aşamalarını öğrendiklerini, kılavuzdaki yönergeleri takip etmekte ve grup çalışmasında zorlanmadığı, mühendislik tasarım süreci ile ilgili edindikleri tecrübeleri başka alanlara taşımaya istekli olduğu söylenebilir.</p> <p>Tasarım sürecinin başlangıcında verilen BTHP, tasarım öncesinde edindikleri tüm bilgileri kullanarak bir çözüm geliştirmelerine elverecek niteliktedir. Tüm gruplar çözüm geliştirebilmiştir. Edindikleri bilgileri kullanabilmiş ve mühendislik tasarım sürecinin adımlarını takip edebilmiştir. Ancak bu sürecin zaman ve saat planlaması gözden geçirilmelidir. Tüm uygulama süresi aynı kalabilir ancak tasarım öncesi sürece daha az, tasarım sürecine daha uzun zaman ayrılmalıdır. Öğrencilerden gelen dönütler de bu yöndedir.</p>
BDF			
KDF			
Deney raporu			
MTSK	X	MTSK dokümanlarının dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilmesinden elde edilen bulgular	
Gözlem notları	X	Uygulayıcı ve ikinci gözlemcinin mühendislik tasarım süreci derslerinde bu derslerin tasarım sürecini deneyimlemek için uygun koşulları ne ölçüde sağladığına dair gözlemleri içeren bölümler	
Odak grup görüşmesi notları			
Öğretmenlerle görüşme notları			
ÖDF	X	e, f, k ve l maddeleri	
TSDF	X	Formun tamamı	

Araştırma sorusu: I.e. “Bu tasarımda yer alan sanat ögesinin diğer alanlarla bütünleşme durumu nedir?”

Veri toplama araçları	Yararlanılan veri toplama aracı	Veri toplama aracının araştırma sorusu çerçevesinde analiz edilen bölümleri	Bulgular
STEMAA			
BDF			
KDF	X	RTKDF	
Deney raporu			
MTSK			
Gözlem notları	X	Dersin uygulayıcısı ve ikinci gözlemcinin gözlem notlarından sanat ögesinin öğrenme sürecine etkisi ile ilgili gözlemleri içeren bölümler	
Odak grup görüşmesi notları	X	“Ders nasıl geçti? Kötü giden bir şey oldu mu?” Sorularının cevapları	
Öğretmenlerle görüşme notları			
ÖDF	X	4.madde	
TSDF			

Araştırma sorusu:	2.	“Tüm STEM alanlarını tamamen yapılandırılmış biçimde birbirine bağlayan bir öğretim tasarımı öğretmenlerin STEM eğitimine bakış açıları üzerinde nasıl bir değişime neden olur?”
--------------------------	-----------	--

Veri toplama araçları	Yararlanılan veri toplama aracı	Veri toplama aracının araştırma sorusu çerçevesinde analiz edilen bölümleri	Bulgular
STEMAA			
BDF			
KDF			
Deney raporu			
MTSK			
Gözlem notları	X	Disiplinler arası çalışma sürecine dair gözlem notlarının tümü	
Odak grup görüşmesi notları			
Öğretmenlerle görüşme notları	X	Görüşme notlarının tümü	
ÖDF			
TSDF			

Bölüm 5

Tartışma ve Sonuçlar

5.1. Araştırma Sorularının Bulgularının Tartışılması

Bu araştırmanın amacı, tüm STEM alanlarını tamamen yapılandırılmış biçimde birbirine bağlayan bir öğretim tasarımının öğrencilerin mühendislik tasarım süreci konusundaki deneyimleri, STEM alanları arasındaki bağlantıları fark etme durumları ve motivasyonları; öğretmenlerin ise STEM eğitime bakış açıları üzerinde nasıl bir değişime neden olduğunu incelemektir.

Araştırmanın, geliştirilen öğretim tasarımının etkilerini çalışma grubunda yer alan öğrenciler ($N=24$) ve öğretmenler ($N=5$) yönünden inceleyen iki temel sorusu vardır. Öğrencilere yönelik olan sorunun cevabı alt problemlere ayrıştırılarak aranmıştır. Bu bölümde; araştırma kapsamında elde edilen bulgular araştırma soruları ve alt problemleri çerçevesinde tartışılacaktır.

5.1.1. Araştırmanın birinci sorusuna yönelik tartışma. Araştırmanın birinci sorusu olan “Tüm STEM alanlarını tamamen yapılandırılmış biçimde birbirine bağlayan bir öğretim tasarımı öğrencilerin mühendislik tasarım süreci konusundaki deneyimleri, STEM alanları arasında bağlantı kurma durumları ve motivasyonları üzerinde nasıl bir değişime neden olur?” sorusunun cevabı alt problemlere ayrıştırılarak araştırılmıştır.

5.1.1.1. Araştırmanın birinci sorusunun a maddesine yönelik tartışma. Bu bölümde, “Bu tasarımın öğrencilerin disiplinlerin gerçek yaşamla ve birbirleriyle bağlantılarını fark etme durumlarına etkisi var mıdır?” şeklinde ifade edilen birinci alt problemine yönelik elde edilen bulgular tartışılacaktır.

Uygulamanın başlangıcında STEMAA uygulanmıştır. Bu ankette disiplinlerin gerçek yaşamla ve birbiriyle bağlantısına yönelik sorular vardır. Öğrencilerin bu sorulara verdikleri cevaplar içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Buna göre öğrencilerin; okulda işlenen konuların gerçek yaşamla bağlantısının kurulmasını bekledikleri, ancak bu bağlantının sınırlı olduğunu gördükleri, en çok fizik dersindeki

optik konusunda bağlantıyı fark ettikleri; fen ve matematik dersleri arasında disiplinler arası bağlantıları işlem ve hesaplamalar gibi matematiksel becerilerde yoğunlukla fark ettikleri görülmüştür. STEMAA, başlangıçta öğrencilerin disiplinlerin gerçek yaşamla ve birbiriyle bağlantısını ne ölçüde fakında oldukları konusunda bir referans noktası sağlamıştır.

Uygulama sırasında, ders sonlarında yapılan odak grup görüşmeleri ile öğrencilerin, (başlangıçta belirttikleri optik konusu ve hiç bahsetmedikleri üçgende benzerlik, çözelti hazırlama, veri tablosu oluşturma, gözün görme prensibi gibi) tüm derslerde disiplinler arası bağlantılar fark ettikleri belirlenmiştir. Bu bağlantılar özellikle uygulamaya dönük olan camera obscura ve mühendislik tasarım süreci derslerinde çok çeşitlenmiş ve derse yansıtılmıştır. Ayrıca öğrencilerin beklenmedik bağlantılar kurdukları da gözlenmiştir. Bir tema etrafında problemi belirlemeye ve çözmeye çalışırken tüm disiplinlerden edindikleri bilgileri daha etkili şekilde kullanabildikleri söylenebilir.

Disiplinlerin gerçek yaşamla bağımlı güçlendirmek adına öğretim tasarımında yer alan Resim ve Teknoloji: Rönesans dersinin ise bağlantı kurmalarına katkı sağlamadığı görülmüştür. Bu bulgu, araştırmanın birinci sorusunun e maddesinde ayrıca tartışılacaktır.

Uygulama sonrasında ÖDF uygulanmıştır. Bu formda disiplinlerin gerçek yaşamla ve birbiriyle bağlantısına yönelik sorular vardır. Bu sorulara öğrencilerin verdiği cevaplar içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Buna göre deneyimledikleri öğretim tasarımında öğrencilerin, fen ve matematik konularının gerçek yaşamla bağlantısını kurdukları, farklı alanlarda öğrendiklerini bir yaşam problemi çözmek için birlikte kullanabileceklerini fark ettikleri belirlenmiştir.

Geliştirilen öğretim tasarımının öğrencilere yönelik hedeflerinden biri “Öğrenciler, disiplinlerin gerçek yaşamla ve birbirleriyle bağlantılarını fark edebilmelidir.” şeklindedir. Elde edilen bulgulara göre, öğretim tasarımının bu hedefe ulaştığı söylenebilir.

5.1.1.2. Araştırmanın birinci sorusunun b maddesine yönelik tartışma. Bu bölümde, “Bu tasarımda öğrenciler bir alanda öğrendikleri bilgileri başka bir alana ne ölçüde transfer edebilmiştir?” şeklinde ifade edilen ikinci alt problemine yönelik elde edilen bulgular tartışılacaktır.

Öğrenciler disiplinler arası bağlantıyı fark etse de bir alanda öğrendikleri bilgiyi diğer bir alana etkili bir şekilde transfer edemeyebilir. Fark etme düzeyi ile transfer etme becerisi arasında bir farklılık varsa bunu belirlemek adına oluşturulan bu alt probleme cevap aramak için, her ders sonunda uygulanan KDF dokümanlarında fotoğraf teması ve bir önceki dersle bağlantılı sorular yerleştirilmiş ve bu sorulara verilen cevaplar içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Ayrıca dersler sırasında uygulayıcı ve gözlemci alan uzmanlarının gözlem notlarından bilgilerin transferine dair gözlemler betimsel analiz yöntemiyle analiz edilmiştir.

Öncelikle öğrencilerin dersler bazında hedef kazanımlara ulaşp ulaşmadığı ders sonlarında verilen KDF dokümanlarının cevap anahtarlarına göre; deney raporu ve MTSK dokümanının dereceli puanlama anahtarına göre puanlanmasıyla nicel olarak belirlenmiş, puanların ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Ayrıca KDF dokümanlarını değerlendiren alan uzmanlarının görüşleri alınmıştır. Buna göre, Resim ve Teknoloji: Rönesans dersi dışındaki derslerde hedef kazanımlara büyük ölçüde ulaşıldığı söylenebilir. Öğrencilerin dersler bazında verilenleri öğrendiklerini referans alarak, bu aşamadan sonra öğrendiklerini diğer alanlara ne ölçüde transfer ettiklerine yönelik bulgular tartışılacaktır.

Ders sonlarında verilen tüm KDF dokümanları önceki derslerde öğrenilen bilgiler ve fotoğraf makinesinin çalışma prensibi ile ilişkilendirilmiş, bilgilerini transfer ederek kullanmalarını gerektirecek soru/lar içermektedir. Bu sorulara verilen cevaplar içerik analizi ile analiz edilmiştir. KDF dokümanlarında bu sorulara öğrencilerin büyük bölümü eksiksiz veya kısmen yeterli açıklamalarla doğru cevap verebilmiştir.

Ayrıca uygulayıcı ve gözlemci alan uzmanlarının gözlem notlarından bilgi transferi ile ilgili bölümler betimsel analiz ile analiz edilmiştir. En yoğun transferin öğrencilerin aktif olarak uygulama yaptığı camera obscura ve mühendislik tasarım sürecinde gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu sonuç birinci alt problemdeki bağlantıları fark etme düzeylerinde elde edilen bulgu ile de uyumludur. Öğrencilerin aktif olarak bir tema etrafında, bir gerçek yaşam problemi çözerken bilgi transferinin arttığı söylenebilir.

Gözlem notları ve KDF dokümanları birlikte değerlendirildiğinde önemli bir bulguya daha rastlanmıştır: Optik dersinde ve bu dersin KDF dokümanında optik

kuralları ve ışığın doğasını anlamada zorlanan, odak grup görüşmelerinde fizik dersinin zor ve karmaşık olduğunu belirten öğrencilerin camera obscura dersinde gözlemlerini optik kuralları ile çok iyi açıkladıkları belirlenmiştir. Buna göre entegre STEM eğitiminin öğrencilerin fen derslerine karşı tutumlarını olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

5.1.1.3. Araştırmanın birinci sorusunun c maddesine yönelik tartışma. Bu bölümde, “Bu tasarımın öğrencilerin motivasyonları üzerine etkileri nelerdir?” şeklinde ifade edilen üçüncü alt problemine yönelik elde edilen bulgular tartışılacaktır.

Bu çalışmada geliştirilen öğretim tasarımı öncelikle çalışma grubundaki öğrencilere ve öğretmenlere entegre STEM eğitimi deneyimi yaşatmayı hedeflemektedir. Bu nedenle kapsamı süre ve içerik bakımından oldukça geniş tutulmuş ve merkeze mühendislik tasarım süreci yerleştirilmiştir. Tüm diğer alanlarda edinilen bilgiler üst üste eklenerek ve birbirini tamamlayarak en nihayetinde mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin ihtiyaç duyabilecekleri tüm alan bilgisini kazandırmış olacak biçimde düzenlenmiştir. Öğrenciler aktif olarak uygulama yaptığı Resim ve Teknoloji: Camera obscura dersinde küçük tasarım sorunları ile karşılaştırılmıştır. Bu tasarım sorunları ve derste deneyimlemeleri sağlanan camera obscuraların çalışma prensipleri büyük tasarım problemi ile doğrudan bağlantılıdır. Öğretim tasarımının bu derecede yapılandırılmasının öğrenciler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla oluşturulan bu alt probleme cevap aramak için başlangıçta uygulanan STEMAA ve BDF dokümanları; uygulama sırasında gözlem ve odak grup görüşme notları; uygulama sonrasında ÖDF dokümanları içerik analizi ve betimsel analiz yöntemleri ile analiz edilmiştir.

Başlangıçta uygulanan STEMAA ve BDF bulgularına göre, öğrenciler okuldaki öğrenme yaşantılarını 21.yüzyıl becerilerini kazandırmada kısmen yeterli görmektedir. Uygulanacak öğretim tasarımı ile ilgili ise “dersler arasında bağlantı kurulacak, yaratıcılığımız ve üretkenliğimiz desteklenecek, öğrendiklerimiz gerçek yaşamla birleşecek, eğlenceli olacak ve daha önce denemediğimiz gibi olacak” şeklinde oldukça olumlu ve yüksek beklentiler geliştirdikleri belirlenmiştir.

Uygulama sırasında yapılan odak grup görüşmeleri ve gözlem notlarından araştırma sorusu ile ilgili elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin büyük kısmının tasarım süreci öncesinde öğrendikleri bilgileri tasarım aşamasında karşılaştıkları

tasarım problemini çözmeye kullanabildikleri ve kullandıklarının farkında oldukları belirlenmiştir. Buna göre, yararlanacakları tüm kuramsal çerçeveyi tasarım öncesinde öğrenecekleri şekilde öğretim tasarımını yapılandırmanın tasarım sürecine katkı sağladığı söylenebilir.

Bununla birlikte, 14 hafta için planlanan öğretim tasarımı geniş bir zaman aralığına yayıldığı için zaman planlamasında bazı problemler yaşanmış ve akışta aksamalar olmuştur. Planlanandan daha geç bir tarihte tamamlanabilmiştir. Mühendislik tasarım süreci dersleri bu aksamalar nedeniyle okulun son haftalarına (mayıs-haziran ayları) denk gelmiştir. Bu dersler aynı zamanda öğrencilerin motivasyonlarının en çok yükseldiği aşamadır. diğer öğrenme yaşantılarında derslere katılım göstermeyen bazı öğrenciler bile kendi istekleriyle ders dışı zamanlarda tasarım görevlerini tamamlamak için çalışmışlardır. Prototiplerini geliştirmek, test yapmak ve görevi tamamlamak için daha fazla süre talep etmişler, ancak bu süre sene sonuna gelindiği için verilememiştir.

Uygulama sonrasında ÖDF dokümanlarından araştırma sorusu ile ilgili elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin büyük kısmı uygulamanın toplam süresinde bir değişiklik talep etmek yerine kuramsal çerçevenin oluşturulduğu derslere daha kısa; mühendislik tasarım sürecine ise daha uzun süre ayrılması gerektiğini ifade etmiştir. Bu gereklilik konusunda araştırmacı ve ikinci gözlemci de hemfikirdir.

Ayrıca, ÖDF dokümanlarından öğrencilerin büyük kısmının bilim ve mühendislik alanlarına ilgisinde olumlu yönde değişim olduğuna dair bulgular elde edilmiştir.

Öğretim tasarımının hedefleri arasında “Öğrenciler STEM eğitim yaklaşımını tanıyabilmelidir” ve “STEM alanlarına karşı olumlu tutum geliştirebilmelidir.” şeklinde iki madde yer almaktadır. Söz konusu hedeflerle elde edilen bulgular örtüşmektedir. Buna göre, öğretim tasarımının bu hedeflere ulaştığı söylenebilir.

5.1.1.4. Araştırmanın birinci sorusunun d maddesine yönelik tartışma. Bu bölümde, “Bu tasarım öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini deneyimleyebilmeleri için uygun koşulları ne ölçüde sağlar?” şeklinde ifade edilen üçüncü alt problemine yönelik elde edilen bulgular tartışılacaktır.

Bu araştırmada geliştirilen öğretim tasarımı bir tema etrafında yapılandırılmıştır. Mühendislik tasarım süreci ortaöğretim programlarında yer almamaktadır. Bu nedenle basitçe mühendislik tasarım sürecini deneyimlemelerine ve adımlarını öğrenmelerine fırsat verecek bir tema seçilmiştir. Öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini öğrenmeleri, oluşturacakları ürünün niteliğinden öncelikli tutulmuştur. Buna göre geliştirilen öğretim tasarımının öğrencilerin mühendislik tasarımını deneyimleyebilmeleri için uygun koşulları ne ölçüde sağladığı STEMAA, MTSK, ÖDF ve TSDF dokümanları ile uygulayıcı ve ikinci gözlemci gözlem notlarının içerik analizi ve betimsel analiz yöntemleri ile analiz edilmesiyle araştırılmıştır.

STEMAA dokümanlarından elde edilen bulgulara göre, mühendislik tasarım süreci öncesinde öğrencilerin mühendislik alanlarına örnekler verebildikleri, ancak mühendislik tasarım sürecinin adımlarına hakim bir bilgi birikimine sahip olmadıkları söylenebilir.

Mühendislik tasarım sürecinde öğrencilere tasarım sürecinin adımlarını öğrenmeleri ve süreci aşamalara bölerek sistematik bir şekilde ilerlemeleri için bir kılavuz (MTSK) verilmiştir. MTSK aynı zamanda bir veri toplama aracıdır.

Tasarım sürecinin başlangıcında öğrencilerin kılavuzu incelemeleri için fırsat verilmiştir. Gözlem notlarından ve süreç sonunda uygulanan TSDF dokümanlarından elde edilen bulgulara göre, MTSK dokümanının öğrenciler tarafından kullanışlı ve anlamlı bulunduğu belirlenmiştir.

Tasarım süreci sırasında gözlem notlarından elde edilen bulgulara göre, tasarım sürecinin adımlarını kılavuz aracılığıyla hem öğrendikleri hem de kolayca takip edebildikleri, kılavuzun sürecin planlı ilerlemesi ve kolaylaşmasını sağladığı belirlenmiştir. Bununla birlikte öğrenciler kayıt tutmakta isteksiz davranmıştır. Üzerlerindeki zaman baskısı ve kayıt tutmanın gerekliliğine yeterince inanmamaları buna etken olarak belirlenmiştir. Tüm gruplarda eksiksiz kaydedilen tek bölüm taslak prototip çizimleri olmuştur.

Tasarım süreci sonunda uygulanan ÖDF ve TSDF dokümanlarından ve gözlem notlarından elde edilen bulgulara göre, tüm gruplar tasarım problemine çözümler geliştirebilmiştir. Edindikleri bilgileri kullanabilmiş ve mühendislik tasarım sürecinin

adımlarını takip edebilmiştir. Ancak grupların prototiplerini geliştirmeleri ve elde ettikleri fotoğrafları bir sanat eserine dönüştürmeleri için yeterli süre kalmamıştır. Bu nedenle mühendislik tasarım sürecine ayrılan süre artırılmalıdır. Öğrencilerden gelen dönütler de bu yöndedir.

Öğretim tasarımının hedefleri arasında “Öğrenciler mühendislik tasarım sürecini deneyimleyebilmelidir.” ve “Öğrenciler mühendislik tasarım sürecinin adımlarını öğrenebilmelidir.” şeklinde iki madde yer almaktadır. Söz konusu hedeflerle elde edilen bulgular örtüşmektedir. Buna göre, öğretim tasarımının bu hedeflere ulaştığı söylenebilir.

5.1.1.5. Araştırmanın birinci sorusunun e maddesine yönelik tartışma. Bu bölümde, “Bu tasarımda yer alan sanat ögesinin diğer alanlarla bütünleşme durumu nedir?” şeklinde ifade edilen beşinci alt problemine yönelik elde edilen bulgular tartışılacaktır.

Bu araştırmada geliştirilen öğretim tasarımı bir tema etrafında yapılandırılmıştır. Gerçek yaşamla bağlantılı, bu bağlantıyı güçlendirmek adına sanatla da bağlantılı; fen ve matematik öğretim programları ile ilişkilendirilebilecek ve bu tema üzerinden bir tasarım problemi oluşturabilecek olması gibi kriterler göz önüne alınarak tema olarak “fotoğraf” belirlenmiştir. Fotoğraf, hayatın çok içinde ve gündelik bir konudur. Ayrıca fotoğraf teknolojisindeki tarihsel dönüşüm, öğrencilerin teknolojinin gelişiminin sosyal ve tarihsel bağlamını fark etmelerini sağlayacak niteliktedir. En basit fotoğraf makinesi olarak tanımlayabileceğimiz iğne deliği kameranın tarihsel gelişimi camera obscuraya dayanmaktadır. Bazı Rönesans dönemi ressamlarının camera obscurayı kullanarak resim yaptıklarına dair rivayetler vardır. Sanat bağlantısı ve tasarım probleminin de gerçek yaşam bağlantısı buradan kurulmuştur. Tasarımda yer alan sanat ögesinin öğrenme sürecine etkisi, Resim ve Teknoloji dersleri sonunda uygulanan KDF dokümanları, süreç sonunda uygulanan ÖDF dokümanlarının araştırma sorusuyla ilgili maddesi, gözlem ve odak grup görüşmesi notlarının içerik ve betimsel analiz yöntemleriyle analiz edilmesiyle elde edilen bulgular üzerinden araştırılmıştır.

Sanat ögesinin yer aldığı üç ders vardır: (a) Resim ve Teknoloji: Camera Obscura, (b) Resim ve Teknoloji: Rönesans, (c) Mühendislik Tasarım Süreci. Bu derslerde sanat ögesinin etkisi ayrı ayrı tartışılacaktır.

Resim ve Teknoloji: Camera Obscura konusunun ilk dersi önceki derslerden farklı olarak büyük kapalı bir kutu (camera obscura) çevresinde bahçede işlenmiştir. Mekansal bu farklılığın öğrenci motivasyonunu yükselttiği gözlemlenmiştir. Camera obscura içinde resim yapan bir ressamın gösterildiği bir illüstrasyon öğrencilere gösterilip ressamın yaptığı şeyin ne olduğunu açıklamaları istendiğinde bilgilerini kullanarak ve heyecanla durumu açıklamışlardır. Bu derste giriş etkinliğinin oldukça güçlü bir etkiyle öğrencileri derse odakladığı görülmüştür. Ders sonunda “Tim’s Vermeer” adlı belgeseli izlemeleri ödev olarak istenmiştir. Öğrencilerin büyük kısmının belgeseli izleyerek diğer derse geldiği belirlenmiştir.

Camera Obscura konusunun ikinci dersi kimya laboratuvarında işlenmiştir. Bu kez camera obscuranın içine girmeden gözlem yapılabileceği küçük bir versiyonu kullanılmış ve mum alevi karanlık ortamda gözlenmiştir. Öğrenciler hiçbir yönlendirme olmadan görüntü oluşumunu fotoğraf makinesinin çalışma prensibiyle ilişkilendirebilmiştir.

Gözlem notlarından elde edilen bulgulara göre, Camera Obscura dersinde kullanılan sanat ögesinin öğrencilerde merak, şaşkınlık, ilgi ve heyecan uyandırdığı ve derse odaklanmalarında güçlü bir etkisi olduğu söylenebilir. Ayrıca bilginin transferini de kolaylaştırmıştır. Optik dersinde zorlanan bazı öğrencilerin bu derslerde görüntü oluşumunu kolaylıkla optik kurallar üzerinden açıklayabildikleri görülmüştür.

Resim ve Teknoloji: Rönesans dersinin amacı, Rönesans dönemi sonrası ressamları teknoloji kullanarak resim yapmaya yönelten nedenleri ve zamanın ruhunu anlamaktır. Bu alan araştırmacının uzmanlık alanına çok uzak olduğundan ders görsel sanatlar alan uzmanı tarafından işlenmiştir. 1 ders saati olarak planlanan ders, 2 ders saatine uzamış ve tamamlanamamıştır. Bu ders tüm süreç boyunca araştırmacı ve ölçme-değerlendirme uzmanının kontrolünden çıkan tek bölümdür. Bunun iki temel nedeni vardır:

- a. Ders planı oluşturma, kazanımlara göre değerlendirme, planlanan ders saatine göre dersi yürütme konularında oldukça esnek davranmıştır. Başlangıçta planlanan sınırların dışına taşmıştır.
- b. Gerek araştırmacı, gerekse ölçme-değerlendirme uzmanı görsel sanatlar uzmanı tarafından hazırlanan ders materyallerinde ve değerlendirme formunda (RTKDF) düzeltmeler yapmak için kendilerini yeterli

donanımında görmemiştir. Bu yüzden ders planı, materyalleri ve değerlendirme soruları görüş birliği içinde hazırlanamıştır.

Dersin planlanandan uzun sürmesi, amacından sapması ve RTKDF dokümanında görsel sanatlar alan uzmanı tarafından hazırlanan soruların dersin kazanımlarıyla ilişkisiz olması nedeniyle öğrencilerin öğrenme sürecine beklenen katkıyı sağlamadığı söylenebilir.

KDF dokümanları arasında en düşük ortalama RTKDF'ye aittir. Bununla birlikte RTKDF'de diğer tüm KDF dokümanlarında olduğu gibi diğer derslerle bağlantıyı sağlan bir soru araştırmacı tarafından eklenmiştir. Bu soru bir önceki Camera Obscura dersi ile bağlantılıdır. Bu soru analiz edildiğinde ortalamalardan elde edilen sonuçlarla tezat bir veri ortaya çıkmıştır. RTKDF, tüm KDF'ler arasında en düşük ortalama form olmasına karşın, bu soru öğrencilerin büyük bölümü tarafından eksiksiz biçimde doğru açıklanarak çözülmüştür.

Resim ve Teknoloji: Rönesans dersi sonunda yapılan odak grup görüşmesi en fazla dönütün alındığı görüşme olmuştur. Bu görüşmeden elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin büyük kısmı sıkıldığını ve dikkatlerinin dağıldığını ifade etmiştir. Resim ve Teknoloji dersinin Camera Obscura ile sınırlı kalmasını tercih eden çok sayıda öğrenci olmuştur. Resim ve Teknoloji: Rönesans dersinin hem aldığı süre bakımından hem de öğrencileri bağlamdan koparması bakımından bu haliyle öğretim tasarımında yer almaması gerektiği söylenebilir. Camera Obscura dersi içinde kısaca değinilebilir veya tamamen çıkarılabilir. Yine de sanat ögesi tasarımın bir parçası olmaya devam edecektir.

Mühendislik tasarım sürecinde verilen bilgi temelli hayat problemi (BTHP) Rönesans dönemi ressamı referans almaktadır. Bu problemde öğrencilerin edindikleri bilgileri kullanarak fotoğraf çekebilecek bir alet geliştirmeleri, elde ettikleri fotoğrafı kullanarak da resim yapmaları istenmiştir. Böylece, tüm öğretim tasarımı boyunca edindikleri bilgileri bir tasarım problemi içinde entegre etmeleri, ürün geliştirmeleri, elde ettikleri ürün sayesinde resim yeteneği olmayan öğrencilerin bile teknolojinin yardımıyla resim yapabildiklerini görmeleri amaçlanmıştır. Bu problem, teknoloji, sanat ve bilimin içiçeliğini fark etmeleri için hem basit hem de kapsayıcı niteliktedir. Sanat ögesinin öğrencilerin tüm süreç boyunca bağlam içinde kalmalarına yardımcı olduğu söylenebilir. Fakat ne yazık ki zaman planlamasındaki

aksamalar nedeniyle öğrenciler son aşamaya ulaşamamıştır. Eğer öğretim tasarımının zaman planlaması bulgular göz önüne alınarak yeniden düzenlenirse, son aşamada ortaya çok sayıda sanatsal ürün çıkabilir. Bunun da öğrencilerin sanat-teknoloji-mühendislik-bilim alanlarının bağlantısını anlamalarına destek olacağı düşünülmektedir.

5.1.2. Araştırmanın ikinci sorusuna yönelik tartışma. Bu bölümde araştırmanın ikinci sorusu olan “Tüm STEM alanlarını tamamen yapılandırılmış biçimde birbirine bağlayan bir öğretim tasarımı öğretmenlerin STEM eğitimine bakış açıları üzerinde nasıl bir değişime sebep olur?” sorusuna ilişkin gözlem notları ve öğretmenlerle görüşme notlarından elde edilen bulgular tartışılacaktır.

Öğretmenlerin başlangıçta çalışmanın amacına uygun ilerleyeceği konusunda tereddütleri olmasına karşın sürecin sonunda tüm öğretmenler öğrencilerin disiplinler arası ve disiplinlerin yaşamla bağını kuracak bir deneyimden geçtiğini fark ettiğini belirten ifadeler kullanmışlardır. Başta yaşadıkları tedirginliğin yerini sürecin sonunda çalışmanın amacına uygun ilerlediği görüşüne bıraktığı görülmektedir. Planlama aşamasında araştırmacı tarafından önceden taslak planların ve değerlendirme sorularının hazırlanmış olması hem iletişimi kolaylaştırmış hem de planlama sürecini hızlandırmıştır. Bununla birlikte ders planları tam olarak taslak planlara göre düzenlenememiş, daha çok bir orta yol bulunmuştur.

Çalışmanın sonunda tüm öğretmenler başka uygulamalar yapılabileceğini dile getirmiştir. Neler yapılabileceği sorulduğunda tümü alanlarını merkeze alan ve en az bir diğer STEM alanı ile bağlantılı örnek verebilmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda düzenli olarak birlikte çalışan bir ekip içinde oldukları takdirde hem kendilerini sürece daha hâkim hissedeceklerini hem de kurgunun oluşmasına daha fazla katkı sağlayabileceklerini ifade etmişlerdir.

Öğretmenlerin tümünün öğretim programı dâhilinde STEM eğitim yaklaşımına göre uygulamalar yapılabileceği ve bu yaklaşımla yapılan uygulamaların öğrencilerin disiplinler arası ve disiplinlerin yaşamla bağlantılarını fark etmelerine katkı sağladığı yönünde görüş geliştirdiği söylenebilir. Bununla birlikte bu tür uygulamaların planlanma sürecinde bir ekip oluşması ve her aşamanın birlikte planlanması gerektiğini de vurgulamışlardır.

Öğretim tasarımının öğretmenlere yönelik üç hedefi vardır: Öğretmenler, (a) Disiplinler arası çalışma için gerekli zamanın var olan koşullar içinde

yaratılabileceğini fark edebilmelidirler. (b) Yoğun öğretim programlarının içinde STEM eğitime alan açılabileceğini fark edebilmelidir. (c) Başka uygulamalar için ilham alabilmelidirler. Elde edilen bulgulara göre, öğretim tasarımının başlangıçta öğretmenlere yönelik hedeflerine ulaştığı söylenebilir.

5.2. Sonuçlar

Geliştirilen öğretim tasarımının öğrencilerin STEM alanları arasında kurdukları bağlantıların çeşitlenmesine ve derinleşmesine katkı sağladığı belirlenmiştir. Alan yazın incelendiğinde benzer yönde sonuçlar elde eden araştırmalara (Yamak vd. 2014; Yıldırım, 2016; Ceylan ve Özdilek, 2015; Ellefson vd. 2008; Savran Gencer, 2015) rastlanmıştır. Ayrıca tüm STEM alanlarını ve sanatı entegre eden bu öğretim tasarımının özellikle öğrencilerin aktif olarak katıldığı uygulamaya dönük aşamalarda motivasyonlarını artırdığı, bu aşamaların öğrencilerin fen ve mühendislik alanlarına karşı tutumlarını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Alan yazın incelendiğinde benzer yönde sonuçlar elde eden araştırmalara (Yıldırım, 2016; Yamak vd. 2014; Cotabish vd. 2013; Pekbay, 2017) rastlanmıştır.

Araştırmanın öğrencilere yönelik bir diğer sonucu da, mühendislik alanı merkeze alınarak geliştirilen öğretim tasarımının mühendislik tasarım sürecini deneyimlemeleri ve tasarım sürecinin adımlarını öğrenmeleri için uygun olduğudur. Alan yazın incelendiğinde mühendislik tasarım sürecini merkeze alan uygulamaların etkilerini araştıran ve öğrencilerin bu süreci öğrenmelerine katkı sağladığını belirleyen araştırmalara (Ercan;2014; Pekbay, 2017; Savran Gencer, 2015; Ellefson vd. 2008; Bilekyiğit, 2018) rastlanmıştır.

Araştırmada yer alan sanat ögesinin öğrenme sürecine bazı aşamalarda olumlu katkı sağladığı ancak iyi planlanmamış bazı aşamalarda ise zarar verdiği belirlenmiştir. Alan yazın incelendiğinde Kong ve In-Cheol (2014) STEAM aktivitelerinin ile hazırlanan fen derslerinin özyeterlilik, tutum ve motivasyonu artırmada etkili olduğunu bulmuştur. Öner vd. (2016) ise, STEM aktivitelerinde sanat ögesini kullandıklarında yaratıcılığın arttığını belirlemiştir.

Bir tema etrafında problemi belirlemeye ve çözmeye çalışırken tüm disiplinlerden edindikleri bilgileri daha etkili şekilde kullanabildikleri belirlenmiştir. Yakman (2008)'a göre pratikte entegre seviyede bir eğitim verebilmenin en mükemmel yolu geniş ve bağımsız çalışmalara izin veren temalar etrafında öğretimi

planlamaktır. Bunun için öğretmenlerin ekip halinde çalışmaları gerektiğini vurgulamıştır.

Araştırmanın katılımcı öğretmenlere yönelik sonuçlarında ise, öğretim tasarımını geliştirme ve uygulama sürecinin öğretmenlerin STEM eğitimine bakış açılarını olumlu yönde etkilediği, kısıtlı ve yoğun öğretim programlarına rağmen STEM eğitime alan açmanın mümkün olduğu konusundaki inançlarının güçlendiği, kendi alanlarını merkeze alarak yapabilecekleri uygulamalar konusundaki fikirlerine katkı sağladığı belirlenmiştir. Alan yazın incelendiğinde, öğretmenlere yönelik benzer sonuçlara ulaşan (Yaşar vd. 2006; Bozkurt Altan ve Ercan, 2016; Bozkurt, 2014) rastlanmıştır.

Ortaöğretim seviyesinde yoğun ve izole öğretim programlarında entegre STEM yaklaşımına yer açmanın Seçmeli Bilim Uygulamaları dersi ile mümkün olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Alan yazın incelendiğinde ortaöğretim seviyesinde benzer bir uygulamaya rastlanmamakla birlikte, Pekbay (2017) ortaokul öğrencileriyle FeTeMM etkinlikleri gerçekleştirmek için Bilim Uygulamaları dersini kullanmıştır.

Bunlara ek olarak, diğer öğrenme yaşantılarında derslere katılımcı olmayan ve sınıfın gerisinde duran bazı öğrencilerin, uygulamalara dönük derslere ve mühendislik tasarım sürecine en yüksek motivasyonla katılan öğrenciler arasında olduğu belirlenmiştir.

5.3. Öneriler

Araştırma eylem araştırması yöntemiyle belirli sınırlılıklar içinde gerçekleştirilmiş ve araştırmanın sonuçlarına da bu sınırlılıklar içinde ulaşılmıştır. Öncelikle araştırma 10. sınıf fen lisesi öğrencileriyle ($N=24$) ve bu öğrencilerin fen, matematik, görsel sanatlar derslerine giren öğretmenlerle ($N=5$) yapılmıştır. Araştırmacı tüm katılımcıları önceden tanımakta ve araştırmanın yapıldığı okulda öğretmenlik yapmaktadır. Katılımcı öğretmenlerin ve bir ölçme-değerlendirme uzmanının katkılarıyla araştırmanın konusu olan öğretim tasarımına ait tüm planlama, materyaller, veri toplama ve değerlendirme araçları araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Tüm katılımcı öğretmenler ve ölçme-değerlendirme uzmanının düzenli olarak bir araya gelmesi mümkün olmadığından ekip içindeki tüm iletişim araştırmacı tarafından sağlanmıştır. Bu sınırlılıklar içinde elde edilen bulgular ve sonuçlar göz

önüne alınarak hem araştırmacılara hem de uygulayıcılara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

5.3.1. Araştırmacılara yönelik öneriler. Tüm STEM alanlarının ve sanatın entegre edildiği bu araştırmada geliştirilen öğretim tasarımı araştırmacıyı ve katılımcı öğretmenleri diğer alanlarla ilgili bilgi ve tecrübe edinmeye zorlamıştır. Mesleki gelişim açısından çok önemli bir tecrübe kazandırmıştır. Bu noktada, tüm STEM alanlarının ve hatta sanatın entegre edildiği ve bunun için öğretmenlerin ekip halinde çalıştığı bir öğretim tasarımının geliştirilmesi sürecini deneyimlemenin öğretmenlerin mesleki gelişimi üzerine etkileri araştırılabilir. Bu tür araştırmalar hizmet içi öğretmen eğitimlerine farklı perspektifler sağlayabilir.

Alan yazın incelendiğinde STEM eğitimine sanatın dâhil edildiği ve etkilerinin incelendiği çok az araştırmaya rastlanmıştır. STEAM eğitimi ile ilgili araştırmaların artırılması ve uygulayıcılara yeni fikirler verecek nitelikte çalışmaların yapılması önemlidir.

Bir tema etrafında tüm STEM alanlarını ve hatta sanatı, sosyal bilimleri dâhil ederek entegrasyonun seviyesinin çok artırıldığı deneysel uygulamalar eğitim sistemlerinin gelecekte gideceği yön hakkında fikirler verebilir.

Bu araştırmada fen lisesi öğrencileri ile çalışılmıştır. Sonuçlar akademik motivasyonu yüksek bir gruptan elde edilmiştir. Araştırmacıların benzer bir çalışmayı heterojen bir grupta gerçekleştirmesi ve elde edilecek sonuçların karşılaştırılması önemlidir.

Alan yazın incelendiğinde STEM eğitimiyle ilgili araştırmaların çalışma gruplarının daha çok ilkokul ve ortaokul seviyesinde öğrenciler ve öğretmen adayları olduğu görölmüştür. Ortaöğretim seviyesindeki öğrenciler ve aktif olarak çalışan öğretmenlerle benzer çalışmalar yapılması alan yazına önemli katkılar sağlayacaktır.

Bütünleşik STEM eğitiminin bir öğretmenin tüm süreci yürüttüğünde mi; bir öğretmen ekibinin süreci paylaşarak yürüttüğünde mi yoksa bir ekip desteğiyle yapılan hazırlıklarla yine bir öğretmen tarafından yürütöldüğünde mi daha etkili olduğu ile ilgili bir araştırma yapılabilir. Bu tür bir araştırma öğretmenlere yapacakları ekip çalışmaları konusunda fikir verecektir.

Seçmeli Bilim Uygulamaları dersinin kazanımları entegre STEM eğitimi yaklaşımıyla örtüşmektedir. Bu ders için içerik oluşturacak uygulamaya dönük yeni araştırmalar öğretim programlarının gelişmesine destek olacaktır.

5.3.2. Uygulayıcılara yönelik öneriler. Araştırmacılar, tüm STEM öğrenme deneyimleri boyunca, entegre STEM'in dört alanının olması gerektiğini önermemektedir, ancak STEM eğitimcileri, alanlar arasında kurulabilecek ilişkiler ve bir uygulama oluşturma konusunda güçlü bir anlayışa sahip olmalıdır (Kelley & Knowles, 2016). Bu öğretim tasarımı kısmi olarak veya merkezdeki alan değiştirilerek uygulanabilir.

Bu araştırmada zaman planlamasındaki aksamalar öğretim tasarımının etkisini azaltan en önemli etken olmuştur. Bu veya benzer uygulamalarda mühendislik tasarım sürecine oransal olarak en geniş süre ayrılmalı, diğer içerikler ise buna göre zaman planlamasıyla belirlenmelidir. Uzun süreli çalışmalarda olası aksamalara karşı zaman planlamasında esneklik payı bırakılmalıdır.

Bu araştırmada mühendislik tasarım süreci sırasında verilen kılavuza kayıt tutmak konusunda öğrenciler direnç göstermiştir. Bu veya benzer uygulamalarda öğrencilerin yazılı olarak kayıt tutmasını istemek yerine, ses veya görüntü kaydı almaları istenebilir. Öğrenciler için daha pratik bir yol olacaktır.

Sanat ögesi öğrencilerin bilim-teknoloji-sanat-mühendislik alanlarının içiçeliğini kavramaları ve daha yenilikçi bir bakış açısı kazanmalarını destekleyebilir. Sanat ögesi olabildiğince uygulamalara dahil edilmelidir.

STEM eğitimi temelinde yapılacak uygulamalarda bir öğretmenin diğer alanlar arasında iletişimi sağlaması oldukça zordur ve pratik değildir. Ayrıca yeterince verimli bir yol da değildir. Eğer mümkünse okulda bir öğretmen ekibi olarak belirlenmiş zaman aralıklarında toplantılar yaparak ortak akılla öğretim süreçleri planlanmalıdır. Bu türden bir ortak çalışma bütün öğretmenlerin mesleki gelişimlerine ve oluşturulacak öğretim tasarımlarının niteliğine büyük katkı sağlayacaktır.

Son olarak, bu araştırma belirli bir tema çevresinde STEM ve sanat alanlarının entegre edildiği bir öğretim tasarımını temel almıştır. Uygulama yapıldıktan sonra okuldaki İngilizce ve Sosyal Bilimler bölümlerinden öğretmenler uygulamadan haberdar olmuş ve yeni fikirler vermiştir. Uygulamanın gerçekleştirildiği 10.sınıf seviyesinde İngilizce bölümü aynı yıl İnci Küpeli Kız resmi (bu resim Vermeer'e aittir. Vermeer, uygulama sırasında adı çok geçen, O'nunla ilgili bir belgesel izlemeleri ödev verilen bir ressamdır) ile ilgili bir kitap okuttuklarını ve bir dahaki uygulamada sürece

dahil olmak istediklerini belirtmiştir. Benzer şekilde Sosyal Bilimler bölümü de benzer uygulamalara katılmak istediklerini belirtmiş, teknolojik gelişmeler ile tarihsel konjonktür arasında bağ kurulabileceğini söylemiştir. Entegrasyonu sadece STEM alanları arasında değil daha üst seviyelerde sağlamak seçilen temaya göre mümkün olabilir. Ancak burada disiplinler arası iletişim ve ölçülülük çok önemlidir.



KAYNAKÇA

- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015a). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi?* İstanbul: Aydın Üniversitesi.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, M. A., Kaplan Sayı, A., ve Türk, T. (2015b.) *STEM eğitimi çalıştay raporu Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme.* İstanbul: Aydın Üniversitesi.
- Aşık, G., Doğanca Küçük, Z., Helvacı, B. ve Çorlu, S. M. (2017). Bütünleşik öğretmenlik projesi: Öğretmen eğitimine sürdürülebilir bir yaklaşım. *Turkish Journal of Education*, 6(4), 200-215.
- Aytekin, B.A. (2018). FeTeMM yaklaşımının işlevliliğinin artması adına görsel iletişim tasarımı yöntemlerinin eğitim sistemine adapte edilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Elektronik Dergisi*. 6(1), 457-488.
- Balcı A. (2003). Eğitim örgütlerine yeni bakış açıları: Kuram-araştırma ilişkisi II. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 33, 26-61.
- Baltacı, A. (2017). Nitel veri analizinde Miles-Huberman modeli. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (AEÜSBED)*, 3(1), 1-15.
- Basham, J., & Marino, M. (2013). Understanding STEM education and supporting students through universal design for Learning. *TEACHING Exceptional Children*, 45(4), 8-15.
- Beane, J. (1995). *Curriculum integration and the disciplines of knowledge*. <https://digitalcommons.unomaha.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1036&context=slceslgen> adresinden edinilmiştir.
- Beyhan, A. (2013). Eğitim örgütlerinde eylem araştırması. *Bilgisayar ve Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 65-89.
- Bilekyiğit, Y. (2018). *Biyoloji dersinde gerçekleştirilen STEM etkinliğinin mesleki ve teknik anadolu lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına ve kariyer ilgilerine etkisinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman.

- Bozkurt Altan, E. ve Ercan, S. (2016). STEM Education Program for Science Teachers: Perceptions and Competencies. *Journal of Turkish Science Education*. 13, 103-117.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Breiner, J., Harkness, S., Johnson, C. & Koehler, C. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., Scheurich, J., Jones, M., Morgan, J., Huggins, K.S., Corlu, M. S., Younes, R., & Han, S. (2016). The impact of sustained professional development in STEM project based learning on district outcome measures. *The Journal of Educational Research*. 0(0), 1-16.
- Ceylan, S. ve Özdilek Z. (2015). Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 177, 223 – 228
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A. ve Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*.113(5), 215-226.
- Çorlu, S. ve Çallı, E. (2017). *STEM Kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi*. İstanbul: Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Eğitim ve Bilim dergisi*. 39(171), 74-85.
- Corlu, M. S. (2012). *A pathway to STEM education: Investigating pre-service mathematics and science teachers at Turkish universities in terms of their understanding of mathematics used in science*. (Unpublished doctoral dissertation). Texas A&M University, College Station.

- Dass, P.M. (2015). Teaching STEM effectively with the learning cycle approach. *K-12 STEM Education*. 1(1), 5-12.
- Dewey, J. (1915). *The school and society*. Chicago: University of Chicago Press.
- Dugger, E. W. (2010). Evolution of STEM in the United States. *6th Biennial International Conference on Technology Education Research, Australia*. [çevrimiçi]
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.5804&rep=rep1&type=pdf>
- Ellefson, M. R., Brinker, R. A., Vernacchio, V. J. & Schunn, C. D. (2008). Design-based learning for biology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 36(4), 292- 298.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*. 3(3). Doi: 10.1186/s40594-016-0036-1
- Ercan, S., (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: tasarım temelli fen eğitimi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi 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 Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*. 9(1), 128-164.
- Erdoğan, İ. (2015). Eğitimde değişim yönetimi. 4.Baskı. Ankara: Pegem Akademi.
- Eren, E. (2009). Yeni iktisatta ortak noktalar. *İktisadi Düşünceler Girişimi, İktisatta Yeni Yaklaşımlar Çalıştayı*. 17 Nisan 2009. İstanbul Üniversitesi.
- Friedman, T. L. (2005). *The world is flat: A brief history of the twenty-first century*. New York: Farrar, Straus, and Giroux
- Guzey, S. S., & Moore, T. J. (2017). Engineering design-based STEM integration curriculum assessment. Purdue University Research Repository. *West Lafayette, IN*. <https://purr.purdue.edu/publications/2882/1> adresinden edinilmiştir.

- Guzey, S.S., Tamara, J. M. and 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*. 6(1). 11-29.
- Güler, A., Halıcıoğlu, M.B. ve Taşğın, S. (2015). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma*. 2. Baskı. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*. 13(1), 602-620.
- Hançerlioğlu, O. (1997). *Felsefe sözlüğü*. 5.Baskı. Ankara: Remzi Kitabevi
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C. ve Hammer, D. (2011). Infusing engineering design into high school STEM courses. *Utah State University DigitalCommons@USU* . [çevrimiçi]
http://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications adresinden edinilmiştir.
- Haynes, M.M., & Santos, A.D. (2007). Effective teacher professional development: Middle school engineering content. *International Journal of Engineering Education*, 23(1), 24-29.
- Hoachlander, G., & Yanofsky, D. (2011). Making STEM real: by infusing core academics with rigorous real-world work, linked learning pathways prepare students for both college and career. *Educational Leadership*. 68(3), 60–65.
- Johnson, A. P. (2015). Eylem araştırması el kitabı. Y. Uzuner, M. Ö. Anay (Çev. Ed.). 2.Baskı. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Karadeniz, Ş. (2009). Flexible design for the future of distance learning. *WCES-2009: World Conference on Educational Sciences, 4-7 February 2009, Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 358-363, Near East University, Nicosia, Cyprus.
- Kelley, T.R. and Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*. 11(3).

- Kim, E., Kim, S., Nam, D., & Lee, T. (2012). Development of STEAM program Math centered for Middle School Students. [çevrimiçi] <http://www.steamedu.com/wpcontent/uploads/2014/12/Development-of-STEAM-Korea-middle-school-math.pdf> adresinden edinilmiştir.
- Koehler, C., Faraclas, E., Sanchez, S., Latif, S. K. & Kazerounian, K. (2005). Engineering frameworks for high school setting: Guidelines for technical literacy for high school students, *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*.
- Kong, T.Y. & İn-Cheol, J. (2014). The effects of subject based STEAM activity programs on scientific attitude, self efficacy and motivation for scientific learning. *International Information Institute (Tokyo), Information*. 17(8), 3629-3636.
- Köseoğlu, F., Tümay, H. ve Budak, E. (2008). Bilimin doğası hakkında paradigma değişimleri ve öğretimi ile ilgili yeni anlayışlar. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 28(2), ss.221-237.
- Köseoğlu, F., Tümay, H. 2013. *Bilim eğitiminde yapılandırmacı paradigma*. Ankara: Pegem Akademi.
- Kuzu, A. (2009). Öğretmen yetiştirme ve mesleki gelişimde eylem araştırması. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 2(6).
- Long, R. L. and Davis, S. S. (2017). Using STEAM to increase engagement and literacy across disciplines. *The STEAM Journal*. (3)1.
- Maeda, J. (2013). "STEM + Art = STEAM," *The STEAM Journal*. 1(1), Article 34.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber*. S. Turan (Çev.), Ankara: Nobel Yayın Dağıtım
- Miles M. B. ve Huberman A. M. (2016). *Genişletilmiş bir kaynak kitap: Nitel veri analizi*. 2.Baskı. S. Akbaba Altun ve A. Ersoy (Çev.), Ankara: Pegem Akademi (orijinal basım tarihi 1994).
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013a). *Ortaokul ve imam hatip ortaokulu bilim uygulamaları dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.

- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. 2018. *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. 2016. *STEM eğitimi raporu*. Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. Ankara
- Mishook, J. J., & Kornhaber, M. L. (2006). Arts integration in an era of accountability. *Arts Education Policy Review*. 107(4), 3-11.
- Moore, T., Stohlmann, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., & Roehrig, G. (2014). *Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education*. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Ed.). *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (pp. 35–60). West Lafayette: Purdue University Press.
- Morrison, G.R., Ross, S.M. ve Kemp J.E. (2012). *Etkili öğretim tasarımı*. İlhan Varank (Ed.). İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Yayınları
- National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC]. 2014. *STEM intagration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council [NRC]. (2011). *Successful K-12 STEM education: identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Science Education. Board on Science Education and Board on Testing and Assessment, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academic Press.
- National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC]. 2009. *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academy Press.
- O'Brien, R. (2001). *An overview of the methodological approach of action research*. R. Richardson (Editör). *Theory and Practice of Action Research*. [Çevrimiçi] <http://www.web.net/~robrien/papers/arfinal.html>. adresinden edinilmiştir.

- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2010). *Measuring innovation: A new perspective - online version*. Retrieved from http://www.oecd.org/document/22/0,3746,en_41462537_41454856_4497973_4_1_1_1_1,00.html
- Ostler, E., (2012). 21st century STEM education: a tactical model for long-range success. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(1), 28-33.
- Öner, A. T., Nite, S. B., Capraro R. M. & Capraro M. M. (2016). From STEM to STEAM: Students' Beliefs About the Use of Their Creativity. *The STEAM Journal*. 2(2).
- Özden, Y. ve Şimşek, H. (1998). Davranışçılıktan oluşturmacılığa. "Öğrenme" paradigmasının dönüşümü ve Türk eğitimi. *Bilgi ve Toplum Dergisi*. 1, 71-82
- Özden, Y. (2005). *Eğitimde yeni değerler*. 6.baskı. Ankara: Pegem Akademi
- Papert, S. (1993). *The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*. BasicBooks, New York.
- Pekbay, C. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ratner, J. (2014). *Günümüzde eğitim John Dewey*. (Çev. Ed.) Bahri Ata, Talip Öztürk. 2.Baskı. Ankara: Pegem Akademi
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*. 68(4), 20–26.
- Savran Gencer, A. (2015).Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*. 5(1), 1-19.
- Smith, J. & Karr-Kidwel, P.J. (2000). *The Interdisciplinary Curriculum: A Literary Review and a Manual for Administrators and Teachers*. Retrieved from ERIC database. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443172.pdf>

- Stohlmann, M., Moore, T. J. & Roehrig G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. 1(2), 28-34.
- Şahin, A., Ayar, M. C. ve Adıgüzel, T. 2014. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*. 14(1), 297-322.
- Şirin, S. R. ve Vatanartıran, S. (2014). *PISA 2012 değerlendirmesi: Türkiye için veriye dayalı eğitim reformu önerisi*. [Çevrimiçi] https://tusiad.org/tr/tum/item/download/6496_7c4a64e825187a2fa7ec05d60c5114c7 adresinden edinilmiştir.
- Şimşek, H. 1997. Pozitivizm ötesi paradigmatik dönüşüm ve eğitim yönetiminde kuram ve uygulamada yeni yaklaşımlar. *Eğitim Yönetimi Dergisi*. 3(1), 97-109.
- Thomas, B., & Watters, J. (2015). Perspectives on Australian, Indian and Malaysian approaches to STEM education. *International Journal of Educational Development*. 45, 42–53.
- Trilling, B., & Fadel, C. 2009. *21st century skills: Learning for life in our times*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği [TÜSİAD]. (2017). 2023'e Doğru Türkiye'de STEM Gereksinimi. <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9735-2023-e-dog-ru-tu-rkiye-de-stem-gereksinimi> adresinden edinilmiştir.
- Özcan M. (2013). *Okulda Üniversite: Türkiye'de Öğretmen Eğitimini Yeniden Yapılandırmak İçin Bir Model Önerisi*. (Yayın no: TÜSİAD-T/2013-13/543) <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/7344-okulda-universite-turkiyede-ogretmen-egitimini-yeniden-yapilandirmak-icin-bir-model-onerisi> adresinden edinilmiştir.
- Vasquez, J., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3–8: integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Walker, W. S., Moore, T.J., Guzey, S.S. and Sorge, B. H. (2018) Frameworks to develop integrated STEM curricula. *K-12 STEM Education*. 2(4), 331-339.

- Wang, H. (2012). *A New Era of Science Education: Science Teachers' Perceptions and Classroom Practices of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Integration*. (Unpublished doctoral dissertation), University of Minnesota.
- Wang, H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1–13. doi:10.5703/1288284314636.
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). Incorporating engineering design into elementary school science curricula. *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Louisville, KY.
- World Economic Forum. (2016). *The future of jobs report*.
http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf adresinden edinilmiştir.
- Yakman, G. (2008). *STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education*. <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a> adresinden edinilmiştir.
- Yamak, H., Bulut, N. ve Dündar, S., (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yasak, M.T. (2017). *Tasarım temelli fen eğitiminde, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamaları: Basınç konusu örneği*. (Yüksek Lisans Tezi). Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Yaşar, S., Baker, D., Robinson-Kurpius, S., & Roberts, C. (2006). Development of a survey to assess K-12 teachers' perceptions of engineers and familiarity with teaching design, engineering, and technology. *Journal of Engineering Education*, 95(3), 205-216.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *Journal of Theory and Practice in Education*. 13(2), 183-210.


Yıldırım, B. (2016). An Analyses and Meta-Synthesis of Research on STEM Education. *Journal of Education and Practice*, 7(34), 23-33.

Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM Eğitim ve Mühendislik Uygulamalarının Fen Bilgisi Laboratuar Dersindeki Etkilerinin İncelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi* 2(2), 28-40.



EKLER

A. Bilim Uygulamaları Dersi için MEB Ortaöğretim Genel Müdürlüğü tarafından Valiliklere gönderilen yazı

	<p>T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI Ortaöğretim Genel Müdürlüğü</p>
<p>Sayı : 21658195/121.99/4384375 Konu: Bilim (fizik, kimya, biyoloji) Uygulamaları Dersi</p>	<p>02/10/2014</p>
<p>..... VALİLİĞİNE (İl Millî Eğitim Müdürlüğü)</p>	
<p>İlgi: a) Talim ve Terbiye Kurulunun 27/01/2014 tarihli ve 6 sayılı Kararı, b) Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 18/09/2014 tarihli ve 79031618/121.99/4008575 sayılı yazısı, c) Millî Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Kurumları Yönetmeliği.</p>	
<p>İlgi (a) Kararla 2014-2015 eğitim ve öğretim yılında Genel Müdürlüğümüze bağlı fen liseleri haftalık ders çizelgelerinde seçmeli dersler kategorisinin matematik ve fen bilimleri grubunda Matematik Uygulamaları (3) ile Bilim (fizik, kimya, biyoloji) Uygulamaları (3) dersleri yer almıştır.</p> <p>Söz konusu derslerin uygulamaları konusunda tereddüde düşüldüğü, ülke genelinde farklı uygulamaların yapıldığı valiliklerden gelen yazılar, telefon görüşmeleri ve e-posta ile Bakanlığımıza intikal eden sorulardan anlaşılmaktadır.</p> <p>Adı geçen derslerin öğretim programları hazırlanıncaya kadar uygulanışı ile ilgili olarak; ilgi (a) Kararın açıklamalar bölümünde seçmeli derslerin kaç kez alınabileceği dersin adının yanındaki parantez içinde belirtilmiştir. Buna göre, Bilim (fizik, kimya, biyoloji) Uygulamaları (3) dersi, 10. sınıfta 3, 11. sınıfta 3 ve 12. sınıfta 3 saat olarak okutulacaktır.</p> <p>Bilim Uygulamaları dersinde bir öğretim yılı süresince gerçekleştirilecek etkinlikler ile proje ve uygulamaların üç ders saati için planlanması ve uygulanması gerekmektedir. Bilim Uygulamaları dersinin nasıl yürütüleceğinin zümre öğretmenleri ile okul yönetiminin yapacağı değerlendirmeler çerçevesinde planlanması, ilgili mevzuatı çerçevesinde uygulamada farklılıklar ve esnekliklerin sağlanması ve ölçme ve değerlendirmenin ilgi (c) Yönetmelik doğrultusunda yapılması gerekmektedir.</p> <p>Bilgilerinizi ve konunun ilinizde bulunan fen lisesine/liselerine ivedilikle duyurulması hususunda gereğini rica ederim.</p>	
<p>Ercan TÜRK Bakan a. Genel Müdür</p>	
<p>DAĞITIM: B Planı</p>	

B. STEM Alanları Anketi (STEMAA)

Sevgili öğrenciler,

Kimya bölümü olarak Bilim Uygulamaları dersinde sizlerle bahar dönemi boyunca Matematik, Biyoloji, Fizik ve Görsel Sanatlar bölümleri ile işbirliği yaparak disiplinler arası bir uygulama hazırladık. Bu uygulama ile ilgili olarak ilk derste size bilgi verilecektir. Ancak uygulama başlamadan önce aşağıda farklı başlıklar altında gruplandırılmış soruları cevaplamanızı isteriz. Bu sorulara vereceğiniz cevaplar ilk dersimizin içeriğini oluşturacaktır.

Günlük Yaşamla Bağlantı

- Bir konuyu neden öğrendiğinizi bilmek öğrenme sürecinizi ne kadar etkiliyor? 0'dan 5'e kadar derecelendirseniz kaç puan verirdiniz?
- Okulda işlediğiniz konuların gerçek yaşamla bağı ne kadar kuruluyor? 0'dan 5'e kadar derecelendirseniz kaç puan verirdiniz?
- Gerçek yaşamla bağ kurabildiğiniz konulara örnek verebilir misiniz?

Fen ve matematik derslerinde işlenen ortak konular

- Fen (fizik, kimya, biyoloji) ve matematik derslerinde aynı konuları ya da birbirleriyle bağlantılı konuları işlediğiniz oluyor mu?
- Bu konulara örnek verebilir misiniz?
- Bu konular eş zamanlı mı işleniyor? Yoksa farklı zamanlarda mı işleniyor?

Mühendislik

- Mühendislik alanlarına örnek verebilir misiniz?
- Mühendisler tasarım sürecinde nasıl bir yol izler? Maddeler halinde açıklayabilir misiniz?

21.yüzyıl becerileri

Bilimsel ve teknolojik yeniliklerle birlikte belki de insanlık tarihi boyunca her alanda en hızlı değişim ve dönüşümlerin gerçekleştiği bir dönemdeyiz. Baş döndürücü bir hızla sanayi toplumundan bilgi toplumuna doğru evrilmekteyiz. Henüz bu dönüşüm tamamlanmış, taşlar yerine oturmuş değil. Geleceğin bilinmeyen dünyasına adapte olabilmek için gerekli birçok kişisel beceriye ihtiyacımız var. Bu beceriler 21.yüzyıl becerileri olarak adlandırılıyor.

Aşağıdaki tabloda Bernie Trilling ve Charles Fadel tarafından 2009 yılında yayımlanan 21.yüzyıl Becerileri kitabında geçen sınıflandırma kullanılmıştır. Buna göre, tabloyu doldurunuz.

21.yüzyıl becerileri	Her bir beceri için 0'dan 5'e kadar derecelendirseniz kaç puan verirdiniz?	
	Okuldaki öğrenme yaşantılarınız bu becerileri kazandırmakta ne kadar yeterli?	Kendinizi bu becerilere ne kadar hâkim hissediyorsunuz?
Eleştirel düşünme ve problem çözme		
İletişim ve işbirliği		
Yaratıcılık ve inovasyon		
Bilgi okur-yazarlığı		
Medya okur-yazarlığı		
Bilgi ve iletişim teknolojileri okur-yazarlığı		
Esneklik ve adaptasyon		
İnisiyatif ve kendine yön verebilme		
Sosyal ve çok kültürlü etkileşim		
Üretkenlik ve hesap verebilirlik		
Liderlik ve sorumluluk		

21.Yüzyıl Becerileri

Eleştirel düşünme ve problem çözme:

- Anlamaya yönelik doğru akıl yürütmek
- Karmaşık seçimler yapmak ve kararlar vermek
- Sistemler arası ilişkileri anlamak
- Farklı bakış açılarını netleştirmeye ve daha etkili çözümler üretmeye yönelik sorular belirlemek ve sormak
- Problem çözmek ve soruları yanıtlamak üzere bilgiyi sınırlandırmak, çözümlmek ve birleştirmek

İletişim ve işbirliği:

- Konuşurken ve yazarken düşünceleri ve fikirleri açık ve etkili bir şekilde birleştirip kullanmak
- Farklı takımlarda etkin çalışabilme becerisi göstermek
- Ortak bir amaca ulaşabilmek için gerekli çabayı gösterecek şekilde esnek ve istekli olmak
- İşbirliğine dayalı çalışmalar için sorumluluğu paylaşmak

Yaratıcılık ve inovasyon (yenilenme):

- Çalışma hayatında orijinalite ve yaratıcılık sergilemek
- Diğerlerinin işine yarayacak yeni fikirler geliştirmek, uygulamak ve anlatmak
- Yeni ve farklı bakış açılarına açık ve uyumlu olmak
- Yeniliğin geliştiği alanlarda yaratıcı fikirlerimle somut ve yararlı yardımlarda bulunmak

Bilgi okur-yazarlığı:

- Problemlerin çözümüne yönelik olarak; bilgiye yeterli ve etkili düzeyde ulaşmak, bilgiyi eleştirel ve yeterli düzeyde değerlendirmek, doğru ve yaratıcı bir şekilde kullanmak
- Bilginin erişimine ve kullanımına yönelik olarak etik ve yasal konularda temel bir anlayışa sahip olmak

Medya okur-yazarlığı:

- Medyadaki iletilerin hangi amaçlara yönelik ve hangi araçları, özellikleri ve yenilikleri kullanarak nasıl yapılandırıldığını anlamak
- İnsanların iletileri nasıl farklı yorumladığını, değer yargılarının ve bakış açılarının nasıl işe koşulup koşulmadığını, medyanın inanç ve davranışları nasıl etkilediğini gözlemek
- Bilginin erişimine ve kullanımına yönelik olarak etik ve yasal konularda temel bir anlayışa sahip olmak

Bilgi ve iletişim teknolojileri okur-yazarlığı:

- Bilginin ekonomik kullanımına yönelik olarak, bilgiye erişmek, yönetmek, bütünleştirmek, değerlendirmek ve yaratmak üzere dijital teknolojileri, iletişim araçlarını ve/veya ağıları uygun kullanmak
- Bilgiyi araştırmak, düzenlemek, değerlendirmek ve paylaşmak üzere teknolojiyi araç olarak kullanmak ve bilginin erişimine ve kullanımına yönelik olarak etik ve yasal konularda temel bir anlayışa sahip olmak

Esneklik ve Adaptasyon:

- Farklı rol ve sorumluluklara uyum sağlamak
- Karmaşık ve önceliklerin değiştiği ortamlarda etkin olarak çalışmak

İnisiyatif ve kendine yön verebilme:

- Kendi anlayışını ve öğrenme gereksinimlerini gözlemlemek
- Uzmanlaşmak üzere temel becerilerin ve/veya öğretim programının sınırlarını aşarak kendi öğrenme sınırlarını ve fırsatlarını keşfetmek, genişletmek
- Becerilerini profesyonel düzeye yükseltmek üzere girişiminde bulunmak
- Başkalarının gözetimi olmaksızın görevleri tanımlamak, öncelik sırasına koymak ve tamamlamak
- Zamanı etkili kullanmak ve iş yükünü idare etmek
- Öğrenmenin yaşam boyu bir süreç olduğuna ilişkin kararlı davranışlar sergilemek

Sosyal ve çok kültürlü etkileşim:

- Diğerleriyle uygun ve üretken bir şekilde çalışmak
- Uygun olduğunda grupların ortak anlayışını ayarlamak
- Yenilikleri arttırmak ve iş kalitesini yükseltmek üzere kültürel farklılıklar arasındaki boşlukları doldurmak ve farklı bakış açılarını kullanmak

Üretkenlik ve hesap verebilirlik:

- İşin zamanında ve kaliteli yapılabilmesi için yüksek standart ve hedefler belirlemek ve bunlara ulaşmak
- Titiz ve olumlu iş etiği sergilemek (örneğin, işe zamanında gelmek ve güvenilir olmak)

Liderlik ve sorumluluk:

- Diğerlerini belirli bir hedefe yönelik etkilemek ve yönlendirmek üzere bireylerarası ve problem çözme becerileri kullanmak
- Ortak bir hedefe ulaşmak üzere diğerlerinin güçlerini düzenlemek
- Dürüst ve etik davranışlar sergilemek

C. Beklenti Değerlendirme Formu (BDF)

Bu uygulamanın diğer öğrenme deneyimlerimizden farklı olacağını düşünüyorum. Çünkü,

.....

.....

.....

.....

.....

Bu uygulamanın bir fark yaratamayacağını düşünüyorum. Çünkü,

.....

.....

.....

.....

.....

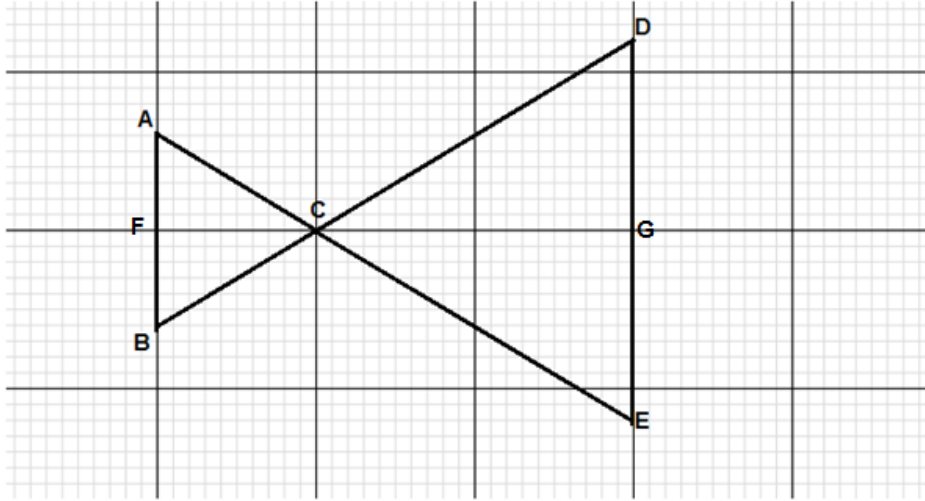
.....

.....

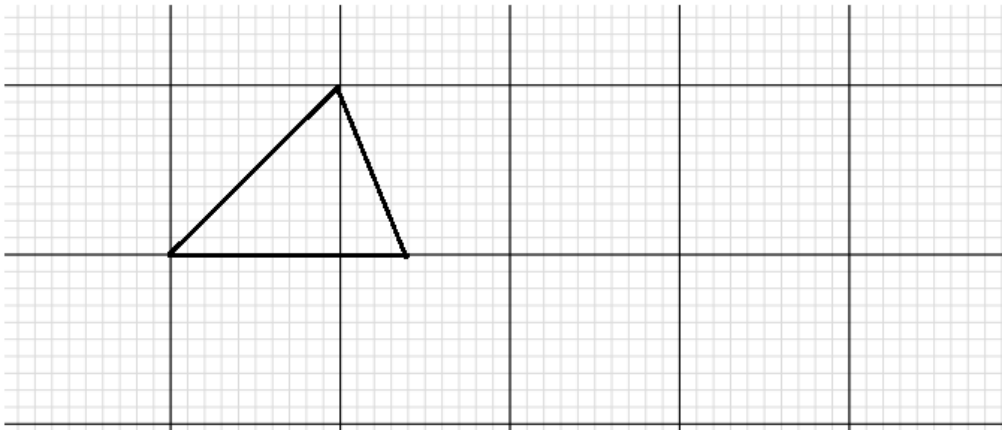
D. Üçgenlerde Benzerlik Konusu Değerlendirme Formu (ÜBKDF)



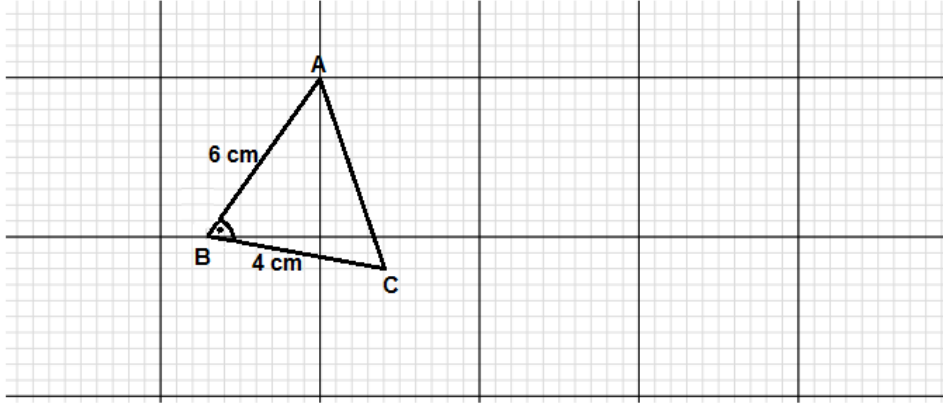
1. Aşağıdaki ölçekli çizimde gösterilen üçgenlerle ilgili;
 - a) ABC üçgeni ile CDE üçgeni arasındaki benzerlik oranı kaçtır?
 - b) AC uzunluğu 10 cm ise, BC ve DC uzunlukları kaç cm dir?
 - c) AB uzunluğu 12 cm ise DE uzunluğu kaç cm dir?
 - d) AB uzunluğu 24 cm



2. Şekilde verilen üçgen ile Kenar Kenar Kenar benzerliği olan ve benzerlik oranı $2/3$ olan bir üçgeni ölçekli olarak çiziniz.



3. Aşağıdaki ABC üçgeni ile Kenar Açık Kenar benzerliği olan ve benzerlik oranı 2/1 olan bir DEF üçgeni çiziniz.



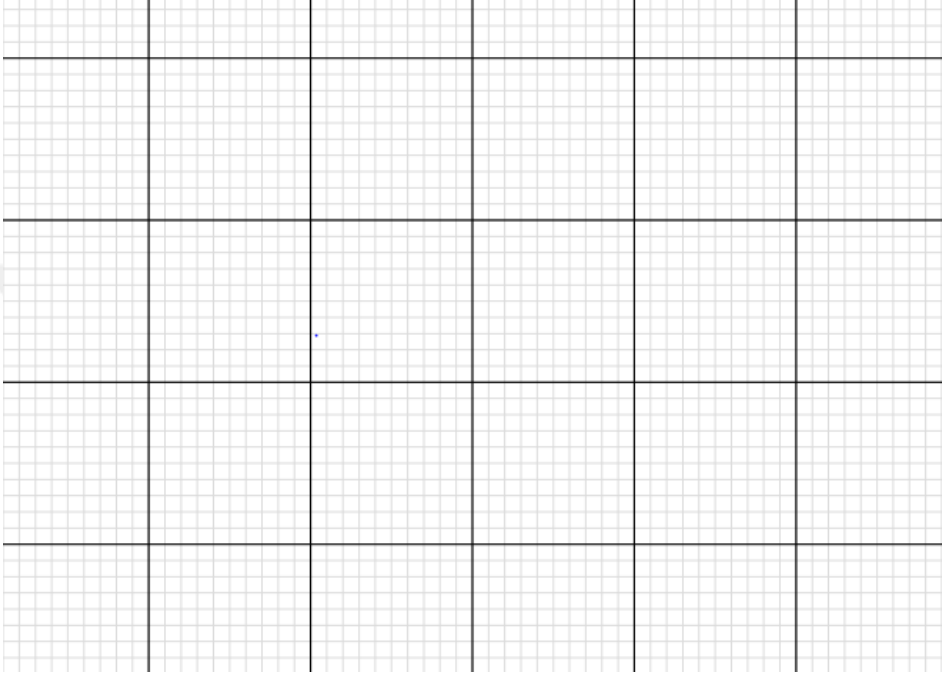
4. Elif evinin yüksekliğini bulmak istiyor. Bunun için kendi gölgesi, evin gölgesi ve kendi boyunun uzunluğunu kullanarak evinin yüksekliğini nasıl hesaplayabilir? Hangi benzerlik ilkesi kullanılabilir? Çizerek açıklayınız.



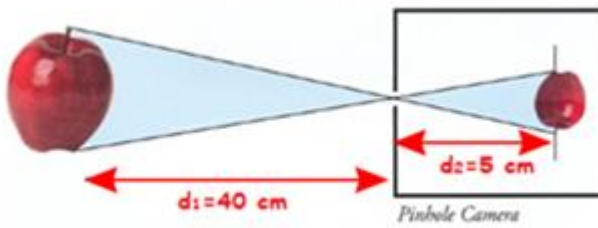
5. AB uzunluğu 16 cm, AC uzunluğu 20 cm olan bir ABC üçgeni çiziniz. Bu üçgenin içine bir DE doğrusu çiziniz. Bu DE doğrusunun özellikleri şu şekilde olmalıdır:
- BC kenarına paralel olmalıdır.
 - Oluşan ADE üçgeni ile ABC üçgeni arasındaki benzerlik oranı 4/3 olmalıdır.

Buna göre,

- a) ABC ve ADE üçgenleri arasında hangi benzerlik ilkesi vardır?
b) AD ve AE uzunlukları kaç cm olur?



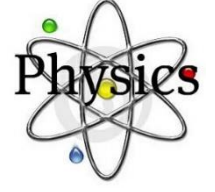
6.



Şekilde gösterilen elmanın boyu 12 cm dir.

Buna göre, pinhole kamera içindeki görüntüsünün boyu kaç cm olur?

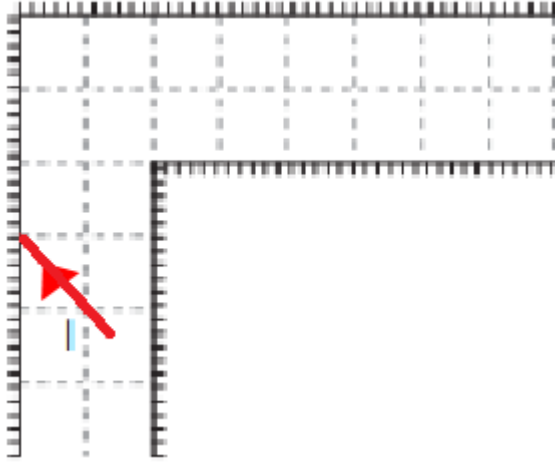
E. Optik Konusu Değerlendirme Formu (OKDF)



1. Işığı ve ışığın özelliklerini tanımlamak için verilen aşığıdaki ifadelerden hangileri doğrudur? İşaretleyiniz.

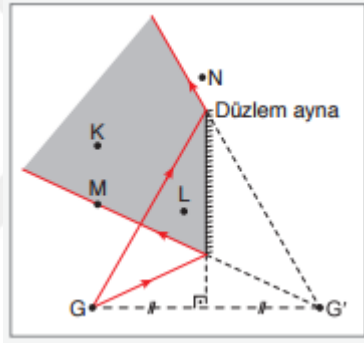
- Elektromanyetik dalgalardır.
- Tanecik özelliği gösterirler.
- Dalga özelliği gösterirler.
- Kütlesi vardır.
- Saf enerji taşıyan paketler olarak tanımlanabilir.
- Dalgalı bir yol izler.
- Doğrusal bir yol izler.
- Belli bir dalga boyu aralığındaki elektromanyetik dalgaları gözle algılayabiliriz. Bu aralığa "görünür bölge" denir.
- Işığın rengini belirleyen dalga boyudur.
- Farklı renkteki ışıkların aynı ortamdaki hızları farklıdır.
- Bir cisim üzerine düşen ışığın tamamını yansıtıyorsa siyah görülür.
- Gün ışığı, görünür bölgedeki tüm dalga boylarındaki ışığı içerir.
- Bir cisim mavi renkte ise üzerine düşen tüm dalga boylarındaki ışığı yansıtır; bir tek mavi dalga boyundaki ışığı soğurur.
- Yansıtıcı bir yüzeye gelen ışık ışınının normalle yaptığı gelme açısı, yansıyan ışının normalle yaptığı açiya eşittir.

2.



Yansıtıcı yüzeylerden birine şekildeki gibi gelen I ışını toplam kaç kez yansıdıktan sonra sistemi terk eder? Çizerek gösteriniz.

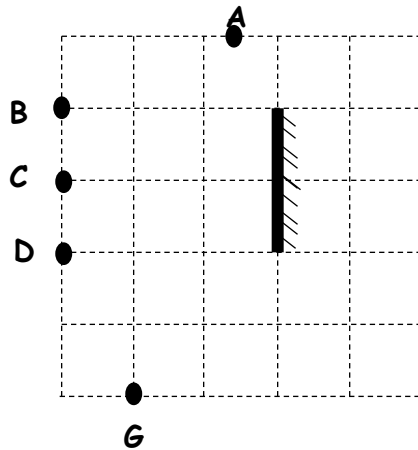
3.



Düzlem ayna önündeki G noktasından aynaya bakan gözlemcinin aynada gördüğü bölge şekilde taralı alan ile gösterilmiştir.

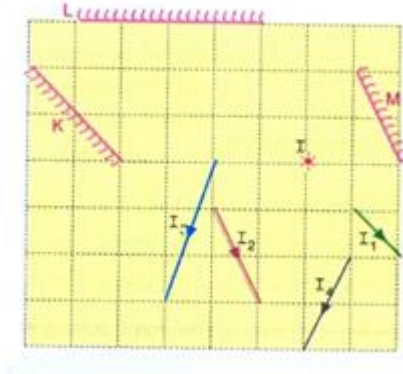
Bu şekle bakarak düzlem aynada görüş alanının nasıl belirlendiğini açıklayınız. Gözlemcinin K, L, M ve N noktalarından hangilerini neden göremeyeceğini belirtiniz.

4.



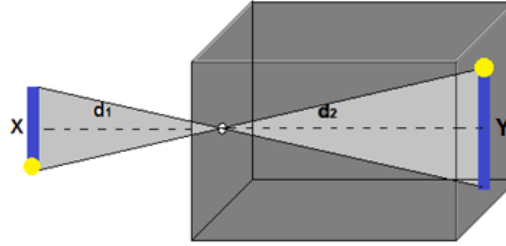
Düzlem ayna önündeki G noktasından şekildeki düzlem aynaya bakan gözlemci A, B, C ve D noktalarından hangilerini düzlem aynada görebilir? Gözlemcinin görüş alanını çizerek açıklayınız.

5.

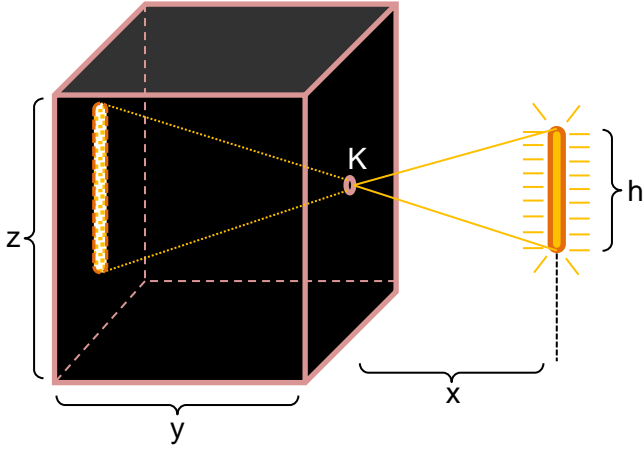


I_1 , I_2 , I_3 ve I_4 ışınları K, L, M aynalarından herhangi birinden yansımıştır. Bu ışınlardan hangisi/hangileri I ışık kaynağından çıkmış olabilir?

6. Aşağıdaki düzenekte 3 cm yüksekliğindeki X cismi perdeden 6 cm (d_1) uzaklıktadır. Kutunun genişliği (d_2) 8 cm olduğuna göre cismin kutu içindeki görüntüsünün (Y) boyu boyu kaç cm olur?

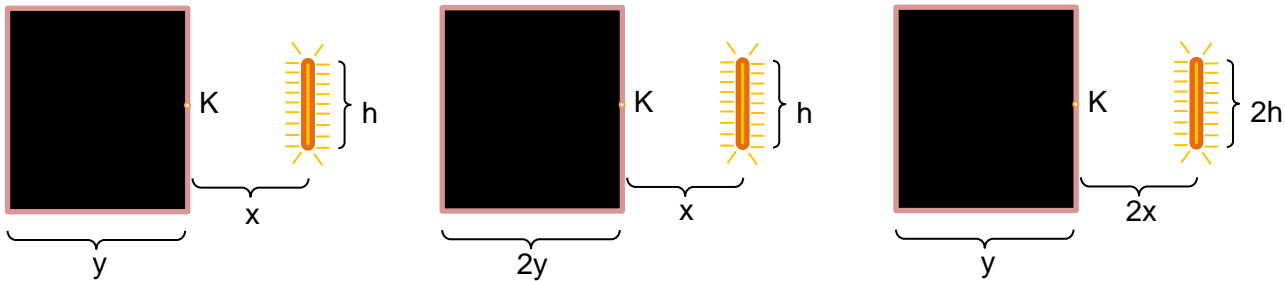


7.



Şekilde karanlık kutunun bir yüzeyinde noktasal bir delik açılmıştır. Kutunun K noktasında delik olan yüzeyinin karşısına h yüksekliğinde bir çubuk konuluyor. Bu çubuğun kutu içerisindeki görüntüsünün boyu, şekilde verilen uzunlukların değişmesinden nasıl etkilenir?

- x artırılırsa;.....
- z artırılırsa;.....
- y artırılırsa;.....



Küp şeklindeki karanlık kutuların önüne cisimler şekillerdeki gibi konuluyor. Buna göre deney sonucunda karanlık kutunun içinde elde edilen görüntülerin boyları h_1 , h_2 , h_3 arasında nasıl bir ilişki vardır. Bulunuz.

F. Göz Nasıl Görür Konusu Değerlendirme Formu (GKDF)

BİLİMİN ESİN KAYNAĞI: DOĞA



- Radar ve Yarasa



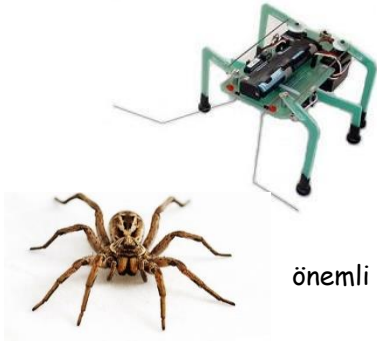
Zayıf bir görme kapasitesine sahip yarasaların yaydığı titreşimler engellere çarpıp geri döner ve bu yöntemle hareket tarzlarını belirlerler. Radarın çalışma şekli de aynı sisteme dayanır.

- Velcro Bandı ve Dulavrat Otu



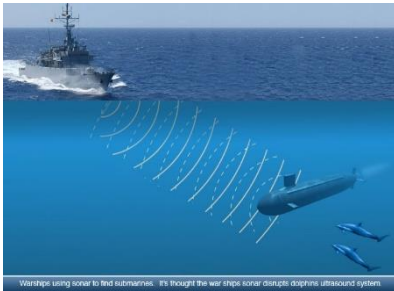
Bir gün İsviçreli mühendis Georges de Mestral'ın kıyafetlerine bu bitkiler takılır. Mestral, kıyafetlerini bu bitkiden ayırmanın hiç de kolay olmadığını görünce hemen aklına bir fikir gelir ve bunu giyim endüstrisinde kullanmaya karar verir. Aynı kenetlenme sistemini oluşturur ve Velcro bantları şimdi astronot kıyafetlerinde de kullanılır hale gelir.

- Robot Teknolojisi ve Böcekler



Günümüzde hızla gelişen robot teknolojisi daha çok böceklerin sistemlerini inceleyip elektronik sisteme uyarlama uğraşındadır. Artık bir karınca ve sinek büyüklüğünde robotlar yapılabilmektedir. Sinekler gibi uçabilen, karıncalar gibi istenilen her yere girebilen, örümcekler gibi tavanda yürüyebilen robotlar şu an yapılabiliyor ve gelişmiş ülkelerin önemli endüstri kuruluşları da bu çalışmalara büyük önem veriyor.

- Sonar ve Yunuslar



Saniyede 200 bin titreşimli ses dalgaları yayabilen yunuslar bu özellikleri sayesinde rotalarındaki cisimlerin hızlarını, büyüklüklerini, şeklini bilebilirler. Sonar sistemi de aynı prensibe dayanarak icat edilmiştir.

Okuduğunuz bu örnekler ve daha birçoğunda olduğu gibi bilimsel araştırmalar ve buluşlara doğa birçok konuda esin kaynağı olmuştur. Gözün görme olayı ile fotoğraf makinesinde görüntü oluşumu arasında da böyle bir ilişki vardır.

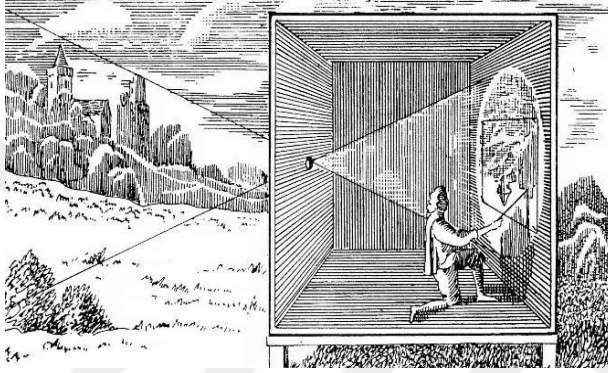
https://www.youtube.com/watch?v=-zEKYn_78d4 linkinde dijital fotoğraf makinesinin çalışma prensibi anlatılmaktadır. Videoyu izleyiniz ve görme olayı ile fotoğraf makinesinin çalışma prensibi arasındaki ortak noktaları belirleyiniz.



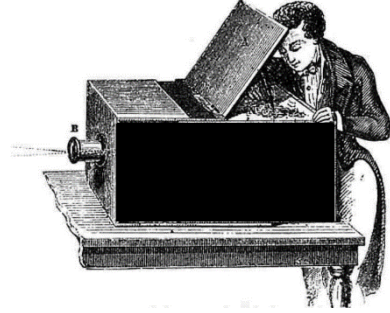
G. Camera Obscura Konusu Değerlendirme Formu (COKDF)

1. Camera obscura nedir? Optik ve geometri bilginizi kullanarak açıklayınız.

2. Aşağıdaki resmi bir önceki derste görmüştük.



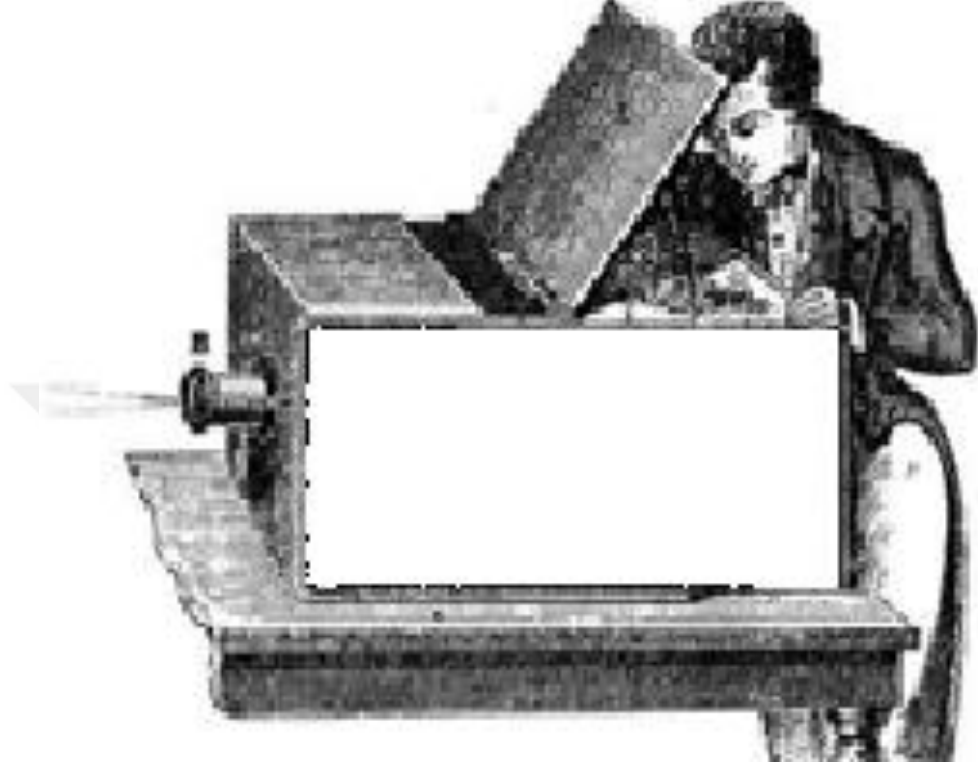
Bu resim ise, başka bir ressamın camera obscura ile çalışmasını gösteriyor.



Ressamlar kara kutunun içinden çıkmayı nasıl başarmış olabilir? Aslında çözüm yukarıdaki resimdeki siyaha boyanmış bölümde çizilerek gösterilmiş. Sizden istenen, grup arkadaşlarınızla tartışarak bu ressamın kutunun dışında çizim yapmak için nasıl bir yol bulmuş olabileceklerini çizerek göstermenizdir. Aşağıdaki sorular size yardımcı olabilir:

- Ressam kutunun içinde nasıl bir düzenek kullanmış olabilir?
- Kutunun dışında bulunduğu ortam ile ilgili bir düzenleme yapması gerekir mi?

Çiziminizi bu sayfaya şekil üstünde yapınız.



H. Resim-Teknoloji Konusu Değerlendirme Formu (RTKDF)

1. Sanatçılar Antik çağlardan beri neden giderek daha gerçekçi görünümeler yakalamak için çaba sarf etmişler?

2. Duccio ile Giotto'yu gerçekçilik açısından karşılaştırınız.

3. Görsel Sanatlarda Realizm ve Natüralizmin farkı sizce?

4. Realizm ve İdealizmin farkı nedir?

5. Resimde bazı nesnelere diğerlerinden daha uzak gösteren sanatsal teknik nedir?

6. Resimde derinlik algısı yaratan sanatsal teknikler nelerdir?

7. Aşağıdaki resimlerin hangisinde camera obscura kullanılmış olabilir? Kanıtları neler?



I. Deney Raporu

DENEYİN ADI:

GRUP ÜYELERİ:

DENEYİN AMACI:

MALZEMELER:

TEORİK BİLGİ:

(Bu bölümde, deneyde kullanmak üzere asetik asit ve etil alkol sıvılarından hangisini seçtiğinizi belirtiniz ve nedenini açıklayınız. Deneyinizden nasıl bir sonuç beklediğinizi yazınız.)

DENEYİN YAPILIŞI:

(Bu bölümde maddeler halinde ve sırasıyla deney sırasında yaptığınız tüm uygulamaları yazınız.)

VERİLER:

(Bu bölümde verilerinizi tablo haline getirerek kaydediniz.)

SONUÇ:

(Bu bölümde deney sonuçlarınızı yorumlayınız. Teorik bilginize dayanarak bekledikleriniz ile pratikte elde ettiğiniz sonuçları karşılaştırınız. Beklentinizin dışında sonuçlar elde ettiyseniz nedenlerini açıklayınız.)

ÖNERİ:

(Bu deneyi eğer baştan yapacak olsanız neleri değiştireceğinizi açıklayınız. Daha iyi sonuçlar alabilmek için önerilerinizi belirtiniz.)

J. DeneY Raporu Dereceli Puanlama Anahtarı (DRDPA)

ÇÖZELTİ DERİŞİMİNİN pH VE İLETKENLİK ÜZERİNE ETKİSİ DENEYİ RAPORU DERECELİ PUANLAMA ANAHTARI

Öğrencinin Adı Soyadı:

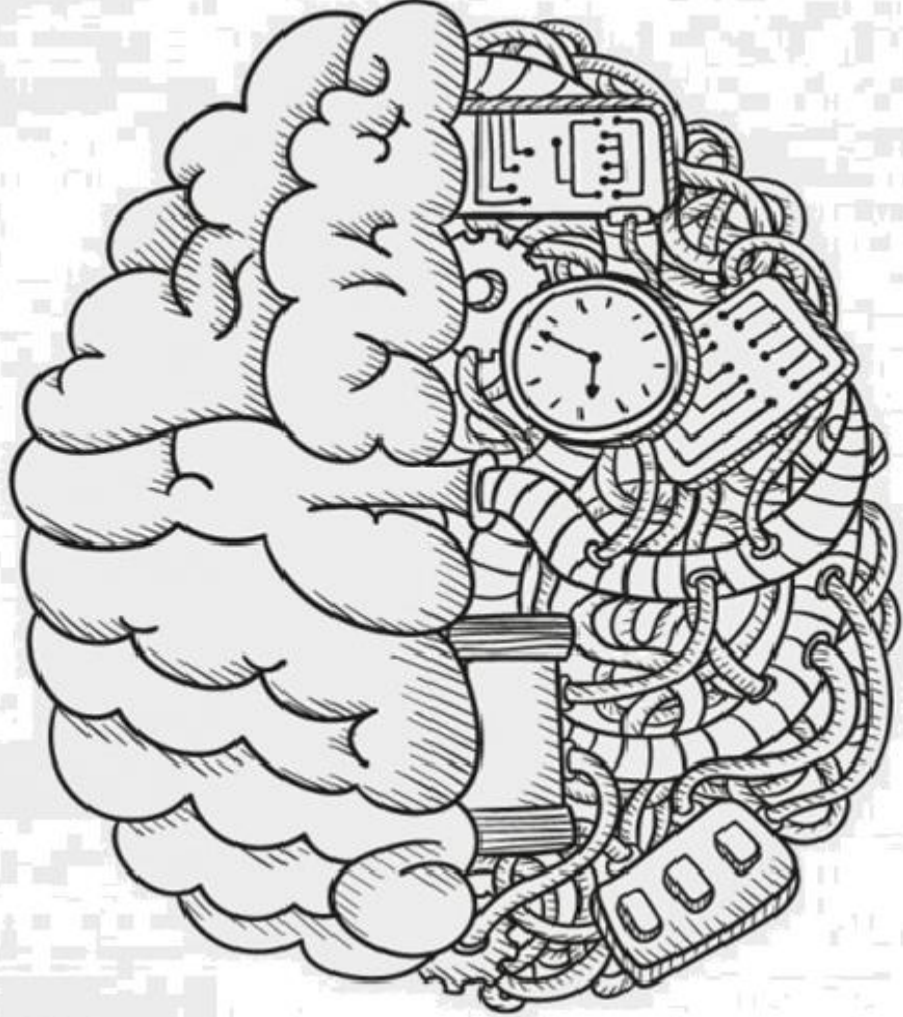
Grubunun Adı:

Tarih:

Ölçütler	Geliştirilmesi gerekir	Orta	Başarılı
DeneY malzemelerini yazabilme	DeneY malzemelerini yazılmamış (0)	DeneY malzemelerini kısmen doğru yazılmış. (2)	DeneY malzemelerinin tamamını doğru yazılmış. (4)
DeneYde kullanılmak üzere hangi sıvının seçildiğini nedeniyile açıklayabilme	DeneYde yanlış sıvı seçimi yapılmış (0)	DeneYde doğru sıvı seçilmiş ancak nedeni açıklanmamış. (2)	DeneYde doğru sıvı seçilmiş ve neden bu sıvının seçildiği açıklanmış. (4)
DeneY sürecini açıklayabilme	DeneYin yapılış süreci açıklanmamış. (0)	DeneYin yapılış süreci yeterince açıklanmamış/uygulama sırasına göre açıklanmamış. (3)	DeneYin yapılış sürecindeki tüm uygulamalar sırasıyla açıklanmış. (6)
Veri tablosu oluşturabilme	Veri tablosu oluşturulmamış. (0)	Oluşturulan veri tablosu tüm verileri kaydetmek için yeterli değil (4)	Tüm gözlemleri düzenli bir şekilde kaydetmeye uygun veri tablosu oluşturulmuş.(8)
Verileri kaydetme	Veriler kaydedilmemiş. (0)	Veriler kısmen kaydedilmiş. (3)	Tüm veriler kaydedilmiş. (6)
DeneY sonuçlarını yorumlayabilme	DeneY sonuçları yorumlanmamış. (0)	DeneY sonuçları kısmen yorumlanmış/ deneY verileri ile tutarsız yorumlara ulaşılmış. (4)	DeneY sonuçları deneY verileri ile tutarlı şekilde yorumlanmış. (8)
DeneYi daha iyi yapabilmek için öneriler geliştirebilme	Öneri geliştirilmemiş. (0)	Geliştirilen öneriler deneY sonuçlarını etkilemeyecek veya olumsuz etkileyecek nitelikte (4)	DeneYi daha verimli hale getirebilecek öneriler geliştirilmiş. (8)
Grup performansı	Çalışmada hiç sorumluluk almayan grup üyeleri var. (2)	Çalışmada sorumluluklar grup üyelerine eşit/dengeli dağıtılmamış. (3)	Çalışmada tüm grup üyeleri eşit/dengeli sorumluluk almış. (6)

Toplam Puan:

K. Mühendislik Tasarım Kılavuzu



KILAVUZ

MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ

Bu kılavuz sizlere tasarım sürecinizde yol göstermek ve çalışmalarınızı kayıt altına almanıza yardımcı olmak amacıyla hazırlanmıştır.

KILAVUZ

MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİ

MÜHENDİSLİK NEDİR?

BİLİM İNSANI İLE MÜHENDİS ARASINDA NE FARK
VARDIR?

MÜHENDİSLİK TASARIM AŞAMALARI

1.PROBLEMİ BELİRLEYİN VE TANIMLAYIN

2.İHTİYAÇ VEYA SORUNU ARAŞTIRIN

3.OLASI ÇÖZÜM(LER) GELİŞTİRİN

4.EN İYİ OLASI ÇÖZÜMÜ/ÇÖZÜMLERİ SEÇİN

5.BİR PROTOTİP OLUŞTURUN

6.ÇÖZÜMLERİ TEST EDİN VE DEĞERLENDİRİN

7.ÇÖZÜMLERİ PAYLAŞIN

8.YENİDEN TASARLAYIN

9.TAMAMLAYIN

GÖREV

Bir ressam olduğunuzu hayal edin. Gördüğünüz manzarayı aynen resminize aktarmayı düşünüyorsunuz. Bunun için teknolojiden yardım almak istiyorsunuz ama imkânlarınız kısıtlı. Akıllı telefonunuz, fotoğraf makineniz ya da internetiniz yok. Elinizde karton, teneke içecek kutuları, tahta parçaları gibi kolay ulaşılır malzemeler ve siyah-beyaz fotoğraf kâğıtları ve fotoğraf banyosu için gereken çözümler var. Bu malzemelerle görüntü kaydedebileceğiniz ve daha sonra onun kopyasını alarak orijinal resminizi yapabileceğiniz bir araç geliştirmelisiniz. Görevinizde başarılar dilerim.”

MÜHENDİSLİK NEDİR?

“Mühendislik bir "düşünce sistemi"dir, "Matematik düşünme" becerisidir.

- *Mühendislik, "Yaratıcılıktır"tır.*
 - *Düşünce yaratır*
 - *Ürün yaratır.*
- *Mühendislik "Düşünce üretmek"tir. **
- *Mühendislik "Ergonomi"dir.*

Yani; insanın çalışma koşullarının, rahatlatılmasını, güvenliğini ve üretkenliğini arttırmayı amaçlar;. Sonuç olarak mühendislik, bir bilim değil bir sanattır; bilimi uygulama sanatıdır. Bu sanatın üç temel ilkesi;

- *Güvenlik*
- *Ekonomi ve*
- *Uygulanabilirliktir.”*

Prof. Dr. K. Ercin KASAPOĞLU
(Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Bölümü)

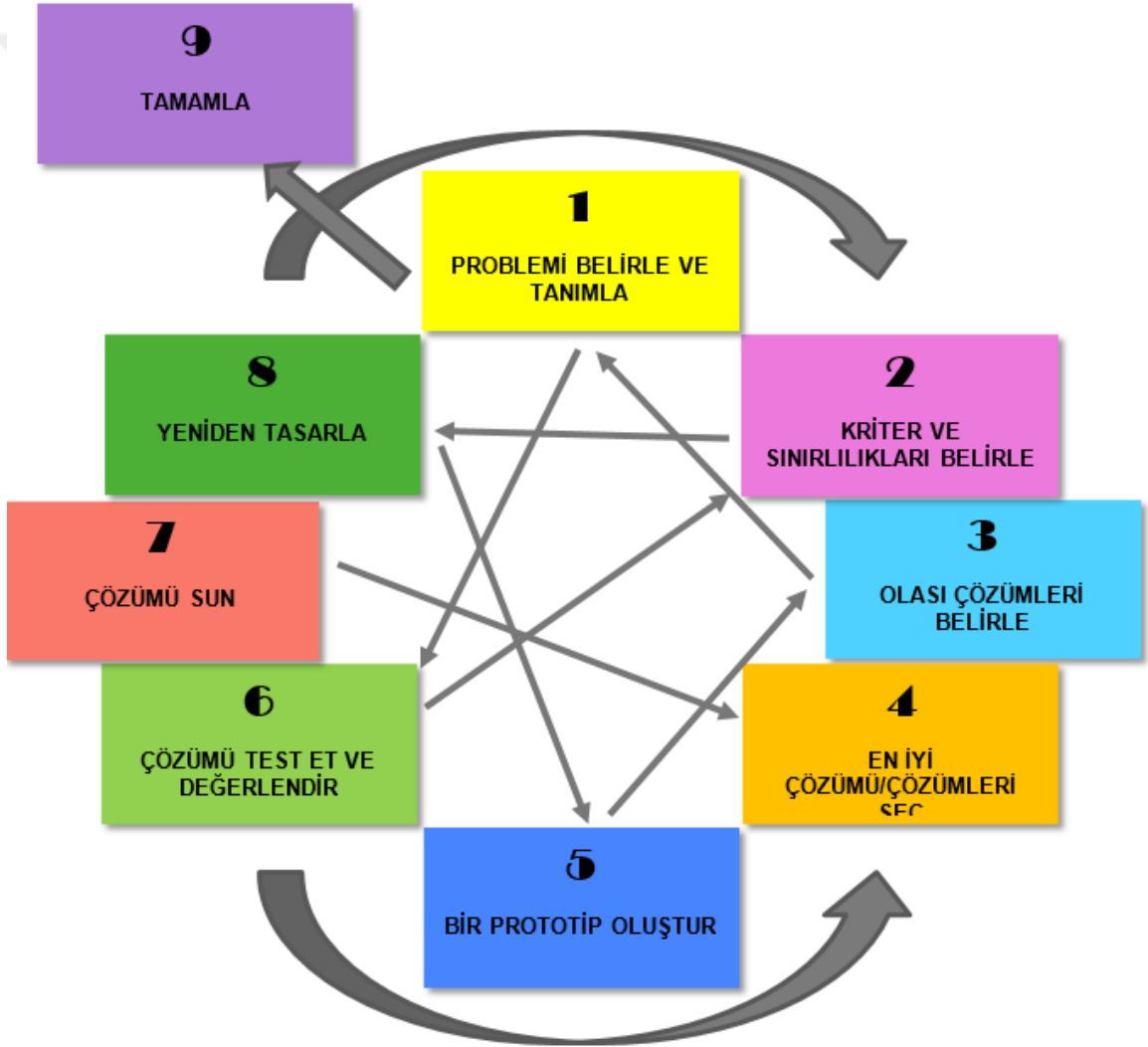
BİLİM İNSANI İLE MÜHENDİS ARASINDA NE FARK VARDIR?

Hem bilim insanları hem de mühendisler temel bilimlerle uğraşırlar. Ancak bir bilim insanı temel bilimleri yeni bilgiler üretmek için kullanırken mühendis gerçek yaşam sorunlarını çözmek üzere ürün veya sistem geliştirmekte kullanır.

MÜHENDİSLİK TASARIM AŞAMALARI

Aşağıda açıklanan mühendislik tasarım aşamaları Morgan Hynes, Merredith Portsmore, Emily Dare, Elissa Milto, Chris Rogers, David Hammer ve Adam Carberry (2011) tarafından lise öğrencilerinin STEM eğitimi için geliştirilen modelden uyarlanmıştır.

Bu modelde aşamalar 1'den 9'a kadar sıralansa da görüldüğü gibi bir döngü içinde ilerlenmektedir. Bir aşamada sorun yaşandığında önceki aşamalara dönüş kontrol etmek ve sorunu çözmek gerekir.



1. **Problemleri Belirle Ve Tanımla:** Karşı karşıya olduğunuz problemi tam olarak tanımlayın. Sizden beklenen nedir?
2. **Kriter Ve Sınırlılıkları Belirle:** Problemi çözmek için neler bildiğinizi ve neler öğrenmeniz gerektiğini belirleyin. Daha önce bu problemi veya benzerini çözmek için neler yapılmış araştırmaları. Tasarımınızın hangi özelliklere sahip olması gerektiğini ve sizi kısıtlayan durumları belirleyin.
3. **Olası Çözümleri Belirle:** Grup arkadaşlarınızla birlikte beyin fırtınası yapın. Tüm fikirleri (en saçma görünenleri bile) kaydedin. Yaratıcılığınızı serbest bırakın! Doğrunun tek olmadığını unutmayın!
4. **En İyi Çözümü/Çözümleri Seç:** Tasarımınızın kriterlerine ve kısıtlamalarınıza uyan en uygun fikre grup olarak karar verin. Bazen biri için en iyi gibi görünen çözüm diğeri için öyle görünmeyebilir. Tek bir tasarıma karar vermek zorunda değilsiniz. İşler yolunda gitmezse alternatif bir çözümünüz olması her zaman iyidir.
5. **Bir Prototip Oluştur:** Seçtiğiniz tasarım çözümünü bir prototipe dönüştürün. Bazen işler planlandığı gibi gitmeyebilir. Seçtiğiniz malzemelerin uygun olup olmadığını bu aşamada görmüş olacaksınız. Tasarımınızda sorunlar varsa prototip bu sorunları görmenizi sağlar. Oluşturduğunuz prototip başarısız olabilir. Unutmayın ki başarısızlıklar bize çok şey öğretir! Böyle bir durumda adımları tekrarlamalı ve sorunun kaynağını bulmalısınız. Ve yeniden denemelisiniz.
6. **Çözümleri Test Et ve Değerlendir:** Prototipinizi test etmelisiniz. Sizden istenen görevi yerine getirebiliyor mu? Kontrol etmelisiniz. Test aşamasının prosedürlerini belirleyin. Prototipinizi belirlediğiniz prosedürlere göre test edin. Unutmayın! Bitmiş bir prototip bitmiş bir ürün sayılmaz. Bazen test aşamasında sorunlarla karşılaşabilirsiniz. Bu sorunları aşmak için önceki adımlara yeniden dönmeniz gerekebilir.
7. **Çözümü Sun:** Artık çözümünüzü paylaşma zamanı. Arkadaşlarınızdan ve öğretmeninizden geri bildirim almak için tüm sürecinizi özetleyen, ürününüzü ve ürününüzün özelliklerini tanıtan bir sunum hazırlayın. Bu aşamada ürününüzü pazarladığınızı tüm yaptıklarınızı belgelediğinizi unutmayın. Beğenilmesi ve kabul görmesi için iletişim becerilerinizi kullanın.
8. **Yeniden Tasarla:** Bu aşamada yeniden tasarımınıza odaklanın. Tasarımınız işlevini yerine getiriyor olsa bile her zaman geliştirilecek yönleri vardır. Tasarımınızın geliştirilmesi veya düzeltilmesi gereken özelliklerini belirleyin. Başa dönüp tasarımınızı iyileştirmek için adımlar üzerinden yeniden geçin. Sonunda yaptığınız yenilikleri anlatan bir sunum daha hazırlayın.
9. **Tamamla:** Döngüden çıkabilirsiniz. Nihai ürününüzü elde ettiniz!

1

**PROBLEMI BELİRLE VE
TANIMLA**

Karşı karşıya olduğunuz problemi tam olarak tanımlayın. Sizden beklenen nedir?



2

KRİTER VE SINIRLILIKLARI BELİRLE

Problemi çözmek için neler bildiğinizi ve neler öğrenmeniz gerektiğini belirleyin. Daha önce bu problemi veya benzerini çözmek için neler yapılmış araştırmın. Tasarımınızın hangi özelliklere sahip olması gerektiğini ve sizi kısıtlayan durumları belirleyin.

Tasarımınız hangi özelliklere sahip olmalıdır? (Kriterleriniz nelerdir?)	Ekonomi, güvenlik ve uygulanabilirlik açısından sınırlılıklarınız nelerdir?

Tasarımınızı yapmanıza destek olacak neler biliyorsunuz?	Tasarımınıza destek olacak neler öğrenmeniz gerekiyor?

3

OLASI ÇÖZÜMLERİ BELİRLE

Grup arkadaşlarınızla birlikte beyin fırtınası yapın. Tüm fikirleri (en saçma görünenleri bile) kaydedin.

Yaratıcılığınızı serbest bırakın!

Doğrunun tek olmadığını unutmayın!

Tüm fikirleri buraya kaydediniz.

4

EN İYİ
ÇÖZÜMÜ/ÇÖZÜMLERİ
SEÇ

Tasarımınızın kriterlerine ve kısıtlamalarınıza uyan en uygun fikre grup olarak karar verin. Bazen biri için en iyi gibi görünen çözüm diğeri için öyle görünmeyebilir. Tek bir tasarıma karar vermek zorunda değilsiniz. İşler yolunda gitmezse alternatif bir çözümünüz olması her zaman iyidir.

Tasarımınızın/tasarımlarınızın taslak çizimlerini buraya yapınız.

Tasarımınızda ihtiyacınız olan malzemeleri buraya listeleyiniz

5

BİR PROTOTİP OLUŞTUR

Seçtiğiniz tasarım çözümünü bir prototipe dönüştürün. Bazen işler planlandığı gibi gitmeyebilir. Seçtiğiniz malzemelerin uygun olup olmadığını bu aşamada görmüş olacaksınız. Tasarımınızda sorunlar varsa prototip bu sorunları görmenizi sağlar. Oluşturduğunuz prototip başarısız olabilir. Unutmayın ki başarısızlıklar bize çok şey öğretir! Böyle bir durumda adımları tekrarlamalı ve sorunun kaynağını bulmalısınız. Ve yeniden denemelisiniz.

Prototipinizin yapım aşamasında karşılaştığınız zorluklar nelerdi? Bunların üstesinden nasıl geldiniz?

Gözlemlerinizi buraya kaydediniz.

6

ÇÖZÜMÜ TEST ET VE DEĞERLENDİR

Prototipinizi test etmelisiniz.

Tasarımınız bir kamera olduğu için prototipinizle fotoğraf çekmeli, çektiğiniz fotoğrafları karanlık odada banyo etmeli ve elde ettiğiniz fotoğraf kalitesi üzerinden prototipinizin işlerliğini test edebilirsiniz.

Test süreciniz için kullanacağınız bir veri tablosu oluşturun.

Tüm verilerinizi bu tabloya kaydedin.

VERİ TABLOSU

7

ÇÖZÜMÜ SUN

Artık çözümünüzü paylaşma zamanı. Arkadaşlarınızdan ve öğretmeninizden geri bildirim almak için tüm sürecinizi özetleyen, ürününüzü ve ürününüzün özelliklerini tanıtan bir sunum hazırlayın. Bu aşamada ürününüzü pazarladığınızı tüm yaptıklarınızı belgelediğinizi unutmayın. Beğenilmesi ve kabul görmesi için iletişim becerilerinizi kullanın.

Sunumunuzun akış planı ile ilgili notlarınızı buraya kaydediniz.



Bu aşamada yeniden tasarımınıza odaklanın. Tasarımınız işlevini yerine getiriyor olsa bile her zaman geliştirilecek yönleri vardır. Tasarımınızın geliştirilmesi veya düzeltilmesi gereken özelliklerini belirleyin. Başa dönüp tasarımınızı iyileştirmek için adımlar üzerinden yeniden geçin. Sonunda yaptığınız yenilikleri anlatan bir sunum daha hazırlayın.

Tasarımınızın düzeltilmesi gereken özellikleri nelerdir?	Tasarımınızın geliştirilmesi gereken özellikleri nelerdir?

Döngünün başına dönün, adımları tekrarlayın!

Tasarımınızı nasıl geliştirdiniz?

9

TAMAMLA

Tebrikler! Nihai ürününüzü elde ettiniz.



L. Tasarım ve Kılavuz Dereceli Puanlama Anahtarı (TKDPA)

Olçütler	Geliştirilmesi gerekir	Orta	Başarılı
Problemi tanımlayabilme	Verilen görevde gruplan beklenenler tanımlanmamış. (0)	Verilen görevde gruplan beklenenler kısmen tanımlanmış. (5)	Verilen görevde gruplan beklenenler eksiksiz tanımlanmış. (10)
Kriter ve sınırlılıkları belirleyebilme	Kriter ve sınırlılıklar belirlenmemiş. (0)	Kriter ve sınırlılıklar kısmen belirlenmiş. (5)	Kriter ve sınırlılıklar tam olarak belirlenmiş. (10)
Olası çözümleri belirleyebilme	Olası çözümler kaydedilmemiş. (0)	Yalnız bir olası çözüm yazılmış. (3)	Birden fazla olası çözüm kaydedilmiş. (6)
Tasarımın taslak çizimini yapabile	Taslak çizim yapılmamış. (0)	Taslak çizim yapılmış ancak açık ve anlaşılır değil. (3)	Taslak çizim açık ve anlaşılır şekilde yapılmış. (6)
İhtiyaç listesini belirleyebilme	Taslak çizime göre ihtiyaç listesi belirlenmemiş. (0)	Taslak çizime göre ihtiyaç listesi eksik belirlenmiş. (5)	Taslak çizime göre ihtiyaç listesi taslak çizimdeki tüm gerekenleri kapsayacak şekilde belirlenmiş. (10)
Prototip oluşturabilme	Prototip oluşturulmamış. (0)	Prototip oluşturulmuş ancak başta belirlenen problemi çözecek minimum yeterlilikleri taşımayor. (6)	Başta belirlenen problemi çözecek nitelikte prototip oluşturulmuş. (12)
Prototipi test edebilme	Prototip test edilmemiş. (0)	Prototipin işlevini yerine getirip getirmediğini anlamaya yetecek kadar test yapılmamış. / Test yöntemi doğru seçilmemiş. (6)	Doğru test yöntemi seçilerek yeterince test yapılmış. (12)
Test sonuçlarını kaydedebilme	Test sonuçları kaydedilmemiş. (0)	Test sonuçları açık ve anlaşılır bir düzen içinde kaydedilmemiş. (5)	Test sonuçları veri tablosu oluşturularak düzenli şekilde kaydedilmiş. (10)
Sunum için akış planı oluşturabilme	Akış planı oluşturulmamış. (0)	Akış planı var ancak, açık ve anlaşılır şekilde oluşturulmamış. (2)	Akış planı açık ve anlaşılır şekilde oluşturulmuş. (8)
Tasarımdaki eksik veya geliştirilmesi gereken yönleri belirleyebilme	Eksik veya geliştirilmesi gereken yönler belirlenmemiş. (0)	Tasarımın eksik ya da geliştirilmesi gereken yönleri göz ardı edilip tasarım yeterli kabul edilmiş. (3)	Tasarımdaki eksik veya geliştirilmesi gereken yönler belirlenmiş. (6)

KILAVUZ

	Olçütler	Geliştirilmesi gerekir	Orta	Başarılı
SUNUM	Tasarım sürecini açıklayabilme	Tasarım süreci açıklanmadı. (0)	Tasarım sürecinde yaşananlar sadece bir boyutu ile açıklandı. (Sadece doğru yapılar veya sadece yanlış yapılar gibi). (5)	Tasarım süreci tüm yönleriyle açıklandı. (10)
	İletişim becerilerini kullanabilme (İletişim becerileri: Beden dili, göz kontağı, ses düzeyi, eleştirilere açık olma, kendini doğru ifade edebilme)	İletişim becerilerini etkili bir şekilde kullanamadılar. (2)	Beden dili, göz kontağı, ses düzeyi, eleştirilere açık olma, kendini doğru ifade edebilme gibi iletişim becerilerinden en az ikisini etkili bir şekilde kullanabildiler. (5)	İletişim becerilerini etkili bir şekilde kullanabildiler. (10)
URUN ÖZELLİKLERİ	İşlevi açısından ürün özellikleri	Ürün ile fotoğraf elde edilemiyor. (2)	Ürün ile fotoğraf elde edilebiliyor ancak görüntü belirgin değil. (10)	Ürün ile belirgin fotoğraf elde edilebiliyor. (20)
	Kullanım kolaylığı açısından ürün özellikleri	Ürünün fotoğraf çekimi için taşınması veya kullanılması için uygun çözümler geliştirilememiş. (2)	Ürünün fotoğraf çekimi için taşınması veya kullanılması için çözümler geliştirilmiş ancak pratik değil. (5)	Ürünün fotoğraf çekimi için taşınması veya kullanılması için pratik çözümler geliştirilmiş. (10)
GRUP ÇALIŞMASI	Grup performansı	Çalışmada hiç sorumluluk almayan grup üyeleri var. (2)	Çalışmada sorumluluklar grup üyelerine eşit/dengeli dağıtılmamış. (5)	Çalışmada tüm grup üyeleri eşit/dengeli sorumluluk almış. (10)

Toplam puan:



M. Tasarım Süreci Değerlendirme Formu (TSDF)

Aşağıda tasarım süreciniz ve bu süreçte kullandığınız klavuz ile ilgili ifadeler bulunmaktadır. İfadeleri kendinize uygun şekilde "Katılıyorum", "Kısmen Katılıyorum", "Katılmıyorum" olarak cevaplayınız.			
İfadeler	Katılıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılmıyorum
Klavuz işimizi kolaylaştırdı.			
Klavuzdaki yönergeleri takip etmekte zorlandım.			
Grup çalışması yerine tek başıma çalışmayı tercih ederdim.			
Grup arkadaşlarımla birlikte işbirliği içinde çalışabildim.			
Tasarım sürecindeki aşamaları başka çalışmalarda da kullanmak isterim.			

Aşağıda uyguladığınız mühendislik tasarım süreci aşamaları yer almaktadır. Tasarım sürecinizde bu aşamalardan en çok hangisinde zorlandınız? Seçiniz ve kısaca nedenini açıklayınız.

- Problemi Belirle ve Tanımla
- Kriter ve Sınırlılıkları Belirle
- En İyi Çözümü/Çözümleri Seç
- Bir Prototip Oluştur
- Çözümleri Test Et ve Değerlendir
- Çözümü Sun
- Yeniden Tasarla
- Hiçbiri

Mühendislik tasarım süreci ile ilgili edindiğiniz tecrübeye dayanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- Mühendislik tasarım sürecinde genellikle birden fazla çözüm olabilir mi? Yoksa çözüm genellikle tek midir? Açıklayınız.
- Mühendislik tasarım sürecinde kriter ve sınırlılıklar birbiriyle çelişebilir mi? Yoksa her zaman birbirini mi tamamlar? Açıklayınız.
- Tasarım sürecinde aşamalar her zaman sırasıyla takip edilebilir mi? Yoksa döngüsel bir yol mu izlenir? Açıklayınız.

N. Öz Değerlendirme Formu (ÖDF)

Aşağıdaki ifadeleri kendinize uygun şekilde "Katılıyorum", "Kısmen Katılıyorum", "Katılmıyorum" olarak cevaplayınız.			
İfadeler	Katılıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılmıyorum
a. Bu çalışmada üçgenlerde benzerlik, optik, görme olayı, çözelti hazırlama gibi fen ve matematik konularının gerçek yaşamla bağlantısını kurabildim.			
a. Çalışma süresince öğrendiğim her bilgiyi tasarımı yaparken ve ürünü test ederken kullanabildim.			
b. Bu çalışmada yaptığım ölçümler ve değişkenlerime göre kendi veri tablomu oluşturmayı öğrendim.			
c. Bu çalışmada bilimsel bilgi ve yöntemleri bir olayı açıklamak ve yeni durumlara uyarlamak için kullandım.			
d. Bu çalışmada mühendislerin tasarım sürecinde hangi aşamalardan geçtiklerini öğrendim.			
e. Bu çalışmada grup çalışması ve işbirliğinin daha yaratıcı ürünler ortaya çıkarmamızı sağladığını gördüm.			
f. Çalışmanın süresi çok uzundu.			
g. Bu çalışmada fizik, kimya, biyoloji ve matematik derslerinde öğrendiğim konuları gerçek bir yaşam problemini çözmek için birlikte kullanabileceğimi öğrendim.			
h. Bu çalışmadan sonra bilim ve mühendislik alanlarına ilgim arttı.			
i. Bu çalışmanın 21.yüzyıl becerilerini destekler nitelikte olduğunu düşünüyorum.			
j. Bu çalışmada bilimsel bilgi ve yöntemlerin bir olayı açıklamak ve yeni durumlara uygulamak için kullanıldığını öğrendim.			

<p>1. Bu çalışmanın size en çok hangi açıdan katkı sağladığını düşünüyorsunuz?</p>	
<p>2. Bu çalışmada neyi değiştirmek isterdiniz?</p>	
<p>3. Bu çalışmayı diğer öğrenme deneyimlerinizden ayıran özellik nedir?</p>	
<p>4. Bu çalışmanın sanat ile ilişkili olmasının öğrenme sürecinize katkısı oldu mu? Açıklayınız.</p>	

O. “STEM Nedir? Biz Ne Yapacağız?” Dersi Planı

.....FEN LİSESİ 2016-2017 ÖĞRETİM YILI 10.SINIF BİLİM UYGULAMALARI DERS PLANI	
TARİH	17 Şubat 2017 (2. Ders)
SINIF	10
KONU	STEM Nedir? Biz Ne Yapacağız?
SÜRE	1 ders saati
KAYNAKLAR – ARAÇ GEREÇLER	PPT sunum, anket (STEMAA) sonuçları
YÖNTEM – TEKNİKLER	Tartışma, soru-cevap
KAVRAMLAR	STEM, STEAM, mühendislik, 21.yüzyıl becerileri
KAZANIMLAR	<p>Bu dersin sonunda öğrenciler;</p> <ul style="list-style-type: none">• Bir dönem boyunca bilim uygulamaları dersi kapsamında yapacakları etkinlikler hakkında bilgi sahibi olabilmelidir.• STEM eğitiminin amacı ve işlevi hakkında fikir sahibi olabilmelidir.• Uygulama süreci ile ilgili beklentiler geliştirebilmelidir.
DERSİN İŞLEYİŞİ	

Giriş Etkinliği (10 dakika):

Bir hafta önce öğrencilere uygulanan anketin sonuçları paylaşılır. Sonuçlar öğrencilerle birlikte yorumlanır. Yapılacak olan uygulamanın amacı anket sonuçlarına da dayandırılarak aşağıdaki gibi açıklanır:

“Bu uygulamanın amacı, farklı alan derslerinin birbiri ile ve gerçek yaşamla bağlantısını daha iyi görerek daha anlamlı öğrenmeler yaşamak, 21.yüzyıl becerilerinin kazanımına katkı sağlamak, mühendislik tasarım sürecini yaşayarak öğrenmektir.”

Gelişme Etkinliği (20 dakika):

PPT sunum kullanılarak STEM/STEAM kısaltmasını daha önce gördünüz mü? Ya da bu kavramı daha önce duydunuz mu? Soruları ile giriş yapılır.

Science **T**echnology **E**ngineering **M**ath eğitimi adı geçen alanların birbirinden izole bir şekilde öğrenilmesi yerine, araştırma, tasarım, problem çözme, takım çalışması ve etkili iletişim kurma gibi becerilere odaklanan özgün öğrenme ve üretme etkinlikleri yaratan bir eğitim yaklaşımıdır.

Son yıllarda tüm dünyada ve özellikle Amerika'da yaygınlaşan bu yaklaşımla 21.yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirmek hedeflenmektedir.

STEAM kısaltmasındaki "A" nın "Art" olduğu ve çalışmamızda sanata büyük bir yer ayıracağımız açıklanır. Bu amaçla uygulanacak çalışmanın aşamaları tanıtılır.

Uygulama sürecince kullanılacak materyallere okulun öğrenme yönetim sistemi olan Moodle üzerinden ulaşacakları bilgisi verilir. Moodle sayfasında Bilim Uygulamaları başlığı ile açılan bölüm tanıtılır.

Değerlendirme Etkinliği (10 dakika):

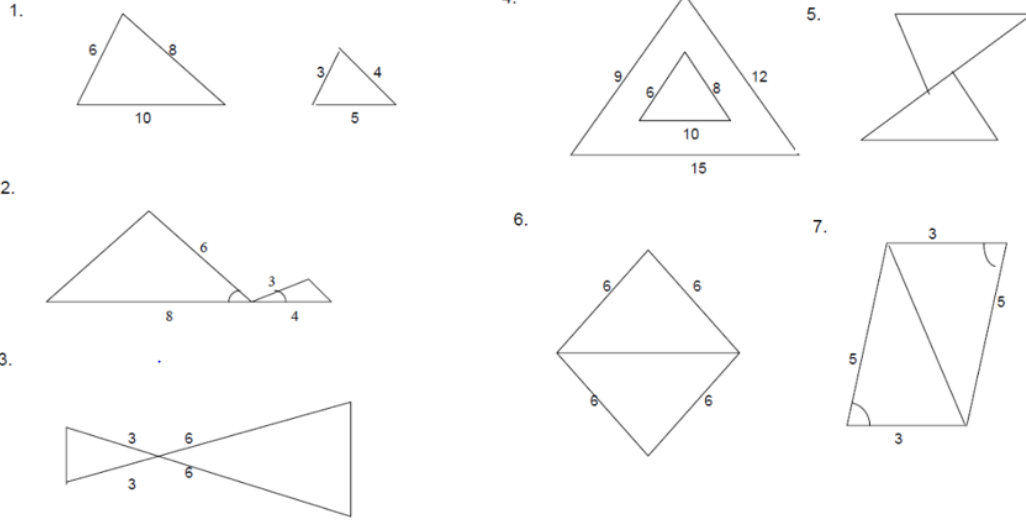
Öğrenci görüşleri ve beklentileri "Beklenti değerlendirme formu" ile alınır.

P. “Üçgenlerde Benzerlik” Dersi Planı

.....FEN LİSESİ 2016-2017 ÖĞRETİM YILI 10.SINIF BİLİM UYGULAMALARI DERS PLANI	
TARİH	20 Şubat 2017 (3. Ders)
SINIF	10
KONU	Üçgenlerde benzerlik
SÜRE	1 ders saati
KAYNAKLAR – ARAÇ GEREÇLER	MEB Ders kitabı, Yardımcı Kaynak Kitaplar
YÖNTEM – TEKNİKLER	Anlatım, Soru-cevap, Problem çözme
KAVRAMLAR	Eşlik, benzerlik, Thales oran, orantı
KAZANIMLAR Bu dersin sonunda öğrenciler; <ul style="list-style-type: none">• Bir üçgenin bir kenarına paralel olarak çizilen bir doğru diğer iki kenarı kestiğinde bu doğrunun üçgenin kenarlarını orantılı doğru parçalarına ayırdığını (temel orantı teoremi) ve bunun karşınının da doğru olduğunu gösterebilmelidir. (9.4.2.1.)• İki üçgenin benzerliğini açıklayabilmeli, iki üçgenin benzer olması için gerekli olan asgari koşulları belirleyebilmelidir. (9.4.2.2.)• Üçgenlerin benzerliğini modelleme ve problem çözmede kullanabilmelidir. (9.4.2.3.)	
DERSİN İŞLEYİŞİ	

Giriş Etkinliği: (10 dk)

Aşağıdaki sorular sunuma yansıtılır:



Bu üçgenlerden hangileri arasında benzerlikten söz edilebileceği sorulur? Verilen cevaplar tartışılır.

Aralarında benzerlik olduğu belirlenen üçgenlerin hangi bileşenleri arasında benzerlikler kurulduğu her bir üçgen için tartışılarak bulunur ve üçgen üzerine not edilir.

Bu derste, 9.sınıfta gördüğümüz üçgende benzerlik konusunu yeniden hatırlatılacağı ve konu ile ilgili sorular çözüleceği açıklandıktan sonra gelişme etkinliğine geçilir.

Gelişme Etkinliği: (20 dk)

ÜÇGENDE BENZERLİK

İki üçgenin karşılıklı elemanları orantılı veya karşılıklı elemanları eş ise bu üçgenlere benzer üçgenler denir.

$m(A) = m(D)$, $m(B) = m(E)$, $m(C) = m(F)$ ise $ABC \sim DEF$ dir.

$$\frac{|BC|}{|EF|} = \frac{|AC|}{|DF|} = \frac{|AB|}{|DE|} = k , \quad k \in R^+ \quad k \text{ 'ye iki üçgenin benzerlik oranı denir.}$$

Eğer $k=1$ ise ABC ve DEF üçgenlerine eş üçgenler denir.

TEMEL ORANTI TEOREMİ: Bir üçgenin iki kenarını kesen ve üçüncü kenara paralel olan bir doğru, bu kenarlar üzerinde orantılı parçalar meydana getirir.

$$\frac{|AD|}{|DB|} = \frac{|AE|}{|EC|}, \frac{|AD|}{|AB|} = \frac{|AE|}{|AC|} \text{ dir. Teoremin karşısı da doğrudur}$$

BENZERLİK TEOREMLERİ:

i)(AA) Teoremi: İkişer açılarının ölçüleri eş olan üçgenler benzerdir.

ii)(KAK) Teoremi: İki üçgenin ikişer kenarları orantılı ve bu kenarlar arasındaki açıları eş ise üçgenler benzerdir.

iii)(KKK) Teoremi: İki üçgenin karşılıklı kenarları orantılı ise üçgenler benzerdir.

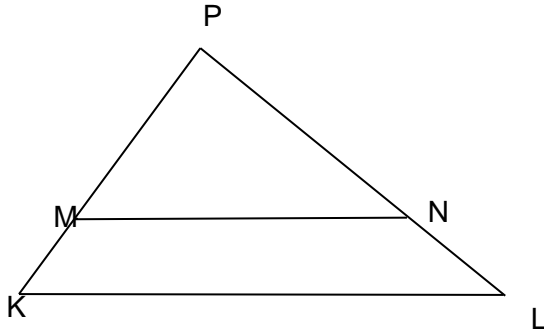
1- Benzer üçgenlerin karşılıklı bütün elemanları uzunlukça orantılıdır.

$$\frac{a}{a'} = \frac{b}{b'} = \frac{c}{c'} = \frac{h_a}{h_{a'}} = \frac{v_a}{v_{a'}} = \frac{n_a}{n_{a'}} = \frac{2u}{2u'} = \frac{u}{u'} = \frac{r}{r'} = \frac{r_a}{r_{a'}} = \frac{R}{R'} = k \text{ dir.}$$

2- Benzer üçgenlerin alanlarının oranı benzerlik oranının karesine eşittir.

$$\triangle ABC \sim \triangle A'B'C' \text{ ve benzerlik oranı } k \text{ ise } \frac{A(ABC)}{A(A'B'C')} = k^2 \text{ dir.}$$

Örnek:



$$|PM| = 16 \text{ cm}$$

$$|PN| = 23 \text{ cm}$$

$$|PK| = 20 \text{ cm}$$

$$|PL| = 30 \text{ cm} \text{ ise } MN \parallel KL \text{ olabilir mi?}$$

I.TALES TEOREMİ

Teorem: En az üç paralel doğru,iki keseni uzunlukları orantılı parçalara ayırır.

Hipotez: $d_1 // d_2 // d_3$ ve $l_1 // l_2$ kesen ise

Hüküm: $\frac{|AB|}{|BC|} = \frac{|DE|}{|EF|}$ dir.

CD doğrusunu çizelim. $CD \cap BE = \{K\}$ olsun.

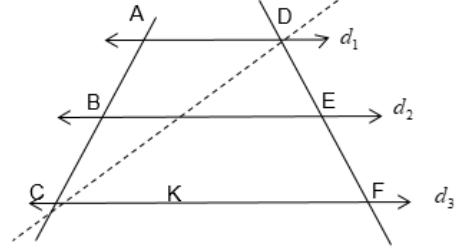
1) $\frac{|AB|}{|BC|} = \frac{|DK|}{|KC|}$ ($[BK] // [AD]$ ve Temel Orantı

teoreminden)

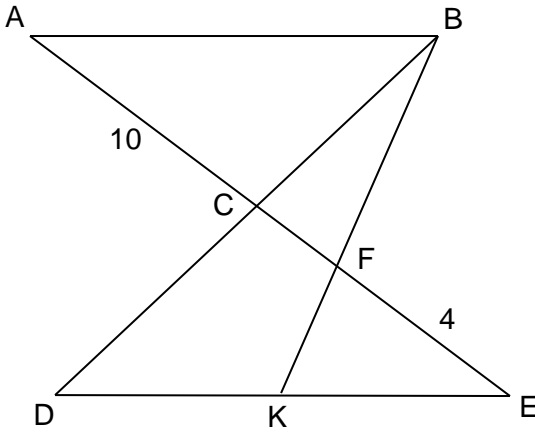
2) $\frac{|KD|}{|KC|} = \frac{|DE|}{|EF|}$ ($[KE] // [CF]$ ve Temel Orantı

teoreminden)

3) $\frac{|AB|}{|BC|} = \frac{|DE|}{|EF|}$ olur. (1 ve 2 den)



Örnek:



$|AC| = 10$ br ve $|FE| = 4$ br

$[AB] // [DE]$

$|AB| = 3|KE|$

$\frac{|DK|}{|DE|} = ?$

Değerlendirme Etkinliği: (10 dk)

Üçgenlerde Benzerlik Konusu Değerlendirme Formu (ÜBKDF) sınıf içinde çözülür. Dönüt verilir.

R. “Optik” Dersi Planı

.....FEN LİSESİ 2016-2017 ÖĞRETİM YILI 10.SINIF BİLİM UYGULAMALARI DERS PLANI	
TARİH	22 Şubat 2017 (4. Ders)
SINIF	10
KONU	Optik (aydınlanma, yansıma, düz aynalar)
SÜRE	1 ders saati
KAYNAKLAR – ARAÇ GEREÇLER	Esnek boru, Mum, Küresel cisim, Düzlem ayna, Işık kaynağı, Güç kaynağı
YÖNTEM – TEKNİKLER	Anlatım, Soru-cevap, Deney
KAVRAMLAR	Foton, ışık-ışın, saydam-yarısaydam-opak, aydınlanma, ışık akısı, ışık şiddeti
KAZANIMLAR Bu dersin sonunda öğrenciler; <ul style="list-style-type: none">• Işığın doğasını dalga-tanecik ikiliği üzerinden açıklayabilmelidir.• Işığın yansıma olayındaki davranışını inceleyebilmeli ve çıkarımlar yapabilmelidir. (10.4.3.1.)• Işığın düzgün ve dağınık yansımasını ölçekli çizimler üzerinden gösterebilmelidir.• Üçgenlerde benzerlik ilkelerini ölçekli çizimlerinde kullanabilmelidir.• Optik yasalarını kullanarak gözde görüntü oluşumunu açıklayabilmelidir. (10.4.10.1.)	
DERSİN İŞLEYİŞİ	

Giriş Etkinliği: (5 dakika)

Derse getirdiğimiz 1 m uzunluğundaki bir boru ve 1 adet mum ile aşağıdaki deney gözetletilir ve tartışma ortamı yaratılır.

DENEY: Sınıf ışıklandırması kapatılır, perdeler çekilerek karanlık bir ortam yaratılmaya çalışılır. Mum yakılır. Öğrencilere borunun bir ucundan tek gözleri ile mum alevine bakmaları istenir. Bu esnada boru doğrusal ve eğrisel olarak iki farklı şekilde tutularak gözlemleri yorumlamaları istenir.

Gelişme Etkinliği: (15 dakika)

Yapılan deneyle ilgili sorulara yanıt aranır

1. Mum alevini borunun iki pozisyonunda da görebildiniz mi?
2. Farklılık nedeni nedir?
3. Doğada buna benzer örnekler verilebilir mi?
4. Neden görürüz?

Bu soruları kısaca tartışmaları yapıldıktan sonra Işık üzerine bilgilendirmeler yapılır

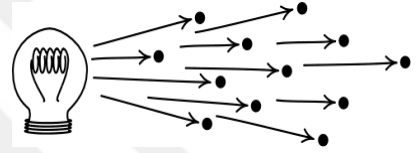
IŞIĞIN DOĞASI:

Bilim insanları uzun süre "Işık nedir?" sorusuna cevap aramış ve bu konuda defalarca tartışmışlardır. Tarihsel süreç içinde ışığın yapısını açıklamak için öne sürülmüş üç teori vardır.



Tanecik Teorisi:

Işığın tanecik teorisi ilk olarak 1670 yılında Newton tarafından ortaya konulmuştur. Newton'a göre ışık, ışık kaynağından çıkan çok sayıda küçük taneciklerden oluşur. Bu tanecikler saydam ortamlarda çok büyük hızla doğrular boyunca yayılırlar. Işığın her rengine farklı büyüklükte tanecikler karşılık gelir. Newton bu düşüncayı kullanarak ışığın yansımalarını ve kırılmalarını açıklayabilmiştir.



Dalga Teorisi:

Newton'un yaşadığı dönemde ışıkla ilgili başka bir teori ortaya atıldı. 1678 yılında Huygens ışığın dalga teorisini açıkladı. Huygens'e göre, ışık kaynakları çok yüksek frekanslı titreşimler meydana getirmekte ve bu titreşimler saydam ortamlarda dalgalar şeklinde yayılmaktaydı.

Kuantum Teorisi:

Işığın hem dalga hem tanecik özelliği taşıdığını açıklayan teoridir. Günümüzde halen geçerliliğini korumaktadır. Elektromanyetik dalgalar su dalgaları gibi sürekli değil, kuantlar (enerji paketleri) halinde yayılır. Bu dalgaların frekansları ile enerjileri doğru orantılıdır.

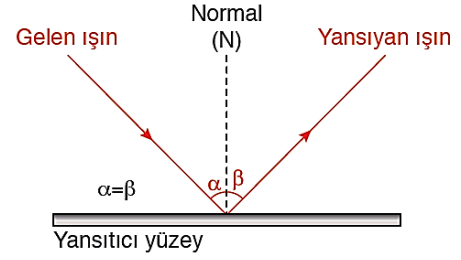
IŞIĞIN YANSIMASI:

Işık, yolu üzerinde bulunan bir cisme çarpınca doğrultusunu değiştirerek geldiği ortama geri döner. Bu olaya **yansım**a denir. Durgun göl yüzeyinde, yakında bulunan dağların, ağaçların görüntüsü oluşur. Bu güzel görüntüyü oluşturan ışığın göl yüzeyinde yansımasıdır.



Yansıma Yasaları

- I. Gelen ışın, yüzey normali ve yansıyan ışın aynı düzlemededir.
- II. Gelen ışının normalle yaptığı gelme açısı (α), yansıyan ışının normalle yaptığı yansıma açısına (β) eşittir.

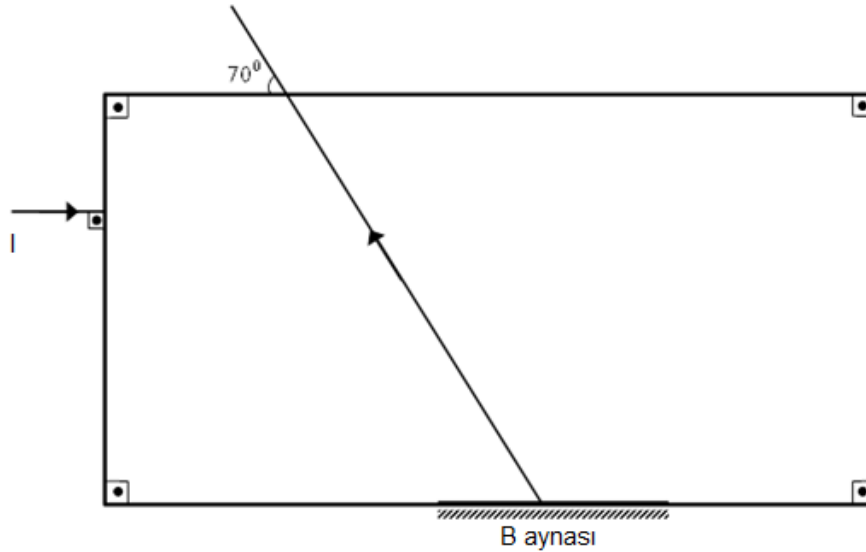


TARTIŞALIM:

Araçların ön cam ile şoför arasında kalan kısmı yansımanın dağınık olması için pütürlü ve koyu renkte olan plastikten yapılır. Bunun nedeni sizce ne olabilir?



Örnek:



Şekildeki kutuya gönderilen I ışını A ve B düzlem aynalarından yansıdıktan sonra kutuyu şekildeki gibi terk ediyor. I ışınının şekilde gösterilmeyen A aynasına gelme açısı kaç derecedir? Hesaplayınız.

İŞIN MODELİ:

Küçük bir pencereden ya da dar aralıktan sızan ışığın, doğrusal çizgiler halinde yayıldığını havadaki toz taneciklerinin yardımıyla görürüz. Benzer bir görüntüye resimdeki gibi bulutların arasından yeryüzüne yayılan Güneş ışıklarında da rastlarız. Tüm bunlar ışığın üç boyutta doğrusal yolla yayıldığıının göstergesidir.



İşığın doğrusal yolla yayılmasından dolayı ışık; türdeş bir ortam içerisinde doğrular boyunca yayılan çok ince ışık demeti ile gösterilir. Bu demeti oluşturan her bir çizgiye **ışık ışını** denir.



Değerlendirme Etkinliği: (20 dakika)

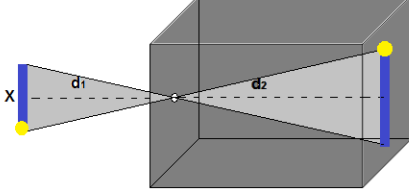
Optik Konusu Değerlendirme Formu (OKDF) uygulanır.

S. “Göz Nasıl Görür?” Dersi Planı

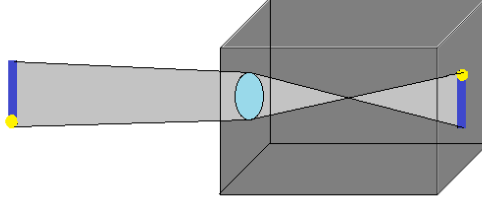
.....FEN LİSESİ 2016-2017 ÖĞRETİM YILI 10.SINIF BİLİM UYGULAMALARI DERS PLANI	
TARİH	24 Şubat 2017 (5. Ders)
SINIF	10
KONU	Gözün yapısı ve görme işlevi
SÜRE	1 ders saati
KAYNAKLAR – ARAÇ GEREÇLER	Göz modeli , PPT sunum
YÖNTEM – TEKNİKLER	Anlatım, Soru-cevap, Deney
KAVRAMLAR	Fotoreseptörler, göz merceği, camsı sıvı, optik sinir, kırılma odak noktası, görme alanı, retina, kornea, sklera, sarı nokta (fovea)
KAZANIMLAR	<p>Bu dersin sonunda öğrenciler;</p> <ul style="list-style-type: none">• Gözün yapısını ve görme işlevini açıklayabilmelidir.
DERSİN İŞLEYİŞİ	

Giriş Etkinliği (5 dakika) :

Bir önceki derste (fizik dersinde) kullanılan çizim ile derse başlanır. (ppt sunum eşliğinde)



Bu kutudaki deliği biraz büyütsek ve buraya bir ince kenarlı mercek yerleştiresek ne olur? Sorusu ile beraberinde gelen şekil gösterilir.



Merceğin kalınlığı, cismin uzaklığı ve gelen ışığın dalga boyuna göre oluşan görüntünün yeri ve boyu değişeceği vurgulanır.

Gözün de kapalı karanlık bir kutuya benzetilebileceği söylenerek iki konu arasında bağlantı kurulur. Yalnız gözdeki merceğin bu kutuda kullandığımız cam mercekten çok daha yetenekli olduğu ifade edilip görme olayını açıklamaya geçilir.

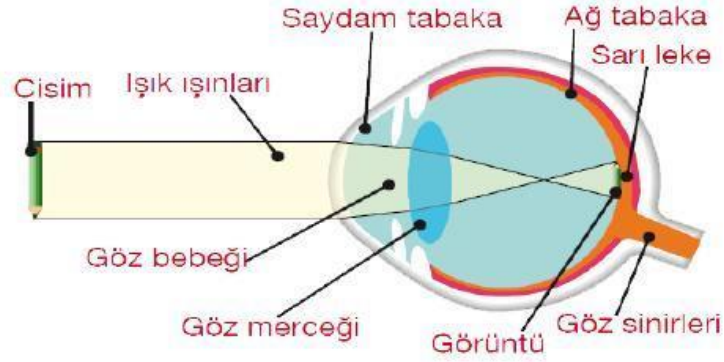
Gelişme Etkinliği: (15 dakika)

Gözün anatomisi ve görme olayı açıklanırken ppt sunuma gömülmüş olan

<https://www.youtube.com/watch?v=YcedXDN6a88>

linkindeki video ile anlatım desteklenebilir.

Görme Olayı



(ince kenarlı mercek – Göz merceği bağlantısına dikkat çekilir)

Öğrencilerin bu kapsamı hatırlamaları sağlandıktan sonra görme olayının bağlı olduğu başlıca faktörlerin neler olduğu sorgulanmalıdır. (etkinlikten öncesi, sırası ve sonrası)

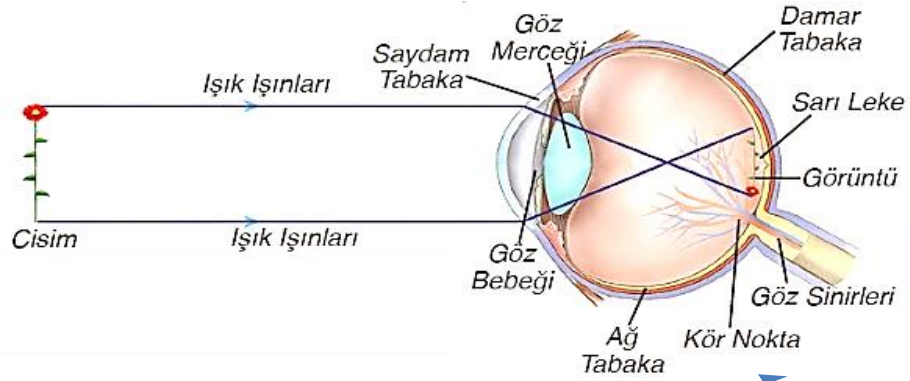
Göz Anatomisi

Göz kesiti tanıtılır.

Sadece ışığın (görüntünün) izlediği yollar belirtilir.

Fotoreseptörlerin çok yoğun olduğu (sarı benek-fovea) ve hiç olmadığı (kör nokta – optik sinir çıkışı) yapılarına vurgu yapılır

Görme olayı



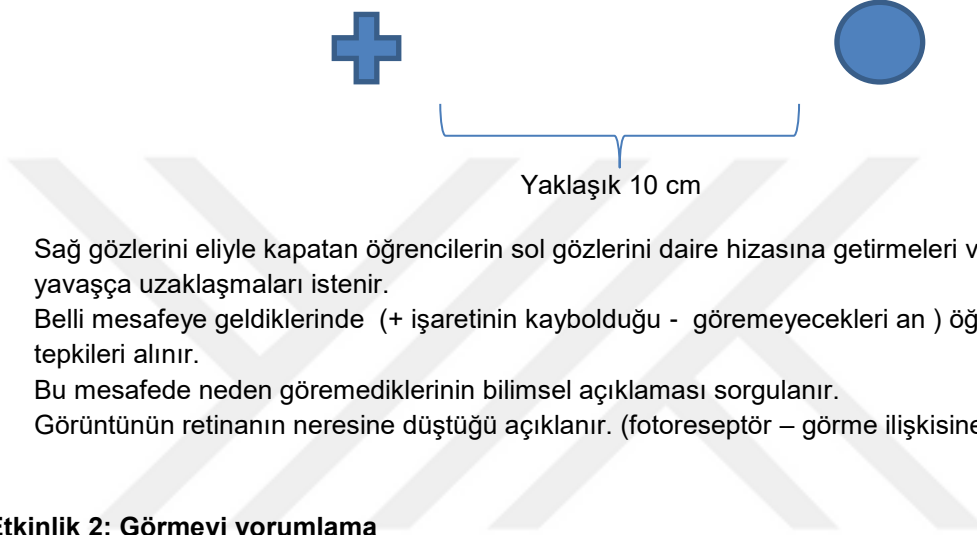
- Projeksiyondan, ışığın izlediği yol aşama aşama belirtilir.



Değerlendirme Etkinliği: (20 dakika)

Etkinlik 1: Kör nokta bulma

- Öğrencilere, aşağıdaki çizimi defterlerine çizmeleri istenir.



- Sağ gözlerini eliyle kapatan öğrencilerin sol gözlerini daire hizasına getirmeleri ve defterlerinden yavaşça uzaklaşmaları istenir.
- Belli mesafeye geldiklerinde (+ işaretinin kaybolduğu - göremeyecekleri an) öğrencilerin tepkileri alınır.
- Bu mesafede neden göremediklerinin bilimsel açıklaması sorgulanır.
- Görüntünün retinanın neresine düştüğü açıklanır. (fotoreseptör – görme ilişkisine vurgu)

Etkinlik 2: Görmeyi yorumlama

- 1) Görme olayı için muhakkak olması gereken faktör nedir?
- 2) Neden karanlıkta renkleri göremiyoruz?
- 3) Otomobillerdeki dikiz aynası kör nokta çizgileri neden var?
- 4) Gece körlüğü hakkında bildikleriniz nelerdir?

ÖDEV: Göz Nasıl Görür Konusu Değerlendirme Formu (GKDF) ödev olarak verilecektir. Bu ödev Moodle'a yüklenecektir.

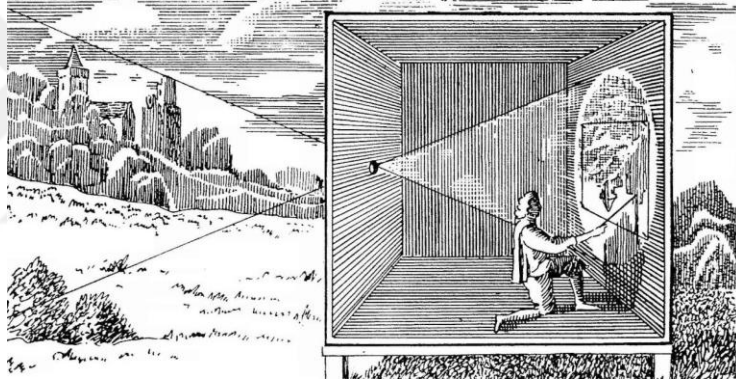
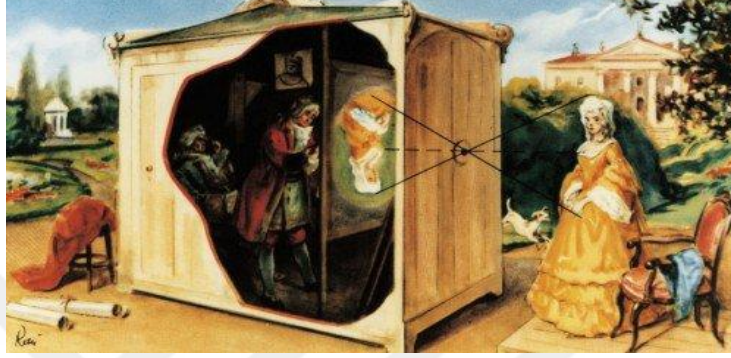
T. “Resim Sanatı ve Teknoloji: Camera Obscura” Dersi Planı

.....FEN LİSESİ 2016-2017 ÖĞRETİM YILI 10.SINIF BİLİM UYGULAMALARI DERS PLANI	
TARİH	10 Mart 2017 (6.ders) ve 17 Mart 2017 (7.ders)
SINIF	10
KONU	Camera Obscura
SÜRE	2 ders saati
KAYNAKLAR – ARAÇ GEREÇLER	1.ders için: Camera obscura kullanan ressamlarla ilgili çizimler, camera obscura (en az 90x80x75cm boyutlarında ışık sızdırmaz, içi siyah boyalı, bir yüzeyine ince uçlu matkapla delik açılmış, giriş-çıkış için kapağı olan tahta kutu), cetvel, kopya kâğıdı 2.ders için: Küçük camera obscura (5 yüzü ışık sızdırmaz biçimde siyah kalın kartonla, kalan bir yüzü ise kopya kâğıdı ile kaplanmış karton kutu. Kopya kâğıdının kaplandığı yüzeyin tam karşısındaki yüzeye raptiye ile bir delik açılmalı ve böylece dışından gözlem yapmaya uygun hale getirilmelidir. Ancak, bu araçla ancak karanlık ortamda ve doğrudan bir ışık kaynağına bakılarak gözlem yapılabilir.), mum
YÖNTEM – TEKNİKLER	Deney, gözlem, tartışma, problem çözme
KAVRAMLAR	Eşlik, benzerlik, oran-orantı, ışık, elektromanyetik dalga enerjisi, optik kuralları, camera obscura
KAZANIMLAR	Bu dersin sonunda öğrenciler; <ul style="list-style-type: none">• Camera obscuranın çalışma prensibini optik kurallar üzerinden açıklayabilmelidir.
DERSİN İŞLEYİŞİ	

1.DERS

Giriş Etkinliği:

Aşağıdaki resimler öğrencilere gösterilir. Bu resimlerin ne anlattığı sorulur. Şimdiye dek öğrendikleri bilgiler ile bu resimleri açıklamaları istenir.



Gelişme Etkinliği:

Rönesans döneminden sonra birçok ressamın bu ve benzeri teknolojiler kullanmaya başladığı açıklanır. Örnek olarak camera obscura kullandığı rivayet edilen Johannes Vermeer verilir. En ünlü resmi olan İnci Küpeli Kız görseli bu ressamı tanıtmak için kullanılır.

Hava koşulları uygunsa öğrenciler ve camera obscura ile bahçeye çıkılır. Gün ışığında yapılacak deney daha iyi sonuç verecektir. İçine girip resimlerdeki ressamlar gibi bir deneyim yaşamak isteyip istemedikleri sorulur. Gönüllü öğrenciler kutuya girip gözlem yaparlar ve arkadaşları ile deneyimlerini paylaşırlar.

Değerlendirme Etkinliği:

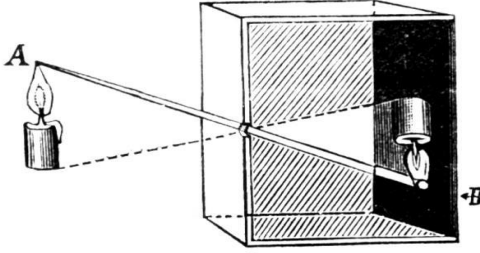
Öğrencilerden kalem kutusu gibi küçük boyutlu ve açık renkli bir obje seçmeleri istenir. Kutunun içine girecek bir gözlemcinin bu objenin görüntüsünü görüp göremeyeceği denenecektir. Kutunun boyutları ölçülür. Not edilir. Objenin deliğin karşısında duracağı mesafe ölçülür. Not edilir. Kutunun içinde (deliğin karşısındaki yüzeyde) hangi boyutta ve ne şekilde görünmesi gerektiği tartışılır ve hesaplanır. Kutunun içine tebeşir ile giren gözlemci öğrenci gördüğü görüntünün sınırlarını işaretler. Kutu açılarak işaretlemeler ve gözlemler değerlendirilir, hesaplamalarla karşılaştırılır

2.DERS

Giriş Etkinliği (5 dakika):

Bir önceki ders yapılan uygulamaları hatırlatılır. “Çok büyük ve ağır bir kutuyu bahçeye taşımamız, içine kendimizi kapatıp gözlem yapmamız gerekti. Bu biraz zorlu bir süreçti. Acaba bu gözlemi basitleştirmenin bir yolu olabilir mi? Kutunun içinden değil dışından gözlem yapmak mümkün olabilir mi? Bir ressam olsanız camera obscuranızı çantanızda istediğiniz yere taşımak istemez miydiniz?” soruları sorularak merak uyandırılır. Bu derste camera obscuranın dışına çıkacağımız ama bu sefer de başka zorluklarla yüzleşeceğimiz açıklanır.

Gelişme Etkinliği (15dakika):



Görüntünün ters bir biçimde yansıdığını deneyimlemeleri için karanlık ortam oluşturulur. Bir mum yakılır. yanan mumu camera obscuradan bakarak tekrar gözlemlenmeleri istenir

Ortam aydınlatılır ve yanan mumu camera obscuradan bakarak tekrar gözlemlenmeleri istenir. Ardından aşağıdaki sorular sorulur:

- Aydınlık ve karanlık ortamda gözlemleriniz arasında fark oldu mu?
- Görüntüyü daha net yakalamak için neler yapılabilir?
- Neden bir önceki ders yaptığımız gibi bir nesne/insanı gözlemek yerine doğrudan bir ışık kaynağını gözlemledik?
- Bu durumu optik kuralları ile nasıl açıklayabilirsiniz?

Camera obscura üzerindeki delik genişletilir ve tekrar gözlem yapmaları istenir. Aşağıdaki soru sorulur:

- Görüntünün netliği nasıl değişti? Bu durumu optik kuralları ile nasıl açıklayabilirsiniz?

Kamera obscuradaki küçük delik etrafına başka delikler de açıldığında görüntünün nasıl değişeceğini yorumlamaları istenir. Daha sonra delikler açılarak gözlem yapılır.

Değerlendirme Etkinliği (15 dakika):

Camera Obscura Konusu Değerlendirme Formu (COKDF) dağıtılır.

ÖDEV: Tim's Vermeer adlı belgeselin Moodle'a yüklenir. Öğrencilerden bir sonraki derse kadar bu belgeseli izlemeleri istenir.

U. “Resim Sanatı ve Teknoloji: Rönesans Dersi Planı

.....FEN LİSESİ 2016-2017 ÖĞRETİM YILI 10.SINIF BİLİM UYGULAMALARI DERS PLANI	
TARİH	24 Mart 2017 (8.ders)
SINIF	10
KONU	Rönesans
SÜRE	2 ders saati
KAYNAKLAR – ARAÇ GEREÇLER	PPT sunum
YÖNTEM – TEKNİKLER	Anlatım, Soru-cevap, Tartışma
KAVRAMLAR	Antik Yunan, Rönesans, Barok
KAZANIMLAR Bu dersin sonunda öğrenciler; <ul style="list-style-type: none">• Camera obscura ile çalıştığı rivayet edilen ressamı ve ünlü resimlerini tanıyabilmelidir.• Rönesans dönemi resim sanatının özellikleri ile ressamların kullandıkları camera obscura tekniği arasında ilişki kurabilmelidir.	
DERSİN İŞLEYİŞİ	

Giriş Etkinliği (5 dakika) :Antik Yunan’dan Rönesans ve Barok’a gerçekçi imgeler üzerinden klasik ideal gelişiminden bahsedilir. Platon, Aristo ve Aziz Frances...

Gelişme Etkinliği: (20 dakika): Klasik ışık (stüdyo ışığı, spot ışığı) Antik’ten Barok’a resimler üzerinden açıklanır. Camera obscura kullanımından da önce ressamın geometriden faydalandıkları bazı teknikler görseller yardımıyla tanıtılır. Bu çalışmaların çizgisel perspektifi geliştirdiği açıklanır. Camera obscura kullandığı düşünülen en önemli ressamlardan biri olan Jan Van Eyck, Lorenzo Lotto Vermeer’den bahsedilir. David Hockney’nin teorisi ve öğrencilerin izlemiş oldukları Tim’s Vermeer belgeseli üzerinde tartışılır.

Değerlendirme Etkinliği (15 dakika): Resim-Teknoloji Konusu Değerlendirme Formu (RTKDF) dağıtılır.

V. “Çözelti Derişimlerinin İletkenlik ve pH Üzerine Etkisi” Dersi Planı

.....FEN LİSESİ 2016-2017 ÖĞRETİM YILI 10.SINIF BİLİM UYGULAMALARI DERS PLANI	
TARİH	7 Nisan 2017 (10.ders)
SINIF	10
KONU	Çözelti Derişimlerinin İletkenlik ve pH Üzerine Etkisi
SÜRE	2 ders saati
KAYNAKLAR – ARAÇ GEREÇLER	Dereceli silindir, beher, pH metre, ampul ve üreteç, saf su, etil alkol sıvısı, asetik asit sıvısı
YÖNTEM – TEKNİKLER	Deney, gözlem, tartışma, problem çözme
KAVRAMLAR	Derişim, iletkenlik, pH
KAZANIMLAR Bu dersin sonunda öğrenciler; <ul style="list-style-type: none">• Derişimle ilgili hesaplamalar yapabilmeli ve farklı derişimde çözeltiler hazırlayabilmelidir. (11.4.3)• Derişim değişiminin iletkenlik ve pH değerine etkisini belirleyebilmek için deneysel bir yöntem geliştirebilmelidir.• Elde ettiği verileri kaydetmek için bir veri tablosu oluşturabilmelidir.	
DERSİN İŞLEYİŞİ	

Giriş Etkinliği: (5 dakika):

“Bu derse kadar “fotoğraf makinesinin atası” diyebileceğimiz camera obscurayı tanıdık. Fotoğraf çekiminin bir diğer önemli noktası da baskı aşamasıdır. Bu aşamada karanlık odaya ve bazı çözeltilere ihtiyaç duyarız. Siyah beyaz fotoğraf kartının banyosu için Geliştirme, Durdurma ve Saptama olmak üzere üç banyo çözeltisi kullanılır. Bu çözeltileri kendimiz hazırlayabileceğimiz gibi piyasada hazır şekilde de bulabiliriz. Ancak seyrelterek kullanmamız gerekir. Bu derste belirli derişimde çözeltileri nasıl hazırlayabileceğimizi görecekiz. Ayrıca, hazırladığımız çözeltilerin derişimleri ile iletkenlik ve pH değerleri arasında bir ilişki olup olmadığını da inceleyecekiz.

Gözlemlerimizi kaydedebileceğimiz bir veri tablosu hazırlayacağız.” Şeklinde bir bilgilendirme ile derse başlanır.

Gelişme Etkinliği: (35 dakika):

Hacimce istenen yüzdede çözeltinin nasıl hazırlanacağı gösterilir. Deney sırasında kullanacağımız elektrik devresi ve pH metre tanıtılır.

4-5 kişilik gruplar oluşturulur. Her deney masasına aşağıdaki malzemeler koyulur:

- Asetik asit sıvısı
- Etil alkol sıvısı
- İki adet dereceli silindir,
- 3'er adet beher,
- Saf su
- pH metre
- İletkenlik ölçmek amacıyla kullanılacak elektrik devresi

Ekteki deney raporu dağıtılır. Derişimin iletkenlik ve pH ile ilişkisini belirlemek için uygun sıvıyı seçmeleri gerekmektedir. Seçtikleri sıvının üç ayrı derişimde çözeltisini hazırlayıp her çözeltinin iletkenlikle ilgili gözlemlerini ve pH değerlerini kaydedebilecekleri bir veri tablosu oluşturmaları istenir.

Değerlendirme Etkinliği :

Grupların deney raporları dereceli puanlama anahtarına göre değerlendirilir ve geri bildirim verilir.

Y. “Mühendislik Tasarım” Dersleri Planı

.....FEN LİSESİ 2016-2017 ÖĞRETİM YILI 10.SINIF BİLİM UYGULAMALARI DERS PLANI	
TARİH	5 Mayıs-9 Haziran 2017 (11, 12, 13, 14, 15 ve 16.ders)
SINIF	10
KONU	Mühendislik Tasarım Süreci
SÜRE	6 ders saati
KAYNAKLAR – ARAÇ GEREÇLER	Çeşitli kalınlıklarda karton, fotoblok, sprey boya, bant, silikon tabancası, boş teneke içecek kutuları, karton ayakkabı kutuları, maket bıçağı, cetvel, makas, ataç, raptiye, siyah-beyaz fotoğraf kağıdı, fotoğraf banyosu çözeltileri, fotoğraf banyosu için 3 adet havuz, 100 ve 250 mL’lik dereceli silindir, cımbız, kırmızı renk ampul, Kılavuz (MTSK)
YÖNTEM – TEKNİKLER	Proje tabanlı öğrenme
KAVRAMLAR	İğne deliği (pinhole) kamera, pozlama süresi, fotoğraf banyosu, mühendislik tasarım süreci
KAZANIMLAR	<p>Bu dersin sonunda öğrenciler;</p> <ul style="list-style-type: none">• Mühendislik tasarım sürecinin sistematik, yaratıcı ve yinelenen (tekrarlanan) yapısını fark edebilmelidir.• Mühendislik tasarım sürecinde genellikle birden fazla çözüm olduğunu fark edebilmelidir.• Mühendislik tasarım sürecinde kriter ve sınırlılıkların birbiri ile çelişebileceğini fark edebilmelidir.• Mühendislik tasarım sürecinin aşamalarına göre tasarım sürecini gerçekleştirebilmelidir.
DERSİN İŞLEYİŞİ	

Giriş Etkinliği: (15 dakika):

Bundan sonraki 6 ders grup çalışması ile ilerleyecektir. Bu nedenle isimlerinizin yazdığı masalar etrafına oturunuz. Oluşturduğunuz gruplar 6 ders boyunca aynı kalacaktır. (Öğrencilerin gruplarına geçmeleri için beklenir.) MTSK gruplara dağıtılır.

Bu aşamaya kadar benzerlik kurallarını, ışığın özelliklerini, gözün nasıl gördüğünü, ressamların kullandıkları optik teknolojileri öğrendik/hatırladık. Camera obscura'yı farklı formlarda kullandık. Çözelti hazırlamayı ve fotoğraf banyosunun nasıl yapıldığını öğrendik. Bu aşamada ise mühendislik nedir? Mühendisler tasarım sürecinde nasıl ilerler? Bu soruların cevabını deneyimleyerek öğreneceğiz.

Sizce mühendislik nedir? Mühendislik alanı hakkında fikir ve deneyim sahibi olmak bizlere ne kazandırır? (Öğrencilerin düşüncelerini açıklamaları için süre verildikten sonra MTSK'nin 2.sayfasına bakmaları istenir.) Kasapoğlu'nun mühendislik alanını tanımladığı ifadeleri okunur. Biraz önceki tartışmada verdikleri cevaplar ile birlikte yorumlanır.

Şimdi öğrendiğimiz/hatırladığımız bilgileri kullanma zamanı. Bundan sonraki 6 ders boyunca grup çalışması ile bir tasarım yaparak bir problemi çözmeye çalışacağız.

"Bir ressam olduğunuzu hayal edin. Gördüğünüz manzarayı aynen resminize aktarmayı düşünüyorsunuz. Bunun için teknolojiden yardım almak istiyorsunuz ama imkânlarınız kısıtlı. Akıllı telefonunuz, fotoğraf makineniz ya da internetiniz yok. Elinizde karton, teneke içecek kutuları, tahta parçaları gibi kolay ulaşılır malzemeler ve siyah-beyaz fotoğraf kâğıtları ve fotoğraf banyosu için gereken çözeltiler var. Bu malzemelerle görüntü kaydedebileceğiniz ve daha sonra onun kopyasını alarak orijinal resminizi yapabileceğiniz bir araç geliştirmelisiniz. Görevinizde başarılar dilerim."

MTSK'nin mühendislik tasarım sürecini öğrenebilmeleri, süreç içinde sistematik ilerleyebilmeleri ve çalışmalarını kayıt altına almaları için hazırlanmış bir kılavuz olduğu açıklanır. 3.ve 4.sayfalarındaki tasarım aşamalarını incelemeleri için süre verilir. Süreç ile ilgili sorular varsa cevaplanır. Tasarım sürecini bu şekilde sistematik hale getirmek nasıl bir fayda sağlar? Sorusu sorulur ve öğrencilerin düşüncelerini açıklamaları için süre verilir. Aşağıdaki hatırlatmalar yapılır:

- Bundan sonraki tüm derslerde kılavuzunuzu yanınızda getirmeyi unutmayınız.
- Her aşamada yaptıklarınızı bu kılavuzda kayıt altına alınız. Eğer ders dışında da çalışmanıza devam ediyorsanız, yaptıklarınızı kılavuza kaydetmeyi unutmayınız.
- Kılavuzdaki sırayla tasarım sürecinize başlayınız. Her grup kendi hızında ilerleyeceği için, sonraki derslerde kaldığınız yerden devam etmelisiniz.
- Gerek duyduğunuzda öğretmenleriniz size rehberlik edecektir.
- Tasarım sürecinize problemi tanımlayarak başlayabilirsiniz.

Gelişme Etkinliği:

Öğrenciler kılavuzdaki adımları takip ederek 5 ders boyunca tasarım sürecinde ilerleyecektir. Her grubun hızı farklı olabilir. Süreç döngüsel olduğundan bazı durumlarda başa veya önceki adımlara dönmeleri gerekebilir. Test aşamasında fotoğraf banyosu işlemini gruplar ilk kez yaparken öğretmen gözetiminde yapmalı, bu sırada karanlık odada çalışma kuralları vurgulanmalıdır. Bu kurallar aşağıdaki gibidir:

- Odaya girip kapıyı kilitleyiniz. Siz fotoğraf banyosu yaparken birinin kapıyı açması içeri ışık girmesine ve fotoğrafınızın yanmasına sebep olur.
- Odadaki tek ışık kaynağının kırmızı renkte olduğundan emin olunuz.
- Odada telefon kullanmayınız. Telefon ışığı fotoğrafınızı yakabilir.
- Odaya ışık girmediğinden emin olduğunuzda, kameranızdan fotoğraf kâğıdını çıkarınız.
- Fotoğraf kâğıdınızı sırasıyla 3 çözeltide banyo ettikten sonra üzerinde kalan çözellilerin akması akan su altında yıkayınız.
- Kameranıza tekrar fotoğraf kâğıdı yerleştirmek için dikkatlice fotoğraf kâğıtlarının olduğu paketi açınız. Parlak yüzünde parmak izi bırakmamaya özen gösteriniz.
- Fotoğraf kâğıtlarının olduğu paketi ışık geçirmeyecek biçimde kapattığınızdan emin olunuz.
- Kameranıza yerleştirdiğiniz fotoğraf kâğıdının ışık almadığından emin olunuz.
- Odadan çıkarken düzenli bir şekilde bırakınız.

Değerlendirme Etkinliği : 6.dersin sonunda;

1. Grupların MTSK'leri toplanır ve dereceli puanlama anahtarına göre değerlendirilir.
2. Mühendislik tasarım sürecini değerlendirmek amacıyla Tasarım Süreci Değerlendirme Formu (TSDF) dağıtılır. Öğrenciler formu doldurduktan sonra toplanır.
3. Tüm uygulama sürecinin kendilerine yansımalarını değerlendirmek amacıyla Öz Değerlendirme Formu (ÖDF) dağıtılır. Öğrenciler formu doldurduktan sonra toplanır.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Soyad, Ad: Okka, Asuman

Doğum Tarihi: 16 Haziran 1980, Konya

Medeni Durumu: Evli

Telefon: +90 505 822 63 29

Email: asumanyagci@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği	2005

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Kurum	Görev
2010-	T.V.O. Özel Şişli Terakki Lisesi/İstanbul	Kimya Öğretmeni
2007-2010	Uğur Dersanesi/İstanbul	Kimya Öğretmeni
2005-2007	Bilgisel Dersanesi/Ankara	Kimya Öğretmeni