

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK STEM ODAKLI
LABORATUVAR UYGULAMALARININ TASARLANMASI VE ETKİLİLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI**

İREM ÜÇÜNCÜOĞLU

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ ESRA BOZKURT ALTAN

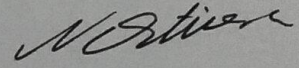
SİNOP – 2018

TEZ KABUL

İrem ÜÇÜNCÜOĞLU tarafından hazırlanan “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Yönelik STEM Odaklı Laboratuvar Uygulamalarının Tasarlanması ve Etkililiğinin Araştırılması” başlıklı bu çalışma, 06.07.2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **YÜKSEK LİSANS tezi** olarak kabul edilmiştir.

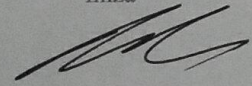
Başkan Dr. Öğr. Üyesi Nurhan ÖZTÜRK
Sinop Üniversitesi / Eğitim Fakültesi

İmza



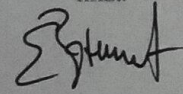
Üye Dr. Öğr. Üyesi Engin KARAHAN
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi/ Eğitim Fakültesi

İmza



Üye Dr. Öğr. Üyesi Esra BOZKURT ALTAN
Sinop Üniversitesi / Eğitim Fakültesi

İmza



Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

09.07. / 2018

[Unvanı, Adı ve Soyadı]
Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Turgay KORKUT
Enstitü Müdürü

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK STEM ODAKLI LABORATUVAR UYGULAMALARININ TASARLANMASI VE ETKİLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Bu araştırmada, STEM odaklı laboratuvar uygulamaları çerçevesinde yürütülen Fen Öğretim Laboratuvar Uygulamaları (FÖLU)- II dersinin fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıkları, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri, STEM eğitime yönelik etkinlik planlama ve uygulamaya ilişkin yeterlilikleri ve yeterlik algılarına etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. 2016-2017 eğitim öğretim yılında bir devlet üniversitesinde Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı üçüncü sınıfta öğrenim gören ve FÖLU- II dersini alan öğretmen adayları ile gerçekleştirilen bu araştırmada karma yöntemler araştırma modeli kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, 35 öğretmen adayı (23 kadın, 12 erkek) oluşturmaktadır. Araştırmanın nitel çalışma grubunu nicel çalışma grubundan seçilen 9 öğretmen adayı (6 kadın, 3 erkek) oluşturmaktadır. Araştırmanın uygulama süreci boyunca FÖLU- II dersi, iki ayrı grup 35 öğretmen adayı ile STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın nicel kısmında öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıkları ve yönelimlerdeki değişimi tespit etmek amacıyla tek gruplu ön test- son test deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmada nicel veriler STEM/FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ), Entegre STEM öğretimi yönelim ölçeği ve STEM kavram haritası formu ile toplanmıştır. Araştırmanın nitel kısmı durum çalışması deseni ile yürütülmüştür. Araştırmanın nitel veri toplama araçları ise öğretmen adaylarının geliştirdiği ders planları, STEM etkinlik modülü disiplin içeriği formu, STEM eğitimi görüş formu ve öğretmen adaylarının uygulamalarına yönelik alan notları ile toplanmıştır. Araştırmanın nicel verilerinin analizinde t testi; nitel verilerin analizinde ise betimsel analiz, içerik analizi ve sürekli karşılaştırmalı veri analiz yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Araştırma süresince gerçekleştirilen STEM odaklı uygulamalar ile öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıkları, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri, STEM eğitime yönelik etkinlik planlama ve uygulamaya ilişkin yeterliliklerinin geliştiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi, öğretmen adayları, farkındalık, yeterlilik, yeterlik algısı.

STEM FOCUSED DESIGN AND EFFICIENCY INVESTIGATION OF LABORATORY APPLICATIONS FOR PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS

ABSTRACT

In this research, it is aimed to investigate the effects of the Science Teaching Laboratory Applications II course carried out by STEM focused on the awareness, competence and competence perceptions and STEM teaching intention of pre- service science teachers. Mixed methods research design which was applied to pre-service science teachers was used in this research during their third years in the department of science teaching in the faculty of education of a university during 2016-2017 spring semester. The study group of the research is composed of 35 pre-service science teachers. The qualitative study group of the research was conducted with nine pre-service teachers who were chosen from 35 pre-service teachers. The Science Teaching Laboratory Applications II course was carried out within the framework of STEM education with these 35 teacher candidates in two separate groups. Quantitative data of the study were collected by integrative STEM teaching intention questionnaire, STEM awareness scale, and STEM concept maps form. The qualitative part of the study was carried out with a case study. Qualitative data of the study were collected by the lesson plans developed by the teacher candidates, the STEM activity module disciplinary content form, the STEM educational opinion form and field notes for the applications of the teacher candidates. The analysis of the quantitative data was made by t-test. Qualitative data were analyzed by the methods of descriptive analysis, content analysis and constant comparative data analysis. It has been determined that STEM applications during the research have improved the awareness of STEM education and STEM teaching intentions. Furthermore, it was determined that the pre-service science teachers could apply STEM education and that the perceptions of competence during the process showed improvement in the positive direction. Pre-service science teachers were able to plan and implement activities for STEM education.

Keywords: STEM education, awareness, competency, perceptions of competency

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitim süreci ders aşamasından bugüne kadar çalışmalarımın her anında yanımda olan desteğini, anlayışını ve sevgisini her zaman hissettiğim sevgili danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Esra BOZKURT ALTAN' a en içten teşekkürlerimi sunarım ve her zaman yanımda olmasını temenni ederim.

Çalışmalarım boyunca desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Nurhan ÖZTÜRK, Dr. Öğr. Üyesi Ayşe YENİLMEZ TÜRKOĞLU ve Dr. Öğr. Üyesi Engin KARAHAN'a destekleri ve yardımları için çok teşekkür ederim.

Eğitim hayatımda geçtiğim tüm yollarda iyi niyetli yaklaşımları, olumlu ve yardımsever tutumları ile bugüne gelmemde emekleri olan tüm hocalarıma bana kattıkları değerler için teşekkür ederim.

Yüksek lisans tez çalışmalarımın her aşamasında beni destekleyen, yüreklendiren ve uygulama sürecinde benimle birlikte çalışan, motive edici sözleri, sabrı ve anlayışını her zaman hissettiğim değerli arkadaşım Şükriye DEMİRCİ'ye, çalışmamın etkinlikleri arasında yer alan kodlama ile ilgili bilgileri benimle birlikte araştırıp yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Murat AVCI'ya teşekkür ederim.

Tez uygulama sürecini birlikte yürüttüğüm değerli fen bilimleri öğretmen adayı arkadaşlarıma uygulama süreci boyunca gösterdikleri sabır, anlayış ve çalışmalara içten katılım gösterdikleri için çok teşekkür ederim.

Hayatımın her anında destekleyici sözleri, samimiyeti ve güler yüzü ile yanımda olan destekçim, kardeşim, dostum, yoldaşım Seda DURU KÜÇÜK'e çok teşekkür ederim.

Ve tabi ki hayatım boyunca yaptığım her zaman yanımda en büyük gücüm olan kıymetlilerim Annem Hacer ÜÇÜNCÜOĞLU ve Babam Yakup ÜÇÜNCÜOĞLU'na, kardeşlerim Sümeyye ve Sevede'ye desteklerini ve sevgilerini her daim hissettirdikleri için çok teşekkür ederim.

Kalbinde iyi niyet, saygı ve sevgi olan insanlar çıksın karşımıza...

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
TABLolar	xi
ŞEKİLLER.....	xiii
1.GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2.Araştırmanın Amacı	4
1.3.Araştırmanın Önemi.....	5
1.4. Problem Cümlesi.....	7
1.5. Araştırmanın Alt Problemleri.....	7
1.6.Araştırmanın Sınırlılıkları	7
1.7. Araştırmanın Varsayımları.....	8
2. GENEL BİLGİLER	9
2.1. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM/FeTeMM) Eğitimi	9
2.2. STEM Disiplinleri.....	11
2.2.1. Fen	11
2.2.2. Teknoloji.....	12
2.2.3. Mühendislik.....	15
2.2.4. Matematik.....	16
2.3. Fen Derslerinde STEM Eğitimi Gerçekleştirme Yolları.....	18
2.3.1. Probleme Dayalı Öğrenme ve STEM Uygulamaları.....	18
2.3.2. Mühendislik Tasarım Problemleri.....	21
2.4. STEM Eğitiminde Öğretmenin Rolü	24
2.5. İlgili Araştırmalar.....	28

2.5.1. STEM Eğitimi Alanında Gerçekleştirilen Öğretmen Eğitimi Araştırmaları .	28
2.5.2.Probleme Dayalı STEM Eğitimi ve Tasarım Temelli Öğrenmeye Yönelik Yapılan Araştırmalar	33
3.YÖNTEM	37
3.1. Araştırmanın Modeli	37
3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu	38
3.3. Veri Toplama Araçları	39
3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları	40
3.3.1.1. STEM/ FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ)	40
3.3.1.2. Entegre STEM Öğretimi Yönelim Ölçeği	41
3.3.1.3. STEM Kavram Haritası Formu.....	41
3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları.....	42
3.3.2.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri STEM Odaklı Ders Planları.....	42
3.3.2.2. STEM Etkinlik Modülü Disiplin İçeriği Değerlendirme Formu	43
3.3.2.3. STEM Eğitimi Görüş Formu	43
3.3.2.4. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Uygulamalarına Yönelik Alan Notları	44
3.4. Araştırmanın Uygulama Süreci.....	45
3.5. STEM Odaklı Etkinlik Modülleri	48
3.5.1. Sağlıklı Yaşam Etkinlik Modülü	49
3.5.2. Olaya Yeri İnceleme Etkinlik Modülü.....	49
3.5.3. Isı Yalıtım Etkinlik Modülü.....	50
3.5.4. Legolar ile Hayvan Tasarımı Etkinlik Modülü.....	50
3.5.5. Mucizevi Kurtuluş Etkinlik Modülü.....	51
3.5.6. Arduino ile Kolay Geçiş Etkinlik Modülü.....	51
3.6. Verilerin Analizi.....	51
3.6.1. Nicel Verilerin Analizi	52

3.6.2. Nitel Verilerin Analizi	53
3.6.3. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği	56
4. BULGULAR.....	58
4.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Odaklı Laboratuvar Uygulamalarına Yönelik Farkındalıklarına Dair Bulgular	58
4.1.1. STEM Farkındalık Ölçeği ile Elde Edilen Bulgular	58
4.1.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimine Yönelik Görüşlerine Dair Bulgular	59
4.1.3. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Etkinlikleri Disiplin İçerğine Yönelik Değerlendirmelerine İlişkin Bulgular	61
4.1.4. STEM Kavram Haritası Formu ile Elde Edilen Bulgular.....	66
4.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Eğitiminin Uygulanabilirliğine Yönelik Görüşlerine Dair Bulgular	70
4.3. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimine Yönelik Etkinlik Planlama ve Uygulamaya İlişkin Yeterliklerine Yönelik Bulgular	74
4.3.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Ders Planları ile Elde Edilen Bulgular.....	75
4.3.1.1. Öğretmen Adayı Mor'un Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular.....	75
4.3.1.2. Öğretmen Adayı Pembe'nin Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular .	78
4.3.1.3. Öğretmen Adayları Beyaz ve Mavi'nin Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular	82
4.3.1.3.1. Öğretmen Adayı Mavi'nin Uygulama Sürecinde Bireysel Olarak Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular	82
4.3.1.3.2. Öğretmen Adayı Beyaz'ın Uygulama Sürecinde Bireysel Olarak Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular	84
4.3.1.3.3. Öğretmen Adayları Mavi ve Beyaz'ın Uygulama Öncesinde ve Sonrasında Grup Olarak Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular	86
4.3.1.4. Öğretmen Adayı Sarı'nın Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular	88
4.3.1.5. Öğretmen Adayı Yeşil'in Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular	91

4.3.1.6. Öğretmen Adayları Kırmızı ve Bordo'nun Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular	94
4.3.1.6.1. Öğretmen Adayı Kırmızı'nın Uygulama Sürecinde Bireysel Olarak Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular	94
4.3.1.6.2. Öğretmen Adayı Bordo'nun Uygulama Sürecinde Bireysel Olarak Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular	96
4.3.1.6.3. Öğretmen Adayları Kırmızı ve Bordo'nun Uygulama Öncesinde ve Sonrasında Grup Olarak Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular	97
4.3.1.7. Öğretmen Adayı Turuncu'nun Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular	99
4.3.2. Öğretmen Adaylarının Uygulamalarına Yönelik Alan Notları	102
4.4. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Eğitime Yönelik Etkinlik Planlama ve Uygulamaya İlişkin Yeterlik Algılarına Yönelik Bulgular	103
4.4.1. Öğretmen Adayı Mavi ile İlgili Bulgular ve Yorumlar	103
4.4.2. Öğretmen Adayı Yeşil ile İlgili Bulgular ve Yorumlar	105
4.4.3. Öğretmen Adayı Sarı ile İlgili Bulgular ve Yorumlar	106
4.4.5. Öğretmen Adayı Mor ile İlgili Bulgular ve Yorumlar	108
4.4.6. Öğretmen Adayı Pembe ile İlgili Bulgular ve Yorumlar	110
4.4.7. Öğretmen Adayı Turuncu ile İlgili Bulgular ve Yorumlar	111
4.4.8. Öğretmen Adayı Beyaz ile İlgili Bulgular ve Yorumlar	112
4.4.9. Öğretmen Adayı Bordo ile İlgili Bulgular ve Yorumlar	113
5. SONUÇLAR, TARTIŞMA ve ÖNERİLER	115
5.1. Sonuçlar ve Tartışma	115
5.1.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Odaklı Uygulamalara Yönelik Farkındalıklarına Yönelik Sonuçlar ve Tartışma	115
5.1.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimin Uygulanabilirliğine Yönelik Görüşlerine Dair Sonuçlar ve Tartışma	118
5.1.3. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Odaklı Etkinlik Planlama ve Uygulamaya İlişkin Yeterliklerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma	120

5.1.4. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Öğretim Yeterlik Algılarına Yönelik Sonuçlar ve Tartışma	122
5.2. Öneriler	125
KAYNAKÇA.....	127
EKLER.....	140
EK 1 STEM Farkındalık Ölçeği.....	140
EK 2 Öğretmen Adaylarının Entegre STEM Öğretimi Yönelim Ölçeği	141
EK 3 Kavram Haritası Formu	144
EK 4..... Etkinliği Disiplin İçeriği Değerlendirme Formu	145
EK 5 STEM Eğitimi Görüş Formu	146
EK- 6 Sağlıklı Yaşam Etkinlik Modülü	148
EK- 7 Olay Yeri İnceleme Etkinlik Modülü	156
EK- 8 Isı Yalıtım Etkinlik Modülü	162
EK- 9 Legolar ile Hayvan Tasarımı Etkinlik Modülü	171
EK- 10 Mucizevi Kurtuluş Etkinlik Modülü	177
EK -11 Arduino İle Kolay Geçiş Etkinlik Modülü	185
ÖZGEÇMİŞ	193

SİMGELER VE KISALTMALAR

MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
MTTFE	: Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi
ÖÖY	: Özel Öğretim Yöntemleri
FÖLU	: Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları
NAE	: National Academy of Engineering - [Amerika Birleşik Devletleri'nde] Ulusal Mühendislik Akademisi
NRC	: National Research Council – [Amerika Birleşik Devletleri'nde] Ulusal Araştırma Birliği
NSF	: National Science Foundation – [Amerika Birleşik Devletleri'nde] Ulusal Bilim Vakfı
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
ITEA	: International Technology Educating Association [Amerika Birleşik Devletleri'nde] Uluslararası Teknoloji Eğitimi Derneği
ISTE	: International Society for Technology in Education

TABLolar

Sayfa No

Tablo 3. 1. Bireysel olarak hazırlanan ders planlarının toplandığı tarihler	42
Tablo 3. 2. Uygulama süreci takvimi.....	45
Tablo 3. 3. Analiz Sürecinde Kullanılan Kod Şeması	54
Tablo 3. 4.STEM etkinlik modülleri disiplin içerikleri	55
Tablo 4. 1. STEM farkındalık ölçeği ön ve son test ortalamaları bağımlı örneklem t-testi sonuçları	58
Tablo 4. 2. Öğretmen adaylarının STEM eğitiminin amaçlarına yönelik ön ve son uygulamalardaki görüşlerine ilişkin bulgular	59
Tablo 4. 3. Öğretmen adayları Mavi ve Beyaz'ın STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri	62
Tablo 4. 4. Öğretmen adayı Sarı'nın STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri	62
Tablo 4. 5. Öğretmen adayı Yeşil'in STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri	63
Tablo 4. 6. Öğretmen adayı Mor'un STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri	63
Tablo 4. 7. Öğretmen adayı Pembe'nin etkinliklere yönelik değerlendirmeleri	64
Tablo 4. 8. Öğretmen adayı Turuncu'nun STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri	64
Tablo 4. 9. Öğretmen adayları Kırmızı ve Bordo'nun STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri	65
Tablo 4. 10. Kavram haritalarında kullanılan ilişki, hiyerarşi ve çapraz bağlantı puanlarına yönelik ön ve son test ortalamalarına ilişkin bulgular	67
Tablo 4. 11. Kavram haritası formu ön ve son test ölçümlerine yönelik ilişkili örneklem t-testi ile elde edilen bulgular.....	67
Tablo 4. 12. Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Yönelim Ön test- Son test Ölçümlerinin İlişkili Örneklem t-Testi ile Karşılaştırılmasına Yönelik Sonuçlar.....	70
Tablo 4. 13. Öğretmen adaylarının fen kazanımlarının STEM eğitime uygunluğuna dair görüşlerine ilişkin bulgular	71
Tablo 4. 14. Öğretmen adaylarının STEM eğitimi gerçekleştirilmesi için yapılması gerekenlere yönelik ön ve son görüşmelerdeki görüşlerine ilişkin bulgular	72

Tablo 4. 15. Öğretmen adaylarının STEM eğitimi gerçekleştirirken karşılaşılabilecek zorluklara yönelik görüşlerine ilişkin bulgular	73
Tablo 4. 16. Öğretmen adayı Mor'un uygulama öncesi, süreci ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular	75
Tablo 4. 17. Öğretmen adayı Pembe'nin uygulama öncesi, süreci ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular	79
Tablo 4. 18. Öğretmen adayı Mavi'nin uygulama öncesi, süreci ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular	83
Tablo 4. 19. Öğretmen adayı Beyaz'ın uygulama sürecinde hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular	85
Tablo 4. 20. Öğretmen adayı Mavi ve Beyaz'ın uygulama öncesi, süreci ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular	86
Tablo 4. 21. Öğretmen adayı Sarı'nın uygulama öncesi, süreci ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular	88
Tablo 4. 22. Öğretmen adayı Yeşil' in uygulama öncesi, süreci ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular	92
Tablo 4. 23. Öğretmen adayı Kırmızı'nın uygulama sürecinde hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular	94
Tablo 4. 24. Öğretmen adayı Bordo'nun uygulama sürecinde hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular	96
Tablo 4. 25. Öğretmen adayı Kırmızı ve Bordo'nun uygulama öncesi ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular	98
Tablo 4. 26. Öğretmen adayı Turuncu'nun uygulama öncesi, süreci ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular	99

ŞEKİLLER

Sayfa No

Şekil 2. 1.STEM Eğitimi için disiplinlerin entegrasyonu	18
Şekil 2. 2. Probleme dayalı öğrenme ile STEM uygulamaları gerçekleştirmek için problem durumu özellikleri	20
Şekil 2. 3. Mühendislik tasarım süreci (Brunsell, 2012; Ercani 2014).....	22
Şekil 2. 4. Bütünleşik öğretmenlik modeli (Çorlu, 2017).....	27
Şekil 3. 1. Grupların laboratuvarındaki oturma düzeni.....	48
Şekil 4. 1. Öğretmen adaylarının hazırladıkları kavram haritası formlarından ön ve son test örnekleri.....	69

1.GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

“Gençliği yetiştiriniz. Onlara ilim ve irfanın müspet fikirlerini veriniz. İstikbalin aydınlığına onlarla kavuşacaksınız. Hür fikirler tatbik mevkiine konduğu vakit Türk milleti yükselecektir”.

Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK

Gazi Mustafa Kemal’in gençlere hitabında söylediği gibi bireylerin ilim ve kültüre dair bilgiler ışığında özgün düşüncelere sahip olması, kendi gelişimleri ve ülke kalkınması açısından önemlidir. Bireylerin gelişimi ve özgün fikirler ortaya koyabilmesi için eğitim ortamlarında eleştirel ve analitik düşünme, yaratıcı fikirler ortaya koyma ve problemlere çözümler üretebilmeyi deneyimlemeleri gerekmektedir. Bu nedenledir ki ülkeler eğitim politikalarında bireylerin 21. yüzyıl becerilerinin (eleştirel düşünme, analitik düşünme, yaratıcılık, iletişim vs.) gelişimi ön planda tutulmaktadır (NAE [National Research Council], 2010; NAE ve NRC [National Research Council], 2009; MEB [Milli Eğitim Bakanlığı], 2013; MEB, 2017; MEB, 2018).

Bilimsel ve teknolojik gelişmeler, günlük yaşamda da yansımalarını bulmuştur. Bir örnek ile açıklamak gerekirse; cep telefonlarından, günlük işlerimizde kullandığımız elektronik eşyalara birçok alan yapay zekâ ile donatılmıştır. Yapay zekâ uygulamalarının, üretimden matematik hesaplamalarına kadar birçok alanda bizi geride bıraktıklarını bile söyleyebiliriz. Hatta teknolojik gelişimin katlanarak artması ile son yıllarda insana özgü olduğunu düşündüğümüz birçok alanda da yapay zekânın varlığı görülebiliyor. Telefonlarımızda ve bilgisayarlarımızda kullandığımız parmak izi teknolojisi sayesinde biyometrik kimlik kilidi, ses ile aldığı komutu yerine getiren yapay zekâ uygulaması Siri, kalp yetmezliği olan hastaların kalp atışında yardımcı olması amacıyla geliştirilen robotlar, cerrahi müdahalelerde hastanın yutabileceği boyutta geliştirilen robotlar sayesinde gerçekleştirilen ameliyatlar, bireylerin gün içerisindeki aktivitelerini ölçerek oluşabilecek hastalıklar ile ilgili bilgi veren cihazlar yapay zekânın kullanımının yansımalarından birkaçıdır (Bilim ve Teknik, 2017). Bilim ve teknolojiye bu gelişimler sosyal değişim olarak günlük yaşamda karşılığını bulmuştur ve farklı iş alanlarında iş gücünün değişmesi ve nitelikli insan arayışının ortaya çıkması sosyal hayattaki değişimlerden biri olmuştur. Bu durum bireylerin, uzmanlaştığı alanın dışında diğer disiplinlerden de haberdar olması ve farklı disiplinler arasında ilişki kurabilmesini gerekli kılmaktadır.

Hayatımızın her alanında etkili olan yapay zekâ uygulamaları gibi birçok alanda geliştirilen özgün projelerin ortaya çıkmasında STEM alanlarında gelişmelerin etkili olduğu görülmektedir (Bozkurt Altan, 2017a). Ülkelerin son yıllarda eğitimde gerçekleştirdikleri reform hareketlerinin en yenilerinden ve önemlilerinden biri fen (Science), teknoloji (Technology), mühendislik (Engineering) ve matematik (Mathematics) disiplinlerinin entegrasyonunu amaçlayan STEM/FeTeMM eğitimidir (Ercan, 2014; Karahan, 2017; NRC [National Research Council], 2012; NAE [National Research Council], 2010; NAE ve NRC, 2009).

STEM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bütüncül ele alarak öğrencilerin bu disiplinlere yönelik ilgilerini ve STEM kariyer bilincini geliştirmeyi, 21. Yüzyıl bilgi ve becerilerinin gelişimine olanak sağlayacak bütünlük uygulamaları esas almaktadır (Baran ve ark., 2015; Ostler, 2012). STEM alanlarının en az ikisinin birleştirilmesi, bireyin bu alanlara yönelik bilgi, beceri ve inançlarının birlikte kullanılmasını içerir (Çorlu ve ark., 2014). Öğrenenleri günlük yaşamdan durumlar ile karşı karşıya bırakarak, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları çerçevesinde bütüncül olarak düşünmelerine ve bu düşüncelerini uygulamalarına olanak sağlamaktadır (Thomas, 2014).

STEM eğitimi, bütüncül bir yaklaşım ile öğrenmenin öğrenenler için ilişkili, odaklı, anlamlı ve amaca uygun gerçekleştirilmesi anlayışını benimseyerek (Smith ve Karr-Kidwell, 2000) 21. yüzyıl becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesine olanak sağlamaktadır (Özçelik ve Akgündüz, 2017). Gerçekleştirilen araştırmalar da STEM öğrenme ortamlarının anlamlı öğrenme deneyimleri oluşturmada, kariyer seçimlerinde, akademik başarılarında ve üst düzey düşünme becerileri, girişimcilik, iletişim gibi becerileri geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir (Ercan, 2014; Marulcu, 2010; Özçelik ve Akgündüz, 2017; Wendell ve ark, 2010).

Ülkelerin gelecekteki ilerlemeleri, 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirilmesi için STEM eğitimi almış bireylerin sayılarının artırılması ve bu bireylerin sanayi, endüstri, eğitim vs. iş alanlarında istihdam edilmesi önem teşkil etmektedir (Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği [TÜSİAD], 2014). TÜSİAD'ın (2014) STEM alanında eğitim almış iş gücüne yönelik talep ve beklentileri ele aldığı araştırma raporunda günümüzde özellikle fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarındaki hızlı ilerleme önem kazandığı ve bu ilerlemenin günlük yaşamda her alanı etkilediği vurgulanmaktadır. İnsanların farklı disiplinleri tek tek ele alarak problemlere çözüm üretme çabaları yetersiz kalmakta ve fen, teknoloji, matematik ve mühendislik gibi farklı

disiplinleri birbiri ile ilişkilendirmeleri gerekmektedir (Yamak ve ark., 2014). Bu bağlamda nitelikli bireylerin yetiştirilmesi için hizmet içi ya da hizmet öncesi eğitimde STEM eğitimi almış öğretmenlere ihtiyaç vardır (Han ve ark., 2015; Hacıoğlu ve ark., 2016; Özçakır Sümen ve Çakıcı, 2016; Wang ve ark., 2011).

Günümüz koşullarında teknoloji ile iç içe yetişen bir nesil için bilgiye ulaşmak, bilimsel ve teknolojik gelişmeleri takip etmek çok kolay gibi görünmektedir (Çalışkan ve Mencik, 2015). Örneğin günümüzde araştırmacıların bir konu hakkında literatür taraması ve makalelere ulaşmasının kolaylığı düşünüldüğünde bu durum bundan 20-30 yıl önceki araştırmacılar için mucizeye eşdeğer görülebilmektedir. Fakat küçük yaşta teknoloji ile tanışan çocukların yalnızca sosyal platformlar ya da içeriği faydasız oyunlar ile teknolojik aletlerin başında vakit geçirmeleri ile onların yaratıcılık, eleştirel düşünme, analitik düşünme, iletişim gibi 21. yüzyılda bireylerde bulunması ön görülen becerilere sahip olmaları beklenemez. Bu bağlamda çocukların kendilerine ve topluma faydalı bireyler olarak farklı problemlerin çözümüne ilişkin düşünceler, projeler ve tasarımlar geliştirmeleri için eğitim ortamları düzenlenmelidir (Sanders, 2009). Nitekim ülkeler için 21. yüzyılda eleştirel, yaratıcı ve analitik düşünebilen, iletişim becerisi yüksek, günlük yaşamda karşılaştıkları problemlere ilişkin çözüm önerileri geliştirebilen, karar verebilen, araştıran, sorgulayan, ileriki yaşamlarında meslek seçimlerinde bilinçli kararlar verebilen bireyler yetiştirilmesi önemlidir (Ulusal Araştırma Konseyi- National Research Council [NRC], 2009).

Bireylerin kendilerine ve topluma faydalı olmaları ve günlük yaşamda karşılaştıkları farklı durumların çözümüne ilişkin kararlar vermeleri için fikirler, projeler ve tasarımlar geliştirmeleri beklenmektedir. Bu bağlamda ülkeler eğitim programlarında değişiklikler yapmaktadır. Yaratıcı, yeniliğe açık, araştırma faaliyetleri yürütebilme becerilerine sahip, fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarında uzman bireylere olan gereksinim nedeniyle eğitim programlarında gerçekleştirilen yenilikler, öğrencilerin küçük yaşlarda farkındalık kazanmalarına olanak sağlamaktadır. Araştıran, sorgulayan, yaratıcı, eleştirel ve analitik düşünen, karar verme gibi becerilere sahip bireylerin yetiştirilmesinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini içeren entegre programların kullanılması önemlidir (Yamak ve ark., 2014). Bu sayede günlük yaşam bağlamında sunulan örnek durumlar üzerinden düşünen ve problemlere çözüm bulmaya çalışan öğrencilerin, öğrenmek için derse olan motivasyonları artar (Satchwell ve Loepp, 2002).

Fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarının 21. yüzyıldaki önemi ve bireylerin bu yüzyılın gerektirdiği becerilere sahip olması ihtiyacı bu alanların öğretimini gerçekleştirecek öğretmenlere ve öğretmen adaylarına büyük rol düştüğünü göstermektedir. Bu bağlamda nitelikli bireylerin yetiştirilmesi için hizmet içi ya da hizmet öncesi eğitimde STEM eğitimi almış öğretmenlere ihtiyaç vardır (Han ve ark., 2015; Hacıoğlu ve ark., 2016; Özçakır Sümen ve Çakıcı, 2016; Wang ve ark., 2011).

STEM eğitiminin gerçekleştirilmesi için en uygun yolun fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin sınırlarının ortadan kalktığı, disiplinlerin bütünleşik olarak ele alındığı entegre programlar olduğu vurgulanmaktadır (Ercan, 2014). Disiplinlerarası bir eğitim, öğrenenlerin belirtilen durumun çözümüne yönelik sürekli araştırıp sorguladığı, öğrendiği bilgileri geliştirdiği, duruma ilişkin farklı çözüm yolları sunduğu ve bu çözüm yollarını geliştirdiği bir ortamı gereklidir (Ramaley, 2011). Ancak, mevcut öğretim programlarının disiplinler yapısı (fen bilimleri, matematik dersleri gibi) ve fen ya da matematik öğretmenliği programlarında öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarının disiplinler arası bağlamdan uzak eğitim almaları STEM eğitiminin başarısı ve ilerlemesi için engel olarak değerlendirilmektedir (Bozkurt, 2014).

STEM eğitiminin gerçekleştirilmesine yönelik mevcut engellerin ortadan kaldırılması için en uygun yol, fen ya da matematik dersleri bağlamında diğer STEM disiplinlerinin entegre edildiği uygulamalar gerçekleştirmek ve fen/matematik öğretmenleri-öğretmen adaylarının bu entegrasyonu sağlayacak bağlamlara uygun bütünleşik öğretime yönelik deneyimler kazanmaları olarak görülmektedir (Bozkurt Altan ve Ercan, 2016). Nitekim başarılı bir STEM eğitimi için öğretmenlerin kendilerinin disiplinler arası entegrasyonu sağlayacak özgün bağlamlar gerçekleştirmeleri önemsenmektedir. Bu bağlamı gerçekleştirebilecek öğretmenlerin ise hizmet içi ya da hizmet öncesi eğitimde bütünleşik öğretime yönelik deneyim kazanmalarının gerekliliği aşikardır.

1.2.Araştırmanın Amacı

Araştırmada, fen bilimleri öğretmen adaylarının fen bilgisi öğretimi laboratuvar uygulamaları dersi için tasarlanan STEM odaklı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıkları, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri, STEM eğitime yönelik farkındalıkları, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri, STEM eğitime yönelik etkinlik

planlama ve uygulamaya ilişkin yeterlilikleri ve yeterlik algılarına etkisinin ve yeterlik algılarına etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

1.3.Araştırmanın Önemi

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda öğrencilerin fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirilmesi temel hedef olarak belirlenmiştir. Öğretim programında ayrıca öğrencilerin, fen bilimlerine ilişkin bilgi, beceri, olumlu tutum, ahlaki ve milli değerlere; fen bilimlerinin, mühendislik, teknoloji, toplum- çevre ile ilişkisine yönelik anlayışa ve psikomotor becerilere sahip, fen bilimleri ile diğer disiplinleri bütünleştirerek, teorik bilgilerini ve becerilerini ürüne dönüştürme sürecini yönetebilen bireyler olarak yetiştirilmesi hedeflenmektedir (MEB, 2017). Öğretim programında belirtilen hedeflere ulaşmak için derslerde günlük yaşam ile ilişkilendirilmiş bir durum üzerinden disiplinler arası bağlamlar ile ilerleyen bir sürecin gerçekleştirilmesi için STEM eğitiminin önemli olduğu düşünülmektedir. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda 4-5. sınıflarda Fen ve Mühendislik Uygulamaları ile 6-8. sınıflarda Fen ve Mühendislik Uygulamaları ve Girişimcilik ünitelerine yer verildiği görülmektedir. Ancak STEM eğitimi sadece mühendislik tasarım problemleri ile değil, probleme dayalı uygulamalar, robotik, kodlama gibi uygulamalarla da gerçekleştirilmektedir. Ayrıca öğretim programında yer verilen mühendislik tasarım kazanımları tasarım geliştirme ile sınırlandırılmıştır. Mühendislik tasarım uygulamaları sadece bir ürün ortaya koyma değil, tasarıma ilişkin karar verme, raporlama gibi etkinlikleri de içermektedir (Bozkurt Altan, 2017a). Öğretim programının hedeflerinde ve Fen- Mühendislik- Teknoloji- Toplum- Çevre (FMTTÇ) alanında STEM eğitiminin gerçekleştirilmesine yönelik kazanımlar bulunmakla birlikte öğretim programı içerisinde bunun nasıl yapılacağına yönelik uygulama örnekleri ya da ipucu bulunmamaktadır. Bu doğrultuda fen derslerinde STEM öğretiminin gerçekleştirilmesi gerekliliği ve MEB'in bu yöndeki girişimleri birlikte ele alındığında öğretmenlerin bu anlamda yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik uygulamalar gerçekleştirmek önem kazanmaktadır.

Bu araştırma kapsamında fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitimi gerçekleştirmek üzere yeterliklerini geliştirmeyi hedefleyen ve hizmet öncesi eğitimde kullanılabilecek STEM etkinliklerinden oluşan bir modül geliştirilmiş olması önemlidir. Zira araştırma kapsamında geliştirilen modüller öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik etkinlik planlama ve uygulamaya ilişkin yeterliliklerinin gelişimine katkı sağlamak üzere farklı araştırmacılar tarafından Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları

I-II derslerinde kullanılabilecek niteliktedir. Araştırmanın, öğretmen adaylarının katıldıkları her etkinliğin problem durumlarını günlük yaşantıları ile ilişkilendirmeye imkân sağlaması, fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bütünleşik yapısını yaparak yaşayarak fark etmeleri yönünde teşvik etmesi, STEM alanlarına karşı sürekli bir merak içinde araştırmacı ve yaratıcı yönlerini ortaya çıkarması yönünde bir adım olması niteliğiyle inovasyon kabiliyetine sahip bir nesil yetiştirme yolunda topluma katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Araştırma kapsamında öğretmen adaylarına uygulanacak olan ve araştırmacılar tarafından geliştirilen etkinliklerin etkililiğinin ortaya konulması ülkemizde yaygınlaşmakta olan STEM eğitiminin gelişimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Nitekim hazırlanan etkinliklerin gelecek araştırmacılar ve öğretmenler için STEM disiplinlerinin entegrasyonunun nasıl sağlanacağı hususunda önemli bir kaynak oluşturacağı düşünülmektedir.

Derslerde STEM eğitiminin uygulanmasına yönelik; öğretmenler, öğretmen adayları ve ortaokul öğrencileri ile çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Bozkurt, 2014; Ercan, 2014; Hacıoğlu ve ark., 2016; Han ve ark., 2015; Marulcu, 2010; Marulcu ve Sungur, 2012; Özçakır Sümen ve Çakıcı, 2016; Wendell ve ark., 2010; Wang ve ark., 2011; Yıldırım ve Altun, 2015). Söz konusu araştırmalarda STEM eğitiminin derslere entegrasyonuna yönelik gerçekleştirilen etkinliklerin öğretim programında yer alan sınırlı kazanımı kapsadığı görülmektedir. Öğretim programındaki diğer kazanımlara yönelik STEM etkinlikleri planlanmasına yönelik öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi yeterliliği kazanması gereklidir. Bu bağlamda gerçekleştirilen bu araştırmanın STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde gerçekleştirilen dersler ile öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik yeterliliklerini geliştirmeleri ve kendilerinin ihtiyaç duydukları içeriğe yönelik STEM eğitimi gerçekleştirmek üzere özgün çalışmalar yapabilmelerine olanak tanınması bakımından önemlidir.

Araştırma sürecinde öğretmen adayları tarafından geliştirilecek olan STEM ders planı örneklerinin, MEB Talim ve Terbiye Kurulu'nun program geliştirme çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Nitekim uluslararası fen sınavlarında ülkemizin sıralaması düşünüldüğünde öğrencilerin fene karşı ilgi ve motivasyonlarını artıracak ve gerçek yaşam bağlamında fen öğrenmelerine olanak sağlayacak arayışların sürdüğü söylenebilir.

1.4. Problem Cümlesi

Stem entegrasyonu çerçevesinde yürütülen Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları-II (FÖLU-II) dersinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıkları, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri, STEM eğitime yönelik etkinlik planlama ve uygulamaya ilişkin yeterlilikleri ve yeterlik algılarına etkisi nedir?

1.5. Araştırmanın Alt Problemleri

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının,

1. Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM odaklı laboratuvar uygulamaları sonucunda farkındalıkları nasıl değişmektedir?
2. Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM odaklı laboratuvar uygulamaları sonucunda STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri nasıl değişmektedir?
3. Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM odaklı laboratuvar uygulamaları sonucunda STEM eğitime yönelik etkinlik planlama ve uygulamaya ilişkin yeterlilikleri nasıl değişmektedir?
4. Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM odaklı laboratuvar uygulamaları sonucunda STEM öğretim yeterlilik algıları nasıldır?

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

2016-2017 eğitim öğretim yılının ikinci yarısındaki FÖLU-II dersinde uygulaması gerçekleştirilen bu araştırmada söz konusu ders STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde yürütülmüştür. Uygulama sürecinde kontrol edilemeyen değişkenler bağlamında araştırmanın sonuçları aşağıda belirtilen hususlar ile sınırlıdır.

1. Araştırmanın nicel çalışma grubu 2016- 2017 eğitim öğretim yılında Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda 3. sınıfa devam eden 35 öğretmen adayı ile sınırlıdır. Nitel çalışma grubu ise bu öğretmen adayları içinden seçilen 9 öğretmen adayı ile sınırlandırılmıştır.
2. Araştırma süresince, FÖLU- II dersi grup çalışması ile gerçekleşmiş ve öğretmen adayları verilen özgün STEM etkinlik modüllerine yönelik çözüm önerilerini grupları ile oluşturmuşlardır. Çalışma grupları işbirlikli ve heterojen çalışma gruplarının oluşturulması için dikkat edilmesi gereken unsurlar bağlamında oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının grup içinde aktif olma durumları

araştırmacı ve gözlemci araştırmacı tarafından yapılan gözlemler ve belirli periyotlarda yapılan video kayıtları ile sınırlı kalmıştır.

3. Araştırmacı ve gözlemci araştırmacı grupların çözüm önerilerinin benzer olmaması için gruplar arası etkileşimin sağlanmamasına özen göstermişlerdir. Ancak, büyük tasarım görevleri sadece bir ders sürecinde tamamlanmadığı için ders dışında gruplar arası etkileşimin sağlanmamasının kontrol altına alınması araştırmacı ve gözlemci araştırmacının yalnızca öğretmen adaylarına yapılan uyarıları ile sınırlı kalmıştır.
4. Araştırmanın uygulama süreci 14 haftadan oluşan bir dönem ile sınırlıdır.

1.7. Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırmada;

1. Veri toplama araçlarının hazırlanmasında ve araştırma verilerinin kodlanmasında görüşlerine başvurulmuş uzmanların, objektif ve samimi oldukları varsayılmaktadır.
2. Araştırmacının, araştırma sürecinde ön yargıyla hareket etmediği varsayılmaktadır.
3. Öğretmen adaylarının araştırmada kullanılan veri toplama araçlarına objektif ve samimi biçimde cevap verdikleri varsayılmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM/FeTeMM) Eğitimi

STEM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini disiplinler arası ele alarak öğrencilerin bu disiplinlere yönelik ilgilerini ve STEM kariyer bilincini geliştirmeyi, 21. yüzyıl bilgi ve becerilerinin gelişimine olanak sağlayacak bütünlük uygulamaları esas almaktadır (Baran ve ark., 2015; Ostler, 2012). Günümüzdeki gelişmelere bağlı olarak öğrencilerin dışardan gelen uyaranlara açık olması ve çevre ile etkileşim içerisinde olmaları derslerde de etkisini göstermektedir. Dolayısı ile derslerin klasik yöntemlerle günlük hayattan bağımsız işlenmesi öğrencilerin ilgilerini çekmemektedir (Gallant, 2010). Sınıf içerisinde öğrenilmesi gereken birçok konunun disiplinler arası niteliğinin olması ve öğrencilerin dünyayı bütüncül olarak algılıyor olmaları öğretimde disiplinler arası yaklaşımın kullanılmasının önemini göstermektedir (Yıldırım, 1996).

Disiplinlerin kendilerine özgü konu alanlarındaki kavramlara farklı bakış açısı geliştirmek için bu kavramlar diğer disiplinlerin bilgi ve becerileri ile ilişkili olarak diğer alanlarla bütünlüştürülür. Burada amaç disiplinler arasında ilişki kurularak hem disiplinlerin kendilerine özgü temel bilgi ve becerilerin öğrenilmesine olanak sağlamak hem de disiplinleri anlamlı bir şekilde bir araya getirerek bütüncül öğretim gerçekleştirmektir (Yıldırım, 1996). Bu bağlamda öğretmenler farklı disiplinler arasında ilişki kuramazlar ve konu ve kavramları birbirinden bağımsız şekilde öğrencilere sunarlarsa, öğrenciler öğrendikleri konu ve kavramlar arasında anlamlı ilişki kurmakta zorlanacaklardır. Bu nedenle sınıf içi öğretimin disiplinleri ilişkilendirilerek verilmesi ve disiplinlerin entegre şekilde sunulması öğrencilerin bilgileri anlamlandırmasına kolaylık sağlayacaktır (Sherman, 2000). Bu bağlamda STEM eğitimi ile öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına ilgisi çekilecek ve öğrenciler bu alanlara yönelik farkındalık kazanarak bilgilerini yapılandırabileceklerdir (Gallant, 2010).

Disiplinlerin eğitim öğretim sürecine bütünlüştürülerek dâhil edilmesi uzun çabalar gerektirir. Fakat konunun amacına uygun olarak hazırlanan ders planları ile öğrencilerin bir kavramı disiplinler arası bağlamda ilişkilendirmesi ve günlük yaşam bağlamında sunulan örnek durumlar ile derse yönelik motivasyonlarının artmasına olanak sağlanır (Satchwell ve Loepp, 2002). Bu bağlamda birçok eğitimci ve araştırmacı öğrencilerin 21.

yüzyıl becerilerini kazanmalarında ve geliştirmelerinde bütünlük öğretimin önemli olduğunu savunmaktadır. Bütünlük öğretim öğrencilerin, karşılaştıkları problemleri günlük yaşam ile ilişkilendirebilmelerine, düşünme becerilerinin gelişmesine ve problem çözme becerisi kazanmalarına olanak sağlamaktadır (Aslan Yolcu, 2013). Öğrencilerin farklı disiplinler ile karşı karşıya kalmaları günlük yaşamdaki problem durumlarında kendilerine olan güvenlerinin artmasını, akranları ile aralarındaki iletişimin kuvvetlenmesini ve mutlu olmalarını sağlayabilmektedir (Smith ve Karr-Kidwell, 2000).

Sanders (2009), STEM öğrenme ortamlarında öğrenciler arasındaki sosyal etkileşimin onları öğrenmek için daha çok heveslendirdiğini, aynı zamanda öğrenciler arasında akademik başarı farklılıklarının en aza düşmesine ve 21.yüzyıl becerilerinin gelişmesine yardımcı olduğunu vurgulamaktadır. Gallant (2010) ise, proje tabanlı etkinlikler ile STEM odaklı uygulamaların, öğrencilerin öğrenme kalitesini yükseltme ve ilgisini artırma potansiyeline sahip olduğuna dikkat çekmektedir.

STEM eğitimi için en uygun öğretim yaklaşımı, STEM disiplinlerinin tamamına vurgu yapılmasını ön gören bütüncül yaklaşımdır (Smith ve Karr-Kidwell, 2000). Bütüncül yaklaşım fen ve matematik disiplinlerinin içeriği ile teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin eğitim içeriklerinin bütünleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Sanders ve Welss, 2010). Öğretim programından bağımsız olarak proje tabanlı öğrenme sürecini esas alan STEM SOS modeli (Students On the Stage) bu anlayışa örnek verilebilir (Yıldırım, 2017). Bu modelde öğrenciler dönem boyunca proje tabanlı öğrenmenin aşamalarını takip ederek tüm STEM disiplinlerini bir arada kullanırlar. Fakat günümüz öğretim ortamlarının mevcut koşulları bütünlük programın uygulanması için uygun olmayabilir (Bozkurt, 2014; Ercan, 2014). Bu koşullar, derslerin fen ya da matematik gibi disiplinler yapı sergilemesi, tüm disiplinlerin içeriğinin öğretimini gerçekleştirebilecek öğretmen yetiştirme politikalarının ya da ders programlarının olmaması olabilir. Bu sebeple fen ya da matematik derslerine diğer disiplinlerden en az birinin entegre edilmesine yönelik çalışmalar ön plana çıkmaktadır (Bozkurt, 2014; Ercan, 2014; Karahan ve ark. 2015; Marulcu, 2010; Marulcu ve Höbek, 2014; Wang ve ark., 2011).

STEM disiplinlerinin entegre edilmesinde farklı yollar kullanıldığı görülmektedir. Bu kapsamdaki yaklaşımlardan biri STEM disiplinlerinde biri ya da ikisinin üzerine odaklanmasıdır (Sanders, 2009). “SteM” olarak adlandırılan yaklaşımda, teknoloji ve mühendislik disiplininin geri planda olduğu görülmektedir (Dugger, 2010). Bu yaklaşımda teknoloji ve mühendislik disiplinlerine daha az yer verilmesi bu yaklaşımın STEM eğitimi içeriğindeki beklentilerin karşılanmasına olanak sağlamamaktadır (Bybee,

2010). Diğer bir yaklaşım ise STEM disiplinlerinden birinin diğer disiplinlerin derslerinde yer verilmesidir. Örneğin; mühendislik disiplinine fen, teknoloji, matematik derslerinde yer verilmesi gibi. Fen dersi kapsamında, mühendislik disiplinlerinin entegre edildiği uygulamalar bu yaklaşıma örnek olarak gösterilebilir (Dugger, 2010). STEM eğitiminde dört disiplinden birinin odağa alınıp diğer disiplinlerin bu odak etrafında bütünleştirilmesi olarak ele alınmaktadır. Fakat STEM odaklı uygulamalar dört disiplinin tamamını kapsamasa da en az ikisinin birleştirilmesi şeklinde yapılabilir (Moore ve ark., 2014). STEM disiplinlerinin entegrasyonuna yönelik diğer bir yaklaşım ise, disiplinlerden birinin içeriğine diğer STEM disiplinlerinin entegre edilmesidir. Fen dersi içeriğine matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin entegrasyonu bu yaklaşıma örnek gösterilebilir (Dugger, 2010).

2.2. STEM Disiplinleri

STEM eğitimin nasıl gerçekleştirileceğine yönelik literatürde yer alan araştırmaları anlamak için STEM disiplinlerinin her birine yönelik temel içeriği anlamaya çalışmak gerekmektedir (Bozkurt Altan, 2017a). Örneğin; mühendisliğin ne olduğunu mühendislik disiplininde çalışan profesyonellerin nasıl bir süreç izlediği konusunda fikir sahibi olabilirsek mühendislik disiplinini öğretim sürecine nasıl dâhil edebileceği konusundaki alan yazınına değerlendirmek daha kolay olacaktır. Nitekim STEM disiplinlerinin hepsi kendi içinde derin bir içeriğe sahiptir. Bu kısımda yüzeysel olarak her disiplinin doğası ele alınacak ve öğretim sürecinde bu disiplinlerin entegrasyonunun nasıl yapılabileceği üzerinde durulacaktır.

2.2.1. Fen

Türk Dil Kurumu'na (TDK) göre fen, doğaya ait bir olaya dair deneysel yöntemler ve gerçek veriler ile sonuçlar çıkarmaya çalışan düzenli bilgi olarak tanımlanır ve araştırma sorgulama süreçlerine dayanmaktadır. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın (2013) vizyonu fen okuryazarı bireyler yetiştirmek olarak tanımlanmıştır. Fen okuryazarı bireyler, araştıran- sorgulayan, etkili kararlar verebilen, problem çözme becerisine sahip, kendine güvenene, iletişim kurabilen, işbirliği yapabilen ve fen bilimlerine yönelik temel bilgiler ve becerilere sahiptir (MEB,2013). 2018 öğretim programının da temel amacı, *“değerlerimiz ve yetkinliklerle bütünleşmiş bilgi, beceri ve davranışlara sahip bireyler yetiştirmek”* olarak tanımlanmıştır. Öğrencilerin doğaya ilişkin problem durumlarına yönelik araştırma yapmaları, test etmeleri ve

değerlendirmelerini sağlayacak becerilerin gelişimine yönelik süreçlere katılması fen okuryazarı bireyler yetiştirilmesi için gereklidir ve bu süreçte kullanılan yöntemlerden biri araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımıdır (Keçeci ve Zengin, 2016). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına temel olmakta ve birlikte kullanılmaktadır (Öztürk Geren ve Dökme, 2015).

Araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenme, öğrenmeyi öğretmenin öğrencilere bilgileri sunduğu ders sürecinden çıkararak, öğrencilerin aktif olduğu bir süreçte ve kazanımlarla ilişkili çeşitli etkinliklere yönelik araştırmalar yaparak öğrenmesini sağlar. Öğrencilerin eleştirel düşünerek, bilimsel bilgiyi ve işlemleri ilişkilendirerek feni öğrenir. Araştırma sorgulama süreci, soru sorma, bilgiyi araştırma, bir olaya ilişkin yeni bilgiler üretmedir (NSES, 1996).

STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde planlanan derslere fen disiplininin entegre edilmesi; fen alanlarına yönelik bilgi gerektiren problemlerin çözüm sürecinde araştırma-sorgulama süreçlerinin kullanılmasını içermektedir (Bozkurt Altan, 2017a). Günlük yaşam ile ilişkili olarak sunulan dersler öğrencilerin derse yönelik ilgilerinin artmasında, düşünme becerilerinin gelişmesinde, problem çözme becerisi kazanmasında, özgüvenlerinin artmasında, iletişim becerilerinin güçlenmesinde etkili olmaktadır (Aslan Yolcu, 2013; Gallant, 2010; Smith ve Karr-Kidwell, 2000).

Bu bağlamda öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına ilgisi çekilecek ve bu alanlara yönelik farkındalık kazanarak bilgilerini yapılandırabilmeleri için derslerin STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde yapılandırılması önemlidir (Gallant, 2010).

2.2.2. Teknoloji

Gelişen bilimsel veriler ışığında insanların hayatını kolaylaştırmak için kullanılan her şey olarak tanımlanan teknoloji (Stohlman ve ark., 2012), insanoğlunun ihtiyaçlarına yönelik üretilen bilgi, makine, bilgisayar ve teknik cihazların tümüdür (Yüksel, 2017). Her geçen gün yenilenmesi ve gelişmesi teknolojinin toplumlar üzerindeki ekonomik ve sosyo-kültürel açısından önemini arttırmaktadır. Teknolojik ilerlemeler ile birlikte çalışma ortamlarında makine kullanımı ve teknolojik üretimlerin artması nitelikli iş gücüne ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır (Güllüpınar ve ark., 2013). Bu bağlamda yetiştirilen bireylerin bilgiyi anlamlandırması, işlevsel hale getirebilmesi ve paylaşımda bulunması için teknolojik araçları etkili bir şekilde kullanabilmesi gerekmektedir (Çoklar ve ark.,

2010). Bu bağlamda derslere teknoloji disiplininin entegrasyonun sağlanması önem arz etmektedir.

STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde planlanan derslere teknoloji disiplininin entegre edilmesi; teknolojik ürün geliştirme ve kullanma ile teknoloji okuryazarlığı geliştirmeye yönelik kazanımları içermektedir (Bozkurt Altan, 2017a). STEM eğitiminde, öğrencilerin karşı karşıya kaldıkları gerçek yaşam problemlerine çözüm üretirken fikirleri organize etmek, test etmek ve değerlendirmek için araştırma, sorgulama yapmaları ve kaynak kullanmaları gerekmektedir. STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde günlük yaşamda sıklıkla karşılaştığımız ve kolaylıkla ulaşabildiğimiz ahşap, strafor köpük, karton gibi birçok malzemeden de yararlanılabildiği gibi bilgisayarlar, tasarım programları, robotik kitler gibi elektronik malzemelerden de yararlanılabilmektedir. Bu materyallerin STEM etkinlikleri çerçevesinde kullanılması ile öğrenciler teknolojiyi kullanma becerisini geliştirmenin yanı sıra teknolojik ürün tasarım sürecini daha iyi anlamlandırabilmektedir (Stohlman ve ark., 2012).

Fen bilimleri ve buna bağlı olarak teknoloji alanındaki gelişmelerin, günlük hayatımızla doğrudan ilişkili olması, bireylerin fen ve teknoloji alanındaki gelişmelerden haberdar olmasını ve bunun ötesinde üretebilen toplum olabilmek için fen ve teknoloji okuryazarı bireyler yetiştirilmesini gerektirmektedir (Şahin ve ark., 2010). Teknoloji entegrasyonu ile ilgili yapılan bazı tanımlar teknoloji disiplini dersin içeriğini zenginleştirmek amacıyla bir araç olarak ele alırken, bazıları ise teknolojinin dersin bir parçası olarak yer alması gerektiğine dikkat çekmektedir (Mazman ve Koçak Usluel, 2011).

Teknoloji entegrasyonunu, teknolojik araçların ve teknoloji tabanlı uygulamaların bir araya getirilerek dersin amacını karşılayacak şekilde bütünleştirilmesi olarak tanımlayan National Center Education Statistics (NCES, 2002), teknolojinin bir okula ya da bir iş ortamına entegre edilmesinin teknoloji üretkenliği ve uygulamayı iyileştiren bir araç olduğunu vurgulamaktadır.

Eğitimde teknoloji entegrasyonu, “teknolojinin öğretim programındaki amacına uygun olarak dâhil edilmesi ve disiplinler arası öğretimin bir parçası olarak uygulanması” şeklinde tanımlanmaktadır. Bu sayede öğrenciler için daha anlamlı bir öğrenme ortamı oluşturarak başarılarının artırılması vurgulanmaktadır (International Society For Technology In Education [ISTE], 2002). Öğrencilerin teknoloji bilgilerini kullanabilmesi için öğretim programının teknoloji ile ilgili kazandırılması gereken becerileri etkili ve verimli kullanılmasını vurgulayan Dockstader (1999) ise, öğrenci ve öğreticinin ikisinin

de teknoloji kullanım becerilerine sahip olması gerektiğini belirtmektedir. Karahan ve Roehrig'in (2016) gerçekleştirdiği araştırmada, öğretmenlerin derslerine STEM entegrasyonu çerçevesinde teknoloji entegre etme çabasında iken öğrenci ihtiyaçlarını dikkate almadan hareket etmelerinin yanlış bir yol olduğunu belirtmişlerdir. Öğrenciler arasında sosyal iletişim ortamı oluşturarak ve uygun teknolojileri kullanarak entegre edilen bir dersin daha anlamlı olacağını vurgulamışlardır.

Bu bağlamda öğretim programında yer alan kazanımlar doğrultusunda derslere teknoloji entegrasyonu sağlamak amacıyla robotik kitler, legolar, açık kaynak kodlu denetleyiciler, sensörler, eğitim teknoloji araçları vs. kullanılmaktadır (Koç Şenol, 2012; Kuş, 2016). Fen öğretiminde robotik uygulamalar, robot teknolojisi ile fen kazanımlarının bütünleştirilerek öğretimi kolaylaştırmak ve öğrencilere 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasını hedeflemektedir (Eraslan ve ark., 2012).

Robotik uygulamalar, birbirine monte edilen parçaların birleştirilmesi ile oluşan modelin açık kaynak kodlu mikro denetleyiciler ile programlanması ile kullanılmaktadır. Modelin amacına uygun olarak kullanılan sensörler aracılığıyla çevre ile etkileşim sağlayan Lego Minstorm Setleri, Arduino Açık Kaynak Kod Yazılımı, Fischer Technic, Scratch gibi hazır kitler ile yapılan uygulamalar olarak kullanılmaktadır (Koç Şenol, 2012; Kuş, 2016). Robotik uygulamaların fen içerik bilgisi ve muhakeme yeteneğinden bağımsız parçaların birleştirilmesi olarak ele alan uygulamalar STEM eğitiminin amaçları ile örtüşmemektedir.

Ülkeler robotik uygulamaları son yıllarda çok önemsemiş olsalar dahi robotik uygulamalara yönelik çalışmalar okul dışı projeler, yarışmalar vs. faaliyetler ile gerçekleşmektedir (Koç ve Büyük, 2013). Bu bağlamda araştırmacılar fen ve matematik derslerinde edinilen bilgileri STEM alanlarındaki çalışmalar ile bütünleştirilerek fen derslerinin içeriğine entegre edilmesini önermektedir (Koç ve Şenol, 2012; Kuş, 2016; Okkesim, 2014). Bu araştırma kapsamında uygulanan ve “STEM Eğitimi Etkinlik Modülleri” başlığında detaylarından bahsedilecek etkinliklerden birisi olan “Arduino ile Kolay Geçiş” etkinliği fen derslerine kodlama uygulamaların entegre edilmesine yönelik bir örnektir.

Derslerde teknoloji entegrasyonu çerçevesinde kullanılan bu uygulamaların bilimsel araştırma sorgulama süreci bağlamında yürütülmesi ile öğrencilerin yaratıcılık ve inovasyon becerilerinin gelişmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Bozkurt Altan, 2017a). Mühendislik tasarım problemleri kapsamında fen derslerine entegre

edilebilen robotik uygulamaların öğretimi mühendislik tasarım süreci basamakları çerçevesinde yürütülebilir (Bozkurt Altan, 2017a).

2.2.3. Mühendislik

TDK'ye göre mühendis, insanların her türlü ihtiyacını karşılamaya dayalı yol, köprü, bina gibi bayındırlık; tarım, beslenme gibi gıda; fizik, kimya, biyoloji, elektrik, elektronik gibi fen; uçak, gemi, otomobil, motor, iş makineleri gibi teknik ve sosyal alanlarda uzmanlaşmış, belli bir eğitim görmüş kimsedir. Mühendisler, bilimsel ve teknolojik çalışmaları insanların ekonomik ve toplumsal ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla uygularlar (Marulcu ve Sungur, 2012).

Değişik konularda karşılaşılan farklı problemleri çözümlmek için yöneticiler, kurumlar ve kişiler sürekli karar vermek durumundadır. Örneğin; bir işletme sahibi, işletmenin kurulması, büyüklüğü, üretim sisteminin nasıl bir işleyiş ile ilerlemesi gerektiğini belirlemek için karar vermek zorundadır. Aynı şekilde mühendisler de herhangi bir sistemin planlanması, üretilmesi için sisteme ilişkin farklı değişkenleri göz önünde bulundurarak araştırma, planlama, ön inceleme, küçük plan ve kesin proje aşamalarında karar vermek durumundadır (Evsahibioğlu, 1994).

Mühendisler çalışmalarını yürütürken tasarım sürecini kullanırlar. Bu bağlamda mühendisler çalışma alanlarına ve ihtiyaca uygun olarak problem durumunu belirleyerek işe başlarlar. Üretimi ya da planlaması yapılacak sistemin başarı kriterleri ve sınırlılıklarını tartışarak sahip olması gereken özellikleri belirleyerek; prototip çizimi ve ölçeklendirme gibi işlemler ile tasarım sürecine devam ederler. Prototipler üzerinde incelemeler yaparak belirledikleri kriter ve sınırlılıklara uygun olan tasarıma karar verirler ve kesin projenin oluşturulması ile tasarım döngüsü tamamlanır. Tasarım süreci adımları gerekli durumlarda tekrarlanabilir (Fırat ve Özsoy, 2017).

İnsanlar da günlük yaşamda mühendislik alanında çalışan profesyoneller gibi karşılaştıkları problemlere çözüm üretmek için farklı yollar kullanmak ve karar vermek durumundadır. Aynı şekilde öğrencilerin de derslerde gerçek yaşam ile ilişkili olarak sunulan problemlerin çözümü için yaptıkları çalışmalarda mühendis gibi hareket etmeleri gerekmektedir (Hynes ve ark. 2011). Bu sayede uygulamalar sırasında öğrenciler araştırma, analitik düşünme, iletişim, yaratıcılık, karar verme gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirirler (Bozkurt, 2014; NAE ve NRC, 2009). Mühendislik tasarım öğrencilerin fene ilişkin içeriği öğrenirken ve uygularken, gerçek yaşamda karşılaştıkları karmaşık durumlara eleştirel bir bakış açısı ile yaklaşarak pratiklik,

yaratıcılık ve iletişim becerilerini de kullanarak çözüm önerileri geliştirmelerine ve feni günlük yaşamda deneyimlemelerine fırsat vermektedir (Kolodner, 2002).

STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde gerçekleştirilmesi planlanan derslerde mühendislik disiplini mühendislik tasarım problemleri ile sürece dâhil edilerek kullanılabilir (Bozkurt Altan, 2017b). Temel mühendislik alan bilgi ve becerilerini içeren uygulamalar, öğrencilerin fen ve matematikteki temel alan bilgilerini kullanmalarına olanak tanımakta ve bu alanlara ilişkin ilgi ve farkındalıklarının artmasında etkili olmaktadır. Bu bağlamda mühendislik tasarım süreci fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonu ile doğrudan ilişkilidir (NAE ve NRC, 2009). Mühendislik tasarım problemlerini ele alan yaklaşımlar literatürde “Tasarım Temelli Fen Eğitimi” (TTFE) olarak karşılık bulmaktadır (Bozkurt, 2014).

Mühendislik tasarım sürecine yönelik daha detaylı açıklama “*Fen Derslerinde STEM Eğitimi Gerçekleştirme Yolları*” başlığı altında verilecektir.

2.2.4. Matematik

Hayatımızın her safhasında matematikten yararlanırız. Peki, nedir matematik? Matematik TDK’nin yaptığı tanıma göre; aritmetik, cebir, geometri gibi sayı ve ölçü temeline dayanarak niceliklerin özelliklerini inceleyen bilimlerin ortak adıdır. Hayatımızın her alanında karşımıza çıkan matematik sayesinde matematiksel örüntüler ve ilişkiler çözümlenebilir ve genel bir yargı şeklinde ifade edilebilir (Boz, 2008).

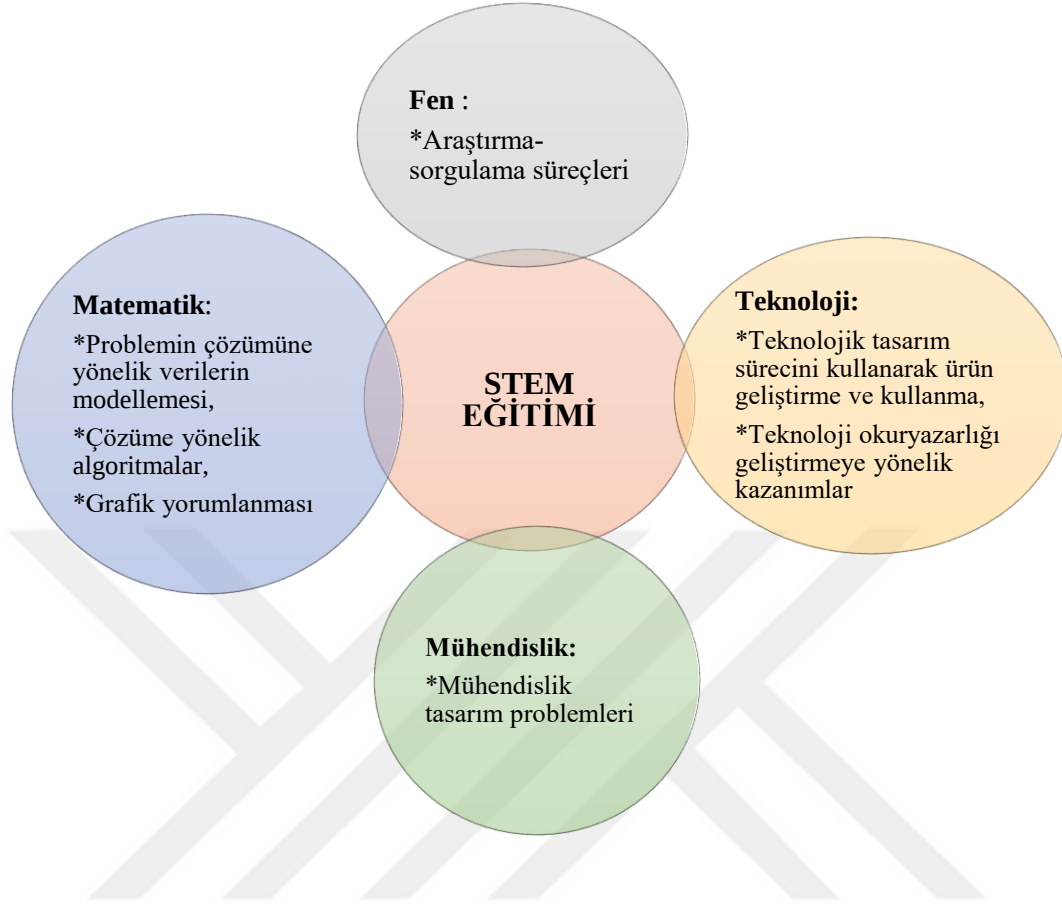
Eğitim sistemi içerisinde de matematik eğitimi önemli yere sahiptir ve bu bağlamda öğrencilerin matematiksel kavramlara sahip olma, problem çözme becerisi kazanması, matematik alanında kendine güven duyması, matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmesi gibi amaçları bulunmaktadır (Baydar ve Bulut, 2002). Fen bilimlerinde de özellikle fizik ve kimya konularını kapsayan kazanımları öğrenmede öğrencilerin temel matematik bilgi ve becerilere sahip olması gerekmektedir (Bütüner ve Uzun, 2011).

Matematik disiplininin fen derslerine entegre edilmesi STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde gerçekleştirilmesi planlanan derslerde öğrencilerin günlük yaşamda karşılaşılan problemlere ilişkin matematiksel modelleme, algoritma, grafik okuma ve yorumlama gibi faaliyetler ile sağlanmaktadır (Bozkurt Altan, 2017a). STEM eğitimi uygulama sürecine matematik disiplininin entegre edilmesinde, öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştıkları karmaşık problemi çözmek için; gerçek yaşam ile matematik arasında ilişki kurmaları, problemi analiz etmeleri ve problemin çözümüne ilişkin karar vermeleri için matematiksel kavramlar, grafikler, modeller vs. kullanmaları

gerekmektedir (Hıdıroğlu ve Güzel, 2014). Öğrencilerin karşılaştıkları probleme ilişkin karar verirken, matematik kavramlarına ilişkin farklı tanımları analiz etmeleri, tanımlamaların farklılıklarının nedenlerini değerlendirmeleri, kendilerine özgün tanımlamalar yapabilmelerine yönelik uygulamaları içermesi gerektiği vurgulanmaktadır (Çorlu, 2016). Öğrencilerin bütünsel eğitim sürecinde gerçek yaşam problemine matematik disiplini çerçevesinde çözüm bulmaları için matematiksel modelleme kullanılabilir (Hıdıroğlu ve Güzel, 2014; Karahan ve Bozkurt, 2017).

Matematiksel modelleme, gerçek yaşamdan bir problem ile başlar ve bu problemin matematikselleştirilmesi ile ulaşılan sonucun gerçek hayata uyarlanması ile tamamlanmış olur (Karahan ve Bozkurt, 2017). Öğrencilerin karşılaştıkları problemin çözümüne yönelik düşünürken karmaşık matematik etkinlikleri, matematiksel modelleme, gerçek yaşam bağlamında matematik problemleri ile karşı karşıya kalmaları onların, problem çözme, araştırma ve analitik düşünme becerilerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır (Berry, 2002).

STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin derslere entegre edilmesine yönelik özet bilgiler Şekil 2.1’ de sunulmuştur (Bozkurt Altan, 2017a; Çorlu, 2017).



Şekil 2. 1.STEM Eğitimi için disiplinlerin entegrasyonu

2.3. Fen Derslerinde STEM Eğitimi Gerçekleştirme Yolları

Bu kısımda fen derslerinde STEM odaklı uygulamalar gerçekleştirmek üzere probleme dayalı öğrenme, mühendislik tasarım problemleri ve kodlama ve robotik uygulamalar ele alınacaktır.

2.3.1. Probleme Dayalı Öğrenme ve STEM Uygulamaları

STEM eğitimini fen derslerinde gerçekleştirmek için kullanılan uygulamalardan biri probleme dayalı uygulamalardır (Bozkurt Altan, 2017b). Probleme dayalı öğrenmenin temelleri John Dewey'in çalışmalarına dayanmaktadır ve Dewey problemi "şüphe ile belirsizlik uyandıran herhangi bir şey" olarak tanımlamaktadır (Erkaper, 2007). Probleme dayalı öğrenmede bir problemi anlama ve bu probleme çözüm ararken öğrenme üzerine odaklanılır (Duch ve ark., 2001). Bu öğrenme sürecinde ele alınan problem

gerçek yaşam ile ilişkili ve karmaşık yapıda olmalı, içerik ile ilgili bilginin yanı sıra eleştirel bakış açısı ile çözümlenmeye çalışılmalı, tek bir doğru cevabı olmamalı ve öğrencilerin bağlamına uygun olmalıdır (Duch, 1995; Duch ve ark., 2001). Sıklıkla problem çözme yöntemi ile karıştırılan probleme dayalı öğrenmeyi problem çözmeden ayrı tutan en önemli nokta problemin özelliği ve probleme dayalı öğrenmede sonuçtan ziyade sürecin önemli olmasıdır (Duch, 1995). Fen derslerinde probleme dayalı uygulamaların gerçekleştirilmesi günlük yaşam ile ilişkilendirilen problemin tanımlanması, problemi çözmeye ilişkin araştırmaların yapılması, veri toplanması ve problemin çözümüne ilişkin öneriler geliştirilmesi süreçlerini içerir (Şahin, 2015).

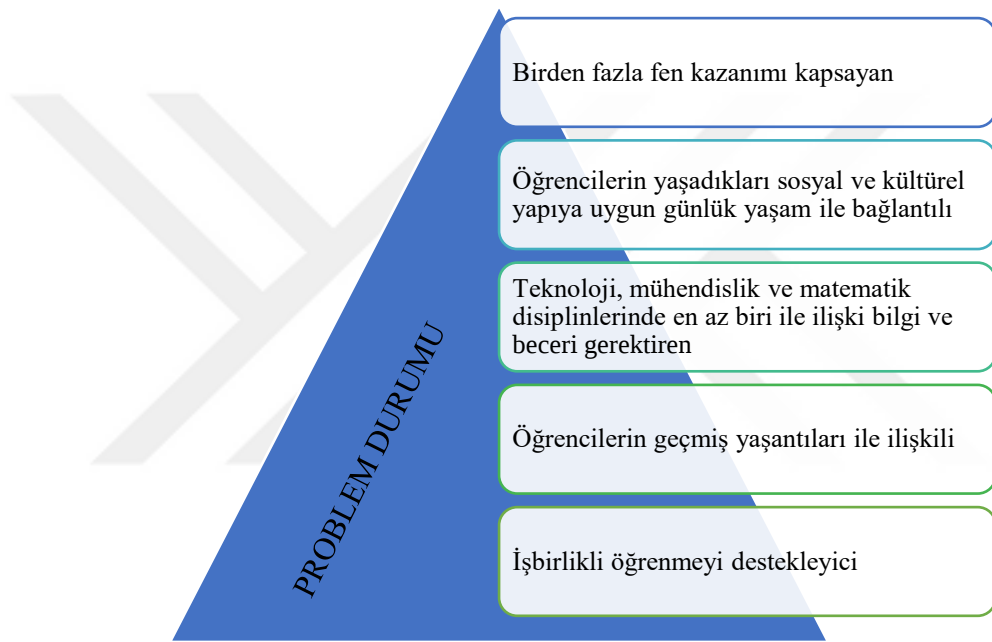
Günümüzde eğitim sistemlerinin temel amacı, öğrencilerin bilgiye ulaşmalarına fırsatlar oluşturarak onların bu aşamada gerekli olan eleştirel düşünme, yaratıcılık, araştırma, karar verme gibi becerilerinin kazandırılmasına olanak sağlamaktır (Korkmaz ve Kaptan, 2001). Nitekim MEB 2013 ve 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın vizyonu “fen okuryazarı bireyler yetiştirmek” olarak tanımlanmıştır. Fen okuryazarı bireylerin fen bilimlerine ilişkin temel bilgilere (Biyoloji, Fizik, Kimya, Yer, Gök ve Çevre Bilimleri, Sağlık ve Doğal Afetler) ve doğal çevrelerinde karşılaştıkları olayları keşfetmelerine olanak sağlayan bilimsel süreç becerilerine sahip olmaları beklenmektedir. Ayrıca 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda disiplinler arası bir bakış açısıyla araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı temel alınmıştır. Bireylerin günlük yaşamda karşılaştıkları disiplinler arası yapıdaki problem durumlarına karşı kendilerini sorumlu hissediyor olmaları, yaratıcı ve analitik düşünme becerileri ile iş birliği içerisinde probleme ilişkin çözüm önerileri geliştirebilmeleri amaçlanmaktadır.

Çevrelerinde farklı becerileri içeren ve farklı çözüm yolları olan durumlar ile karşılaşan öğrencilerin, karşılaştıkları problemleri çözebilmelerinde ve bilimsel süreç becerileri kazanmalarında fen dersleri oldukça önemli bir yere sahiptir. Probleme dayalı uygulamalar öğrencilerin, konuların amaçlarına ve kazanımlara uygun olarak günlük yaşam bağlamında oluşturulan senaryo veya problemlere çözüm önerileri geliştirmelerini amaçlamaktadır (Yaman ve Yalçın, 2005). Kaptan ve Korkmaz (2001)'ın yaptığı araştırmada fen bilimlerinde probleme dayalı uygulamaların öğrenme süreci; probleme dayalı öğrenme süreci kazanımlara uygun problemin tanımlanması ile başlamakta, yapılan araştırmalar ve değerlendirmeler sonucunda problemin sonucunun sunulması ise sonlanmaktadır.

STEM eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalarda günlük yaşam bağlamında farklı disiplinleri içeren problem durumlarının sunulması önerilmektedir. Öğrencilerin fen,

teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine yönelik bilgi ve beceri kazanmalarına ve STEM alanlarında kariyer bilinci geliştirmelerine katkı sağlayan uygulamalardan biri olarak probleme dayalı STEM eğitimi ön plana çıkmaktadır (Bozkurt Altan, 2017b). Bozkurt Altan (2017b) tarafından fen dersi çerçevesinde probleme dayalı STEM eğitiminde bulunması gereken özellikler aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

1. Fen öğretmenin hazırlayacağı problem durumu özellikleri Şekil 2.2.' de sunulmuştur.



Şekil 2. 2. Probleme dayalı öğrenme ile STEM uygulamaları gerçekleştirmek için problem durumu özellikleri

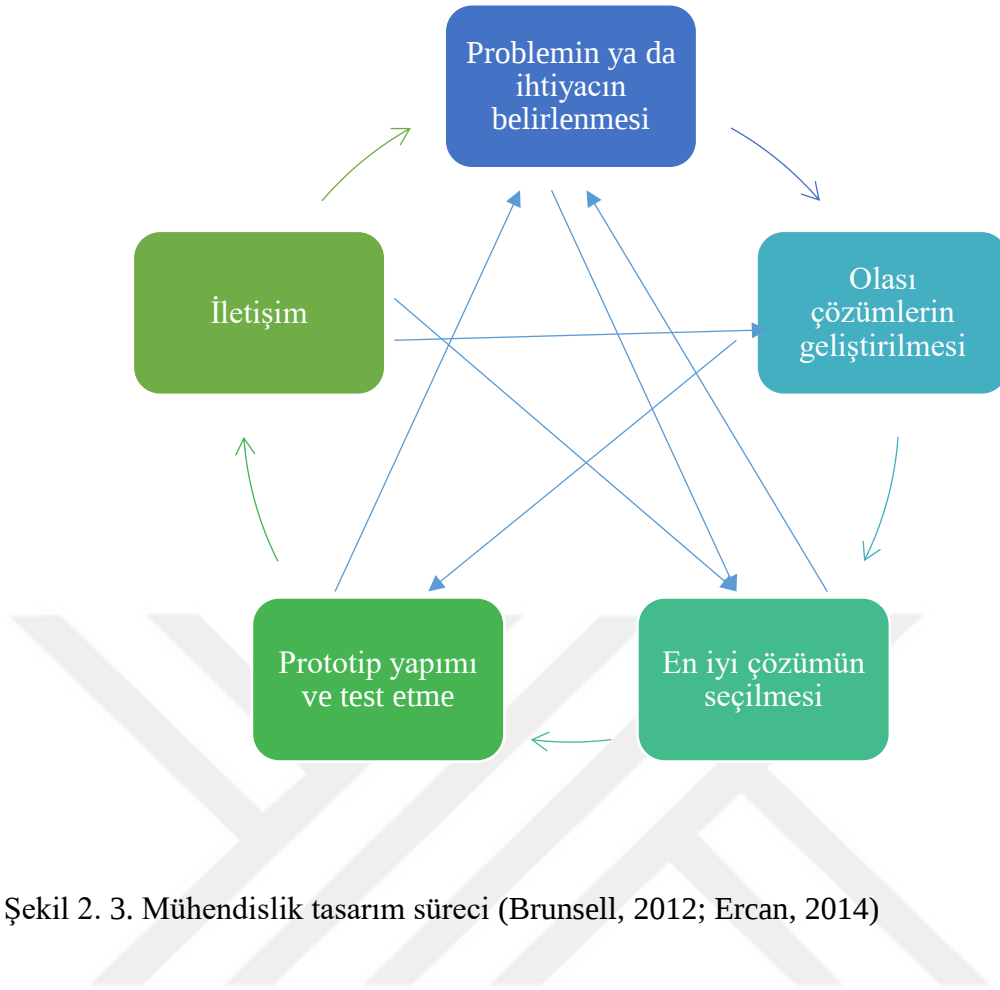
2. Öğrencilere sunulan problem durumunu anlamaları, problem ile ilgili hali hazırdaki bilgilerini ve öğrenmeleri gereken bilgilere yönelik çıkarımlar yapmaları için yeteri kadar zaman verilmelidir.
3. Grup çalışması için uygun ortam oluşturmali ve gruplar işbirlikli öğrenme kriterleri dikkate alınarak oluşturulmalıdır.
4. Uygulamalarda üstleneceği rolü sınıf düzeyine uygun planlamalıdır.
5. Öğrencileri probleme yönelik birden fazla çözüm önerisi sunmaları için motive etmelidir.

6. Sunulan çözüm önerilerinden birine karar vermeleri için, problem durumunda neler istendiğini dikkate alarak değerlendirme yapmaları için rehberlik etmelidir.
7. Öğrencilerin sonuç olarak verdikleri kararlarını sınıfta değerlendirmek için uygun ortam oluşturmalıdır.
8. Öğrencilerin problem durumuna yönelik karar verdikleri çözümlerin değerlendirilmesi için değerlendirme kriterleri belirlemeli
9. Öğrencilerin çözümlerine yönelik dönüt sağlamalıdır.

Bu araştırmada gerçekleştirilen probleme dayalı STEM etkinlikleri yukarıda önerilen aşamalar dikkate alınarak uygulanmıştır.

2.3.2. Mühendislik Tasarım Problemleri

Mühendislik, bireylerin matematik ve temel bilimler alanındaki eğitimleri ve deneyimleyerek kazandıkları bilgileri kullanarak, çevrelerindeki malzemeleri amaçlarına uygun ürünlere ve sistemlere dönüştürmektir (Özçep ve ark., 2003). Günlük yaşamda karşılaşılan birçok problemde kullanılan yöntemler mühendisliğin temelini oluşturmaktadır (Alpaslan, 2011). Mühendislikte karşılaşılan problemlerin çözümüne ilişkin arayışlar mühendislik tasarım süreci ile yürütülür. Şekil 2.3.'te mühendislerin problemlere çözüm ararken takip ettikleri süreç sunulmuştur.



Şekil 2. 3. Mühendislik tasarım süreci (Brunsell, 2012; Ercan, 2014)

Şekil 2.3.' te görüldüğü gibi mühendislik tasarım süreci tek yönlü değil birbiri ile etkileşim içerisinde olan basamaklardan oluşan bir döngüdür. Mühendislik tasarım süreci günlük yaşamda olduğu gibi bir ihtiyaç ya da problem ile başlar. Problem durumu kriter ve kısıtlamalar içerir. Öncelikle problemin tanımlanması ve kriter ve kısıtlamaların belirlenmesi gerekir (Brunsell, 2012; NRC, 2012). Mühendislik tasarım problemlerinin genellikle tüm kriter ve kısıtlamaları karşılayan tek bir çözümü yoktur. Bu nedenle kriter ve kısıtlamaları göz önünde bulundurarak en iyi çözüme ulaşabilmek amacıyla öncelikle yaratıcı çözüm önerileri geliştirilir. Ortaya konulan çözüm önerilerinin araştırılması, deneysel verilerin toplanması ve alternatif çözüm önerilerinin değerlendiren gruplar (mühendisler genellikle grup çalışması yürütürler) yaptıkları araştırmaları rapor ederler (Brunsell, 2012; Mentzer, 2011; NAE ve NRC, 2009; NAGB, 2010; NRC, 2012). Bu basamağın ardından problemin çözümüne ilişkin en iyi çözümün seçilmesi gerekir. Bu aşamada kriter ve sınırlılıklar bağlamında tüm çözüm önerileri değerlendirilir ve çözüm önerilerinden birine karar verilir. Burada problemin kriter ve kısıtlamaları bağlamında çözüm önerileri değerlendirilme kısmı

önemlidir. Nitekim problemdeki tüm kriterleri ve kısıtlamaları karşılayan bir çözüm önerisi pek mümkün olmadığı için kriterler ve kısıtlamaların bazılarının göz ardı edilmesi gerekebilir. Literatürde bu durum ödün verme (trade- off) olarak ifade edilir (ITEA, 2007; NAE ve NRC, 2009; NAGB, 2010). Ardından karar verilen çözüme yönelik fiziksel, matematiksel ya da sanal bir model-prototip yapılarak seçilen çözüm önerisi test edilir. Bu aşamada düzeltme yapılması gerekiyorsa düzeltmeler yapılabilir ve tekrar test edilebilir (Brunsell, 2012; Mentzer, 2011).

Yukarıda ele alınan mühendislik tasarım sürecinin fen dersleri bağlamında nasıl planlanacağı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde ele alınmaktadır (Brunsell, 2012; Culver, 2012; Fortus ve ark., 2005; Marulcu, 2014; NAGB,2010; Wendell, ve ark., 2010). Genel olarak bu yaklaşımlar *Tasarım Temelli Öğrenme* olarak ele alınır (Bozkurt Altan, 2017a). Wendell (2008) tarafından önerilen mühendislik tasarım sürecinin derslerde kullanımında süreç, ünite kazanımına ilişkin büyük tasarım görevinin açıklanması ile başlar ve öğrencilerin bu büyük tasarım görevini gerçekleştirmeleri için bir takım bilgi ve becerileri kazanmaları gerekir. Mühendislik tasarım sürecinde olası çözümlerin araştırılması aşamasında olduğu gibi burada öğrenciler ile mini araştırma veya mini tasarım görevleri gerçekleştirilir. Bu aşamada büyük tasarım görevi için bilgi ve becerileri kazanan öğrenciler, büyük tasarımı gerçekleştirmek üzere çözüm önerileri geliştirirler. Süreç öğrencilerin en uygun çözüm önerisine karar vererek büyük tasarıma ilişkin prototip oluşturmaları ile devam eder ve prototipin test edilmesi ve gerekli görüldüğü taktirde geliştirerek ya da tekrar tasarlayarak tasarımlarını paylaşmaları ile son bulur.

Mühendislik tasarım süreci boyunca oluşturulan gruplar işbirliği içerisinde çalışırlar (NRC, 2012). En iyi tasarımı için grup üyeleri sorumluluklarını yerine getirirler (Mentzer, 2011). Ayrıca gruplar aralarında seçtikleri çözümlere yönelik tanıtım yaparlar ve çözümlerine ilişkin meslektaşlarından dönüt almaları için iletişim halindedir (Hynes ve ark., 2011).

Bozkurt Altan (2017a) tarafından STEM eğitiminin mühendislik tasarım problemleri bağlamında nasıl gerçekleştirilebileceğine yönelik öğretmen ve öğretmen adaylarında bulunması gereken özellikler aşağıda sunulmuştur.

- Öğretmenler birkaç kazanımı kapsayan ve test edilebilir, kriter ve kısıtlamaları içeren problem durumu oluşturmalıdır. Tasarım görevi 3 boyutlu fiziksel model ya da iki boyutlu olabilir.

- Öğrencilerin tasarım problemine çözümler üretmelerini destekleyecek bilgi ve beceri edinmesini sağlayıcı etkinlikler planlamalıdır.
- Kriter ve kısıtlamaları dikkate alarak tasarım problemine yönelik bir çözüme karar verme süreci planlamalıdır.
- Öğrencilerin çalışma ortamında grup çalışması ve işbirlikçi öğrenmeyi sağlayan imkanlar oluşturmalarıdır.
- Öğrencilerin tasarımlarına yönelik prototip oluşturmalarının sağlamalıdır. Prototipler fiziksel model ya da raporlar olabilir.
- Sürecin değerlendirilmesine yönelik planlamalar yapılmalıdır. Fiziksel modeller için, kriterler bakımından test etme ve değerlendirme, raporlar için, kriter ve kısıtlamalar çerçevesinde başarısını rubrikler ile değerlendirme sağlanmalıdır.
- Öğrencilerin çözümlerini açıklamaları ve sunmalarına ortam hazırlamalıdır.

Mühendislik tasarım problemleri doğası gereği hem fen hem de matematik disiplinine yönelik bilgi ve beceriler gerektirir (NAE ve NRC, 2009; NRC, 2012). Ürün geliştirme sürecinde öğrencilerin yenilikçi düşünmesi gerekir. Ayrıca ürün geliştirme sürecine teknoloji entegrasyonu sağlanabilir. Mühendislik problemleri diğer STEM disiplinlerini birleştiren yapıya sahiptir (Felix, 2010). Mühendislik tasarım problemlerinin bu yapısı sınıf uygulamaları için STEM eğitime uygun etkinlikler planlarken STEM disiplinlerinin entegrasyonunu sağlamayı kolaylaştıracaktır.

2.4. STEM Eğitiminde Öğretmenin Rolü

Ülkelerin eğitime ilişkin beklentilerinin, toplumsal ihtiyaçların, bilgi ve iletişim teknolojisinde meydana gelen değişikliklerin ve öğrenci profillerinin değişmesi, eğitim sisteminde önemli bir role sahip öğretmen/ öğretmen adaylarının, öğretmenlik mesleği açısından yeterlilik kazanması, teknolojik gelişimlere ayak uydurması ve teknoloji geliştirmesi, refah seviyesi yüksek öğrenciler yetiştirilmesinde önemli rol ve sorumluluğa sahiptir (Odabaşı ve Kabakçı, 2007). Nitekim MEB tarafından eğitim programlarının yeniden yapılandırılması ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak bilgi ve iletişim teknolojileri kullanma ve mühendislik ve tasarım becerilerine önem verildiği görülmektedir. Bu bağlamda öğrencilere rehberlik edecek olan öğretmenlere büyük rol düşmekte, öğretmenlerin yeniliklere bağlı olarak kendilerini geliştirmesi ve mesleki nitelikleri iyileştirmeleri gerekmektedir (Adıgüzel, 2005).

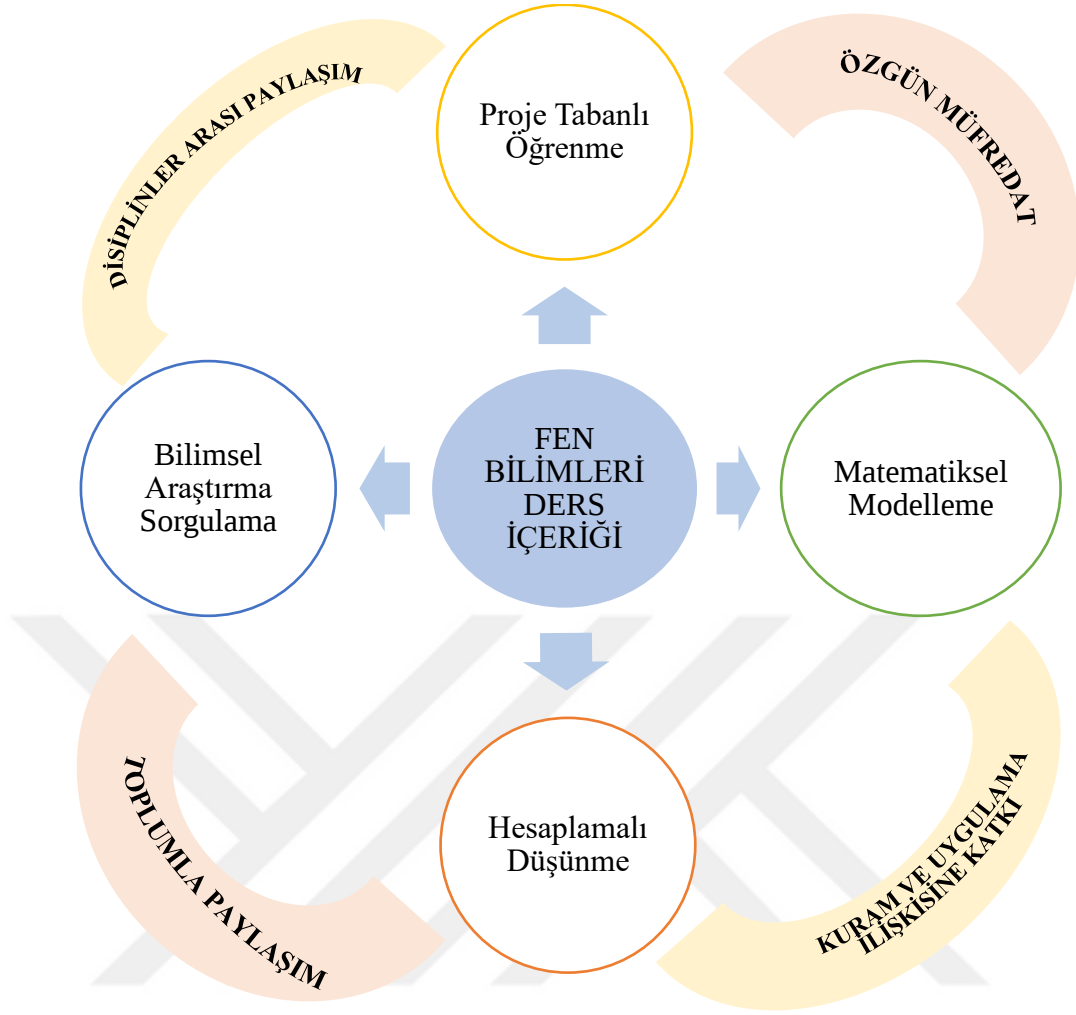
Birçok ülkenin eğitim politikalarının en yenisi olan STEM eğitimi (Karahan, 2017), temel aldığı dört disiplinin kendilerine ait özelliklerini göz ardı etmeden bütünleştirilmesini hedeflemektedir. Bu sayede bireylere eleştirel düşünme, analitik düşünme, inovasyon gibi 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması amaçlanmaktadır (Çorlu, 2016). Ülkelerin STEM eğitime yönelik eğitim politikalarında değişikliğe gitmesi ve öğretim programlarının revize edilmesi STEM eğitiminin uygulanabilirliği açısından önemli katkısı sağlasa da bu değişimlerin amacına ulaşabilmesi için öğrenciler ile birebir iletişim halinde olan öğretmenlerin/öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik bakış açısı ve yeterlikleri STEM eğitim anlayışının uygulanabilirliği açısından önemlidir (Bozkurt, 2014). Öğretmenlerin değişen eğitim anlayışına ayak uydurabilmeleri için, alanlarına özgü bilgi ve becerilere sahip olmalarının yanında mesleklerine olan inançları ve yeterliliklerini geliştirmeleri gerekmektedir (Çiltaş ve Akıllı, 2011). Bu bağlamda STEM eğitimi, öğretmenlerin alanlarına özgü bilgi ve becerileri geliştirecekleri, disiplinler arası iş birliği ile çalıştıkları için kişisel anlayış ve sınıf içi uygulamalar geliştirebilmelerini gerektirmektedir (Çorlu, 2017).

Öğretmenlerin disiplinleri birbirine entegre ederek eğitim öğretim sürecini planlaması için alan bilgisi, pedagoji bilgisi ve pedagojik alan bilgisine sahip olmaları gerekmektedir. Bu bağlamda pedagoji bilgisi, öğretmenlerin süreç ve uygulamalar ile ilgili öğretme ve öğrenme yöntemlerine yönelik derin bilgileri olarak tanımlanabilir (Shulman, 1986). Koehler ve Mishra (2009), öğrencilerin nasıl öğrendiğini farkında olan sınıf yönetimi, dersi planlama ve öğrencileri değerlendirme sürecinin nasıl olması gerektiğini anlayan ve derin pedagojik bilgisine sahip bir öğretmenin, öğrencilerin bilgiyi nasıl inşa ettiklerini, hangi becerileri nasıl kazandıklarını ve öğrenmeye karşı geliştirdikleri eğilimlerinin nasıl olduğunu bilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Öğretilecek konuyla ilgili öğretmenlerin bilgisi olarak tanımlanan alan bilgisi ise disiplin ile ilgili kavramları, teorileri, fikirleri, alanı geliştirmeye yönelik oluşturulmuş uygulamaları ve yaklaşımları içerir (Shulman, 1986). Alan bilgisi ve pedagojik bilginin birbirinden ayrılmaz parçalar olduğunu söyleyen Shulman (1986), bu iki kavramı pedagojik alan bilgisini başlığında ortak bir tanım altında toplamıştır ve pedagojik alan bilgisini; disipline özgü konu alanının başkalarının anlayacağı şekilde çeşitli örnekler ile destekleyerek daha anlaşılır biçimde sunulmasını ve en yararlı şekilde açıklanmasını vurgulayan bilgi kümesi olarak tanımlamıştır. Bu bağlamda, pedagojik alan bilgisine sahip bir öğretmenin disiplinlerin doğasına uygun öğretim süreci planlayabileceğinin söyleyebiliriz (Durmaz, 2017).

Bütünleşik öğretimde öğretmenler öğretimini esas aldıkları disiplinin içeriğine diğer disiplinleri başarılı bir şekilde dâhil etmelidir (Smith ve Karr-Kidwell, 2000). STEM eğitiminde öğretmenler öğrencileri için rehber konumundadır ve öğretmenlerin öğrencilere kazandırılması öngörülen içeriği anlamlı ve STEM eğitiminin amaçlarına uygun olarak planlamaları gerekmektedir (Bennuzi ve Grace, 2015). Nitekim STEM eğitiminin öğretim sürecinde öğretmen tarafından etkili bir şekilde uygulanmasının önemine, Ulusal Bilim Kurulu (NSF) tarafından ABD Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitim Sisteminin önemli ihtiyaçlarının değerlendirilmesi için sunulan eylem planında dikkat çekilmiştir. Yayınlanan ulusal belgede, nitelikli öğretmenlerin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin entegre ederek derslerde yer vermesi gerektiği belirtilmiştir. Öğretmenlerin başarılı bir entegrasyon yapabilmeleri de ilgili içeriği iyi anlamalarına bağlıdır (Pang ve Good, 2000; akt. Stohlman ve ark., 2012). Nitekim, öğretmen adaylarının eğitim öğretim sürecine farklı disiplinleri entegre edebilmeleri için öncelikle kendilerinin bu süreci çok iyi biliyor olmaları gerekmektedir. Mesela, öğrencilerin teknoloji okuryazarı bireyler olabilmeleri için öncelikle öğretmenlerin/öğretmen adaylarının teknoloji okuryazarı olmaları ve teknolojik gelişmelerin takibinde olarak teknolojiyi öğretim sürecinde kullanabilmeleri gerekmektedir (Özkan, 2012).

Fen eğitiminde yeni yöntem ve tekniklerin etkili bir biçimde kullanılması için bu yöntemler fen dersi öğretmenleri ve öğretmen adaylarına öğretilmelidir (Bers ve Postmore, 2005). Dahası öğretmen ve öğretmen adaylarının bu süreci deneyimlemesi gerekmektedir (Bozkurt Altan ve Öztürk, 2018). STEM eğitimi öncelikle öğretmenin kendi öğrencilerinin bağlamına uygun problem durumları geliştirmesi, bu problem durumlarına diğer disiplinleri entegre etmesi ve uygulamasını gerektirmektedir. Öğretmenlerin böyle bir süreci yürütebilmesi için öncelikle bu sürecin etkili olacağına inanmaları gerekmektedir (Bozkurt Altan ve Öztürk, 2018). Bu da öğretmen adayları ve öğretmenlerin STEM öğrenme ortamlarında bulunarak anlayış geliştirmesi ve yeterlik sağlaması ile mümkün olabilecektir.

STEM eğitiminde öğretmenlerin/ öğretmen adaylarının sahip olması gereken özellikleri Şekil 2.4.'te gösterilen Bütünleşik Öğretmenlik Modeli'nde özetlenmiştir (Çorlu, 2017).



Şekil 2. 4. Bütünleşik öğretmenlik modeli (Çorlu, 2017)

STEM eğitimi kapsamında uygulamalar gerçekleştirecek öğretmen/öğretmen adayı;

- Kendi uzmanlık alanına ilişkin alan bilgisine sahiptir.
- Pedagojik alan bilgisine sahiptir.
- Kendi uzmanlık alanının dışında diğer STEM alanlarına ilişkin bilgiye sahiptir.
- Benzer branşlar ile mesleki iletişim ve işbirliği imkanı oluşmasına olanak sağlar.

2.5. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde STEM eğitimi kapsamında gerçekleştirilen öğretmen eğitimi araştırmaları ve fen derslerinde probleme dayalı STEM eğitimi ve tasarım temelli öğrenme uygulamalarının kullanılmasına yönelik araştırmalardan bahsedilmiştir.

2.5.1. STEM Eğitimi Alanında Gerçekleştirilen Öğretmen Eğitimi Araştırmaları

Felix ve ark. (2010) araştırmalarında fen öğretmenlerinin mesleki gelişimlerini ve STEM alanlarında öğrenci kazanımlarını geliştirmek amacıyla bir üniteyi tasarım temelli öğrenmeye dayalı planlamıştır. Ünite, asit kaya drenajının suya etkisine çözüm olacak bir tasarım geliştirmeyi içermektedir. Araştırmacı gerçekleştirilen tasarım ile 21. yüzyıl düşünme ve bilimsel özelliklerin ve karar verme, analiz etme, problem çözme, iletişim gibi becerilerin kazandırılabilceğini vurgulamıştır. Araştırmada uygulanan etkinlik ile öğretmenlerin alan bilgilerinin ön test ve son test sonuçlarında anlamlı farklılık gösterdiği, öğrencilerin ise fen derslerinde akademik başarılarının artış gösterdiği belirtilmiştir.

Wang ve ark. (2011) çalışmasında, öğretmenlerin derslere STEM eğitimi entegrasyonu ile ilgili algıları ve sınıf uygulamalarına olan inançlarının belirlenmesi amacıyla fen, matematik ve mühendislik disiplinlerini temsil eden üç ortaokul öğretmeni ile bir durum çalışması gerçekleştirmiştir. Doküman analizi, sınıf içi gözlemler ve görüşmeler ile toplanan veriler, karşılaştırmalı yöntem ile analiz edilmiştir. Araştırma sonucu, problem çözme sürecinin derslere STEM disiplinlerini entegre etmede önemli bir bileşen olduğu ve farklı disiplinlerdeki öğretmenleri STEM entegrasyonu konusunda farklı algılara sahip oldukları belirtilmiştir. Ayrıca öğretmen algılarının farklı olmasının derslerde uygulanan STEM eğitimi entegrasyonunda da farklılıklara neden olduğu belirtilmiştir. Bulgulara göre teknoloji disiplinin entegrasyonun zor olduğu ve öğretmenlerin bu bağlamda STEM entegrasyonu ile ilgili daha fazla içerik bilgisine sahip olması gerektiği belirtilmiştir. Araştırmacılar, STEM eğitimi ile öğretmen eğitiminin ve öğretim programın düzenlenmesini önermektedir.

Marulcu ve Sungur (2012) çalışmasında, fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik algılarını ve mühendislik-dizayn yöntemine bakış açılarını incelemeyi amaçlamışlardır. Veri toplama aracı olarak likert tipi, çoktan seçmeli, açık uçlu sorular ve serbest çizim sorusunun yer aldığı anket kullanılmıştır. Fen bilgisi öğretmenliği son sınıfa giden 44 öğretmen adayı ile gerçekleştirilen çalışmada öğretmen adaylarının,

mühendisliğin önemi, mühendisliğin özellikleri ve mühendislerin önemi ile ilgili soruları cevaplandırmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarından ayrıca, mühendislik dizayn ile ilgili serbest çizimler yapmaları istenerek konuya ilişkin altyapıları değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının mühendislik disiplinine ilişkin temel bilgilere sahip oldukları fakat mühendisliği fen ve teknoloji disiplinleri ile bütünleştirme kapsamında yetersiz oldukları belirtilmiştir. Öğretmen adayları, mühendislik-dizayn etkinliklerinin öğretmen adayları ve öğrenciler için faydalı birer öğretim süreci olduğunu belirtmiştir. Araştırmacılar, fen dersi öğretim programının mühendislik becerilerini öğretime dâhil edecek şekilde düzenlenmesini ve eğitim fakültelerinde fen bilgisi öğretmen adaylarına mühendislik sürecinin öğretilmesini, bu bağlamda fen konu ve kavramlarının nasıl öğretileceğine yönelik öğretim materyalleri geliştirilmesini önermektedir.

Bozkurt (2014) çalışmasında, fen bilgisi öğretmenliği lisans programında yer alan Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları I dersinin mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile yürütülmesi sürecinin incelenmesi ve bu sürecin fen bilimleri öğretim programına uygunluğunun öğretmen adaylarının dönütleri doğrultusunda belirlenmesi, söz konusu sürecin öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve karar verme becerilerine etkisinin araştırılmasını amaçlamıştır. Araştırmada öğretmen adaylarının mühendislik temelli fen eğitimi ile karar verme becerilerinin ve bilimsel süreç becerilerinin geliştiği, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile karar verme ve bilimsel süreç becerilerinin gelişebileceği yönünde görüşlere sahip oldukları ve mühendislik tasarım sürecinin kalıcı öğrenmeyi sağladığını, motive edici olduğunu, araştırma sorgulama ile yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağladığını belirtilmiştir. Araştırmacı, mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin nasıl kullanılacağına yönelik uygulamalar ve örnek etkinlik planları geliştirilmesini, öğretmen adaylarının mühendislik tasarım temelli fen öğretimini uygulamaya yönelik yeterliliklerinin gelişimini derinlemesine inceleyen araştırmaların yapılmasını, öğretmen adaylarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ilişkisine yönelik algılarını belirlemeye yönelik araştırmalar yapılmasını önermiştir.

Ceylan (2014) çalışmasında, ortaokul sekizinci sınıf fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde hazırlanan öğretim planı uygulamasının öğrencilerin akademik başarılarına, yaratıcılık ve problem çözme becerilerine olan etkisini, aynı konunun mevcut fen bilimleri dersi öğretim programına dayalı öğretim uygulamaları ile desteklenmiş yapılandırmacı yaklaşımın uygulanması ile

karşılaştırarak incelemek ve öğrencilerin STEM eğitimi konusundaki görüşlerini tespit etmeyi amaçlamaktadır. Sekizinci sınıfta okuyan 56 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilen araştırmada, ön test- son test kontrol gruplu deneysel model kullanılmıştır. Araştırmanın deney grubuna STEM eğitimi çerçevesinde asitler ve bazlar konulu hikâye, deney yaprakları, proje yönergeleri, çalışma kâğıtları ve değerlendirme soruları hazırlanmış ve uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, deney grubunda bulunan öğrencilerin akademik başarıları, yaratıcılık ve problem çözme becerileri açısından kontrol grubunda bulunan öğrencilere göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. STEM eğitimi çerçevesinde hazırlanan dersler ile öğrencilerin akademik başarısının arttığı, yaratıcılık ve problem çözme becerilerini geliştiği belirtilmiştir. Araştırmacılar, ortaokul veya lise düzeyinde fen bilimleri dersi öğretim programında bulunan diğer üniteler ve konular ile ilgili olarak STEM eğitimi çerçevesinde çeşitli öğretim materyalleriyle öğretim tasarımlarının hazırlanması ve bu öğretim tasarımlarının etkililiğinin araştırılması önermektedir.

Yıldırım ve Altun (2015) çalışmasında, fen bilimleri dersinde gerçekleştirilen STEM eğitimi ve mühendislik uygulamalarının başarıya etkisini belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın çalışma grubunu 83 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. Yarı deneysel desen çerçevesinde yürütülen araştırmanın deney grubunda STEM eğitimi ve mühendislik uygulamalarına yer verilirken, kontrol grubunda normal ders sürecine devam edilmiştir. Araştırma sonucunda, STEM eğitimi ve mühendislik uygulamalarının gerçekleştirildiği deney grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı fark bulunmuştur. Araştırmacılar, STEM eğitimi ve mühendislik uygulamalarının yapılabilmesi için gerekli alt yapı ve süreçlerin sağlanmasını, STEM eğitimi ile ilgili yönetici ve öğretmenlere hizmet içi eğitim verilmesini, ortaokul öğrencileri ile fen bilimleri dersi kapsamında mühendislik uygulamalarının yapılması gibi önerilerde bulunmuşlardır.

Al Salami ve ark. (2015), ortaokul ve lise öğretmenlerinin disiplinler arası öğretime yönelik tutumlarındaki değişimin araştırılmasını amaçlamıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 29 öğretmen oluşturmaktadır. Araştırma verileri tek grup ön test-son test deneysel model ile toplanmıştır. Araştırmada öğretmenlerin disiplinler arası öğretime yönelik algılarını ölçmek amacıyla 5' li likert ölçeği ve 4 maddelik öğretmen memnuniyeti ölçeği kullanılmıştır. Ayrıca öğretmenlerin demografik özelliklerine göre disiplinlerarası öğretime yönelik fikirleri alınmıştır. Araştırmada hem ortaokul hem lise öğretmenlerinin işbirlikli çalışmanın önemini vurguladığı tespit edilmiştir. Lise

öğretmenleri STEM eğitimi ile ilgili profesyoneller ile iletişimi vurgularken, ortaokul öğretmenleri öğrencileri arasındaki iletişime vurgu yapmıştır. Öğretmenlerin STEM odaklı uygulamalarda karşılaşılan zorluklar, ortaokul öğretmenleri araştırmaya dayalı öğrenme, öğrencilerin bilgi ve becerilerinin zayıf olması ve mühendislik tasarım ile ilgili az deneyime sahip olmak olarak belirtirken, lise öğretmenleri öğretim programlarının içeriklerinin en büyük zorluk olduğunu belirtmiştir. Her iki öğretmen grubu da harcamalar, zaman ve değerlendirmelerin en önemli zorluk olarak belirtmişlerdir. Araştırmacılar, fen öğretmenlerinin STEM odaklı uygulamalarda karşılaştıkları zorluklar ile nasıl başa çıkacağı ve STEM alanlarının bütünleşik olarak işlenmesi nasıl olması ile ilgili eğitilmesini önermektedir.

Han ve ark. (2015), öğretmenler ile proje temelli STEM uygulama ve anlayışını tartışmayı amaçladığı bir araştırma gerçekleştirmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu 5 öğretmen oluşturmaktadır. Araştırmada yer alan beş öğretmen proje tabanlı öğrenme pedagojisini uygulamaları ve görüşlerini belirtmeleri istenmiştir. Çalışmanın verileri, öğretmenler ile yapılan görüşmeler, sınıf içi gözlemler, öğretmenler tarafından hazırlanan ve uygulanan ders planları ile toplanmıştır. Proje temelli öğrenme bağlamında STEM eğitimi gerçekleştirilen araştırmada, uygulama yapan öğretmenler var olan müfredat uygulamalarından farklı bir uygulama yaptıkları için zorlandıklarını ve etkinliklerin uygulanması için yeterli zamanın verilmesi gerektiğini belirtirken, öğretim sırasında kendilerinin rehber konumunda olduklarını belirtmişlerdir. Araştırmacılar öğretmenlerin etkili bir proje temelli öğrenmeye dayalı STEM eğitimi yapabilmeleri için STEM eğitimi almalarını önermektedir.

Hacıoğlu ve ark. (2016) araştırmalarında, Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi (MTTFE) için uygulamalı örnek etkinlikler atölyesine gönüllü olarak katılan öğretmenlerin MTTFE hakkındaki görüşlerini ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Araştırmada öğretmenlerin MTTFE' ye yönelik genellikle olumlu görüşler belirttikleri, mevcut eğitim sistemini göz önünde bulunduran ve olumsuz görüşlere yer veren öğretmenlerin de bulunduğunu bu öğretmenlerin mevcut eğitim sisteminde gerekli düzenlemeler yapıldığında MTTFE' nin uygulanabileceğine yönelik düşünceler öne sürdüklerini tespit etmişlerdir. Araştırmada öğretmenlerin MTTFE uygulamalarının, öğrencilerin yaratıcı düşünme, problem çözme, grup çalışması ve araştırma sorgulama becerilerinin gelişmesine ve günlük yaşamda karşılaşılan durumların fen dersleri ile ilişkisinin farkına varılmasına katkı sağlayacağı belirtilmiştir. Öğretmenler gerçekleştirilen uygulamaların sınıf ortamında gerçekleştirilebilmesine yönelik olumsuz

görüş olarak maliyet, mevcut eğitim sistemi, sınıf yönetimi, uygulanabilirliği ve ölçme değerlendirme gücü olarak gerekçeler belirtmişlerdir. Araştırmacılar, hizmet öncesi ve hizmet içi eğitim çalışmaları ile MTTFE' ye yönelik farkındalık çalışmalarının artırılmasını, sınıf içerisinde MTTFE uygulamalarına yönelik ortamların düzenlenmesini önermektedir

Özçakır Sümen ve Çalışıcı (2016) araştırmasında, öğretmen adaylarının lisans programında yer alan çevre eğitimi dersi kapsamında uygulanan STEM eğitime yönelik görüşlerinin alınmasını amaçlamışlardır. Araştırmada öğretmen adaylarının STEM eğitime ilişkin zengin kavramsal yapıya sahip oldukları ve belirttikleri bu kavramları hem STEM alanları ile hem de çevre eğitimi dersi ile ilişkilendirdikleri görülmüştür. Öğretmen adayları ile yapılan görüşmelerde ise öğretmen adaylarının, STEM eğitimi; etkin, eğlenceli ve bilgilerin kalıcılığını artıran yönüyle değerlendirdikleri tespit edilmiştir. Araştırmacılar, öğretmen adaylarının STEM alanlarına yönelik ilgilerinin artması ve meslek seçimlerin STEM alanlarına yer vermeleri için STEM eğitimi almaları gerektiğini ve eğitim müfredatları ile STEM eğitiminin bütünleştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmasını önermektedir.

Cınar ve ark. (2016) çalışmasında, öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili uygulamaların yer aldığı atölyelere yönelik görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Fizik bilimleri (37 katılımcı) ve Matematik Eğitimi (20 katılımcı) öğretmen adayları ile gerçekleştirilen araştırmada veriler, açık uçlu sorulardan oluşan anket ile toplanmıştır. Verilerin analizinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının STEM eğitime ve gelecekteki sınıflarında STEM odaklı uygulamaları yapmaya yönelik olumlu görüşlere sahip oldukları belirtilmiştir.

Gökbayrak ve Karışan (2017) çalışmalarında; FÖLU-I dersinin STEM yaklaşımına yönelik düzenlenmiş etkinlikler ile yürütülen uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. 50 fen bilgisi öğretmen adayının katıldığı araştırmada öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini ölçmek için Enger ve Yager (1998) tarafından geliştirilen ve Koray, Köksal, Özdemir ve Presley (2007) tarafından Türkçe'ye uyarlanan "Bilimsel Süreç Becerileri Testi (BSBT)" kullanılmıştır. Araştırma sonunda, STEM eğitimi çerçevesinde fen laboratuvarı etkinliklerine katılan öğretmen adayları ile kontrol grubunda yer alan öğretmen adayları arasında deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuştur. Bir diğer araştırma bulgusu da STEM eğitime yönelik gerçekleştirilen uygulamaların öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini artırdığı yönündedir.

Deveci (2018) araştırmasında, fen bilimleri öğretmen adaylarının sahip olduğu STEM farkındalıklarının girişimci özellikleri yordama durumunu incelemeyi amaçlamaktadır. İlişkisel tarama modeline göre tasarlanan araştırma 162 fen bilgisi öğretmen adayının katılımı ile gerçekleşmiştir. Veriler “STEM farkındalık Ölçeği” ve “Öğretmen Adaylarına Yönelik Girişimcilik Ölçeği” ile toplanmış ve verilerin analizinde, basit doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, öğretmen adaylarının sahip oldukları STEM farkındalıklarının girişimci özellikleri anlamlı düzeyde yordadığı belirlenmiştir. Araştırmacı, STEM farkındalıklarının, diğer yaşam becerilerini (eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, analitik düşünme, karar verme) yordama durumu incelenmesini önermiştir.

2.5.2.Probleme Dayalı Öğrenme ile STEM Uygulamaları ve Tasarım Temelli Öğrenmeye Yönelik Yapılan Araştırmalar

Wendel ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada, ortaokul öğrencilerine fen içeriğini öğretmek için mühendislik tasarımı kullanmanın etkisini incelemişlerdir. Araştırma kapsamında STEM eğitimi temel bilgilerini ve mühendislik tasarım temelli fen eğitimini ile ilişkili ders içeriği oluşturulmuştur. Araştırmanın deney grubunda tasarım temelli fen eğitimi kapsamında hazırlanan dört öğretim planı kullanılmış, kontrol grubunda ise mevcut fen dersi içeriği uygulanmaya devam edilmiştir. Araştırma sonucunda, ilköğretim öğrencileri için mühendislik-tasarım temelli fen öğretiminin, geleneksel fen eğitimi kadar çok veya daha fazla fen öğrenimini mümkün kıldığını ve aynı zamanda öğrencilerin mühendislik tasarımı tanıdığı belirtilmiştir.

Marulcu (2010) yürüttüğü çalışmada, 5. sınıf basit makineler ünitesi bağlamında özel olarak hazırlanmış legoların materyal olarak kullanıldığı tasarım temelli fen eğitimi süreci ile bilimsel araştırma temelli öğretim sürecinin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Tasarım temelli fen eğitimi bağlamında hazırlanan ünite öğrencilerin büyük tasarım görevini gerçekleştirmek için ihtiyaç duyacakları bilgi ve becerileri geliştirmeye yönelik mini araştırmalar ve mini tasarım görevlerine yer verilmiştir. Araştırma sonunda başarı testi sonuçları ve basit makineler ile ilgili yürütülen mülakatlar her iki öğretim sürecinin de öğrencilerin başarılarına katkı sağladığı sonucunu ortaya koymuştur.

Schnittka ve Bell (2011) çalışmalarında, mühendislik tasarımına yönelik sınıf etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin ısı transferi ve termal enerji kavramları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sekizinci sınıf fizik öğretmeni tarafından

üç farklı sınıfta uygulanmıştır. Araştırma verileri uygulama öncesi ve sonrasında, ısı transferi ve termal enerjinin kavramsal anlayışları ve mühendisliğe yönelik tutumlar, mülakatlar, gözlemler, çoktan seçmeli değerlendirme soruları ile toplanmıştır. Uygulamaların gerçekleştirildiği sınıfların ilkinde, mevcut ders içeriğinde kullanılan bilimsel araştırma- sorgulamaya dayalı aktif öğretim yöntemleri kullanılmış. İkinci uygulama sınıfında, öğretim süreci öncesi uygulanan test sonuçlarında tespit edilen kavramlara yönelik olarak yapılandırılmış deneyler ile zenginleştirilmiş mühendislik tasarım süreci yürütülmüştür. Üçüncü sınıfta ise dersler, sadece mühendislik tasarım süreci ile yürütülmüştür. Mühendislik tasarım sürecinin kullanıldığı derslerde ortak kazanımlar bağlamında "Penguenleri koruyalım" ünitesi geliştirilmiştir. Araştırma sonucundaki bulgularda, kavramsal gelişimin özel deneylerle zenginleştirilmiş mühendislik tasarımları ile yürütülen sınıfta en fazla olduğu, yalnızca tasarım sürecinin kullanıldığı sınıfta ise en az olduğu belirtilmiştir.

Ercan (2014) çalışmasında, 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. Karma yöntem araştırma desenlerinden iç içe gömülü desenin özel bir türü olarak, tek aşamalı deneysel gömülü desen çerçevesinde planlanan araştırmada, üç tasarım temelli fen eğitimi modülü kullanılmıştır. Araştırmanın veri toplama araçları, nicel veriler için araştırma kapsamında geliştirilen kuvvet ve hareket ünitesi akademik başarı testi, Ercan ve Bozkurt (2013) tarafından geliştirilen karar verme becerisi testi ve yine araştırma kapsamında geliştirilen mühendislik disiplini bilgi formu kullanılmıştır. Nitel veriler içinse uygulamalar süresince öğrencilerin temel ders materyali olarak kullandıkları mühendisin tasarım kılavuzu dokümanları, serbest öğrenci günlükleri, görüşme formları, saha notları ve mühendisliğe yönelik düşünceler soru formları kullanılmıştır. Araştırma sonucunda nicel verilerden elde edilen bulgular ile tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin kuvvet ve hareket ünitesine yönelik akademik başarılarının, karar verme becerilerinin ve mühendisliğe yönelik bilgi düzeylerinin gelişimine katkı sağladığı belirtilmiştir. Nitel verilerden elde edilen bulgularda ise, öğrencilerin mühendislerin sahip olması gereken özelliklerle ilgili düşüncelerinin uygulamalar sonrasında mühendisliğin özel bağlamını yansıtacak şekilde gelişim gösterdiği, 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 belirtilmiştir. Araştırmacı, farklı sınıf düzeyleri ve üniteler kapsamında tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları geliştirilmesi, tasarım temelli fen eğitiminin çeşitli öğrenme ürünlerinin üzerine etkisinin belirlenmesi için bu doğrultuda deneysel tasarıma sahip araştırmalar gerçekleştirilmesi, ülkemizdeki çocuk üniversiteleri kapsamında tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının ele alındığı araştırmaların yapılması gibi önerilerde bulunmuştur.

Marulcu ve Höbek (2014) çalışmasında, mühendislik dizayn yaklaşımına uygun alternatif enerji kaynakları ile ilgili örnek etkinlik planları oluşturmayı amaçlamaktadır. Araştırmanın katılımcıları deney grubunda 44, kontrol grubunda 52 öğrenciden oluşmaktadır. Deney grubunda alternatif enerji kaynaklarıyla ilgili mühendislik dizayn yöntemi kullanılarak geliştirilen etkinliklere yer verilmiş, kontrol grubunda ise normal ders sürecine devam edilmiştir. Araştırma sonucunda mühendislik dizayn yöntemi ile etkin biçimde fen öğretimi yapılabileceği belirtilmiştir. Araştırmacılar, mühendislik dizayn yönteminin fen eğitiminde kullanımı teşvik edilmesi, yöntemlerle ilgili öğretim materyalleri geliştirilmesi, etkinliklerin verimliliğinin yapılacak bilimsel araştırmalar ile desteklenmesi gibi önerilerde bulunmuştur.

Karahan ve ark. (2015) çalışmasında, STEM entegre medya tasarım süreçlerinin sekizinci sınıf öğrencilerinin fen derslerine yönelik tutumları ile tasarım sürecine ilişkin görüşlerinin okul sonrası fen etkinliklerine etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Eylem araştırması kapsamında yürütülen çalışmaya ortaokulda öğrenim gören 21 öğrenci katılım sağlamıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular, STEM entegre medya tasarım süreçlerinin, öğrencilerin fen ve medya tasarım etkinliklerine yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediği ve öğrencileri motive edici etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Özçelik ve Akgündüz (2017) çalışmasında, üstün yetenekli öğrenciler için yapılan STEM eğitimi ile öğrencilerin elde ettikleri kazanımları incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, daha önceden STEM eğitimi almamış 25 (12 erkek, 13 kız) öğrencinin katılımı ile gerçekleşmiştir. Veriler aktivite değerlendirme formları ile toplamıştır. Aktivite değerlendirme formunda öğrencilerin neler öğrendiği, hangi becerileri elde ettiği, etkinlikten öğrendiklerini nasıl kullanacağı gibi sorular yöneltilmiştir. Yapılan her aktivite için STEM eğitime yönelik ders planı oluşturulmuş, uygulamada mühendislik tasarım süreci izlenmiş ve aktivite sonrasında öğrencilerin aktivite formlarını doldurmaları sağlanmıştır. Araştırma sonucunda, üstün yetenekli öğrenciler için yapılan STEM eğitiminin öğrencilerin fen ve matematik kazanımları ile yaratıcılık, eleştirel

düşünme, işbirliği yapma ve iletişim kurma gibi 21. yüzyıl becerileri elde etmesini sağladığı tespit edilmiştir. Mühendislik disiplini çerçevesinde uygulamaların yer aldığı araştırmanın sonucunda araştırmacılar, diğer disiplinlere de ağırlık verilerek STEM odaklı uygulamaları gerçekleştirilmesini, etkinlik sayılarının artırılmasını ve çeşitlendirilmesini önermektedir.



3.YÖNTEM

Bu bölümde araştırma deseni, araştırmanın çalışma grubu, araştırmada kullanılan veri toplama araçları, verilerin analizi ve araştırmanın geçerlik-güvenirlik kanıtlarına dair açıklamalar yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli

STEM odaklı uygulamaların fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik farkındalıkları, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri, STEM eğitime yönelik etkinlik planlama ve uygulamaya ilişkin yeterlilikleri ve yeterlik algılarına etkisinin araştırıldığı bu çalışmada karma yöntem araştırması kullanılmıştır. Karma yöntemi nicel ve nitel verilerin bir arada toplandığı ve bu iki veri çeşidinin bütünleştirilerek sonuçların ortaya konulduğu araştırma olarak tanımlayan Creswell (2017), istatistiksel eğilimlerin, öyküler ve kişisel deneyimler ile bütünleştirilmesinin, araştırma problemini anlamak ve sonuçları betimlemek için daha avantajlı olacağını belirtmiştir.

Araştırmada elde edilen nitel ve nicel veriler birbiri ile ilişkilendirilerek derinlemesine incelenmeye çalışılmıştır. Öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik farkındalıkları, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri, STEM eğitime yönelik etkinlik planlama ve uygulamaya ilişkin yeterlilikleri ve yeterlik algıları hem nicel hem de nitel veriler ile birlikte ele alınmıştır. Araştırmada nicel veriler nitel verileri destekler niteliktedir.

Araştırmanın nicel kısmında tek gruplu ön test- son test deneysel desen kullanılmıştır. Tek grup deneysel desen bir grup katılımcıya ulaşılarak problemin neden-sonuç ilişkisinin anlaşılması için pratik bir çözüm sağlar (Shaughnessy ve ark., 2006). Araştırmada kullanılan deneysel desenin şematik gösterimi Şekil 3.1.' de sunulmuştur.

G: O₁ X O₂

(G: Grup, O₁: Ön Test, X: Uygulama, O₂: Son Test)

Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan deneysel desenin şematik gösterimi

Model, ön test ve son test ortalamaları arasındaki farkın bağımsız değişkenin-bağımlı değişken üzerindeki etkisini gösterdiği sayılına dayanır. Araştırmada tek gruplu ön-son test deneysel desenin kullanılmasının nedeni FÖLU- II dersi kapsamında

gerçekleştirilen STEM eğitime uygun modüllerin öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıklarının, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşlerinin, STEM eğitime yönelik etkinlik planlama ve uygulamaya ilişkin yeterliliklerinin ve yeterlik algılarının gelişimine etkisini ortaya koymaktır. Nitekim yeni bir modülünün geliştirilip uygulandığı araştırmalarda tek gruplu deneysel desenin tercih edilmesi araştırmanın doğası gereği daha uygun olacaktır (Creswell, 2012).

Araştırmanın nitel kısmı durum çalışması modeli çerçevesinde yürütülmüştür. Durum çalışması bir programın değerlendirilmesi ya da bir olaya derinlemesine ve detaylı odaklanılan araştırmalarda kullanılır (Marshall ve Rossman, 2006). Başka bir ifadeyle durum çalışması tamamen sınırlı bir sistemin derinlemesine betimlenmesi olarak tanımlanabilir (Merriam, 2013). Yin (2009) durum çalışmasını araştırılan durumun yapısına göre 4 farklı kategoride ele almaktadır. Yin'in (2009) önerdiği bu sınıflama kapsamında bu araştırmanın deseni bütüncül çoklu durum deseni olarak yapılandırılmıştır. Araştırmada incelenen çoklu durum öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıkları, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri, STEM eğitime yönelik etkinlik planlama ve uygulamaya ilişkin yeterlilikleri ve yeterlik algılarıdır. Söz konusu bütüncül durum araştırmanın alt problemlerinde ele alınmış ve her bir alt probleme yönelik sonuçlar birbiri ile karşılaştırılarak yorumlanmış ve durum bütüncül olarak yorumlanmıştır.

3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Araştırmada nicel ve nitel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma yöntem araştırması kullanılmış ve uygun örnekleme yöntemine göre çalışma grubu seçilmiştir. Bu bağlamda araştırmanın nicel kısmı için belirlenen çalışma evreni, 2016-2017 eğitim öğretim yılında bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı üçüncü sınıfında öğrenim gören ve FÖLU- II dersini alan 35 öğretmen adayı (23 kadın, 12 erkek) oluşturmaktadır. Araştırmanın nitel çalışma grubunu nicel çalışma grubundan gönüllülük esası ile seçilen 9 öğretmen adayı (6 kadın, 3 erkek) oluşturmaktadır.

Araştırmanın nicel ve nitel çalışma grubunda yer alan öğretmen adayları FÖLU- I dersi kapsamında temel düzeyde 4 haftalık STEM eğitimi almış ve STEM etkinlikleri incelemişlerdir. Aynı zamanda Özel Öğretim Yöntemleri I (ÖÖY- I) dersinde STEM eğitime yönelik teorik olarak bilgi sahibi olmuşlardır. Bu araştırmanın öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıklarına ilişkin uygulama öncesi bulguları

da adayların temel düzeyde anlayışa sahip olduğunu göstermektedir (*Detaylı bilgi için Bakınız Bölüm 4, Başlık 4.1*).

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada karma yöntemler araştırmasına uygun olarak nitel ve nicel veri toplama araçları kullanılmıştır. Bu araştırmanın nicel verileri Buyruk ve Korkmaz (2016) tarafından geliştirilen STEM/FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ) ve Lin ve Williams (2015) tarafından geliştirilerek Hacıömeroğlu ve Bulut (2016) tarafından Türkçe 'ye uyarlanan Entegre STEM Öğretimi Yönelim Ölçeği ile toplanmıştır. Araştırmanın bir diğer nicel veri toplama aracı araştırmacı tarafından geliştirilen STEM Kavram Haritası Formu'dur. Araştırmanın nitel verileri ise öğretmen adaylarının geliştirdikleri STEM ders planları, öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri, STEM eğitime yönelik görüş formu ve alan notları ile toplanmıştır. Araştırma alt problemlerine yönelik hangi nicel ve nitel veri toplama araçlarının kullanıldığı Tablo 3.1' de özetlenmiştir.

Tablo 3. 1. Araştırma alt problemleri ve problemlere yönelik nicel- nitel veri toplama araçları

Araştırma Alt Problemleri	Veri Toplama Araçları
Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM odaklı laboratuvar uygulamaları sonucunda farkındalıkları nasıl değişmektedir?	• STEM Farkındalık Ölçeği • STEM Kavram Haritası Formu • STEM Eğitime Yönelik Görüş Formu • STEM Etkinlik Modülü Disiplin İçeriği Değerlendirme Formu
Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM odaklı laboratuvar uygulamaları sonucunda STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri nasıl değişmektedir?	• STEM Eğitimi Yönelim Ölçeği • STEM Eğitime Yönelik Görüş Formu

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM odaklı laboratuvar uygulamaları sonucunda STEM eğitime yönelik etkinlik planlama ve uygulamaya ilişkin yeterlikleri nasıl değişmektedir?	• Öğretmen Adayı Ders Planları • Araştırmacı Alan Notları
Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM odaklı laboratuvar uygulamaları sonucunda STEM öğretim yeterlilik algıları nasıldır?	• Yarı yapılandırılmış görüşme

3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları

3.3.1.1. STEM/ FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ)

Buyruk ve Korkmaz (2016) tarafından geliştirilen STEM/ FeTeMM Farkındalık Ölçeği'nin (FFÖ) 17 maddeden ve iki faktörden oluştuğu belirlenmiştir (EK 1). Yapı geçerliği sonuçları, ölçeğin hem her bir maddesi açısından hem de bütünü açısından amacına hizmet ettiğini göstermiştir. T-testi sonuçlarına göre %27'lik alt ve üst grupların madde puanları arasındaki farkın anlamlı olduğu, yani ayırt edicilik düzeylerinin yüksek olduğu görülmektedir. Ölçeğin faktörler bazında ve bütün halinin güvenirlik analizi için; Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı, iki eş yarı korelasyonu, Guttman split-half, Sperman-Brown ve güvenirlik formülleri kullanılmıştır. Ölçeğin iki eş yarı korelasyonları, 832; Sperman Brown güvenirlik katsayısı ,908; Guttman Split-Half değeri ,903; Cronbach's Alpha güvenirlik katsayısı ise ,927 olarak belirlenmiştir. "Olumlu Bakış" faktörüne ait eş yarı korelasyonunun ,873; Sperman Brown değerinin ,932; Guttman Split-Half değerinin ,932; Cronbach's Alpha değerlerinin ise ,929 olduğu görülmektedir. "Olumsuz Bakış" faktörüne ait eş yarı korelasyonu ,667; Sperman Brown değeri ,800; Guttman Split-Half değeri ,764; Cronbach's Alpha değeri ise ,80'dir. Açıklayıcı faktör analizi sonuçları STEM Farkındalık Ölçeği'nin yapısının doğrulandığını göstermiştir. Bu sonuçlara göre, STEM Farkındalık Ölçeğinin STEM'e yönelik farkındalık durumlarının ölçülmesi için geçerli ve güvenilir olduğu söylenebilir.

Ölçekte yer alan maddelerin karşısına öğrencilerin farkındalık derecelerini ölçmek üzere "(1) kesinlikle katılmıyorum, (2) katılmıyorum, (3) kararsızım, (4) katılıyorum, (5) kesinlikle katılıyorum" şeklinde puanlandırılmış seçenekler yerleştirilmiştir.

Bu araştırmanın STEM Farkındalık Ölçeği ile elde edilen ön ve son test ölçümlerinin güvenilirliği .74 olarak tespit edilmiştir.

3.3.1.2. Entegre STEM Öğretimi Yönelim Ölçeği

Lin ve Williams (2015) tarafından fen bilimleri öğretmen adaylarının fen, teknoloji mühendislik ve matematik öğretimine ilişkin yönelimlerini belirlemek amacıyla geliştirilen ve Hacıömeroğlu ve Bulut (2016) tarafından Türkçe 'ye uyarlanan Entegre STEM yönelim ölçeği, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik eğilimlerinin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. 31 maddeden oluşan ölçek, 7'li likert tipindedir. Ölçeğe ilişkin öğretmen adaylarının vermiş olduğu yanıtların değerlendirilmesinde 7 aralık esas alınmıştır. Bu aralıklar “kesinlikle katılmıyorum, katılmıyorum, kısmen katılmıyorum, kararsızım, kısmen katılıyorum, katılıyorum ve kesinlikle katılıyorum” şeklindedir (EK 2).

Ölçeğin özgün halinde yer alan alt boyutlar; bilgi ($\alpha=0.79$), değer ($\alpha=0.91$), tutum ($\alpha=0.85$), subjektif ölçüt ($\alpha=0.80$), algılanan davranış kontrolü ($\alpha=0.88$) ve davranış yönelimi ($\alpha=0.86$) şeklindedir. Ölçek için hesaplanan Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı sırası 0.94'tür.

3.3.1.3. STEM Kavram Haritası Formu

Öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik kavram bilgilerinin belirlenmesi ve bu kavramlar arasında bağlantıları ve ilişkileri oluşturabilme durumlarının belirlenmesi amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanan STEM Kavram Haritası Formu kullanılmıştır (EK 3). Kavram haritaları bireylerin öğrendikleri ile öğrenme kuramları arasında ilişki kuran bir öğretim aracıdır ve öğrenilen kavramların organizasyonu ile bilgilerin bellekte kalmasını kolaylaştırır (Kalaycı ve Çakmak, 2000). Kavram haritaları ayrıca bireylerde düşünme, yaratıcılık ve bilgilerini bütünleştirme becerilerini geliştirmesinde etkilidir (Kalaycı ve Çakmak, 2000). Bu bağlamda öğretmen adaylarının STEM eğitime ilişkin kavram bilgilerinin tespiti ve bu kavramlar arası organizasyonu nasıl sağladıkları önemlidir. Bu bağlamda araştırma kapsamında öğretmen adaylarının STEM'e yönelik kavram bilgilerinin değişiminin belirlenmesi amacıyla hazırlanan kavram haritası formun ile öğretmen adayları STEM eğitimi ile ilgili bildikleri kavramları yazarak bu kavramlara yönelik kavram haritaları oluşturmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının tamamı Özel Öğretim Yöntemleri 1 dersini almıştır ve kavram haritasının nasıl hazırlanacağına yönelik bilgi sahibidir. Ancak yine de uygulama öncesi kavram

haritalarının nasıl hazırlanacağı ile ilgili 40 dakikalık bilgilendirme ve örnek kavram haritası hazırlama içerikli ders yapılmıştır.

3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları

3.3.2.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri STEM Odaklı Ders Planları

STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde gerçekleştirilen uygulamaların öncesinde, uygulama sürecinde ve uygulama sonrasında öğretmen adaylarından STEM eğitimine uygun ders planları hazırlamaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının ders planlarını ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan kazanımlar kapsamında planlamaları beklenmiştir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının, STEM disiplinlerini derslere entegre edebilme ve dersleri STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde düzenleyebilme STEM eğitimi planlama ve uygulayabilmeye yönelik yeterliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Öğretmen adaylarından uygulama süreci öncesinde ve sonrasında grup arkadaşları ile birlikte STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde ders planları hazırlamaları istenmiştir. Ayrıca uygulama süreci içerisinde bireysel olarak da iki ders planı hazırlamışlardır. Bu ders planlarından biri ÖÖY- II dersi içerisinde hazırlayıp sunmuşlardır. Diğer ders planı ise dokuz öğretmen adayından da uygulama sürecinin 6. haftasında toplanmıştır. Öğretmen adaylarının bireysel olarak hazırladıkları ders planlarının toplandığı haftalar aşağıda Tablo 3.2’ de gösterilmiştir.

Tablo 3. 2. Bireysel olarak hazırlanan ders planlarının toplandığı tarihler

Öğretmen Adayları	Uygulama Sürecinde – ÖÖY-II Dersinde Hazırladıkları Ders Planlarının Sunum Tarihleri	Uygulama Sürecinde Bireysel Olarak Hazırladıkları Ders Planlarının Toplandığı Tarih
Beyaz	1 Mart 2017 (1. Hafta)	2 Nisan 2017 (6. Hafta)
Kırmızı	8 Mart 2017 (2. Hafta)	
Yeşil	15 Mart 2017 (3. Hafta)	
Turuncu	16 Mart 2017 (3. Hafta)	
Mavi	12 Nisan 2017 (8. Hafta)	
Pembe	13 Nisan 2017 (8. Hafta)	
Bordo	20 Nisan 2017 (9. Hafta)	
Sarı	26 Nisan 2017 (10. Hafta)	
Mor	6 Mayıs 2017 (12. Hafta)	

Her bir öğretmen adayının ders planlarındaki gelişim hazırladıkları haftaya göre ele alınmıştır. Örneğin Yeşil 3. ve 6. haftada, Mavi ise 6. ve 8. haftada ders planı hazırlamıştır. Bu nedenle ders planlarının yeterli durumu her bir öğretmen adayının etkinlikleri hazırladığı haftaya göre değerlendirilmiştir.

3.3.2.2. STEM Etkinlik Modülü Disiplin İçeriği Değerlendirme Formu

Araştırmacı tarafından özgün 5 etkinlik modülü geliştirilmiş ve araştırma kapsamında temel ders materyali olarak toplam altı etkinlik modülü kullanılmıştır. Çalışma grubunda yer alan öğretmen adayları uygulamalar boyunca bu modülleri kullanmış ve araştırma kapsamında öğretmen adaylarının kendilerine uygulanan altı etkinliğin her birinin sonunda hangi disiplinin nasıl ele alındığını değerlendirmesi istenmiştir (EK 4). Bu form araştırma kapsamında nitel veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Bu şekilde öğretmen adaylarının, katıldıkları etkinlikler içerisinde hangi STEM disiplininin yer aldığının farkına varma durumlarının (farkındalıklarının) değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

3.3.2.3. STEM Eğitimi Görüş Formu

Fen Bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik farkındalıkları, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri ve yeterli algılarına ilişkin veri toplamak amacıyla araştırmacı tarafından STEM Eğitimi Görüş Formu hazırlanmıştır (EK 5). 6 soru ve bu sorulara ilişkin sondalardan oluşan görüş formundaki soruların araştırmanın amacına uygun, açık ve anlaşılır sorulardan oluşup oluşmadığını belirlemek için 2 uzmandan görüş alınarak gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Görüş formunda yer alan sorular ile öğretmen adayları için STEM eğitiminin ne ifade ettiği, STEM eğitiminin amacının ne olduğu, STEM eğitiminin fen kazanımları ile uyumlu olup olmadığı, STEM uygulayacak öğretmenlerden/öğretmen adaylarından beklenen bilgi ve becerilerin neler olduğu, STEM eğitiminin uygulanabilirliği ve karşılaşılabilecek zorlukların neler olduğu hakkında öğretmen adaylarının görüşlerinin alınması hedeflenmiştir. Form, çalışma grubundaki 35 katılımcıdan görüşlerini tüm samimiyetleri ile yazarak ifade etmeleri istenmiştir. Ayrıca nitel çalışma grubundaki 9 öğretmen adayı ile bu form kullanılarak yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiş ve katılımcıların izni dâhilinde görüşme süreci ses kaydına alınmıştır. Görüşmeler insanların konu hakkında düşündüklerini, hissettiklerini ve akıllarından geçenleri ortaya çıkarmayı amaçlar (Fraenkel ve Wallen, 1996). Araştırmada nitel çalışma grubu ile ayrıca

yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmesinin sebebi, öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik farkındalıkları, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri ve yeterlik algıları üzerine daha derinlemesine bilgi sağlamaktır. Görüşmeler yapısına göre yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere üçe ayrılır (Glesne, 2013). Bu araştırma kapsamında görüşmeler yarı yapılandırılmış olarak yürütülmüştür. Yarı yapılandırılmış görüşmelerde sorular ve alternatif sondalar önceden hazırlanır, sorular karışık sorulabilir ve daha derinlemesine bilgi sağlamak amacıyla görüşme esnasında alternatif sondalar eklenebilir ve bütün sorular esnek olarak kullanılabilir (Merriam, 2013).

Görüşme sürecinin daha etkin ve verimli hale gelebilmesi için, Yıldırım ve Şimşek (2006)'ın aktardığı önerilere dikkat edilmiştir. Bu öneriler, görüşme soruları sorarken akışa göre gerekli değişiklikleri yapma, soruları konuşma tarzında sorma, teşvik edici olma ve geri bildirimde bulunma, görüşme sürecini kontrol etme ve yansız ve empatik olma biçimindedir.

Araştırmada veri toplama sürecinde öğretmen adayları ile hem yazışma ile (35 öğretmen adayı) hem de görüşme ile (9 öğretmen adayı) veri kaynağı soru formunun bütününe yönelik öğretmen adaylarının ifadeleri bütüncül olarak ele alınmıştır. Öğretmen adaylarının ifadeleri STEM eğitimine yönelik farkındalıkları, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri, STEM eğitime yönelik etkinlik planlama ve uygulamaya ilişkin yeterlilikleri boyutları için değerlendirilmiştir.

3.3.2.4. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Uygulamalarına Yönelik Alan Notları

Öğretmen adayları FÖLU-II dersi ile aynı dönem ÖÖY- II dersine devam etmektedir. ÖÖY-II dersinde öğretmen adaylarından dönemin başında belirlenen bir tarihte fen bilimleri dersi öğretim programından kendilerine verilen kazanımlara uygun bir ders planı hazırlamaları ve bu planlarını mikro-öğretim tekniği ile uygulamaları istenmiştir. Bu kapsamda öğretmen adayları ÖÖY-II dersinde 7. haftadan itibaren bireysel olarak hazırladıkları ders planlarını STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde yapılandırmaya yönelim göstermişlerdir. Araştırmanın nitel çalışma grubunu oluşturan öğretmen adaylarının ÖÖY-II dersinde mikro-öğretim gerçekleştirdikleri haftaların bilgisi şöyledir: Beyaz; 1. hafta, Mavi; 2. hafta, Kırmızı; 2. hafta, Turuncu; 3. hafta, Yeşil; 3. hafta, Pembe; 8. hafta, Bordo; 9. hafta, Sarı; 10. hafta, Mor; 12. hafta. Bu nedenle araştırma kapsamında nitel çalışma grubundan STEM eğitime uygun etkinlik planı

geliştiren Pembe, Bordo, Sarı ve Mor'un uygulama sürecine dair alan notları tutulmuştur. Öğretmen adaylarının STEM ders planı uygulama sürecinin incelenebilmesi için ÖÖY-II dersinde yapacakları mikro-öğretime bu doğrultuda bir yönlendirme yapılmamasının sebebi öğretmen adaylarının yönelimini etkilememektir. Nitekim adayların 7. haftadan itibaren müdahalesiz yönelim göstermeleri aynı zamanda araştırma için önemli bir bulgu olmuştur. Alan notları, öğretmen adaylarının STEM ders planlarını uygulamaya yönelik durumunu ortaya koymak amacıyla ele alınmıştır.

3.4. Araştırmanın Uygulama Süreci

STEM odaklı laboratuvar uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıkları, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri, STEM eğitime yönelik etkinlik planlama ve uygulamaya ilişkin yeterlilikleri ve yeterlik algılarına etkisinin araştırıldığı uygulama süreci; 16.02.2017 tarihinde başlamış, 25.05.2017 tarihinde sona ermiştir. Uygulamalar, öğretmen adaylarının öğrenim gördüğü eğitim fakültesi fen laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Sürecin tamamında STEM eğitimi alanında çalışmaları bulunan bir fen eğitimi uzmanı gözlemci araştırmacı olarak sürece dâhil olmuştur.

Çalışma grubunda yer alan öğretmen adayları ile birinci grup 17, ikinci grup 18 kişilik olmak üzere iki grup halinde Perşembe günleri 13:15- 17:00 ve Cuma günleri 08:15-12:00 saatleri arasında haftada iki gün gerçekleştirilen uygulamalar, 4'er saatlik ard arda olacak biçimde planlanmıştır. Öğretmen adaylarının laboratuvar ortamında kendilerini rahat hissetmelerine özen gösterilmiştir. Dört ders saatinin bütüncül biçimde olmasının olumsuz yansımalarına engel olmak amacıyla öğretmen adaylarının istekleri doğrultusunda gerekli molalar sağlanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarına laboratuvar ortamında çay, kahve içebilme imkânı sağlanmıştır. Uygulama sürecinin takvimi Tablo 3.3'de yer almaktadır.

Tablo 3. 3. Uygulama süreci takvimi

Tarih	Etkinlikler	Kullanılan Veri Toplama Araçları
-------	-------------	----------------------------------

16.Şub.17 17.Şub.17	Veriler 1. hafta içerisinde ders dışında çeşitli günlerde de toplanmıştır.	Görüşme-Yazışma (Zihinsel Fark.-Yeterlik Algısı) Kavram Haritası STEM Eğitimine Yönelik Ders Planı
23.Şub.17 24.Şub.17	Olay Yeri İnceleme (Olay Yeri Problem Durumu Analizi; Kan Grubu Analizi)	Gözlem (Fotoğraf- Video Kayıtları)
02.Mar.17 03.Mar.17	Olay Yeri İnceleme (Parmak İzi Analizi; Ayak İzi Formülize Etme, Problem Durumuna İlişkin Karar Verme ve Değerlendirme)	Gözlem (Fotoğraf- Video Kayıtları) * STEM Etkinlik Modüllerine Yönelik Değerlendirmeleri
09.Mar.17 10.Mar.17	Legolardan Hayvan Tasarımı (Ekosistem, Habitat, Tür Nedir?, Özelliği Aranan Canlıya Karar Verme ve Canlıya Ait Özelliklerin Oranlara Çizilmesi, Problem Durumuna İlişkin Karar Verme ve Değerlendirme)	Gözlem (Fotoğraf- Video Kayıtları)
Tarih	Etkinlikler	Kullanılan Veri Toplama Araçları
16.Mar.17 17.Mar.17	Legolardan Hayvan Tasarımı (Nesli Tükenmekte Olan Canlılara Ait Sunumların Gerçekleştirilmesi) Isı Yalıtım (Energy 3D Programı ile Günlük Enerji Miktarı Hesaplanması)	Gözlem (Fotoğraf- Video Kayıtları) * STEM Etkinlik Modüllerine Yönelik Değerlendirmeleri
23.Mar.17 24.Mar.17	Isı Yalıtımı (Isı Yalıtım Malzemeleri Tasarım Etkinliği ve Problem Durumuna İlişkin Karar Verme ve Değerlendirme)	Gözlem (Fotoğraf- Video Kayıtları) * STEM Etkinlik Modüllerine Yönelik Değerlendirmeleri
Sınav Haftası (25 Mart – 2 Nisan 2017)		
06.Nis.17 07.Nis.17	Mucize Kurtuluş (Baraka Tasarımı)	Gözlem (Fotoğraf- Video Kayıtları) *
13.Nis.17 14.Nis.17	Mucize Kurtuluş (Hindistan Cevizinden Su Eldesi- Yelkenli Plan Çizimi, Problem Durumuna İlişkin Karar Verme ve Değerlendirme)	Gözlem (Fotoğraf- Video Kayıtları) * STEM Etkinlik Modüllerine Yönelik Değerlendirmeleri
20.Nis.17 21.Nis.17	Arduino (Arduino Program Tanıtım)	Gözlem (Fotoğraf- Video Kayıtları)
27.Nis.17 28.Nis.17	Arduino (Led Yakıp Söndürme, Mini Etkinlik)	Gözlem (Fotoğraf- Video Kayıtları)
04.May.17 05.May.17	Arduino (Trafik Lambası Oluşturma, Mini Etkinlik)	Gözlem (Fotoğraf- Video Kayıtları)

11.May.17 12.May.17	Arduino (<i>Uzaklık Sensörü ile Trafik Uyarı Lambası Hazırlanması, Büyük Tasarım</i>)	Gözlem (Fotoğraf- Video Kayıtları) * STEM Etkinlik Modüllerine Yönelik Değerlendirmeleri
18.May.17 19.May.17 (Veriler 14.hafta içerisinde ders dışında çeşitli günlerde de toplanmıştır).	Sağlıklı Yaşam (<i>Bazal Metabolizma Nedir? Nelerden Etkilenir? Vücut Kitle İndeksi Nedir? Nasıl Hesaplanır? Kalori Hesaplanması Nasıl Yapılır?</i> <i>Diyet ve Spor Listesi Hazırlanması; Sağlıklı Yaşam Takip Programı, Sağlıklı Yaşam Farkındalık Sloganı Oluşturulması</i>)	STEM Etkinlik Modüllerine Yönelik Değerlendirmeleri Görüşme-Yazışma (Zihinsel Fark.-Yeterlik Algısı) Kavram Haritası Ders Planı- Kavram Haritası
23.May.17	Derslerin Bitimi	

Öğretmen adayları Tablo 3.3’de belirtilen süreçteki uygulamaların tamamını grup çalışması şeklinde gerçekleştirmişlerdir. Nitekim STEM eğitiminin amaçları grup çalışmasının doğasına uygundur. Karmaşık üst düzey öğrenmelerde akademik başarıyı artırıcı yönde etkisi olan işbirlikli öğrenme, öğrencilerin özgüvenlerini, disiplin alanlarına yönelik tutum ve ilgilerinin gelişmesinde ve farkında olmadıkları duyuşsal özellikleri farkına varmalarına katkı sağlamaktadır (Doymuş ve ark., 2004).

Araştırmanın çalışma grubunda sınıf mevcudu 35 kişidir. Sınıfların her birinin gruplara ayrılmasında işbirlikçi öğrenmede grup oluşturma ilkelerine özen gösterilmiştir. İşbirlikli öğrenmede; cinsiyet, ilgi alanları, ekonomik durumlar gibi özellikler dikkate alınarak heterojen bir yapıda oluşturulan gruplardaki her bir üyenin kendi sorumluluğu vardır ve üyeler birbirinden sorumludur. İşbirlikli öğrenme ile bireyler yardımlaşmakta, karşılaştıkları probleme ilişkin birbirini cesaretlendirmekte, teşvik etmekte ve akademik gelişimlerini arttırmaktadır (Yıldız, 1999). Bu araştırmada gruplar cinsiyet ve akademik başarı ortalamaları dikkate alınarak oluşturulmuştur. 17 kişilik sınıfta üçer ve dörder kişiden oluşan 5 grup, 18 kişilik sınıfta ise üçer kişiden oluşan 6 grup oluşturulmuştur. Laboratuvarındaki oturma düzeni grup çalışmasına uygun olacak şekilde planlanmıştır.



Şekil 3. 1. Grupların laboratuvarındaki oturma düzeni

3.5. STEM Odaklı Etkinlik Modülleri

Çalışma grubu ile STEM odaklı etkinlik modülleri kapsamında uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Etkinlik modülleri hazırlanırken STEM disiplinlerinin bütünleştirilerek kullanımına imkân sağlayan problem durumlarına yer verilmesine dikkat edilmiştir. Modüllerin her birinin fikir olarak ortaya atılmasından, hangi disiplinlerin entegrasyonunun nasıl sağlanacağına araştırmacı ve STEM eğitimi alanında çalışmaları olan bir uzman birlikte çalışmışlardır. Modüller probleme dayalı STEM uygulamaları ve mühendislik tasarım süreci esas alınarak planlanmıştır. Probleme dayalı modüllerin geliştirilmesinde Bozkurt Altan'ın (2017b) probleme dayalı STEM uygulamaları için problemin sahip olması gereken özelliklere ve uygulama sürecine yönelik önerileri dikkate alınmıştır. Bozkurt Altan (2017b) problem durumlarının gerçek yaşama uygun, öğrencilerin geçmiş yaşantıları ve ön bilgileri ile ilişkili, birden çok çözümü olan, STEM disiplinlerinin en az ikisine yönelik bilgi ya da beceri gerektiren, işbirlikli öğrenmeyi destekleyecek nitelikte olması gerektiğine dikkat çekmektedir. Bu araştırma kapsamında hazırlanan probleme dayalı STEM odaklı uygulamalarda problemlerin bu yapıda olmasına dikkat edilmiştir. Mühendislik tasarım sürecinin esas alındığı modüller tasarım sürecinin aşamaları esas alınarak planlanmıştır. Mühendislik tasarım problemlerinin birden çok çözümü olan, kriter ve kısıtlamalar içeren, günlük

yaşam ve öğrencilerin bağlamı ile uyumlu (Bozkurt Altan, 2017a) gibi özelliklere sahip olmasına özen gösterilmiştir. Bu kapsamda hazırlanan modüller STEM eğitimi alanında çalışan, etkinlik planlamadan uygulamaya çok sayıda çalışmaları bulunan 3 uzmana gönderilmiştir. Uzmanlardan modülleri probleme dayalı / mühendislik tasarım temelli uygulamaların (problemin sahip olması gereken özellikler ve uygulama aşamalarının uygunluğu) ve disiplinlerin entegrasyonunu sağlama durumunu dikkate alınarak görüş bildirmeleri istenmiştir. Uzmanlardan gelen görüş ve öneriler incelenerek hem fikir olunan hususlarda gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Kararsız kalınan durumlar için uzmanlar ile görüşme sağlanarak ortak bir noktada gerekli değişiklikler yapılmış ve etkinlik modülleri son haline getirilmiştir.

Uygulama kapsamında hazırlanan 5 etkinlik modülü ve Bozkurt Altan ve ark. (2016a) tarafından hazırlanan ve bu araştırma kapsamında kullanılan 1 modülün içeriği aşağıda sunulmuştur.

3.5.1. Sağlıklı Yaşam Etkinlik Modülü

Probleme dayalı STEM uygulaması olarak geliştirilen bu modülde öğretmen adaylarına beslenme alışkanlıkları, fiziksel özellikleri, teşhis konulan hastalıkları ve tahlil sonuçları hakkında bilgi verilen bir kişiye özel diyet programı hazırlamaları beklenen bir problem durumu sunulmuştur. Bu problem durumu kapsamında öğretmen adaylarının besin içerikleri ile ilgili araştırma yaparak bilgi sahibi olmaları, bazal metabolizma hızı ve ihtiyaç duyulan günlük kalori miktarı hesaplamaları yaparak verilen örnek olaydaki bireyin hastalıklarını, tahlil sonuçlarını dikkate alarak kişiye özel bir diyet programı oluşturmaları istenir. Programın hazırlanmasının ardından şu an kullanılmakta olan android diyetisyen uygulamalarını araştırarak bu uygulamalardan farklı ve kişiye özgün online diyet takip uygulaması için prototip hazırlamaları istenmiştir. Bu modül; fen, matematik ve teknoloji disiplinlerinin entegrasyonunu sağlamaktadır. Modül EK 6' da yer almaktadır.

3.5.2. Olaya Yeri İnceleme Etkinlik Modülü

Bu etkinlik modülünde öğretmen adaylarına adli bir olay yeri senaryosu sunulur. Öğretmen adaylarının bir olay yeri uzmanı gibi hareket etmesini, olaya ilişkin delilleri analiz etmesini sağlayan ve ayak ve boy uzunluğuna dair matematiksel model oluşturarak çeşitli analizler yapmalarını gerektiren bu modül Probleme Dayalı STEM etkinliği olarak

planlanmıştır. Analizler sırasında işlerini kolaylaştırmak amacıyla öğretmen adaylarına gerçek ile uyumlu ve olaya ilişkin kan örnekleri ve parmak izlerinin bulunduğu örnekler verilir. Kurguya yönelik farklı materyaller üzerinden alınan kan örneklerinin hangi gruba ait olduğunu belirlemek için Anti-A ve Anti-B serumları hazırlamaları ve kan grubu analizleri yapmaları belirlenir. Ardından parmak izlerine ilişkin örnekler öğretmen adaylarına verilir ve kurgudaki hırsızın hangi parmak izi modeline sahip olduğunu analiz etmeleri istenir. Etkinliğin son kısmında ise öğretmen adaylarının kendi boy uzunlukları, adım aralıkları, ayakkabı numaraları gibi özelliklerinden yararlanarak hırsıza ait boy uzunluğunu tahmin etmeleri istenir. Hazırlanan değerlendirme programı ile grupların hırsıza ait olduğunu düşündükleri olası özellikler değerlendirilir. Modül EK 7’ de yer almaktadır.

3.5.3. Isı Yalıtım Etkinlik Modülü

6. sınıf madde ve ısı ünitesi kazanımlarına uygun olarak ısı yalıtım malzemelerinin tanınması ve uygun yalıtım malzemesinin kullanılmasına karar verilmesine yönelik Bozkurt Altan ve ark. (2016a) tarafından geliştirilen bu modül mühendislik tasarım problemi ekseninde yapılandırılmıştır. Gerçek yaşama uygun olarak sunulan problem durumuna yönelik çözüme ulaşmaları için öğretmen adaylarının problem durumundaki kriter ve kısıtlamalara uygun olarak ısı yalıtım malzemesini seçmesi beklenir. Etkinlik modülünde öğretmen adaylarının, ısı yalıtımı malzemelerine karar vermeleri için 3 boyutlu tasarıma dair teknolojik uygulamalar kullanması, araştırma-sorgulama süreçlerini işe koşması ve mini tasarım görevleri gerçekleştirmesi gerekmiştir. Modül EK 8’ de yer almaktadır.

3.5.4. Legolar ile Hayvan Tasarımı Etkinlik Modülü

Bu etkinlikte öğretmen adaylarına ismi verilmeyen bir canlıya ait özellikler (beslenme alışkanlıkları, yaşam alanı, solunum şekli vb.) bir problem durumu bağlamında sunulur. Öğretmen adayları problemdeki canlıya ait özelliklerden yararlanarak bu canlının fiziksel özelliklerini (ağız, kulak, ayak, vücut yapısı, büyüklüğü gibi) belirlemeleri ve hangi canlı olduğunu tahmin etmeleri istenir. Öğretmen adaylarından canlının özelliklerini belirledikten sonra hayvanın gerçek ölçülerini $\frac{1}{2}$ oranında küçülterek çizmeleri istenir. Belirlenen kriterler çerçevesinde grupların belirledikleri hayvana özelliklerin gerçeğe uygunluğu ya da ne kadar yaklaştıkları araştırmacı tarafından hazırlanan formül (excel yardımıyla) ile değerlendirilir ve legolar ile canlının

tasarımını yapmaları istenir. Etkinlik probleme dayalı STEM uygulaması olarak yapılandırılmıştır ve fen ve matematik disiplinlerinin entegrasyonunu sağlar niteliktedir. Etkinliğe ilişkin modül EK 9’ da yer almaktadır.

3.5.5. Mucizevi Kurtuluş Etkinlik Modülü

Mühendislik tasarım problemi ekseninde yapılandırılan bu etkinlik modülünde öğretmen adaylarının, ıssız ada koşullarında belirli malzemeler ile barınak ve yelkenli tasarımı yapmaları istenir. ıssız adanın hava koşulları ve kısıtlı malzemelerin kriter ve kısıtlamalar olarak ele alındığı bu etkinliğin bir kısmı laboratuvar da bir kısmı ise doğada gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak hazırlanan tasarımların kriter ve kısıtlamaları karşılama durumu sınıf ortamında tartışılmıştır. Bu etkinlik mühendislik, fen ve matematik disiplinlerinin entegrasyonunun sağlar niteliktedir. Etkinliğe ilişkin modül EK 10’ da yer almaktadır.

3.5.6. Arduino ile Kolay Geçiş Etkinlik Modülü

Mühendislik tasarım problemi ekseninde yapılandırılan bu modülde öğretmen adaylarının gerçek yaşamda karşılaştıkları gerçek bir sorun tasarım problemi olarak ele alınmıştır. Öğretmen adaylarının yaşadıkları ilde bulunan bir kavşaktan araçların kontrollü geçişini sağlamak amacıyla teknolojik bir araç geliştirmeleri beklenmektedir. Bu etkinlikte öğretmen adaylarından, Arduino kodlama yazılımını kullanarak tasarım gerçekleştirmeleri beklenir. Etkinlik fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonunu sağlamaktadır. Etkinlik modülü EK 11’de yer almaktadır.

3.6. Verilerin Analizi

Araştırmada alt problemleri bağlamında nitel ve nicel verilerin analizinde ilişkili örneklemeler için t- testi, betimsel analiz, içerik analizi ve sürekli karşılaştırmalı analiz yöntemler kullanılmıştır. Araştırma veri toplama araçlarına yönelik hangi analiz yöntemlerinin kullanıldığı Tablo 3.4’te özetlenmiştir.

Tablo 3. 4. Veri toplama araçları ve veri analiz yöntemleri

Verilerin Analiz Yöntemleri	Verilerin Analizi
- STEM Farkındalık Ölçeği - STEM Kavram Haritası Formu	İlişkili Örneklemeler t- testi

• STEM Eğitime Yönelik Görüş Formu • SEM Etkinlik Modülü Disiplin İçeriği Değerlendirme Formu	İçerik analizi Betimsel analiz
• STEM Eğitimi Yönelim Ölçeği • STEM Eğitime Yönelik Görüş Formu	İlişkili Örneklem t- testi
• Öğretmen Adayı Ders Planları • Araştırmacı Alan Notları	Betimsel analiz
• Yarı yapılandırılmış görüşme	İçerik analizi Sürekli karşılaştırmalı analiz

3.6.1. Nicel Verilerin Analizi

Araştırmanın nicel verilerinin analizi için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 21 istatistik paket programı kullanılmıştır.

Araştırmanın STEM Farkındalık Ölçeği ve Entegre STEM Öğretimi Yönelim Ölçeği ile toplanan nicel verilerinin normal dağılım gösterip göstermediğinin tespit edilmesi için her iki ölçek ile elde edilen verilerin her iki ölçek ile elde edilen ölçümlerin histogram grafikleri ve çarpıklık katsayısı tespit edilmiştir. Kolmogorov –Smirnov (K-S) testi yapılarak puanların normallik varsayımına uygun olduğu tespit edilmiştir. Normallik varsayımını gösterdiği tespit edilen STEM Farkındalık Ölçeği ve Entegre STEM Öğretimi Yönelim Ölçeği ile ön test ve son test olarak elde edilen nicel verilerin ön test ve son test karşılaştırmasının yapılması için ilişkili örneklem t testi kullanılmıştır.

Öğretmen adaylarının STEM kavram bilgilerinin değişimin ön test ve son test karşılaştırmasının yapılması için kullanılan STEM Kavram Haritası Formu ile elde edilen ön test ve son test verileri ilişkili örneklem t testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Yapılan ilişkili örneklem için t testleri, karşılaştırılan iki ortalama arasında anlamlı fark olup olmadığını ortaya koyarken bu farkın büyüklüğü ile ilgili bilgi vermediğinden dolayı, ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel anlamlılığını hesaplanmasının yanı sıra etki büyüklüğünün de hesaplanması gerekir (Can, 2014). İşaretinden bağımsız olarak değerlendirilen etki büyüklüğü 0- 1 aralığında değişir ve 0.8 büyük, 0.5 orta, 0.2 de az etki olarak değerlendirilir (Can, 2014).

Kavram haritalarının çözümlenmesinde değerlendirme yöntemi olarak Novak ve Gowin' nin (1984) puanlama tekniğinden Tan ve ark. (2008) tarafından uyarlanan puanlama tekniği kullanılmıştır. Bu teknikte kavramlar arasındaki ilişki, hiyerarşi ve

çapraz bağlantılar ayrı ayrı puanlanır ve bir toplam puan elde edilir. Kavram haritaları için puanlama kriterleri aşağıdaki Tablo 3.5'teki gibidir (Tan ve ark., 2008).

Tablo 3. 5. Kavram haritaları puanlama kriterleri

İlişki	İki kavram arasında anlamlı ilişkiler vardır.	1 puan
Hiyerarşi	Haritadaki her kavrama yönelik anlamlı hiyerarşi seviyesini ifade eder.	5 puan
Çapraz Bağlantı	Harita kavramları arasında geçerli fakat anlamlı bir bağlantı bulunmuyor.	2 puan
	Haritadaki kavramlar arasında anlamlı çapraz bağlantı olmasına rağmen açıklama gerektiriyor.	4 puan
	Haritadaki kavramlar arasında geçerli, doğru ve amaca yönelik bağlantılar bulunuyor.	7 puan
	Harita kavramları arasında doğru, anlamlı ve derin bağlantılar bulunuyor.	10 puan

Kavram haritalarına yönelik puanlayıcı güvenilirliğinin tespit edilmesi için 30 kavram haritasından 16 kavram haritasının ön test ve son testleri (toplam 32 form) kavramlar arası ilişki, hiyerarşi ve çapraz bağlantılara yönelik araştırmacı ve bir uzman tarafından puanlanmıştır. Her bir kavram haritasından elde edilen toplam puanlar için SPSS 21 istatistik paket programı kullanılarak iki puanlayıcının toplam puanları için Pearson korelasyon katsayısı ,978 olarak hesaplanmıştır. Nowak ve Gowin'e (1984) göre korelasyon anlamlılığı 0, 70 ve 0, 87 arasında değişmektedir. Dolayısıyla STEM kavram haritası formlarında ilişki, hiyerarşi ve çapraz bağlantılarına yönelik iki puanlayıcı tarafından yapılan puanlamalar doğrultusunda gerçekleştirilen Pearson korelasyon işlemi, iki puanlayıcı arasında pozitif yönde ve anlamlı düzeyde ilişki olduğunu göstermektedir ($r = 0,978$, $p < 0.05$).

3.6.2. Nitel Verilerin Analizi

Nitel veri analizi, gözlem, görüşme ve doküman gibi veri toplama yöntem ve tekniklerini kullanarak toplanan verilerin düzenlendiği, kategoriler ve temaların oluşturulup, sonuçların yorumlanarak raporlaştırılmasıdır. Bu bağlamda araştırma

sürecinde toplanan etkinlik doküman değerlendirme formu, öğretmen adayı ders planları ve görüşme verilerinin analizinde nitel analiz kullanılmıştır.

Öğretmen adaylarının oluşturduğu ders planlarının analizinde Ercan (2016) tarafından hazırlanan kod şeması dikkate alınmıştır. Bu kod şemasında yer alan içerik, yaklaşım, ölçme ve uygulanabilirlik kategorilerine göre öğretmen adaylarının ders planları analiz edilmiş ve yorumlanmıştır. Tablo 3.5'te kod şemasından (içerik kategorisi kapsamında) bir kesit sunulmuştur.

Tablo 3. 6. Analiz Sürecinde Kullanılan Kod Şeması

Kategori	Kodlar	Kodların Anlamı
İÇERİK	Yalnızca fen	Yalnızca fen kazanımları dikkate alınmış
	Fen ve bağımsız diğer disiplin	Fenin yanı sıra bir diğer STEM disiplini için de öğrenim hedefleri dikkate alınmış fakat disiplinler arası bağlantılardan söz edilemez, disiplinler ayrı ayrı ele alınmış
	Fen ile bütünlük diğer disiplin	Fenin yanı sıra bir diğer STEM disiplini için de öğrenim hedefleri dikkate alınmış, disiplinlere yönelik alan bilgisi ve uygulamalar arasında bağlantılar kurulmuş
	Fen ve bağımsız diğer disiplinler	Fenin yanı sıra birden fazla STEM disiplini için de öğrenim hedefleri dikkate alınmış fakat disiplinler arası bağlantılardan söz edilemez, disiplinler ayrı ayrı ele alınmış
	Fen ile bütünlük diğer disiplinler	Fenin yanı sıra birden fazla STEM disiplini için de öğrenim hedefleri dikkate alınmış, disiplinlere yönelik alan bilgisi ve uygulamalar arasında bağlantılar kurulmuş

Analiz sürecinde araştırmaya katılan tüm öğretmen adaylarının ders planları incelenmiş ve aralarından rastgele seçilerek görüşme yapılan 9 öğretmen adayının ders planları bireysel ve takım çalışması karşılaştırması yapılarak yorumlanmıştır.

Öğretmen adaylarının kendilerine uygulanan STEM etkinlik modüllerine yönelik değerlendirmeleri her bir etkinliğin sonunda etkinlikte hangi STEM disiplininin nasıl kullanıldığına yönelik farkındalıklarının tespit edilmesi amacıyla toplanmıştır. Veriler betimsel analiz tekniği ile değerlendirilmiştir. Betimsel analiz araştırmacı tarafından hazırlanan STEM Etkinlik Modülü Disiplin İçeriği Değerlendirme Formu aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının değerlendirmeleri ile araştırmacı tarafından

hazırlanan form karşılaştırılmış ve öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri ile ilgili farkındalıkları değerlendirilmiştir. Araştırmacı tarafından hazırlanan STEM etkinlik modülü disiplin içerikleri formu Tablo 3.6’ daki gibidir.

Tablo 3. 7. STEM etkinlik modülleri disiplin içerikleri

Disiplinler				
Etkinlik	FEN	TEKNOLOJİ	MATEMATİK	MÜHENDİSLİK
Modülleri				
Sağlıklı Yaşam Modülü	Besin İçerikleri	Sağlıklı Beslenme Mobil Uygulama Geliştirme	Bireysel Diyet Tablosu Hazırlama	
Olay Yeri İnceleme Modülü	Kan Analizi Tayini, Mol Hesaplamaları, Parmak İzi Tayini		Matematiksel Modelleme (Boy Uzunluğu Tespiti)	
Isı Yalıtım Modülü	Isı Yalıtım Kazanımları	Energy 3D	Grafiklerin Yorumlanması	Uygun Isı Yalıtımı Malzemelerine Karar Vererek Ev Tasarımı
Legolar İle Hayvan Tasarımı Modülü	Ekosistem, Habitat Vs. Canlı Özellikleri	Nesli Tükenmekte Olan Hayvanlara Yönelik Bilgilendirme Sunumu	Tespit Edilen Hayvanın Oranlanarak Çizilmesi	Legolar ile hayvan tasarımı
Mucizevi Kurtuluş Modülü	Hava Olayları, Kaldırma Kuvveti, Yüzey Gerilimi	Hindistan Cevizinin İçindeki Suyu Çıkarmak İçin Teknoloji Tasarlanması	Yelkenli, Baraka Tasarımı	Yelkenli, Baraka Tasarımı
Arduino ile Kolay Geçiş Modülü	Basit elektrik devresi, direnç vs.	Arduino	Kodlama	Problem durumuna uygun ürün geliştirme

STEM Eğitimi Görüş Formu ile uygulama öncesi ve uygulama sonrasında 35 öğretmen adayından yazışma tekniği ile veri toplanmıştır. Nitel çalışma grubundaki 9 öğretmen adayından ise görüşme ile toplanan veriler ses kaydı ile kayıt altına alınmıştır. Görüşmelerde alınan ses kayıtları yazılı metin haline getirilmiştir. Yazışma ve görüşme ile toplanan veriler bütüncül olarak ele alınmış, içerik analizi ve sürekli karşılaştırmalı analiz teknikleri bir arada kullanılarak analiz edilmiştir. Formdaki sorulara verilen cevaplar STEM eğitimine yönelik farkındalıkları, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri ve yeterlik algıları boyutlarında ele alınmıştır. Formun bütüncül olarak ele alınmasının nedeni bir soruya verilen cevaplardaki ifadelerin birden çok boyuta dair fikir sağlıyor olmasıdır. Örneğin öğretmen adaylarının bir soruya yönelik görüşleri hem yönelim hem de yeterlik algısına dair veri sağlayabilmektedir. Bu durumda verilen cevaplar iki boyut için de değerlendirmeye alınmıştır. Öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası görüşlerine yönelik kodlar için frekans karşılaştırması yapılmıştır.

Alan notları ile elde edilen veriler ise betimsel analiz tekniği ile çözümlenmiştir.

3.6.3.Araştırmanın Geçerliği ve Güvenirliği

Geçerlik ve güvenirlilik tüm araştırmalar için önemlidir (Merriam, 2013). Geçerlik en genel tanımıyla, araştırma sonuçlarının doğruluğunu, güvenirlilik ise tekrarlanabilirliğini konu edinir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Karma yöntemler araştırmasıyla gerçekleştirilen bu araştırmada geçerli ve güvenilir bilgi üretmek için nelere dikkat edildiği araştırmanın hem nicel hem de nitel kısmı için değerlendirilmiştir. Araştırmanın nicel verilerinin geçerliği ve güvenirliliğine ilişkin bilgiler, nicel veri toplama araçlarının açıklandığı başlıklarda sunulmuştur (3.3.1.1. STEM Farkındalık Ölçeği (FFÖ), 3.3.1.2. Entegre STEM Öğretimi Yönelim Ölçeği, 3.3.1.3.STEM Kavram Haritası Formu).

Araştırmanın nitel verilerinin geçerliği ve güvenirliliğine ilişkin bilgiler ise Merriam (2013) tarafından belirlenen sınıflamaya göre ele alınmıştır. Bu sınıflama kapsamında araştırmada iç geçerlik (ya da güvenilir olma), dış geçerlik (ya da aktarılabilirlik) ve güvenirliliğe (ya da tutarlık) ilişkin neler gerçekleştirildiği ifade edilmiştir.

İç geçerlik araştırma sorularına ilişkin bulguların gerçeğe uygunluğu olarak tanımlanabilir (Merriam, 2013, Yıldırım ve Şimşek, 2008). İç geçerlik konusunda araştırmacının veri toplama, verilerin analizi ve yorumlanması süreçlerinde tutarlı olması ve bu tutarlığı sağlamak için neler yaptığını açıklaması beklenir (Yıldırım ve Şimşek,

2008). Bu araştırmada i geçerliği sağlamak için veri toplama (gözlem, görüşme ve doküman analizi) ve analiz yöntemlerinde (betimsel analiz, içerik analizi ve sürekli karşılaştırma li analiz) çeşitlilik sağlanmaya çalışılmıştır. Uygulama sürecine araştırmacının dışında bir araştırmacının daha katılması ve verilerin analizinin araştırmacı dışında 2 uzman tarafından da kontrol edilmesi de i geçerliği sağlamak için yapılan işlemlerdendir. Ayrıca araştırmanın bulguları birbiriyle ilişkili veriler ile yorumlanarak ve araştırmanın daha önce oluşturulan kavramsal çerçevesiyle de karşılaştırılarak sunulmuştur.

Dış geçerlik bir duruma yönelik ortaya konulan araştırma bulgularının diğer durumlara da uygulanabilirliği olarak tanımlanmaktadır (Merriam, 2013; Patton, 2002). Bu araştırmanın dış geçerliğine yönelik araştırmanın çalışma grubunun özelliklerinin detaylıca sunulmuştur. Ayrıca, araştırma süresince gerçekleştirilen tüm işlem adımlarının detaylıca sunulmuş olması da araştırmanın dış geçerlik kanıtlarından biridir.

Güvenirlik, araştırma aynı ya da farklı bir araştırmacı tarafından tekrar edildiğinde aynı sonuçların elde edilebilirliğidir (Merriam, 2013). Ancak insan davranışı asla durağan olmadığı için güvenilirlik sosyal bilimler için problem teşkil etmektedir (Merriam, 2013, Yıldırım ve şimşek, 2008). Nitekim hem araştırmaya dâhil olan grubun verdiği tepkiler hem de araştırmacının olayları algılama ve yorumlama biçimi farklılık gösterecektir (Yıldırım ve şimşek, 2008). Nitel araştırmalarda geçerliğe benzer şekilde güvenilirliğin ortaya konulması için sürecin detaylıca anlatılması önerilmektedir.

Bu araştırmada geçerliğin sağlanması için gerçekleştirilen bazı işlemler araştırmanın güvenilirliği için de kanıt olmuştur. Araştırmanın alışma grubunun nasıl belirlendiğini ve ne gibi özelliklere sahip olduklarının açıkça ifade edilmiş olması, araştırmanın yönteminin detaylıca açıklanması, araştırma sorularına cevap aramak için birden fazla veri toplama ve analiz tekniklerinin bir arada kullanılması ve bunların neler olduğunun açıkça ifade edilmesi, toplanan verilerin betimsel analizle doğrudan verilmesi, araştırmanın uygulama ve veri analizi sürecine birden fazla araştırmacının dâhil olması, veri analizinin araştırmacı tarafından sürekli geriye dönük karşılaştırmalar ile çeşitli zamanlarda yapılmış olması araştırmanın güvenilirlik kanıtları olarak ifade edilebilir.

4. BULGULAR

STEM odaklı laboratuvar uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik farkındalıkları, STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşleri, STEM eğitimine yönelik etkinlik planlama ve uygulamaya ilişkin yeterlilikleri ve yeterlik algılarına etkisinin araştırıldığı bu çalışmaya yönelik bulgular sunulmuştur.

4.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Odaklı Laboratuvar Uygulamalarına Yönelik Farkındalıklarına Dair Bulgular

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM odaklı laboratuvar uygulamalarına yönelik farkındalıkları STEM Farkındalık Ölçeği, öğretmen adayları ile yapılan görüşmeler ve öğretmen adaylarının süreç boyunca gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri ile elde edilmiştir.

4.1.1. STEM Farkındalık Ölçeği ile Elde Edilen Bulgular

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM odaklı laboratuvar uygulamalarına yönelik farkındalıklarının belirlenmesi amacıyla uygulanan farkındalık ölçeği ön ve son test ortalamaları Tablo 4.1'deki gibidir.

Tablo 4. 1. STEM farkındalık ölçeği ön ve son test ortalamaları bağımlı örneklem t-testi sonuçları

Ölçüm	N	X	S	sd	t	p
Ön test	33	75, 39	7, 62	32	-,568	,574
Son test	33	76, 15	6, 34			

**p<.01 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Tablo 4.1 incelendiğinde öğretmen adaylarına uygulama sonrası uygulanan farkındalık ölçeği toplam puan ortalaması ($X_{ort}=76, 15$), uygulama öncesi uygulanan farkındalık ölçeği toplam puan ortalamasından ($X_{ort}=75,39$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Uygulama sonrası puanların fazla olmasına rağmen uygulama öncesi puanlara göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($t=-, 568$ $p > .05$). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0,1$) bu farkın az olduğunu göstermektedir.

4.1.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Eğitime Yönelik Görüşlerine Dair Bulgular

Araştırmaya katılan 35 öğretmen adayından yazışma tekniği ile nitel çalışma grubundaki 9 öğretmen adayı ile yapılan görüşme yöntemi ile STEM eğitimi ve amaçlarına dair tanımlamaları sorgulanarak öğretmen adaylarının farkındalıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Öğretmen adaylarının hem ön hem de son uygulamada STEM eğitimi tanımlarken fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünlük eğitime vurgu yaptığı tespit edilmiştir. Ön uygulamada en genel tanımıyla alanların bütünlük eğitimi tanımlamaları yapan öğretmen adayları son uygulamada bütünlük eğitimi örnekler ile açıklamışlardır. STEM disiplinlerinin bütünlük eğitimi yapılırken fen dersleri üzerinden açıklamalara yer vererek bu ders üzerinden bütünlük eğitim anlayışı ekseninde açıklamalar yapmışlardır. Ayrıca öğretmen adaylarının STEM eğitimi tanımlamalarının bu eğitim anlayışının amaçları ya da işlevi üzerinden yapılandırmışlardır. 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini ya da etkili öğrenmeyi sağlayacak bir eğitim anlayışı öğretmen adaylarının tanımlamalarında sıklıkla yer almıştır. Ancak bu ifadeler STEM eğitiminin amaçlarına yönelik görüşleri kapsamında ele alınmıştır.

Öğretmen adaylarının ön ve son uygulamada STEM eğitiminin amaçlarına yönelik görüşleri Tablo 4.2’de sunulmuştur.

Tablo 4. 2. Öğretmen adaylarının STEM eğitiminin amaçlarına yönelik ön ve son uygulamalardaki görüşlerine ilişkin bulgular

Kategori	Kod	Ön Uygulama	Son Uygulama
Etkili Öğrenme	Kalıcı öğrenme	2	5
	Eğlenerek öğrenme	4	4
	Yaparak-yaşayarak öğrenme	5	7
	Disiplinler arası bakış açısı	7	8
	Günlük yaşam ile ilişkilendirme	4	7
Tutum ve Değerler	Öğrencilerin derse motivasyonu	2	4
	STEM alanlarına olumlu tutum	-	7
21. Yüzyıl Becerileri	Problem çözme	2	6
	Yaratıcı düşünme	9	12
	Karar verme	2	5
	Eleştirel düşünme	3	7
	Analitik düşünme	3	3
	Araştırma-sorgulama	2	3
	İletişim	-	6
	İnovasyon	2	4
	Girişimcilik	2	3

Kategori	Kod	Ön Uygulama	Son Uygulama
	21. Yüzyıl becerileri genel ifadeler	3	10
Kariyer Farkındalığı	Mühendislerin nasıl çalıştığını fark etme	1	6
Geliştirme	Kariyer bilinci genel ifadeler	2	6
Toplumsal Kalkınması	Fen alanında kalkınma	1	2
	Toplumsal gelişme genel ifadeler	1	5
	Ekonomiyi geliştirme	1	2
STEM Alanlarında Okuryazarlık Kazandırmak	Fen Okuryazarlığı	5	5
	Mühendislik okuryazarlığı	2	4
	Teknoloji okuryazarlığı	1	3
	Matematik okuryazarlığı	1	3
	TOPLAM	67	137

Öğretmen adayları ön uygulamada STEM eğitiminin en çok 21. yüzyıl becerilerinin (f=28) gelişimini amaçladığını belirtmiştir. Öğretmen adayları ifadelerinde problem çözme, yaratıcı düşünme, karar verme, eleştirel düşünme, analitik düşünme, araştırma-sorgulama, iletişim gibi 21. yüzyıl becerilerine yer vermişlerdir. Öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerilerinin ardından etkili öğrenme (f=22) ve STEM alanlarında okuryazarlık kazandırmanın (f=9) STEM eğitimin amaçları olarak belirttikleri görülmüştür. Öğretmen adayları etkili öğrenmeyi STEM eğitiminin kalıcı öğrenmeyi (f=2) sağlayabileceği, yaparak yaşayarak öğrenmeye (f=5) olanak tanıdığını, eğlenceli öğrenme (f=4) sağlayabileceğini, disiplinler arası bakış açısı (f=7) kazandırdığını ve günlük yaşam ile ilişkili (f=4) olduğuna ilişkin ifadelerle yer vermişlerdir. STEM alanlarında okuryazarlık kazandırmayı amaçladığını ifade eden öğretmen adayları ise fen (f=5), mühendislik (f=2), teknoloji (f=1) ve matematik (f=1) alanlarında okuryazarlık kazandırılmasını belirtmişlerdir.

Öğretmen adayları uygulama sonrasında da uygulama öncesinde olduğu gibi STEM eğitiminin en çok 21. yüzyıl becerilerinin (f=66) gelişimini amaçladığını belirtmiştir. Uygulama sonrasında öğretmen adaylarının çoğunun 21. yüzyıl becerilerine yönelik ifadeler kullandıkları görülmektedir. Öğretmen adayları yine uygulama öncesinde olduğu gibi etkili öğrenmeye (f=31) yönelik ifadeler kullanmışlardır. Öğretmen adayları uygulama sonrasında etkili öğrenmeyi ifade ederken kalıcı öğrenmeyi (f=5) sağlayabileceği, yaparak yaşayarak öğrenmeye (f=7) olanak tanıdığını, eğlenceli öğrenme (f=4) sağlayabileceğini, disiplinler arası bakış açısı (f=8) kazandırdığını ve günlük yaşam ile ilişkili (f=7) olduğuna ilişkin ifadelerle daha sık yer vermişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının uygulama sonrasında STEM eğitime yönelik amaçlarda STEM'e

yönelik tutum ve değer (f=11), kariyer bilinci (f=12), toplumsal kalkınma(f=12) ve STEM alanlarında okuryazarlık (f= 15) kazandırılmasına yönelik ifadelere uygulama öncesinde göre daha sık yer verdikleri görülmektedir.

STEM eğitiminin amaçlarına yönelik öğretmen adaylarının uygulama öncesi görüşlerinde STEM eğitime ilişkin ifadeler yer vermeleri adayların farkındalıklarının olduğunu gösterdiği söylenebilir. Ancak yine de öğretmen adayları uygulama sonrasında STEM eğitimi amaçlarını farklı ifadelerle ve daha sıklıkta belirtmişlerdir. Bu durumda uygulama sürecinin öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıklarının gelişiminde etkili olduğunu gösterdiği söylenebilir.

Öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası STEM eğitiminin amaçlarına yönelik görüşlerinden örnekler şöyledir:

“FeTeMM-STEM ile amaçlanan eğitim, öğrencinin daha çok aktif tutulduğu, öğrenciye 21. yüzyıl özelliklerinin kazandırmayı amaçlar. Yani daha klasik yöntem dışında bir yöntem. Bu eğitimde amaçlanan eğitim öğrenciyi okul bittiğinde teknoloji iyi bilen, günlük yaşamdaki problemleri çözerken bunu eğitim ile bağdaştırma vb. özellikleri kazandırmak istenir” (Ö21, Uygulama öncesi).

“.... Öğrencilerin fen eğitimini günlük yaşamla çok daha kolay ilişkilendirmesi ve en önemlisi günlük yaşam problemlerine çok daha kolay çözüm bulmalarını sağlayacaktır. Bunlara ek olarak aldıkları fen eğitimini teknolojiyle bağlantılı olarak projeler üretip bunları pazarlama kabiliyeti ve bilincine sahip olmak için kullanmayı sağlar” (Ö2, Uygulama Sonrası).

“Ülkenin her alanda gelişmesini ve bağımsızlığını ilan etmesi için, dışa yönelik bağımsızlıkların bitmesi, dünya yönetiminde söz sahibi olabilmesi, ekonomik özgürlük, 21. Yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirmeyi amaçlıyor”. (Ö18, Uygulama Öncesi)

“Gündelik yaşamla derslerin ilişkilendirilip öğrencilerin sadece bilgi alanında değil çok yönlü beceri sağlamak amaçlanmıştır” (Ö4, Uygulama sonrası)

4.1.3. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Etkinlikleri Disiplin İçeriğine Yönelik Değerlendirmelerine İlişkin Bulgular

Fen bilimleri öğretmen adayları ile STEM odaklı uygulamalar çerçevesinden gerçekleştirilen uygulamalarda 6 etkinlik modülü uygulanmış ve öğretmen adaylarından bu etkinlik modüllerinde yer alan disiplinleri tespit etmeleri istenmiştir. Bu bağlamda öğretmen adaylarına etkinliklerin sonunda STEM Etkinlik Modülü Disiplin İçeriği Değerlendirme Formu verilmiştir. Öğretmen adayları disiplin içeriği değerlendirme formu ile STEM eğitime yönelik hazırlanan etkinliklerin içeriğindeki fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin nerelerde ve nasıl kullanıldığını tespit

etmişlerdir. Çalışma grubunda yer alan 9 öğretmen adayının etkinlik disiplin içeriği değerlendirmelerine ilişkin bulgular aşağıda sunulmuştur. Öğretmen adaylarından Mavi ile Beyaz ve Bordo ile Kırmızı aynı grupta yer aldıkları için onlara ait bulgular tek tabloda sunulmuştur.

Öğretmen adayları Mavi ve Beyaz'ın STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri Tablo 4.3'teki gibidir.

Tablo 4. 3. Öğretmen adayları Mavi ve Beyaz'ın STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri

<i>Öğretmen Adayları Mavi ve Beyaz</i>	Sağlıklı Yaşam	Olay Yeri İncelme	Isı Yalıtım	Legolar ile Hayvan Tasarımı	Mucizevi Kurtuluş	Arduino ile Kolay Geçiş
Fen	★	★	★	★	★	★
Teknoloji	★	x	★	x	★	★
Matematik	★	★	★	★	★	★
Mühendislik	★	x	★	★	★	★

Tablo 4.3'te öğretmen adayları Mavi ve Beyaz'ın grup arkadaşları ile etkinliklerin disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri incelendiğinde etkinlik içerisindeki disiplinleri tespit etmede genel olarak başarılı oldukları söylenebilir. Etkinliklerde tespit etmede zorlandıkları disiplinin teknoloji olduğu görülmektedir.

Öğretmen adayı Sarı'nın etkinliklere yönelik değerlendirmeleri Tablo 4.4'deki gibidir.

Tablo 4. 4. Öğretmen adayı Sarı'nın STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri

<i>Öğretmen Adayı Sarı</i>	Sağlıklı Yaşam	Olay Yeri İncelme	Isı Yalıtım	Legolar ile Hayvan Tasarımı	Mucizevi Kurtuluş	Arduino ile Kolay Geçiş
Fen	★	★	★	★	★	★
Teknoloji	★	x	★	x	x	★
Matematik	★	★	★	★	★	★
Mühendislik	★	x	★	★	★	★

Öğretmen adayı Sarı ve grup arkadaşlarının etkinliklerin disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri incelendiğinde teknoloji disiplinini belirlemede zorlandığı görülmektedir. Mühendislik disiplinin tespit etme konusunda ise sadece *Olay Yeri İnceleme* etkinliğinde başarılı olamamıştır.

Öğretmen adayı Yeşil'in STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri Tablo 4.5'deki gibidir.

Tablo 4. 5. Öğretmen adayı Yeşil'in STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri

<i>Öğretmen Adayı Yeşil</i>	Sağlıklı Yaşam	Olay Yeri İnceleme	Isı Yalıtım	Legolar ile Hayvan Tasarımı	Mucizevi Kurtuluş	Arduino ile Kolay Geçiş
Fen	★	★	★	★	★	★
Teknoloji	★	x	★	x	x	★
Matematik	★	★	★	★	★	★
Mühendislik	★	x	★	★	★	★

Öğretmen adayı Yeşil ve grup arkadaşlarının STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri incelendiğinde teknoloji disiplinin tespit etmede başarılı olmadıkları görülmektedir. Değerlendirmelerine göre mühendislik disiplinini tespit etmede gelişim gösterdikleri söylenebilir.

Öğretmen adayı Mor' un STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri Tablo 4.6'daki gibidir.

Tablo 4. 6. Öğretmen adayı Mor'un STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri

<i>Öğretmen Adayı Mor</i>	Sağlıklı Yaşam	Olay Yeri İnceleme	Isı Yalıtım	Legolar ile Hayvan Tasarımı	Mucizevi Kurtuluş	Arduino ile Kolay Geçiş
Fen	★	★	★	★	★	★
Teknoloji	★	x	★	x	★	★
Matematik	★	★	★	★	★	★
Mühendislik	★	x	★	★	★	★

Öğretmen adayı Mor ve grup arkadaşları fen ve matematik disiplinlerinin tespit edilmesinde başarılı oldukları görülmektedir. Teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin tespit edilmesinde ise gelişim gösterdikleri görülmektedir.

Öğretmen adayı Pembe'nin etkinliklere yönelik değerlendirmeleri Tablo 4.7'deki gibidir.

Tablo 4. 7. Öğretmen adayı Pembe'nin etkinliklere yönelik değerlendirmeleri

<i>Öğretmen Adayı Pembe</i>	Sağlıklı Yaşam	Olay Yeri İnceleme	Isı Yalıtım	Legolar ile Hayvan Tasarımı	Mucizevi Kurtuluş	Arduino ile Kolay Geçiş
Fen	★	★	★	★	★	★
Teknoloji	★	x	★	x	★	★
Matematik	★	★	★	★	★	★
Mühendislik	★	x	★	★	★	★

Öğretmen adayı Pembe ve grup arkadaşları fen ve matematik disiplinlerinin tespit edilmesinde başarılı oldukları görülmektedir. Teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin tespit edilmesinde ise gelişim gösterdikleri görülmektedir.

Öğretmen adayı Turuncu'nun STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri Tablo 4.8'deki gibidir.

Tablo 4. 8. Öğretmen adayı Turuncu'nun STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri

<i>Öğretmen Adayı Turuncu</i>	Sağlıklı Yaşam	Olay Yeri İnceleme	Isı Yalıtım	Legolar ile Hayvan Tasarımı	Mucizevi Kurtuluş	Arduino ile Kolay Geçiş
Fen	★	★	★	★	★	★
Teknoloji	★	x	★	★	★	★
Matematik	★	★	★	★	★	★
Mühendislik	★	★	★	★	★	★

Öğretmen adayı Turuncu ve grup arkadaşları genel olarak etkinlikler içerisindeki disiplinleri tespit etmede başarılıdır. İkinci olarak uygulana etkinlikte teknoloji disiplinini

yanlış tespit eden öğretmen adayları ilerleyen etkinliklerde doğru olarak tespit etmeyi başarmışlardır.

Öğretmen adayları Kırmızı ve Bordo'nun STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri Tablo 4.9'daki gibidir.

Tablo 4. 9. Öğretmen adayları Kırmızı ve Bordo'nun STEM etkinlikleri disiplin içeriğine yönelik değerlendirmeleri

<i>Öğretmen Adayları Bordo ve Kırmızı</i>	Sağlıklı Yaşam	Olay Yeri İnceleme	Isı Yalıtım	Legolar ile Hayvan Tasarımı	Mucizevi Kurtuluş	Arduino ile Kolay Geçiş
Fen	★	★	★	★	★	★
Teknoloji	★	x	★	x	★	★
Matematik	★	★	★	★	★	★
Mühendislik	★	x	★	★	★	★

Öğretmen adayları Kırmızı, Bordo ve grup arkadaşları fen ve matematik disiplinlerinin tespit edilmesinde başarılı oldukları görülmektedir. Teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin tespit edilmesinde ise gelişim gösterdikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının etkinliklerin disiplin içeriklerini belirlerken teknoloji disiplinini nasıl ele almaları gerektiği konusunda zorlandıkları söylenebilir. Etkinlikler sırasında kullanılan tüm teknoloji araçları teknoloji entegrasyonu çerçevesinde değerlendirdikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının uygulama öncesinde STEM eğitime yönelik temel bilgilendirmenin yapılmasından dolayı etkinlerin disiplin içeriklerini belirlemede zorlanmadıkları söylenebilir.

Etkinlikler incelendiğinde öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci içeren etkinlikleri değerlendirmede daha başarılı oldukları görülmektedir. Probleme dayalı STEM eğitimi kapsamında hazırlanan “Olay Yeri İnceleme” modülünde mühendislik disiplini olmamasına rağmen öğretmen adayları problem durumunun çözülmesinde kullanılan kroki çizimini mühendislik disiplini içerisinde değerlendirdikleri görülmektedir. Fakat diğer bir etkinlik olan “Sağlıklı Yaşam” modülünde yaptıkları değerlendirmede disiplinleri doğru tespit ettikleri görülmektedir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinin nasıl entegre edilmesi konusunda karşılaştıkları problem durumlarında disiplinleri nasıl değerlendirmeleri gerektiğini farkında olamamalarından kaynaklandığı yorumu yapılabilir. Ayrıca öğretmen adaylarının mühendislik tasarım etkinliklerinde başarılı değerlendirme yapabilmeleri daha çok

mühendislik tasarım örnekleri ile karşılaşmalarından kaynaklandığı için olduğu söylenebilir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının genel olarak son iki etkinlikte yaptıkları değerlendirmelerde daha başarılı oldukları da göze çarpmaktadır. Bu durum uygulama sürecinin farkındalıklarının gelişimine katkı sağladığı biçiminde yorumlanabilir.

Öğretmen adayları ile uygulama öncesinde ve sonrasında yapılan görüşmelerde öğretmen adayları kendilerini STEM eğitimi uygulama, etkinlik oluşturma ve etkinlikleri değerlendirme konusunda yeterli gördüklerini ifade etmişlerdir. Uygulama sırasında gerçekleştirilen bu değerlendirmeler göz önünde bulundurulduğunda öğretmen adaylarının kendi yeterlilikleri konusunda haklı oldukları söylenebilir.

4.1.4. STEM Kavram Haritası Formu ile Elde Edilen Bulgular

Fen bilimleri öğretmen adayları ile gerçekleştirilen uygulamaların bir diğer basamağını STEM eğitime yönelik hazırlanan STEM Kavram Haritası Formu oluşturmaktadır. Bu bağlamda öğretmen adaylarından uygulamaların öncesinde ve sonrasında STEM eğitimi denildiğinde akıllarına gelen kavramları yazmaları ve bu kavramlar arasındaki bağlantıları ve ilişkileri gösteren kavram haritaları oluşturmaları beklenmektedir.

Öğretmen adaylarına STEM odaklı uygulamalar öncesinde uygulanan kavram haritası formunda hangi kavramlara yer verdikleri incelenmiştir. Öğretmen adaylarının hazırladıkları kavram haritalarında fen, teknoloji, mühendislik, matematik, entegrasyon, 21. yüzyıl becerileri (eleştirel düşünme, problem çözme, analitik düşünme vs.) ve STEM eğitim çerçevesinde gerçekleştirilen etkinlikler (basit makineler, parfüm üretimi, ekosistem oluşturma gibi) ifadelerini kullandıkları görülmektedir. STEM odaklı uygulamalar sonrasında oluşturdıkları kavram haritası formunda ise; fen, teknoloji, mühendislik, matematik, entegrasyon, probleme dayalı öğrenme, 21. yüzyıl becerileri (yaratıcılık, takım çalışması, analitik düşünme vs.), kariyer bilinci, STEM eğitimi teknoloji entegrasyonu çerçevesinde kullanılan programlar (Plickers, Anatomy 4D, Arduino vs.) ve STEM eğitim çerçevesinde gerçekleştirilen etkinlikler (basit makineler, parfüm üretimi, ekosistem oluşturma gibi) ifadelerini kullandıkları görülmektedir.

Öğretmen adaylarının hazırladıkları kavram haritaları hiyerarşi, ilişki ve çapraz bağlantı bağlamında puanlanmıştır. Öğretmen adaylarının kavram haritalarına yönelik yönelik ön ve son test uygulamalarının puan ortalamalarına ait bulgular Tablo 4.10'daki gibidir.

Tablo 4. 10. Kavram haritalarında kullanılan ilişki, hiyerarşi ve çapraz bağlantı puanlarına yönelik ön ve son test ortalamalarına ilişkin bulgular

Kavram Haritası Değerlendirme Boyutları	Ön Test		Son Test	
	N*	X _{ort}	N	X _{ort}
İlişki	30	6, 20	30	9, 76
Hiyerarşi	30	5, 87	30	8, 16
Çapraz bağlantı	30	1, 43	30	2, 73
Toplam	30	13,50	30	20,7

* Ön testi olup son testi olmayan ya da son testi olup ön testi olmayan 5 öğretmen adayının kavram haritaları değerlendirmeye alınmamıştır.

Öğretmen adaylarının ön uygulama verilerinde kavramlar arası ortalama 6,20 ilişki, 5, 87 hiyerarşi ve 1, 43 çapraz bağlantısı ile kavram haritalarını oluşturdukları görülmektedir. Uygulama sonrası verilerde ise hazırlanan kavram haritalarında kavramlar arasında ortalama 9, 76 ilişki, 8, 16 hiyerarşi ve 2, 73 çapraz bağlantısı bulunmaktadır. Öğretmen adayları kavram haritalarındaki ilişki, hiyerarşi ve çapraz bağlantı sayıları doğrultusunda toplam puan almışlardır. Öğretmen adaylarının kavram haritalarındaki ön test ve son test ölçümleri ayrıca ilişkili örneklem için t-testi ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.11’de yer almaktadır.

Tablo 4. 11. Kavram haritası formu ön ve son test ölçümlerine yönelik ilişkili örneklem t-testi ile elde edilen bulgular

Ölçüm	N	X	S	sd	t	p
Ön test	30	13,50	5,21	29	-4,51	,00
Son test	30	20,73	7,78			

* Ön testi olup son testi olmayan ya da son testi olup ön testi olmayan 5 öğretmen adayının kavram haritaları değerlendirmeye alınmamıştır.

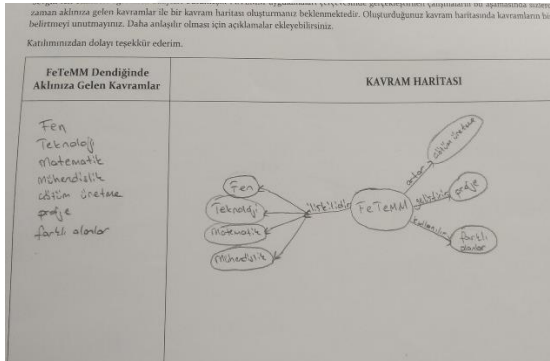
**p<.01 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Tablo 4.11 incelendiğinde öğretmen adaylarının kavram haritalarındaki son ölçümlerinin ortalamasının (X_{ort}= 20, 73), ön ölçüm ortalamalarından (X_{ort}= 13, 50) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ön ve son test ölçümleri arasında son testler lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir (t= -4,51, p<.01). Test sonucu

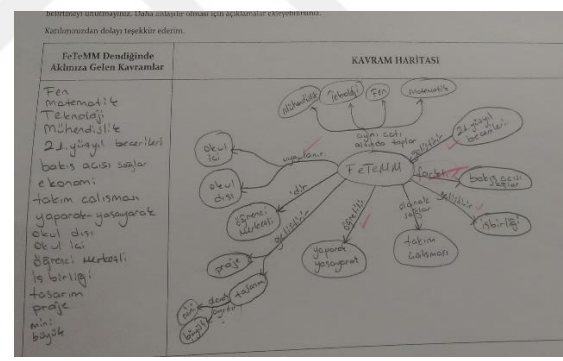
hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0,82$) bu farkın büyük olduğunu göstermektedir. Bu durum, çalışma grubunda uygulanan STEM odaklı uygulamaların öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıklarında etkisi olduğu göstermektedir.

Öğretmen adaylarının STEM odaklı uygulamalar öncesinde ve sonrasında hazırladıkları kavram haritalarında STEM eğitiminin bireylere kazandırdığı bilgi ve becerilere, STEM etkinliklerinde yer alan içeriklere, kullanılan teknoloji programlarına ve farklı disiplin alanlarına yer verdikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının uygulama öncesinde hazırlanan kavram haritalarında bu kavramlara yer vermelerinin nedeni birinci dönem STEM eğitimi hakkında bilgilendirme yapılmış olmasıdır. STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde gerçekleştirilen uygulamalar sonrasında öğretmen adayları tarafından hazırlanan kavram haritalarında, STEM eğitime yönelik kavram içeriklerinin artış gösterdiği söylenebilir. Ayrıca uygulama sonrasında STEM eğitime yönelik kavramları ilişkilendirmede uygulama öncesinde hazırladıkları kavram haritalarına göre daha başarılı oldukları görülmektedir.

Öğretmen adaylarına uygulanan kavram haritası formlarından ön ve son testlerden birkaçına karşılaştırmalı olarak aşağıda şekil 4.1' de yer verilmiştir.



(Ö 9'a Ait Kavram Haritası- Ön Test)



(Ö9'a Ait Kavram Haritası- Son Test)

görülmektedir. Kavram haritaları oluşturulurken STEM eğitiminin kazandırdığı bilgi ve becerilerin, STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde uygulanan etkinlik içeriklerinin, kullanılan teknoloji programlarının, farklı disiplin alanlarının yer vermişlerdir. Bu bağlamda öğretmen adaylarının ön testte oluşturdukları kavram haritaları STEM eğitimi hakkında ön bilgiye sahip olduklarını göstermektedir. Uygulama sonrasında son testte oluşturdukları kavram haritaları ise STEM eğitimi ile ilgili uygulama sürecine dâhil olmalarının, daha fazla kavram ve bağlantı kurma ve ilişkileri betimlemelerine katkı sağladığını düşündürmektedir.

4.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Eğitiminin Uygulanabilirliğine Yönelik Görüşlerine Dair Bulgular

Öğretmen adaylarının STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşlerinin ne olduğu sorusuna cevap aramak amacıyla uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında STEM Eğitimi Yönelim Ölçeği uygulanmıştır. Ayrıca öğretmen adayları ile gerçekleştirilen görüşmeler ile STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik görüşlerine yönelime dair bulgular elde edilmiştir.

Öğretmen adaylarına uygulanan entegre STEM eğitime yönelme durumuna ilişkin ön test – son test bulguları Tablo 4.12’de sunulmuştur.

Tablo 4. 12. Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Yönelim Ön test- Son test Ölçümlerinin İlişkili Örneklem t-Testi ile Karşılaştırılmasına Yönelik Sonuçlar

Ölçüm	N	X	S	sd	df	t	p
Ön test	31	179,2	23	21,142	30	-2,64	,013
Son test	31	189,2	27				

**p<.05 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Tablo 4.12 incelendiğinde öğretmen adaylarının uygulama sonrası STEM eğitimi yönelim formu son görüşme ölçümleri ortalamaları ($X_{ort}=189.2$), uygulama öncesi STEM eğitimi yönelim formu ön görüşme ölçümleri ortalamalarından ($X_{ort}=179.2$) daha yüksek olduğu ve son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($t_{30}= -2.64$, $p<.05$). Test sonucunda hesaplanan etki büyüklüğü ($d=0.47$) bu farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir.

Öğretmen adaylarının **STEM eğitiminin uygulanabilirliğine yönelik** görüşlerine de başvurulmuştur. Öğretmen adaylarına uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan STEM eğitimi görüş formundan elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

Öğretmen adaylarının “Fen kazanımları STEM uygulamak için uygun mudur?” sorusu çerçevesinde verdikleri cevaplara yönelik bulgular Tablo 4.13’teki gibidir.

Tablo 4. 13. Öğretmen adaylarının fen kazanımlarının STEM eğitimine uygunluğuna dair görüşlerine ilişkin bulgular

	Ön Görüşme	Son Görüşme
Gerçekleştirilebilir	29	30
Gerçekleştirilemez	3	2

Tablo 4.13’te görüldüğü gibi öğretmen adayları hem ön (f=29) hem de son görüşmelerde (f=30) STEM eğitimini gerçekleştirilebilir bulduklarını belirtmişlerdir. Kendileri ile ilgili gerçekleştiririm ya da gerçekleştirmem gibi net ifadeler kullanmamışlardır. Nitel çalışma grubundaki öğretmen adayları ile yapılan ön ve son görüşmelerde gelecekte meslek hayatlarında sınıflarında STEM eğitimini uygulamalarına yer vermeye yönelik görüşleri sorgulanmıştır. Uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerde çalışma grubunda yer alan 9 öğretmen adayından Sarı, Mor, Pembe ve Bordo STEM eğitimini derslerine entegre etme konusunda uygulamak istediklerini belirtmiştir. Diğer beş öğretmen adayı ise STEM’i sınıflarında uygulamanın zor olduğunu belirtmişlerdir. Uygulama sonrasında ise 9 öğretmen adayı da STEM eğitimini kendi sınıflarında uygulamayı düşündüklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları uygulama sürecinde bakış açılarının değiştiğini ve STEM eğitime yönelik daha fazla bilgiye sahip oldukları için kendi sınıflarında uygulamayı düşündüklerini belirtmişlerdir.

“Şu anda günlük yaşamda karşılaştığımız olayları derslere entegre ederek işlenmesi ile mühendislik tasarım uygulanabilir. Kazanımlar uygunsa uygulayabileceğimizi düşünüyorum.” (Ö25, Uygulama Öncesi).

“Kazanımlar uygun değil. Şu an fen derslerinde STEM eğitiminin uygulanması uygun değil diye düşünüyorum” (Ö11, Uygulama Öncesi).

“Okulun imkânları ne düzeyde olursa olsun FETEM’i bir şekilde uygulayabileceğimizi düşünüyorum. Teknolojik araçlar olmadan da pratik

uygulamalarla bu gerçekleştirilebilir. Mesela bir köy okulunda çevreyi kullanarak FETEM uygulaması yapılabilir” (Ö20, Uygulama Sonrası).

“İlk başta zor olduğunu uygulanabilirliğinin zor olduğunu düşünüyorum. Ama yaptığımız etkinlikler ile derslerde de uygulanabilirliğini düşünüyorum” (Ö21, Uygulama Sonrası).

Öğretmen adaylarının “STEM eğitiminin okullarda gerçekleştirilmesi için yapılması gerekenler nelerdir?” sorusu çerçevesinde verdikleri cevaplara yönelik bulgular Tablo 4.14’teki gibidir.

Tablo 4. 14. Öğretmen adaylarının STEM eğitimi gerçekleştirilmesi için yapılması gerekenlere yönelik ön ve son görüşmelerdeki görüşlerine ilişkin bulgular

	Ön Görüşme	Son Görüşme
Öğretmen eğitimi	17	27
Öğretim programları düzenlenmesi	4	3
Okul şartlarının iyileştirilmesi	4	3
STEM ders planı havuzu oluşturma	5	6

Öğretmen adayları hem ön görüşmelerde (f=17) hem de son görüşmelerde (f=27) STEM eğitiminin okullarda uygulanabilmesi için öğretmen eğitimleri düzenlenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu ifadelerin son testlerde daha çok kendilerinin *aktif olarak katıldıkları* uygulama süreci sonrası kendi sınıflarında uygulamayı düşünmek hususunda kendilerine daha güvenli oldukları bağlamında ele alındığı tespit edilmiştir. Nitekim öğretmen adaylarının öğretmen eğitimine önem verilmesi gerektiğine ilişkin görüşlerin frekans değerinin uygulama sonrasında artış göstermesinin sebebinin katıldıkları yoğun programın etkilerini kendilerinde görmeleri olarak yorumlanabilir. Ayrıca hem ön hem de son görüşmelerde öğretim programları düzenlenmesi, okul şartlarının iyileştirilmesi ve STEM ders planı havuzlarının oluşturulması öğretmen adaylarının diğer öneriler arasında yer almıştır.

“Tabi ki gerçekleştirilebilir. Önce öğretmen STEM’i çok iyi bilmeli ki öğrencilerine rehberlik etsin. STEM’ e daha önem verilmeli, öğrencilerin sevecekleri bir şekilde öğretilmeli ve uygulanmalı....” (Ö9, uygulama öncesi)

“Bir anda olmasa da kesinlikle gerçekleştirilmelidir. Tabi bunun için biraz zaman ve bu sistemi anlayan, iyi bilen öğretmenler gereklidir” (Ö23, uygulama öncesi)

“Gerçekleştirilebilir. STEM hakkında uzman kişilerin okullara giderek diğer öğretmenlere yol gösterici ve rehber olmalıdır.” (Ö14, uygulama sonrası)

Öğretmen adaylarının “STEM eğitiminin gerçekleştirilmesinde karşılaşılabilecek zorluklar nelerdir?” sorusu çerçevesinde verdikleri cevaplara yönelik bulgular Tablo 4.15’teki gibidir.

Tablo 4. 15. Öğretmen adaylarının STEM eğitimi gerçekleştirirken karşılaşılabilecek zorluklara yönelik görüşlerine ilişkin bulgular

	Uygulama Öncesi	Uygulama Sonrası
Maliyet	14	7
Öğrenci hazırbulunuşluğu	12	7
Öğretim programlarının disiplinler yapısı	8	5
Ders Saatleri	7	9

Tablo 4.15’te görüldüğü üzere öğretmen adayları uygulama öncesi en çok maliyet (f=14) ve öğrencilerin hazırbulunuşluğunu (f=12) STEM eğitimi gerçekleştirirken önündeki engeller olarak değerlendirmişlerdir. Uygulama sonrası ise öğretmen adaylarının maliyet (f=7) ve hazırbulunuşluğu (f=7) daha az sıklıkta engel olarak gördükleri tespit edilmiştir. Bu durumun sebebi olarak süreç boyunca gerçekleştirilen etkinliklerin basit ve ucuz malzemeler ile de yapılabileceğini deneyimlemiş olmaları söylenebilir. Ayrıca benzer şekilde öğretmen adaylarının kendi hazırbulunuşluklarının engel olarak görmeyecekleri deneyimler yaşamasının da bu sıklıkta azalmaya sebep olabileceği düşünülebilir. Öğretmen adaylarının engel olarak gördükleri ders saatlerinin uygulama öncesinde de (f=7), sonrasında da (f=9) engel olarak yer aldığı ancak son uygulamada daha sıklıkla ifade edildiği görülmektedir. Bu durumun sebebi olarak öğretmen adaylarının yeterliklerine yönelik bulgulara sunulan alan notları ile birlikte (Bakınız 4.3.2 Öğretmen Adaylarının Uygulamalarına Yönelik Alan Notları) yorumlanabilir. Nitekim bu bulgulara nitel çalışma grubundaki öğretmen adaylarından STEM eğitimi planlaması yapan ve ÖÖY-II dersinde uygulama gerçekleştiren ve

uygulama süresinde planını uygulayamayan öğretmen adayları olmuştur. Ayrıca öğretmen adayları FÖLU-II dersinde ard arda 4 ders saati boyunca deneyim kazanmışlar ve bu durumun ortaokullarda öğretim programının yoğunluğu nedeniyle engel olabileceğini düşünmüşlerdir.

Öğretmen adaylarının hem uygulama öncesi (f=8) hem de uygulama sonrası (f=5) engel olarak gördüğü diğer bir husus öğretim programlarının disiplinler yapısı olmuştur. Uygulama sonrası öğretim programlarının disiplinler yapısının engel olarak görülme sıklığı azalmıştır. Bu durumun öğretmen adaylarının yeterli (Bakınız 4.3 Öğretmen Adaylarının STEM Eğitime Yönelik Etkinlik Planlama ve Uygulamaya İlişkin Yeterliklerine Yönelik Bulgular) ve yeterli algılarının (Bakınız 4.4 Öğretmen Adaylarının STEM Eğitime Yönelik Etkinlik Planlama ve Uygulamaya İlişkin Yeterlik Algılarına Yönelik Bulgular) gelişimine yönelik bulgular ile yorumlanabilir. Adayların kendi yeterliklerinin gelişimi ile fen derslerine diğer disiplinlerini entegre etmenin engel olmayacağına yönelik algıya sahip oldukları söylenebilir.

“Maliyette sıkıntılar olabilir. Okullarda bu eğitimi almamış öğretmenler olabilir” (Ö14, Uygulama Öncesi).

“Maddi imkanlar , alanların entegrasyonu olduğu için uygulaması zor olabilir” (Ö25, Uygulama Öncesi)

“Ders saati yetmeyebilir, kazanımlar STEM karşılamayabilir” (Ö26, Uygulama Sonrası).

“Öğrencilerin seviyesini aşması, öğretmenlerin donanımlı olmaması, sınıf ortamının ve imkanın olamaması” (Ö19, Uygulama Sonrası).

.

4.3. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Eğitime Yönelik Etkinlik Planlama ve Uygulamaya İlişkin Yeterliklerine Yönelik Bulgular

Öğretmen adayları, STEM eğitime yönelik ders planlarını bireysel ve takım çalışması olarak hazırlamışlardır. Bu süreçte bireysel olarak öğretmen adaylarının; uygulama öncesinde ve sonrasında grup arkadaşları ile uygulama sürecinde bireysel olarak STEM eğitime yönelik ders planı hazırlamışlardır. Öğretmen adaylarının bireysel ve grup olarak hazırladıkları ders planlarına ait bulgular aşağıda sırası ile sunulmuştur.

4.3.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Hazırladıkları Ders Planları ile Elde Edilen Bulgular

Öğretmen adayları tarafından hazırlanan ders planlarına yönelik bulgular nitel çalışma grubundaki her bir öğretmen adayı doğrultusunda ele alınmıştır.

4.3.1.1. Öğretmen Adayı Mor'un Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular

Öğretmen adayı Mor'un fen kazanımları kapsamında süreç boyunca bireysel ve takım çalışması olarak hazırladığı ders planları içeriği ve ders planlarının analizi ile elde edilen bulgular sunulmuştur.

Öğretmen adayı Mor'un uygulama öncesi, süreci ve sonrasında bireysel ve grup arkadaşları ile hazırladığı ders planlarına ait değerlendirmeler Tablo 4.16'daki gibidir.

Tablo 4. 16. Öğretmen adayı Mor'un uygulama öncesi, süreci ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular

Kategori	Uygulama Öncesi	Uygulama Süreci		Uygulama Sonrası
	Grup Olarak Hazırlanan Ders Planı	6. Haftasında Bireysel Hazırlanan Ders Planı	12. Haftasında Bireysel Olarak Hazırlanan Ders Planı	Grup Olarak Hazırlanan Ders Planı
İçerik	Yalnızca fen	Fen ile Mühendislik disiplini bütünleşik	Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik disiplinleri bütünleşik	Fen, Matematik, Teknoloji ve Mühendislik disiplinleri bütünleşik
Yaklaşım	Öğretmen sunumu Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	Mühendislik tasarım ve bilimsel araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	Mühendislik tasarım ve teknoloji destekli araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	Mühendislik tasarım ve bilimsel araştırma-sorgulama
Ölçme-Değerlendirme	Yalnızca fenle ilişkili öğretimle iç-içe	STEM alanlarına yönelik bütünleşik	STEM alanlarına yönelik bütünleşik	STEM alanlarına yönelik bütünleşik
Uygulanabilirlik	Etkinlik düzenlenmeli.	Etkinlik uygulanabilir.	Etkinlik uygulanabilir.	Etkinlik uygulanabilir.

Mor, *uygulama öncesinde* grup arkadaşları ile birlikte hazırladığı ders planında, ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan kazanımlara yönelik yalnızca fen içeriğine sahip etkinlikler ile öğretmenin hangi kavramları nasıl kullanacağını belirttiği bir ders planı tasarlamıştır. Ders planında ölçme- değerlendirmeye yönelik sadece fen kazanımlarını içeren çoktan seçmeli sorular yer almaktadır.

Öğretmen adayı Mor'un grup arkadaşları ile birlikte hazırladığı ders planında, ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan 5.4.1.1 numaralı “bir kaynaktan çıkan ışığın her yönde ve doğrusal bir yol izlediğini bilir ve çizimle gösterir” ve 5.4.1.2 numaralı “maddeleri, ışığı geçirme durumlarına göre sınıflandırır ve örnekler verir” kazanımlarına yönelik ders planı hazırlamıştır. Mor ve arkadaşları uygulama öncesinde 5E modeli çerçevesinde bir ders planında hazırlamışlardır. Öğretmenin ışık konusuna yönelik beyin fırtınası etkinliği ile başlayan öğretim süreci, öğrencilerin ışığın aynı ortamdaki yayılma şeklini keşfetmeleri için “Işığın Yayılması” etkinliği ile devam etmektedir. Etkinlik ve beyin fırtınası sonucu ortaya çıkan kavramlar günlük yaşam ile ilişkilendirilerek diğer konuya geçiş yapılır. Ardından maddelerin ışık geçirgenliğini belirlemek amacıyla “Maddelerin Işık Geçirgenliği” etkinliğine geçilir. Etkinlik sonrasında öğrenilenler günlük yaşam ile ilişkilendirilir ve periskop yapımı için öğrenciler gruplara ayrılır. Periskop yapımı için gerekli malzemeler ve yapılışının gösterildiği etkinlik kâğıdı öğrencilere verilir. Tüm etkinliklerin ardından öğrencilerin konuya yönelik bilgilerini değerlendirmek amacıyla çoktan seçmeli ve boşluk doldurmanın yer aldığı ölçme değerlendirme etkinlikleri ile ders sonlandırılır.

Öğretmen adayı Mor'un grup arkadaşları ile hazırladığı ders planının ardından *uygulama sürecinin altıncı haftasında* bireysel olarak hazırladığı ders planında, çevre sorunlarını ele almış ve mühendislik tasarım süreci kapsamında bir ders planı hazırlamıştır. Gerçek yaşamla ilişkili bir mühendislik problemi bağlamında mühendislik tasarım süreci ekseninde bir öğretim süreci yapılandıran öğretmen adayı, öğretim süresince öğrencilerin bireysel çalışmalar ve takım çalışmaları içerisindeki rollerini belirtmiştir. Ders planında öğrencilerden, günlük yaşamda karşılaşılan çevre sorunlarına yönelik uygun maliyetli, en az malzemeyi kullanarak uzun ömürlü tasarımlar yapmaları beklenmektedir. Öğrencilerin öğretim sürecinde aktif olarak yer alacağı ders planının değerlendirmesinde STEM alanlarına yönelik bütünsel olacak şekilde çeşitli ölçme- değerlendirme etkinliklerine vurgu yapılmıştır.

Öğretmen adayı Mor, bireysel olarak hazırladığı ders planında fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan 5.5.2.1. numaralı “insan faaliyetleri sonucunda oluşan

çevre sorunlarını araştırır ve bu sorunların çözümüne ilişkin önerilerde bulunur” ve 5.5.2.2. numaralı “yakın çevresindeki bir çevre sorununun çözümüne ilişkin proje tasarlar ve sunar” kazanımlarına yönelik mühendislik tasarımı kapsamında bir ders planı hazırlamıştır. Öğrencilerin çevrelerindeki kirliliğe dikkat çekerek ders başlar. Öğretmen adayı hazırladığı etkinlik planını öğrencilere dağıtır ve çevre kirlilikleri ile ilgili sorular ile öğrencilerin çevre sorunlarına yönelik araştırmalar yapmalarını ve çevre sorunlarının farkına varmalarını sağlar. Ardından sınıfı gruplara ayrılarak farklı çevre sorunlarına ait hikayeleri gruplara dağıtılır ve uygun maliyetli, belirlenen çevre sorununa yönelik uygun malzemelerin kullanıldığı, ömrünün ve dayanıklılığının uzun olmasına dikkat edilen bir tasarım gerçekleştirmelerini ister. Öğretmen adayı ders planında gerçekleştirilecek olan tasarımın gerçekleştirilmesi için öğrencilere yeterli sürenin verileceğini ve değerlendirme etkinliklerinin tasarımın kriterleri ve sınırlılıkları kapsamında hazırlanan puanlama ölçeğine göre yapılacağını belirtmiştir.

Öğretmen adayı Mor’un *uygulama sürecinin on ikinci haftasında* bireysel olarak hazırladığı ders planında ise, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini öğretim sürecine dâhil ettiği görülmektedir. Günlük yaşamda karşılaşılan bir problem durumunu ders giriş etkinliği planlamıştır. Öğrencilerin problem durumuna çözüm bulmaları için planlanan mini etkinliklerin ilkinde, mevsimlerin oluşumuna yönelik Adobe Creative Cloud animasyon programından yararlanarak Dünya’nın hareketine ilişkin bir animasyon oluşturmalarını istenmektedir. Ardından dinamo kullanarak Dünya’nın hareketinin gösterildiği bir tasarım gerçekleştirmeleri beklenmektedir. Öğrencilerin gerçekleştirecekleri çalışmaları takımlar halinde yürütecekleri açıkça ifade edilmiştir. Etkinlik ölçme değerlendirme faaliyetleri STEM disiplinleri ile bütünleşik olarak ele alınmıştır.

Öğretmen adayı Mor uygulama sürecinin 12. haftasında bireysel olarak hazırladığı ders planında, fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan 8.8.3.1. numaralı “mevsimlerin oluşum sebebini, Dünya’nın dönme eksenine eğikliği ve Güneş etrafındaki dolanmasıyla ilişkilendirir” kazanımına yönelik hazırlamıştır. Mor plandığı öğretim sürecinde öğrencilerin mevsimlerin oluşumunda etkili olan faktörleri keşfetmelerini beklemektedir. Mor, derse farklı disiplinleri entegre etmeye uygun bir problem durumu ile başlamamıştır. Kuzey Amerika’da yaşayan ve burada mevsim yaz iken Avustralya’ya gidecek olan bir çocuğa yönelik dikkat çekici bir problem cümlesi ile başlamıştır. Ancak yönelttiği problem öğrencilerin bağlamından uzak olarak değerlendirilebilir. Ardından, Dünya’nın Güneş etrafındaki hareketine ilişkin konuya

giriş yapar ve öğrencilerden Adobe Creative Cloud animasyon programını kullanarak Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketini göstermelerini ister. Hazırlanan animasyon programının ardından dinamo kullanarak oluşturdukları devre ile Dünya'nın dönüşünü gösteren bir tasarım gerçekleştirmelerini ister. Öğrencilerin oluşturdukları tasarımda Dünya'nın hem kendi etrafında hem de Güneş etrafında hareket etmesine ve kullanılacak malzemelerin az maliyetli olmasına dikkat etmelerini istemektedir. Etkinliklerin sonunda ölçme değerlendirme etkinlikleri ise oluşturulan tasarımdan beklenen özelliklere yönelik değerlendirmelerden oluşmaktadır.

Öğretmen adayı Mor, son ders planını ise **uygulama sonunda** takım arkadaşları ile birlikte hazırlamıştır. Hazırlanan bu ders planında grup olarak hazırladıkları ilk planda yer alan kazanımlara yer vermişlerdir. Öğretmen adaylarının kazanımlar doğrultusunda hazırladıkları ders planını, ilk plana göre STEM eğitime daha uygun olarak düzenledikleri görülmektedir. Bu doğrultuda fen-mühendislik disiplinlerini ilişkilendirerek öğretimin mühendislik tasarım bilimsel araştırma-sorgulama ile yürütmeyi planlamışlardır. Ölçme değerlendirme etkinliğini de öğretim süreci ile bütünleşik ele aldıkları görülen öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planı uygulanabilir düzeydedir.

Öğretmen adayı Mor, takım arkadaşları ile hazırladığı son ders planında grup olarak hazırladıkları ilk planda yer alan kazanımlara yer vermişlerdir. Hazırlanan öğretim sürecinin başında öğrencilere ışığın geçirgenliğine yönelik bilgi sahibi olmaları için “Maddelerin Işık Geçirgenliği” etkinliği yaptırmaktadır. Ardından konu ile ilişkili olarak “Gizli Görev: Hat” etkinliğine geçilmektedir. Bu etkinlikte öğrencilerin denizaltındayken karayı görmelerini sağlayacak, denizaltındaki basıncı ölçecek ve karadaki yer altı sığınaklarını görmelerine olanak sağlayacak ışık kaynağına sahip olan bir tasarım yapmaları istenmektedir. Ders sonunda ölçme değerlendirme faaliyetleri ise oluşturulan tasarımın puanlanması ile gerçekleşmektedir.

4.3.1.2. Öğretmen Adayı Pembe'nin Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular

Öğretmen adayı Pembe'nin fen kazanımları kapsamında süreç boyunca bireysel ve takım çalışması olarak hazırladığı ders planları içeriği ve ders planlarının analizi ile elde edilen bulgular sunulmuştur. Pembe'nin fen kazanımları kapsamında süreç boyunca bireysel ve takım çalışması olarak hazırladığı ders planlarının analizi ile elde edilen bulgular Tablo 4.17'de sunulmuştur.

Tablo 4. 17. Öğretmen adayı Pembe'nin uygulama öncesi, süreci ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular

	Uygulama Öncesi	Uygulama Süreci		Uygulama Sonrası
Kategori	Grup Olarak Hazırlanan Ders Planı	6. Haftasında Bireysel Hazırlanan Ders Planı	8. Haftasında Bireysel Olarak Hazırlanan Ders Planı	Grup Olarak Hazırlanan Ders Planı
İçerik	Yalnızca fen	Fen, Matematik, Teknoloji ve Mühendislik disiplinleri bütünlüğü	Fen ile Matematik disiplinleri bütünlüğü	Fen, Matematik, Teknoloji ve Mühendislik disiplinleri bütünlüğü
Yaklaşım	Bilimsel araştırma-sorgulama Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	Mühendislik tasarım ve bilimsel araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	Araştırma-sorgulamaya dayalı Teknoloji destekli araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	Mühendislik tasarım ve bilimsel araştırma-sorgulama
Ölçme-Değerlendirme	Fen ile ilişkili öğretimler iç içe ve rubrik	STEM alanlarına yönelik bütünlüğü	STEM alanlarına yönelik bütünlüğü	STEM alanlarına yönelik bütünlüğü
Uygulanabilirlik	Etkinlik düzenlenmeli.	Etkinlik uygulanabilir.	Etkinlik uygulanabilir	Etkinlik uygulanabilir.

Öğretmen adayı Pembe'nin ders planlarına yönelik değerlendirme tablosuna bakıldığında hazırladığı üç ders planının da STEM öğretimine uygun içeriğe sahip olduğu görülmektedir. Pembe, araştırmanın uygulama sürecinin gerçekleştiği laboratuvar dersinde *uygulama öncesinde* grup arkadaşları ile birlikte hazırladığı ders planında, öğretim sürecinin mühendislik tasarım çerçevesinde yürütülmesi planlanmıştır. Fakat problem durumuna ilişkin başarı kriterleri ve sınırlılıklar belirtilmediği için mühendislik tasarımına uygun bir ders planının olduğu söylenemez. Öğrencilerin etkinlikleri bireysel ve takım çalışması olarak yürütülmesi planlanan dersin ölçme değerlendirme faaliyetleri ise fen bilgilerinin ölçülmesi yönünde boşluk doldurma ve öğrencilerin oluşturmaları planlanan tasarımların değerlendirilmesine yönelik hazırlanan rubrik ile gerçekleştirildiği

görülmektedir. Ancak planlanan süreç içerisinde mühendislik tasarım aşamalarına açık bir şekilde yer verilmediği görülmektedir. Tasarımdan beklenen başarı kriterleri ve kısıtlamaların açık bir şekilde ifade edilmemesi ve buna bağlı olarak hazırlanan rubrikte yer alan maddelerin de ölçme değerlendirme için yetersiz olduğu görülmektedir. Dolayısıyla mühendislik tasarım döngüsü basamakları göz önüne alınarak öğretim süreci tekrar düzenlenmelidir.

Öğretmen adayı Pembe, grup arkadaşları ile hazırladığı ders planını, ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan 6. 6. 1. 3. numaralı “binalarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin seçilme ölçütlerini belirler” ve 6. 6. 1. 4. numaralı “alternatif ısı yalıtım malzemeleri geliştirir” kazanımlarına yönelik ders planı hazırlamıştır. Öğretmen adayları öğretim süreci başında öğrencilere günlük yaşam ile ilişkili bir problem durumu sunmaktadır. Problem durumunda ders çalışmak için buluşan arkadaşların evlerinin ısınmasının farklı olmasına dikkat çekilerek öğrencilerin bu durumun sebebini düşünmeleri istenir. Ardından termosların nasıl özelliklere sahip olduğunu sorarak öğrencilerin konuya ilişkin hazırbulunuşluklarını ölçmeyi hedeflemektedir. Öğrencilerin alternatif ısı yalıtım malzemelerin kullanarak maket tasarımları için beyin fırtınası yapılarak fikirler üretmeleri istenir. Sınıf gruplara ayrılır ve tasarımı gerçekleştirmeleri beklenir. Dersin sonunda ölçme değerlendirme etkinliği olarak boşluk doldurma ve makete yönelik dereceli puanlama anahtarı kullanılmaktadır.

Öğretmen adayının *uygulama sürecinde* bireysel olarak hazırladığı iki ders planı da STEM öğretimi çerçevesinde uygulanabilir olarak değerlendirilmiştir. Öğretmen adayı Pembe, *uygulama sürecinin altıncı haftasında* çevre sorunları bağlamında bir öğretim planı tasarladığı görülmektedir. Gerçek yaşamla ilişkili bir problem bağlamında mühendislik tasarım süreci gerçekleştirmeyi planlamıştır. Planlanan bu süreçte öğrencilerin problem durumundaki başarı kriterleri ve sınırlılıkları göz önünde bulundurarak akvaryum motor filtreleri tasarımı yapmaları beklenmektedir. Bu tasarımı için atıkların denize taşınmasını sağlayan boruların oranlanarak tasarıma entegre edilmesini isteyerek matematik disipline yer verdiği görülmektedir. Bireysel çalışmalar ve takım çalışmaları içerisindeki rolleri belirtilmiş, ayrıca öğretim süreci ile iç içe, öğrencilerin de içinde aktif olarak yer alacağı çeşitli ölçme-değerlendirme etkinliklerine vurgu yapılmıştır.

Pembe bireysel olarak hazırladığı ders planını fen bilimleri öğretim programında yer alan 5.5.2.2 numaralı “yakın çevresindeki bir çevre sorununun çözümüne ilişkin proje tasarlar ve sunar” kazanımına yönelik hazırlamıştır. Öğretmen adayı, öğrencilere çevre

sorunlarına ilişkin bir haber izleterek ders giriş yapar ve sınıfta tartışma ortamı oluşturur. Ardından öğrencileri gruplara ayırır ve çevre sorunlarına yönelik mini araştırma görevleri verir. Çevre sorunlarının araştırılmasının ardından öğrencilere akvaryum motor filtresi yapma görevini sunar. Öğrencilerin tasarımı gerçekleştirirken kullanılabilecek malzemelerin listesini ve fiyatlarını verir ve belirlenen bütçeye göre tasarımlarını gerçekleştirmelerini ister. Öğretmen adayı tasarım problemini öğrencilere sunduktan sonra denizlere atık bırakan boruların gerçek boyutlarının araştırılmasını ister. Gerçek boyutları öğrenilen atık gidiş yollarını hazırlayacakları tasarım üzerinde $\frac{1}{2}$ oranında küçültürük çözüm önerileri geliştirmelerini beklenmektedir. Öğrencilerin çözüm önerileri ve tasarımlarını sınıf ortamında tartışmaları ve sunmalarına yönelik hazırlanan öğretim süreci tasarıma yönelik değerlendirmeler ile son bulur.

Öğretmen adayı araştırmanın **uygulama sürecinin sekizinci haftasında** hazırladığı ders planında ise, fen- matematik disiplinlerini ilişkilendirerek bir STEM öğretimi planlamıştır. Problem durumunda tasarımı yapılan serada GDO içeriği olmayan sebze ve meyveler yetiştirmek için belirlenen bütçeye uygun, meyve ve sebzelerin yetiştirilme koşullarına dikkat edilerek serada yetiştirilecek besinlere karar vermeleri istenmektedir. Araştırma-sorgulama temelli etkinliklerde öğrencilere dijital teknolojileri kullanma fırsatları sunan öğretmen adayı, ölçme değerlendirme faaliyetlerini süreç içerisinde bütünlük olacak şekilde planlamıştır.

Pembe, bireysel olarak hazırladığı ders planında fen bilimleri öğretim programında yer alan 7.5.5.2 numaralı “biyo- çeşitliliği tehdit eden faktörleri, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır ve çözüm önerileri üretir” kazanımına yönelik hazırlamıştır. Öğretmen adayı bu ders planında öğrencilere günlük yaşamdan bir problem durumu sunmaktadır. Problem durumunda GDO’lu besin ile karşılaşan bir çocuğun organik sebze ve meyvelere ulaşmak için bir sera düzenlemesi yapması beklenmektedir. Bu bağlamda farklı sebze ve meyvelerin yetiştirilme koşullarının araştırıldığı, fiyat ve sıcaklık koşullarına göre yetiştirilecek sebze ve meyvelere karar verilmesinin istendiği bir öğretim süreci planlanmıştır. Pembe’ nin gruplar halinde yürütmeyi planladığı öğretim sürecinin, verilen kararlara yönelik değerlendirmeler ve altı şapka tekniği ile değerlendirileceği belirtilmiştir.

Öğretmen adayının **uygulama süreci sonunda** grup arkadaşları ile hazırladığı ders planında ise ilk hazırladıkları ders planı üzerinde düzenlemeler yaptıkları görülmektedir. Bu doğrultuda ilk ders planında olduğu gibi mühendislik tasarım döngüsü kapsamında bir süreç planlamışlardır. Ders planı içerisinde mühendislik tasarım döngüsüne uygun olarak

gerçekleştirilecek adımları açıkça ifade etmişlerdir. Öğrencilerden istenilen tasarımda kullanılacak ısı yalıtım malzemelerinin uygunluğuna yönelik etkinliklerde teknolojik uygulamaları öğretim sürecine dahil edilerek bütünsel bir öğretim süreci planlamışlardır. Öğrencilerin rolleri takım çalışması olarak belirtilmiş, ölçme değerlendirme etkinlikleri ise STEM öğretimi ile bütünsel olarak ele alınmıştır.

Pembe grup arkadaşları ile birlikte yine uygulama öncesindeki kazanımlara yönelik bir ders planı hazırlamışlardır. Öğretmen adayları ısı yalıtımı kazanımları doğrultusunda hazırladıkları öğretim süreci günlük yaşamdan bir problem durumu ile başlar ve öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştıkları yalıtım durumları tartışılır. Ardından öğrencilerden ısı yalıtımı yapılacak bir binanın tasarımı yapmaları istenir. Isı yalıtımı yapılacak bina için gerekli olan enerji miktarının hesaplanması, pencerelerin konumları ve boyutlarının belirlenmesi için Narefa 3D programını kullanılarak binaya giren günlük enerjinin hesaplanması yapılması istenir. Ardından öğrencilerin ısı yalıtım malzemelerini tanıması ve hangisinin kullanmaya karar vermeleri için mini tasarım görevi olarak soğuk bir içeceğin en uzun süre taşıyabileceği bir kap tasarımları istenir. Son olarak öğrencilerin bu süre içerisinde yaptıkları etkinlikleri göz önünde bulundurarak tasarımı yapılması beklenen bina için en uygun kararı vermeleri ve kararlarını sınıfta tartışmaları istenir. Öğretim sürecinin sonunda ölçme değerlendirme etkinlikleri olarak tasarım değerlendirme ölçeği yanında çoktan seçmeli ve boşluk doldurma etkinliklerine de yer verilmiştir.

4.3.1.3. Öğretmen Adayları Beyaz ve Mavi'nin Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular

Beyaz ve Mavi uygulama sürecinde aynı grupta yer aldıkları için grup olarak hazırladıkları ders planları içeriği ve ders planlarına ait analizler birlikte verilecektir. Bu doğrultuda ilk olarak Mavi'nin bireysel olarak hazırladığı ders planları ardından Beyaz'ın bireysel olarak hazırladığı ders planlarının analizi sunulacaktır. Son olarak da grup olarak hazırladıkları ders planları ait değerlendirmeler sunulacaktır.

4.3.1.3.1. Öğretmen Adayı Mavi'nin Uygulama Sürecinde Bireysel Olarak Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular

Öğretmen adayı Mavi'nin fen kazanımları kapsamında süreç boyunca bireysel olarak hazırladığı ders planları içeriği ve ders planlarının analizi ile elde edilen bulgular

sunulmuştur. Mavi'nin fen kazanımları kapsamında uygulama sürecinde bireysel olarak hazırladığı ders planlarının analizi ile elde edilen bulgular Tablo 4.18'de sunulmuştur.

Tablo 4. 18.Öğretmen adayı Mavi'nin uygulama öncesi, süreci ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular

Kategori	Uygulama Süreci	
	2. Haftasında Bireysel Olarak Hazırlanan Ders Planı	6. Haftasında Bireysel Hazırlanan Ders Planı
İçerik	Yalnızca Fen	Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri bütünlüğü
Yaklaşım	Öğretmen sunumu Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	Mühendislik tasarım ve bilimsel araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması
Ölçme- Değerlendirme	Yalnızca fenle ilişkili öğretimle iç-içe	STEM alanlarına yönelik bütünlüğü
Uygulanabilirlik	Etkinlik düzenlenmeli.	Etkinlik uygulanabilir.

Mavi'nin *uygulama sürecinin ikinci haftasında* bireysel olarak hazırladığı ders planı sürecini mühendislik tasarım döngüsü çerçevesinde yapılandırmaya çalıştığı görülmektedir. Ancak mühendislik tasarım döngüsü aşamaları açık bir şekilde ifade edilmemiş ve öğretim süreci STEM alanları ile bütünlüğü olarak değil öğretmen sunumu şeklinde yapılandırılmıştır. Bu nedenle ders planı içeriğinin yalnızca fen disiplini kapsamında olduğu değerlendirilmiştir. Öğrenci rollerinin belirsiz olduğu öğretim sürecinin ölçme değerlendirme faaliyetleri sadece fen disiplini ile ilişkilidir. Bu bağlamda sürecin mühendislik tasarım süreci göz önünde bulundurularak tekrar düzenlenmesi gerekmektedir.

Mavi bireysel olarak hazırladığı ders planını, ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan 7.4.1.1 numaralı “ayna çeşitlerini gözlemler ve kullanım alanlarına örnekler verir” ve 7.4.1.2 numaralı “düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır” kazanımlarına yönelik hazırlamıştır. Öğretmen 5E modeli çerçevesinde aynalar konusuna yönelik bir öğretim süreci planlamıştır. Aynalar konusuna giriş yaptıktan sonra hazırladığı maket üzerinden öğrencilerin ayna çeşitlerinin kavranmasını

hedeflemiştir. Öğretmen adayı çoktan seçmeli ve boşluk doldurmadan oluşan ölçme değerlendirme etkinliklerine yer vermiştir.

Öğretmen adayı *uygulama sürecinin altıncı haftasında* bireysel olarak hazırladığı ders planında süreci fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini ilişkilendirerek mühendislik tasarım süreci çerçevesinde yürütülmesini planlamıştır. Ders planında ses yalıtımı için tasarım görevi sunan öğretmen adayı, öğrencilerden mini etkinlik olarak bilgisayar programını kullanarak ses yalıtımına ilişkin bir prototip oluşturmalarını ister. Ardından en iyi ses yalıtımına sahip tasarımın gerçekleştirilmesi için büyük tasarım görevine geçilir. Öğrencilerin bireysel ve takım çalışması olarak yürütülmesi planlanan dersin ölçme değerlendirme faaliyetleri öğretim süreci ile ilişkili ve STEM alanlarına yöneliktir.

Mavi, bireysel olarak hazırladığı diğer ders planını ise, ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan 6.4.2.3 numaralı “ses yalıtımının önemini açıklar ve ses yalıtımı için geliştirilen teknolojik ve mimari uygulamalara örnekler verir” kazanımına yönelik hazırlamıştır. Öğretim süreci öğrencilerin ses yalıtımının önemi kavramaları için günlük yaşamdan sorular ile başlar. Ardından bir tasarım görevi ile ders devam edilir. Tasarıma yönelik problem durumu, bir fabrikadaki gürültüden dolayı düşen iş verimliliğinin artırılması için ses yalıtımı tasarımının yapılmasıdır. Bu doğrultuda öğrenciler üçer kişilik gruplara ayrılır ve bir bilgisayar programı kullanarak tasarıma yönelik çizimler yapmaları istenir. Ses yalıtımına yönelik araştırma görevleri ile öğrencilerden en iyi ses yalıtımına sahip tasarımı yapmaları beklenmektedir. Tasarımda kullanılabilecek malzemelere yönelik katalog öğretmen adayı tarafından öğrencilere verilmektedir. Öğretim süreci sonunda öğrencilerin tasarımları seçtikleri malzemeler için puanlar dikkate alınarak değerlendirir.

1.3.1.3.2. Öğretmen Adayı Beyaz’ın Uygulama Sürecinde Bireysel Olarak Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular

Öğretmen adayı Beyaz’ın fen kazanımları kapsamında süreç boyunca bireysel olarak hazırladığı ders planları içeriği ve ders planlarının analizi ile elde edilen bulgular sunulmuştur. Beyaz’ın fen kazanımları kapsamında *uygulama sürecinde* bireysel olarak hazırladığı ders planlarının analizi ile elde edilen bulgular Tablo 4.19’da sunulmuştur.

Tablo 4. 19. Öğretmen adayı Beyaz'ın uygulama sürecinde hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular

Kategori	Uygulama Süreci	
	1. Haftasında Bireysel Olarak Hazırlanan Ders Planı	6. Haftasında Bireysel Hazırlanan Ders Planı
İçerik	Yalnızca Fen	Fen ve teknoloji disiplinleri bütünleşik
Yaklaşım	Öğretmen sunumu Öğrenci rolleri belirsiz	Teknoloji destekli araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması
Ölçme-Değerlendirme	Yalnızca fenle ilişkili öğretimle iç-içe	STEM alanlarına yönelik bütünleşik
Uygulanabilirlik	Etkinlik düzenlenmeli.	Etkinlik uygulanabilir.

Beyaz *uygulama sürecinin birinci haftasında* hazırladığı ders planında kazanımlara yönelik STEM eğitimi etkinliğine rastlanamamıştır. Aynı zamanda ölçme değerlendirme faaliyetleri de yalnızca fen disiplini ile ilişkili olarak tasarlanmıştır.

Beyaz'ın hazırladığı ders planı ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan 5.1.2.1 numaralı “sindirimde görevli yapı ve organların yerini model üzerinde sırasıyla gösterir”, 5.1.2.2 numaralı “diş çeşitlerini model üzerinde göstererek görevlerini açıklar”, 5.1.2.3 numaralı “diş sağlığı için beslenmeye, temizliğe ve düzenli diş kontrolüne özen gösterir” ve 5.1.2.4 numaralı “besinlerin sindirildikten sonra vücutta kan yoluyla taşındığı çıkarımını yapar” kazanımlarına yöneliktir. Öğretmen adayı ders bir elmayı ısırarak giriş yapar ve öğrencilerin sindirim sistemine dikkat çeker. Ardından sindirim sistemine yönelik deneysel bir etkinlik gerçekleştirir. Ölçme değerlendirme etkinliği olarak çoktan seçmeli ve boşluk doldurma etkinlikleri ile dersi sonlandırır.

Öğretmen adayı Beyaz *uygulama sürecinin altıncı haftasında* bireysel olarak hazırladığı ders planını ise, “insan ve çevre ilişkisi” konusu kapsamında STEM alanlarından fen ve teknoloji disiplinlerini ilişkilendirerek tasarlamıştır. Ders planında teknoloji disiplini, öğrencilerin geri dönüşüm ile ilgili araştırmalar yaparak toplumun bilinçlendirilmesi amacıyla kamu spotu hazırlamasına yönelik entegre edilmiştir. Öğretim planında öğrencilerin takımlar halinde çalışmalarına yönelik detaylı

bilgilendirme yapan öğretmen adayı, ölçme değerlendirme faaliyetlerini süreç ile bütünleşik olarak ele aldığı görülmektedir.

Beyaz'ın bireysel olarak hazırladığı diğer ders planı, “insan ve çevre ilişkisi” kazanımlarına yöneliktir. Beyaz öğrencilere çevre sorunlarına yönelik bir video izleterek ders giriş yapar. Öğrencilere çevre sorunlarına yönelik neler yapılabileceğine yönelik düşüncelerini ister ve sınıf heterojen olarak gruplara ayırarak ders devam eder. Ardından öğrencilerden çevre sorunlarına yönelik araştırma yapmalarını ve çevrelerindeki insanların dikkatini çekecek bir kamu spotu hazırlamalarını ve süreç içerisinde yaptıklarını özetleyen bir rapor hazırlamalarını ister. Beyaz öğretim sürecinde araştırma yapmak için kullanılabilecek kaynakları da öğrencilere sunmaktadır.

4.3.1.3.3. Öğretmen Adayları Mavi ve Beyaz'ın Uygulama Öncesinde ve Sonrasında Grup Olarak Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular

Öğretmen adayı Beyaz ve Mavi'nin fen kazanımları kapsamında uygulama süreci öncesi ve sonrasında grup olarak hazırladığı ders planlarının içeriği ve ders planlarına yönelik analizi ile elde edilen bulgular sunulmuştur. Beyaz ve Mavi'nin uygulama öncesinde ve sonrasında grup olarak hazırlamış oldukları ders planlarının analizi ile elde edilen bulgular Tablo 4.20'de sunulmuştur.

Tablo 4. 20. Öğretmen adayı Mavi ve Beyaz'ın uygulama öncesi, süreci ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular

Kategori	Uygulama Öncesi	Uygulama Sonrası
	Grup Olarak Hazırlanan Ders Planı	Grup Olarak Hazırlanan Ders Planı
İçerik	Yalnızca Fen	Fen ve matematik disiplinleri bütünleşik
Yaklaşım	Öğretmen sunumu Öğrenci rolleri belirsiz	Araştırma-sorgulamaya dayalı Bireysel çalışma ve formal takım çalışması
Ölçme- Değerlendirme	Yalnızca fenle ilişkili öğretimle iç-içe	STEM alanlarına yönelik bütünleşik
Uygulanabilirlik	Etkinlik düzenlenmeli.	Etkinlik uygulanabilir.

Öğretmen adayları Mavi ve Beyaz'ın *uygulama öncesinde* grup olarak oluşturdukları ders planında, sürdürülebilir kalkınma ve biyoteknoloji konuları kapsamında bir süreç planladıkları görülmektedir. Öğretim sürecini mühendislik tasarım döngüsüne yönelik tasarlamayı amaçladıklarını belirten öğretmen adaylarının, ders planı bütün olarak incelendiğinde süreci yalnızca fen disiplini kapsamında planladıkları görülmektedir. Mühendislik tasarım aşamalarını dikkate almadıkları ve ölçme değerlendirme faaliyetlerinde yalnızca fen ile ilişkili etkinlikler düzenledikleri için hazırlanan öğretim planı STEM öğretimi çerçevesinde tekrar düzenlenmelidir.

Beyaz ve Mavi uygulama süreci öncesinde grup olarak hazırladıkları ders planında sürdürülebilir kalkınma ve biyoteknoloji konularını ele almıştır. Ders planı açıklamalarında mühendislik ve fen bağlantısı kurmayı hedeflediklerini belirtmişlerdir. Öğretim süreci geri dönüşümün önemi, biyo-teknoloji olumlu ve olumsuz yönlerinin anlatıldığı öğretmen sunumunu içermektedir. Ölçme değerlendirme etkinliği olarak ise boşluk doldurma ve ders kitabında yer alan etkinliklere yer verilmiştir.

Araştırmanın *uygulama sürecinin sonunda* grup olarak hazırladıkları ders planında fen ve matematik disiplinlerini bütünsel olarak sürece dâhil ettikleri görülmektedir. Ders planında matematik disiplini, öğrencilerden ekosistemde yer alan canlıların özelliklerinin araştırması, sayılarının belirlenmesi ve istatistiksel oranlamalarının yapılması şeklinde entegre edilmiştir. Öğrenci rollerinin de açık olarak ifade edildiği öğretim planında ölçme değerlendirme faaliyetleri STEM alanlarına yönelik bütünsel olarak tasarlanmıştır.

Beyaz ve Mavi uygulama süreci sonrasında grup olarak hazırladıkları ders planını ise, ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan 7.5.1.1. numaralı “ekosistem, tür, habitat ve popülasyon kavramlarını tanımlar ve örnekler verir” kazanımına yönelik hazırlamışlardır. Öğretmen adayları sınıfı beşer kişilik gruplara ayırarak öğrencilere hayvan, bitki örnekleri verir ve ellerindeki canlıları kullanarak bir besin piramidi oluşturmalarını ister. Ardından yapar bir yaşam alanı oluşturalım etkinliğine geçilir ve öğrencilerden bir hayvan seçmeleri istenir. Bu hayvanın yaşayabileceği ekosisteme yönelik araştırma yapan öğrencilerden araştırmalarına yönelik notlar almaları ve istatistikler çıkarmaları beklenir. Gerçekleştirilen araştırmalar doğrultusunda öğrencilerden bir ekosistem oluşturmaları istenir. Öğrenciler oluşturdukları ekosistemleri türün yaşam süresine, canlı ve cansızlar arasında etkileşim durumlarının açıklar ve sınıf ortamında tartışılır.

4.3.1.4. Öğretmen Adayı Sarı'nın Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular

Öğretmen adayı Sarı'nın fen kazanımları kapsamında uygulama öncesi, sürecinde ve sonrasında bireysel ve grup olarak hazırladığı ders planlarının içeriği ve ders planlarına yönelik analizi ile elde edilen bulgular sunulmuştur. Sarı'nın fen kazanımları kapsamında süreç boyunca bireysel ve takım çalışması olarak hazırladığı ders planlarının analizi ile elde edilen bulgular Tablo 4.21'de sunulmuştur.

Tablo 4. 21. Öğretmen adayı Sarı'nın uygulama öncesi, süreci ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular

Kategori	Uygulama Öncesi	Uygulama Süreci		Uygulama Sonrası
	Grup Olarak Hazırlanan Ders Planı	6. Haftasında Bireysel Hazırlanan Ders Planı	10. Haftasında Bireysel Olarak Hazırlanan Ders Planı	Grup Olarak Hazırlanan Ders Planı
İçerik	Fen ve bağımsız diğer disiplin	Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleri bütünlüklü	Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleri bütünlüklü	Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleri bütünlüklü
Yaklaşım	Bilimsel araştırma-sorgulama, Proje tabanlı öğrenme Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	Mühendislik tasarım ve bilimsel araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	Mühendislik tasarım ve bilimsel araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	Mühendislik tasarım ve bilimsel araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması
Ölçme-Değerlendirme	Fenle ilişkili öğretimle iç-içe Proje değerlendirme rubriği	STEM alanlarına yönelik bütünlüklü	STEM alanlarına yönelik bütünlüklü	STEM alanlarına yönelik bütünlüklü
Uygulanabilirlik	Etkinlik düzenlenmeli.	Etkinlik uygulanabilir.	Etkinlik uygulanabilir.	Etkinlik uygulanabilir.

Sarı'nın *uygulama öncesinde* grup arkadaşları ile oluşturduğu ders planında 6. sınıf elektrik iletimi konusu ele aldıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının elektrik iletimi kazanımları doğrultusunda öğrencilerin bir proje tasarımı gerçekleştirmelerini

amaçlamaktadır. Öğretmen adaylarının ders planını mühendislik tasarım sürecine uygun hazırlamak istedikleri söylenebilir. Ancak hazırlanan öğretim planının mühendislik tasarım süreci basamaklarını tam manasıyla yansıtmadığı görülmektedir. Bu bağlamda ders planı içeriği fen ve mühendislik disiplini bağımsız olarak değerlendirilmiştir. Ders planında ölçme değerlendirme etkinliği olarak çoktan seçmeli sorular ve proje değerlendirilmesi için rubrik yer almaktadır. Mühendislik tasarım döngüsü göz önünde bulundurarak öğretim planı tekrar düzenlenmelidir.

Sarı, grup arkadaşları ile birlikte fen bilimleri öğretim programında yer alan 6. 7. 1. 1 numaralı “tasarladığı elektirik devresini kullanarak maddeleri elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırır” ve 6. 7. 1. 2 numaralı “maddelerin elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerini hangi amaçlar için kullanıldığını günlük yaşamdan örneklerle açıklar” kazanımlarına yönelik bir öğretim süreci tasarlamışlardır. Öğretmen adayları ders giriş etkinliği olarak günlük yaşamdan birkaç malzemeyi öğrencilerin iletken ve yalıtkan olarak sınıflandırmalarını istemektedir. Ardından öğrencilere elektrik devresi kurdurarak iletken ve yalıtkan malzemeleri tespit etmelerini hedeflenmektedir. Ve konu ile bağlantılı 4 hafta devam edecek olan proje görevi öğrencilere sunulur. Proje görevinde öğrencilerden içerisine en az 100 ml sıvı konulabilen elektrik enerjisini ısıya çeviren bir düzenek tasarlamaları istenmektedir. Proje için öğrenciler birinci hafta grupları oluşturacak ve çalışma planı hazırlayacak, ikinci hafta araştırmalarına yönelik öğretmen tarafından gerekli dönütler verilecek ve üçüncü hafta araştırmalarını raporlaştırmaları ve tasarımı gerçekleştirmeleri beklenmektedir. Son hafta ise tasarımlarının sınıf ortamında sunumu ve değerlendirmesi (içerik, model yapma, dil ve anlatım, sunum, kaynaklar kategorilerinde) gerçekleştirilir.

Sarı’nın *uygulama sürecinin altıncı haftasında* mühendislik tasarım süreci göz önünde bulundurularak hazırlanan planda öğrencilere, asit yağmurlarının zararlı etkilerinden en az 5 yıl koruyan, çevresine zarar vermeyen ve maliyeti 50 TL’yi aşmayan bir tasarım görevi sunulmuştur. Bu süreçte ölçme değerlendirme faaliyetlerini STEM alanları ile ilişkilendirmiştir. Öğrenci rollerini ve ölçme değerlendirme faaliyetlerini açıkça ifaden öğretmen adayı STEM öğretiminde uygulanabilecek bir ders planı tasarlamıştır.

Sarı bireysel olarak hazırladığı ders planında, fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan 8.3.4.5 numaralı “asit yağmurlarının oluşum sebeplerini ve sonuçlarını araştırarak sorunun çözümü için öneriler üretir ve sunar” kazanımına yönelik bir plan tasarlamıştır. Günlük yaşamdan bir problem durumu ile ders başlayan Sarı,

öğrencilerden 50 TL bütçe ile asit yağmurlarından zarar gören yapıları en az 5 yıl koruyan ve çevreye zarar vermeyen bir tasarım gerçekleştirmelerini istemektedir. Bu problem durumu bağlamında öğrencilere araştırma soruları ile büyük tasarıma ulaşmalarını amaçlamıştır. Problem durumuna ilişkin kriterler ve sınırlılıklar bağlamında değerlendirme ile ders sona ermektedir.

Sarı'nın *uygulama sürecinin onuncu haftasında* bireysel olarak “ışığın kırılması ve mercekler” konusunda hazırladığı ders planında da mühendislik tasarım sürecini ele aldığı görülmektedir. Günlük yaşamda karşılaşılan bir tasarım problemi ile başlayan süreç, çözüme ulaşmak için çeşitli etkinlikler içermektedir. Öğretmen adayı etkinlik içerisinde öğrencilerin merceklerin özelliklerini keşfetmeleri ve kullanacakları merceklere karar vermeleri için Algodoo programını kullanmalarına olanak sağlayarak teknoloji disiplini entegre edilmiştir. Merceklerin özelliklerine uygun şekilde kullanımının kavranması için gerçekleştirilen mini etkinlik tasarım görevi ile devam eden süreç, büyük problem durumuna ilişkin çözümler ile sonlanmaktadır. Etkinliğe yönelik değerlendirme ders ile iç içedir ve STEM alanları ile ilişkili olarak ele alınmıştır.

Sarı, bireysel olarak hazırladığı son ders planını “ışığın kırılması ve mercekler” konusu kazanımlarını dikkate almıştır. Öğretmen adayı derse bir mühendislik tasarım görevi ile başlamıştır. Problem durumu, 150 metrekaresel bir arsa üzerinde kurulacak ve Atlas çiçeğinin yetiştirilmesini olanak sağlayacak bir sera tasarımı olarak sunulmuştur. Sera içinde çiçeğin uygun koşullarda yetiştirilmesinde gün içerisinde ışık alma durumunun önemli olduğunu belirten Sarı, öğrencilerin kullanacakları merceklere karar vermeleri için Algodoo programını kullanarak merceklerin özelliklerini keşfetmeleri sağlamıştır. Öğrencilerin merceklerin özelliklerinin kavraması ve en uygun karara ulaşmaları için mini tasarım görevi olarak mercekler kullanılarak 10 g tereyağını en kısa sürede eritecek bir düzenek tasarımlarını istemektedir. Kullanılacak mercekler ve malzemelere karar verildikten sonra büyük tasarımı gerçekleştiren öğrenciler tasarımlarını arkadaşlarına sunar.

Sarı, grup arkadaşları ile birlikte *uygulama sonrasında* hazırladıkları ders planını da mühendislik tasarım sürecini dikkate almışlardır. Öğretmen adayları ders planını, Mühendislik tasarım süreci göz önünde bulundurularak hazırlanan etkinlikte basit makineler ile ilgili beklenen başarı kriterleri ve sınırlılıklar belirlenmiş ve öğrencilerden bu özellikler bağlamında bir tasarım oluşturmaları istenmektedir. Öğretmen adayları öğretim sürecini mühendislik tasarım döngüsüne uygun olarak planlamış ve ölçme değerlendirme faaliyetlerini STEM alanları ile bütünleşik olarak ele almışlardır.

Sarı ve grup arkadaşları ile fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan 8.2.1.2. numaralı “basit makinelerin günlük yaşamdaki kullanım alanlarına örnekler verir” ve 8.2.1.3. numaralı “basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar ve yapar” kazanımlarına yönelik bir ders planı hazırlamışlardır. Öğretmen adayları öğretim sürecine bir tasarım problemi ile başlamaktadır. Tasarım problemi, en az 3 çeşit basit makine kullanılarak başlangıçta kuvvet uygulamadan bir misket 3 metre uzaklıktaki potaya sokmaya çalışan bir düzenek tasarlamalarıdır. Öğrenciler istenilen problem durumuna göre başarı kriterleri ve sınırlılıkları belirledikten sonra ilk çizimlerini yaparak devam ederler. Öğrencilere basit makinelerin kullanım alanlarının keşfedilmesi için “su yolunu açalım” mini tasarım etkinliğine geçilir. Bu etkinlikte öğrencilerden tarlaya giden su yolunu kapatan bir kaya parçasını kaldırılmasında kullanılacak, en az 2 çeşit basit makinenin kullanıldığı bir tasarım yapmaları istenmektedir. Öğrencilere basit makineler ile ilgili konu tekrarı yapıldıktan sonra tekrar büyük tasarım görevine geçilerek öğrencilerin karar verdikleri tasarımı yapmaları istenir. Ders sonunda tasarıma yönelik değerlendirme yapılır.

4.3.1.5. Öğretmen Adayı Yeşil’in Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular

Öğretmen adayı Yeşil’in fen kazanımları kapsamında uygulama öncesi, sürecinde ve sonrasında bireysel ve grup olarak hazırladığı ders planlarının içeriği ve ders planlarına yönelik analizi ile elde edilen bulgular sunulmuştur. Yeşil’in fen kazanımları kapsamında süreç boyunca bireysel ve takım çalışması olarak hazırladığı ders planlarının analizi ile elde edilen bulgular Tablo 4.22’de sunulmuştur.

Tablo 4. 22.

Tablo 4. 22. Öğretmen adayı Yeşil’ in uygulama öncesi, süreci ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular

Kategori	Uygulama Öncesi	Uygulama süreci		Uygulama sonrası
	Grup Olarak Hazırlanan Ders Planı	3. Haftasında Bireysel Olarak Hazırlanan Ders Planı	6. Haftasında Bireysel Hazırlanan Ders Planı	Grup Olarak Hazırlanan Ders Planı
İçerik	Yalnızca Fen	Yalnızca fen	Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleri bütünleşik	Yalnızca Fen
Yaklaşım	Öğretmen sunumu Öğretmen merkezli araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	Öğretmen sunumu Teknoloji merkezli araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	Mühendislik tasarım ve bilimsel araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	Teknoloji merkezli araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması
Ölçme-Değerlendirme	Yalnızca fenle ilişkili öğretimle iç-içe	Yalnızca fenle ilişkili öğretimle iç-içe	STEM alanlarına yönelik bütünleşik	Yalnızca fenle ilişkili öğretimle iç-içe
Uygulanabilirlik	Etkinlik düzenlenmeli.	Etkinlik düzenlenmeli.	Etkinlik uygulanabilir.	Etkinlik düzenlenmeli.

Yeşil, araştırmanın uygulama sürecinin gerçekleştiği laboratuvar dersinde grup arkadaşları ile birlikte *uygulama öncesinde* hazırladığı ders planında, ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programındaki “sürtünme kuvveti” konusu kazanımlarına yönelik yalnızca öğretmenin hangi kavramları nasıl kullanacağını belirttiği bir ders planı tasarlamışlardır. Ölçme değerlendirme faaliyetleri fen ile ilişkili olarak süreç içerisinde gerçekleştirilecek şekilde planladıkları görülmektedir.

Yeşil, grup arkadaşları ile birlikte hazırladığı ders planında, ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programındaki “sürtünme kuvveti” konusu kazanımlarına yönelik bir öğretim süreci planlamıştır. Öğretmen adayları 5E modeline uygun olarak bir ders planı tasarlamışlardır. Plan içeriği sürtünme kuvvetinin özelliklerine yönelik öğretmen sunumundan oluşmaktadır. Dersin sonunda öğrencilere bir video izletilir ve videodaki sürtünme kuvvetinin etkili olduğu durumları tespit etmeleri istenir.

Yeşil, *uygulama sürecinin üçüncü haftasında* “Hücre” konusuna yönelik hazırladığı ders planında teknolojik uygulamalardan yararlanarak öğretim sürecini planladığı görülmektedir. Öğretmen adayı hücre özelliklerinin kavranması için “Cell World” uygulamasından yararlanmıştır. Teknolojik sadece konuya ilişkin kavramların keşfedilmesi için kullanıldığı için etkinlik içeriği yalnızca fen olarak değerlendirilmiştir. Ölçme değerlendirme faaliyeti olarak ise fen ile ilişkili öğretim ile iç içe etkinliklere yer verdiği görülmektedir.

Yeşil’in “Hücre” konusu kazanımlarına yönelik hazırladığı ders planında 5E modeli çerçevesinde oluşturulan ders süreci öğretmen sunumu ile gerçekleşmektedir. Ders içerisinde hücre organellerinin özelliklerinin keşfedilmesi için “Cell World” programı kullanılmıştır. Ders sonunda ölçme değerlendirme etkinliği olarak öğrencilerin konuya yönelik kavramlar ile kavram haritası oluşturmaları istenmiştir.

Öğretmen adayının *uygulama sürecinin altıncı haftasında* bireysel olarak hazırladığı ders planını mühendislik tasarım sürecine göre tasarlamıştır. Bu bağlamda hazırladığı ders planında öğrenci rollerini ve mühendislik tasarım süreci basamaklarını açıkça ifade etmiştir. Ölçme değerlendirme faaliyetlerini de STEM alanlarına yönelik ve öğretim ile iç içe olarak tasarlamıştır.

Yeşil, bireysel olarak öğretim programında yer alan, 6.4.2.3 numaralı “ses yalıtımının önemini açıklar ve ses yalıtımı için geliştirilen teknolojik ve mimari uygulamalara örnek verir” kazanımına yönelik bir öğretim süreci hazırlamıştır. Öğretmen adayı öğrencilerden ses yalıtımına sahip bir oda tasarım yapmalarını istemektedir. Üçerli ve dörderli gruplara ayrılan sınıfta kutu, yünlü kumaş, metal levha gibi malzemeleri kullanarak ses yalıtım malzemelerinin özelliklerini keşfetmelerini sağlayacak bir mini tasarım görevi sunulur. Mini tasarım görevinde öğrencilerden ses yalıtımına sahip bir kutu tasarımları beklenmektedir. Ardından büyük tasarımda kullanılabilecek malzemelerin verimlilik ve fiyatlarının yer aldığı katalog öğrencilere verilir ve 2 metrekarelik bir oda için ses yalıtımı tasarımı yapmaları istenir. Tasarımlar oluşturulduktan sonra Knauf ses yalıtımı hesaplama simülasyonu ile tasarımlar test edilir.

Yeşil’in *uygulama sonrasında* grup arkadaşları ile birlikte kimyasal tepkimeler konusu çerçevesinde hazırladıkları ders planında, sanal laboratuvar uygulaması kullanarak öğrencilerin kimyasal tepkimeler ile ilgili çıkarımlar yapmalarına olanak sağladıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının teknolojiden yararlandığı fakat bir problem durumu bağlamında süreci yapılandırmamalarından dolayı ders planı içeriği yalnızca fen olarak değerlendirilmiştir. Fen disiplini bağlamında gerçekleştirilen diğer

etkinlikler ile devam eden öğretim süreci sadece fen ile ilişkili değerlendirme faaliyetleri ile son bulmaktadır. Ders planında fen ve teknoloji disiplini bütünleşik olarak ele alınmasına rağmen belirli bir problem durumu çevresinde yapılandırılmadığı için tekrar düzenlenmelidir değerlendirmelidir.

Yeşil, grup arkadaşları ile birlikte kimyasal tepkimeler konusu kazanımlarına yönelik bir öğretim süreci planlamıştır. Öğretmen adayları sınıfı ikiye bölerek kimyasal tepkimeler konusuna yönelik sanal laboratuvar kullanarak deneyler yapmalarını ister. Ardından çevrelerindeki kâğıt, yaprak, kumaş gibi malzemeleri kullanarak bunların tahriş olma durumlarını incelemeleri ve sirke, karbonat kullanarak bir tepkime oluşturmalarını ve balonu şişirmelerini ister. Değerlendirme etkinliği olarak dersin sonunda öğrencilerin ders içinde akıllarında kalan kavramlar ile cümle kurmaları istenir ve en çok doğru ifadeyi kullanan grup birinci seçilir.

4.3.1.6. Öğretmen Adayları Kırmızı ve Bordo'nun Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular

Kırmızı ve Bordo da Beyaz ve Mavi gibi uygulama sürecinde aynı grupta yer aldıkları için grup olarak hazırladıkları ders planlarına ait analizler birlikte verilecektir. Bu doğrultuda ilk olarak Kırmızı'nın bireysel olarak hazırladığı ders planlarının içeriği ve analizinin ardından Bordo'nun bireysel olarak hazırladığı ders planlarının içeriği ve analizi sunulacaktır. Son olarak da grup olarak hazırladıkları ders planlarının içeriği ve analizi ait değerlendirmeler sunulacaktır.

4.3.1.6.1. Öğretmen Adayı Kırmızı'nın Uygulama Sürecinde Bireysel Olarak Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular

Kırmızı'nın fen kazanımları kapsamında *uygulama sürecinde* bireysel olarak hazırladığı ders planlarının analizi ile elde edilen bulgular Tablo 4.23'te sunulmuştur.

Tablo 4. 23. Öğretmen adayı Kırmızı'nın uygulama sürecinde hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular

Kategori	Uygulama Süreci	
	2. Haftasında Hazırlanan Ders Planı	6. Haftasında Hazırlanan Ders Planı
İçerik	Yalnızca Fen	Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleri bütünleşik
Yaklaşım	Öğretmen sunumu Öğrenci rolleri belirsiz	Mühendislik tasarım ve bilimsel araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması
Ölçme- Değerlendirme	Yalnızca fenle ilişkili öğretimle iç-içe Teknoloji destekli değerlendirme	STEM alanlarına yönelik bütünleşik
Uygulanabilirlik	Etkinlik düzenlenmeli.	Etkinlik uygulanabilir.

Öğretmen adayı Kırmızı *uygulama sürecinin ikinci haftasında* bireysel olarak hazırladığı ders planında, “sesin yayılması” konusu kapsamında yer alan kazanımlara yönelik öğretim süreci tasarlamıştır. Planlanan öğretim sürecinde öğrencilerin fen alanına yönelik bilgilerini değerlendirme amacıyla ölçme değerlendirme faaliyeti olarak teknolojik uygulamalara yer vermiştir. Fakat bu uygulamalar sadece öğrencileri değerlendirmek amacıyla kullanıldığı için eğitim teknolojileri olarak değerlendirilmiştir. Etkinlik STEM eğitimi çerçevesinde tekrar düzenlenmelidir.

Kırmızı’nın bireysel olarak hazırladığı ders planında “sesin yayılması” konusu kazanımlarına yer verdiği görülmektedir. Kırmızı, 5E öğretim modeline göre hazırladığı ders planında derse kısa bir giriş yaptıktan sonra aynı maddelerin farklı ortamlarda çıkardıkları seslerin aynı olup olmadığını keşfetmek için etkinlik ile devam etmektedir. Öğretmen sunumu ile devam öğretim süreci Plickers uygulaması kullanılarak yapılan ölçme değerlendirme etkinliği ile son bulmaktadır.

Öğretmen adayının *uygulama sürecinin altıncı haftasında* bireysel olarak hazırladığı ders planında ise, “insan ve çevre ilişkisi” konusu kazanımlarına yönelik mühendislik tasarım sürecine yönelik bir süreç tasarladığı görülmektedir. Öğretmen adayı bu planda, öğrenci rollerini ve mühendislik tasarım süreci basamaklarında gerçekleştirilecek faaliyetleri açık bir şekilde ifade etmiştir. Öğretim sürecinin ölçme değerlendirme faaliyetler STEM alanlarına yönelik bütünleşik olarak ele alınmıştır.

Kırmızı'nın bireysel olarak hazırladığı diğer ders planında ise, insan ve çevre ilişkisi kazanımları çerçevesinde bir öğretim planı tasarlamıştır. Kırmızı, “Haliç Kirlenmesin” başlıklı problem durumunu öğrencilere sunarak derse başlamaktadır. Problem durumunda çevre kirliliğine yönelik bir proje geliştirilmesini isteyen öğretmen adayı, uygun maliyetli ve çevreye uygun bir tasarım gerçekleştirmelerini beklemektedir. Dersin sonunda hazırlanan projelerin sunarak, sınıf ortamında tartışılır.

4.3.1.6.2. Öğretmen Adayı Bordo'nun Uygulama Sürecinde Bireysel Olarak Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular

Bordo'nun fen kazanımları kapsamında *uygulama sürecinde* bireysel olarak hazırladığı ders planlarının analizi ile elde edilen bulgular Tablo 4.24' de sunulmuştur.

Tablo 4. 24. Öğretmen adayı Bordo'nun uygulama sürecinde hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular

Kategori	Uygulama Süreci	
	6. Haftasında Hazırlanan Ders Planı	9. Haftasında Hazırlanan Ders Planı
İçerik	Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleri bütünlüğü	Fen ve matematik disiplinleri bütünlüğü
Yaklaşım	Mühendislik tasarım ve bilimsel araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	Öğretmen merkezli araştırma sorgulama Bireysel çalışma ve formal takım çalışması
Ölçme- Değerlendirme	STEM alanlarına yönelik bütünlüğü	STEM alanlarına yönelik bütünlüğü
Uygulanabilirlik	Etkinlik uygulanabilir.	Etkinlik uygulanabilir.

Bordo, *uygulama sürecinin altıncı haftasında* bireysel olarak hazırladığı ders planında mühendislik tasarım sürecini tasarlamıştır. Öğretmen adayı mühendislik tasarım sürecini açık bir şekilde ifade ettiği ders planında, öğrenci rollerini ve ölçme değerlendirme faaliyetlerini de açık bir şekilde ifade ederek STEM alanlarına yönelik bütünlüğü olarak bir plan tasarlamıştır.

Bordo, bireysel olarak hazırladığı ders planında, “sesin madde ile etkileşimi” konusu kazanımları kapsamında bir ders planı hazırlamıştır. Derse günlük yaşamdan bir problem durumu ile başlayan Bordo, öğrencilerin bir düğün sarayı yapmalarını istemektedir. Problem durumunda 150 metrekarelik bir alanda kurulması planlanan düğün sarayının deniz tarafına bakan kısmının cam duvar olmasını ve çevreye yönelik ses yalıtımı yapılmasını istemektedir. Öğrencilerin takım çalışması ile yürütülecek şekilde planlanan ders süreci, öğrencilerin yaptıkları projelerin değerlendirilmesi ile son bulmaktadır.

Bordo, *uygulama sürecinin dokuzuncu haftasında* bireysel olarak hazırladığı ders planında ise, “asitler ve bazlar” konusu kapsamında yer alan kazanımlara yönelik öğretim süreci tasarlamıştır. Ders planında günlük yaşamdan bir problem durumuna yönelik öğrencilerin grafik yorumlayarak çözüm önerileri geliştirmelerini sağlamayı amaçlayan Bordo, fen ve matematik disiplinlerini ilişkilendirerek STEM öğretimi tasarlamıştır. Ölçme değerlendirme faaliyetleri de bu bağlamda STEM alanlarına yönelik bütünlük olarak planlamıştır. Öğretmen adayının bireysel olarak hazırladığı ders planları STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde uygulanabilir olarak değerlendirilmiştir.

Bordo, *uygulama sürecinin dokuzuncu haftasında* bireysel olarak hazırladığı ders planında ise, “asitler ve bazlar” konusu kapsamında yer alan kazanımlara yönelik öğretim süreci tasarlamıştır. Öğretmen adayı asit yağmurlarından etkilenen tarihi yapıların korunması için çözüm önerileri geliştirmelerini istemektedir. Bu bağlamda 2014- 2015 yılına ait her mevsim alınan yağmur suyu Ph değerlerine grafiğini inceleyerek 2016- 2017 yılına ait yağmur suyu Ph grafiğini çizmeleri istenmektedir. Ardından asit yağmurlarının malzemelerin üzerindeki etkisinin araştırılmasına fırsat tanımaktadır. Öğrencilerin çözüm önerilerine yönelik değerlendirmeleri ile ders son bulmaktadır.

4.3.1.6.3. Öğretmen Adayları Kırmızı ve Bordo’nun Uygulama Öncesinde ve Sonrasında Grup Olarak Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular

Öğretmen adayı Kırmızı ve Bordo’nun uygulama öncesi ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular Tablo 4.25’teki gibidir.

Tablo 4. 25. Öğretmen adayı Kırmızı ve Bordo'nun uygulama öncesi ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular

Kategori	Uygulama Öncesi	Uygulama Sonrası
	Grup Olarak Hazırlanan Ders Planı	Grup Olarak Hazırlanan Ders Planı
İçerik	Yalnız fen	Fen, teknoloji, mühendislik, matematik disiplinler
Yaklaşım	Öğretmen sunumu Öğrenci rolleri belirsiz	Mühendislik tasarım ve bilimsel araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması
Ölçme- Değerlendirme	Yalnızca fenle ilişkili öğretimle iç-içe	STEM alanlarına yönelik bütünlük
Uygulanabilirlik	Etkinlik düzenlenmeli.	Etkinlik uygulanabilir.

Kırmızı ve Bordo'nun *uygulama öncesinde* grup olarak oluşturduğu ders planında, “canlılar dünyası” konusu kapsamında bir süreç planladıkları görülmektedir. Planlanan öğretim sürecinde öğretmen adaylarının yalnızca fen alanına yönelik etkinliklere yer verdikleri görülmektedir. Öğretmen adayları ders planında değerlendirme amacıyla planladıkları ölçme değerlendirme faaliyetlerinde yalnızca fen ile ilişkili çoktan seçmeli sorulara yer verdikleri için hazırlanan öğretim planı STEM öğretimi çerçevesinde tekrar düzenlenmelidir.

Kırmızı ve Bordo'nun *uygulama öncesinde* grup olarak oluşturduğu ders planında, “canlılar dünyası” konusu kapsamında bir süreç planladıkları görülmektedir. Öğrencilere verilen hayvanların etçil, otçul ve hepçil olma durumlarına göre sınıflandırmalarını beklemektedir. Ardından öğrencilerin gruplandırmalarına yönelik dönütler verilerek derse devam edilir. Çoktan seçmeli ölçme değerlendirme etkinlikleri ile ders sonlandırılır.

Kırmızı ve Bordo'nun *uygulama sürecinin sonunda* grup olarak hazırladıkları ders planında ise, aynalarda yansıma konusu çerçevesinde mühendislik tasarım sürecini derse dâhil ettikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planında mühendislik tasarım süreci basamaklarına uygun olarak disiplinleri bütünlük olarak sürece dâhil ettikleri görülmektedir. Öğrenci rollerinin de açık olarak ifade edildiği öğretim planında ölçme değerlendirme faaliyetleri STEM alanlarına yönelik bütünlük

olarak tasarlanmıştır. Kırmızı ve Bordo'nun uygulama öncesi ve sonrasında hazırladıkları ders planları incelendiğinde STEM eğitimi ile ilgili gelişim gösterdikleri söylenebilir.

Kırmızı ve Bordo'nun *uygulama sürecinin sonunda* grup olarak hazırladıkları ders planında ise, aynalarda yansıma konusu çerçevesinde ders planı hazırlamıştır. Küresel ısınmadan dolayı bazı sebze ve meyvelerin yetiştirilme koşullarının değiştiğini ifade bir problemi durumu sunan öğretmen adayları öğrencilerden bir seranın sıcaklığı 24 derece üzerine çıktığında havalandırılmasının kapanmasını, 24 derece altına düştüğünde ise siyah renkte olan sera örtülerinin açılıp ortam sıcaklığını dengeleyen bir tasarım gerçekleştirmelerini istemektedir. Kırmızı ve Bordo, tasarımın gerçekleştirilmesine yönelik araştırma soruları ile öğrencileri yönlendirerek en uygun karar ulaşmaları için yol göstermektedir. Ders tasarıma yönelik çözüm önerilerinin tartışılması ile sona ermektedir.

4.3.1.7. Öğretmen Adayı Turuncu'nun Hazırladığı Ders Planlarına Ait Bulgular

Öğretmen adayı Turuncu'nun fen kazanımları kapsamında uygulama öncesi, sürecinde ve sonrasında bireysel ve grup olarak hazırladığı ders planlarının içeriği ve ders planlarına yönelik analizi ile elde edilen bulgular sunulmuştur. Turuncu'nun fen kazanımları kapsamında süreç boyunca bireysel ve takım çalışması olarak hazırladığı ders planlarının analizi ile elde edilen bulgular Tablo 4.26'da sunulmuştur.

Tablo 4. 26. Öğretmen adayı Turuncu'nun uygulama öncesi, süreci ve sonrasında hazırladığı ders planları değerlendirmesine ilişkin bulgular

Kategori	Uygulama Öncesi	Uygulama Süreci		Uygulama Sonrası
	Grup Olarak Hazırlanan Ders Planı	3. Haftasında Bireysel Olarak Hazırlanan Ders Planı	6. Haftasında Bireysel Hazırlanan Ders Planı	Grup Olarak Hazırlanan Ders Planı
İçerik	Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleri bütünleşik	Yalnızca fen	Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleri bütünleşik	Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleri bütünleşik
Yaklaşım	Proje tabanlı Teknoloji destekli	Öğretmen merkezli ve Teknoloji	Mühendislik tasarım ve	Teknoloji destekli

	araştırma sorgulama Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	destekli araştırma sorgulama Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	bilimsel araştırma Bireysel çalışma ve formal takım çalışması	araştırma sorgulama Bireysel çalışma ve formal takım çalışması
Ölçme- Değerlendirme	Fenle ilişkili öğretimle iç-içe Proje değerlendirme rubriği	Yalnızca fenle ilişkili öğretimle iç-içe	STEM alanlarına yönelik bütünleşik	Fenle ilişkili öğretimle iç-içe ve proje değerlendirme rubriği
Uygulanabilirlik	Etkinlik düzenlenmeli.	Etkinlik düzenlenmeli.	Etkinlik uygulanabilir.	Etkinlik uygulanabilir.

Turuncu, **uygulama öncesinde** grup arkadaşları ile birlikte mühendislik tasarım sürecini gerçekleştirmeyi hedefleyen bir ders tasarlamışlardır. Ancak planlanan süreç içerisinde mühendislik tasarım süreci açık bir şekilde ifade edilmediği görülmektedir. Aynı zamanda ölçme değerlendirme faaliyetlerinin de yalnızca fen ile ilgili çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır.

Turuncu, grup arkadaşları ile birlikte ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan 5.7.4.1 numaralı “hava, toprak ve su kirliliğinin nedenlerini, yol açacağı olumsuz sonuçları ve alınabilecek önlemleri tartışır” kazanımına yönelik bir ders planı tasarlamışlardır. Fabrikaların çevreye verdikleri zararlara yönelik bir video izleterek ders başlayan öğretmen adayları sınıfı gruba ayırarak, her gruba farklı çevre kirliliği durumları vererek bu sorunların çözümüne ilişkin poster hazırlamalarını istemektedir. Öğretmen adayları büyük tasarım görevi olarak fabrikalardan çıkan atıkların zararını en aza indirecek 120 metrekarelik bir alanda kullanılacak bir tasarım görevi sunmaktadır. Proje görevi olarak sunulan tasarım durumu ardından konu öğretmen tarafından anlatılır ve çoktan seçmeli sorular ile değerlendirmeler yapılır.

Turuncu’nun **uygulama sürecinin üçüncü haftasında** bireysel olarak hazırladığı ders planında teknolojik uygulamalardan yararlanarak öğrencilerin dikkatini çekmeyi amaçlamıştır. Öğretmen adayı, ders planında teknolojik araçları ders sürecine dâhil etmediği için ders planı içeriği yalnızca fen olarak değerlendirilmiştir. Öğretim süreci ölçme değerlendirme faaliyetleri olarak yalnızca fen içerikli etkinlikler tasarlamıştır. Etkinlik STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde tekrar düzenlenmelidir.

Turuncu'nun hazırladığı ders planını “fiziksel ve kimyasal değişim arasındaki farkları, çeşitli olayları gözlemleyerek açıkla” kazanımına yönelik hazırlamıştır. Öğrencilere doğum günü pastasının üzerindeki mumların yanması ve erimesi arasındaki fark nedir sorusu ile ders başlayan Turuncu, çeşitli fiziksel ve kimyasal olayların yer aldığı resimleri öğrencilere verir ve bunları sınıflandırmalarını ister. Ardından konuya yönelik kısa açıklamalar yapar. Eğlenceli fen etkinlikleri ile derste fiziksel ve kimyasal olayların pekiştirilmesini sağlar.

Öğretmen adayının *uygulama sürecinin altıncı haftasında* bireysel olarak hazırladığı ders planını ise, “sesin madde ile etkileşimi” ile ilişkili olarak hazırlamıştır. Öğretmen adayı bu planında mühendislik tasarım sürecine yönelik ses yalıtımı ile ilgili mini etkinliklere yer verdiği ve mühendislik tasarım süreci basamaklarına uygun bir öğretim planı hazırladığı görülmektedir. Ders planında ölçme değerlendirme faaliyetlerinin STEM alanlarına yönelik bütünleşik olarak ele aldığı görülmektedir.

Turuncu bireysel olarak hazırladığı ders planında, sesin madde ile etkileşimi konusuna yönelik bir öğretim planı hazırlamıştır. Öğrencilerin kendini bir şirket sahibi olarak düşünmelerini ve bir düşün salonuna ait ses yalıtımı yapmalarını istemektedir. 250 metrekaarelik alanda, uygun maliyetli ve ses yalıtımı için en uygun tasarım kararını vermelerini beklemektedir. Üçerli gruplar halinde çalışan öğretmen adayları ses yalıtımı ile ilgili araştırmalar yaparak gerçekleştirecekleri tasarıma yönelik son kararları verirler. Etkinlik sonunda ise tasarımlarına ilişkin değerlendirmeler ile ders sonlandırılır.

Turuncu'nun *uygulama sonrasında* grup arkadaşları ile birlikte hazırladığı son ders planında öğretmen adayları, evrensel atıklar ve geri dönüşüm kazanımlarına yönelik fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegre edildiği bir ders planı tasarlamıştır. Öğrencilerin çevrelerinde karşılaştıkları problem durumuna yönelik çözüm bulmalarını isteyen öğretmen adayları, belirledikleri başarı kriterleri ve sınırlılıklar çerçevesinde bir süreç planlamıştır. Öğrencilerin rollerinin ve gerçekleştirilecek faaliyetlerin açık bir şekilde ifade edildiği planda, ölçme değerlendirme faaliyetleri öğrencilerin fen bilgilerini ölçmek amacıyla kullanılacak çoktan seçmeli sorular ve STEM alanlarına yönelik bütünleşik olarak gerçekleşmektedir.

Turuncu'nun grup arkadaşları ile birlikte hazırladığı son ders planında ise öğretmen adayları, evrensel atıklar ve geri dönüşüm kazanımlarına yönelik bir öğretim süreci tasarlamışlardır. Ders öğrencilerin çevrelerindeki bir bölge için geri dönüşüm tasarımları doğrultusunda sunulan problem durumu ile başlamaktadır. Dörderli gruplar halinde çalışmaları planlanan öğrencilerin öncelikle bir eve ait atık miktarını ele alarak

gün, ay ve yıl olarak grafik oluşturmaları istenmektedir. Öğrencilere süreç içerisinde araştırma soruları sunularak konuya ilişkin bilgilerini derinleştirmeleri sağlanmaya çalışılmıştır. Ölçme değerlendirme etkinlikleri çoktan seçmeli sorular, balık kılçığı ve tasarım sunumlarından oluşmaktadır.

Öğretmen adaylarının uygulama öncesinde ve sonrasında grup olarak fen öğretim programında yer alan kazanımlar çerçevesinde hazırladıkları ders planları değerlendirilmiştir. Uygulama öncesinde çalışma grubunda yer alan dokuz öğretmen adayında 7' si yalnızca fen içerikli öğretim süreci planı hazırlamıştır. Bir öğretmen adayının fen ve mühendislik disiplinin bağımsız olarak ele aldığı görülmektedir. Diğer öğretmen adayı ise STEM eğitime uygun bir ders planı hazırlamayı planlamış fakat disiplin entegrasyonu ile ilgili eksikler yer aldığı için hazırlanan ders planı için düzenlenmelidir yorumu yapılmıştır. Öğretmen adaylarını grup olarak uygulama sonrasında hazırladıkları ders planlarında ise, STEM eğitime yönelik öğretim süreci planladıkları görülmektedir.

Öğretmen adaylarının uygulama sürecinde hazırladığı ders planları incelendiğinde ise genel olarak STEM eğitime uygun içeriklerin yer aldığı görülmektedir. Dokuz öğretmen adaylarından beşi seçtikleri kazanımlar nedeniyle STEM disiplinlerini ders içeriğine entegre etme konusunda zorlandıkları fakat ders planlarında STEM disiplinlerini içeren etkinliklere yer verdikleri görülmektedir. Bu nedenle beş öğretmen adayının bireysel olarak hazırladıkları ders planları tekrar düzenlenmelidir şeklinde yorumlanmıştır.

4.3.2. Öğretmen Adaylarının Uygulamalarına Yönelik Alan Notları

Araştırma kapsamında nitel çalışma grubundan yönlendirme yapılmaksızın STEM eğitime uygun etkinlik planı geliştiren ve mikro-öğretim ile planlarının uygulamasını gerçekleştiren Pembe, Bordo, Sarı ve Mor'un uygulama sürecine dair alan notları tutulmuştur.

Sarı, mercekler konusunda, mühendislik tasarım süreci ekseninde bir ders planı hazırlamıştır. Planı teknoloji ve matematik disiplinlerini de kapsar niteliktedir. Sarı, uygulama sürecini mikro-öğretimin 40 dakika sınırlılığı nedeniyle planda olduğu gibi uygulayamamıştır. Ancak, öğretmen adaylarının tasarım görevindeki kriter ve kısıtlamaları belirlemesinden itibaren süreci kendisini rehber konumunda tutarak yürütebilmiştir. Etkinliği grup çalışması ile gerçekleştirmiş ve gruplara rehberlik

yapabilmiştir. Zamanı yetiştirmek konusunda kaygısı olsa da bu durumu olumlu iletişim kurmasına engel olmamıştır.

Mor, Dünya, Güneş ve Ay ünitesi ile ilgili kazanımlar doğrultusunda fen dersine mühendislik, teknoloji ve matematik disiplinlerinin tamamını entegre eden etkinliği uygulamıştır. Etkinliğin bazı kısımlarını zaman sınırlamasından dolayı hızlıca geçeceğini dersin başında belirtmiştir. Etkinlik öğretmen adaylarının dikkatini çekmiş ve öğretmen adayları etkinliğe ilgi ile katılmıştır. Etkinlik grup çalışması ile gerçekleştirilirken her grup ile iletişim kurabilmiştir. Mühendislik tasarım sürecinin aşamalarını uygulama sürecine yansıtabilmiştir.

Pembe, biyo-çeşitlilik konusuna matematik disiplinini entegre etmiştir. Ayrıca biyo-çeşitlilik konusunu sosyo-bilimsel bir konu olan GDO hakkında gerçek yaşama uygun bir problem durumu ile ele almıştır. Öğretmen adayları sürece aktif olarak katılmıştır. Pembe, öğretmen adaylarının konuya dair çıkarımlar yapabilmeleri için yönlendirmeler yapmış ve süreci rehber olarak yürütmüştür.

Bordo, asitler ve bazlar konusuna matematik disiplinini entegre etmiştir. Problem durumu günlük yaşam ile ilişkilidir ve öğretmen adaylarının dikkatini çekmiştir. Öğretmen adaylarına rehberlik ederek süreci yapılandırmacı bir anlayış ile yürütebilmiştir.

4.4. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Eğitime Yönelik Etkinlik Planlama ve Uygulamaya İlişkin Yeterlik Algılarına Yönelik Bulgular

Öğretmen adaylarının STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde uygulanan FÖLU-II dersinde STEM eğitime yönelik etkinlik planlama ve uygulamaya ilişkin yeterliklerine etkisine ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla ders sürecinin başında (ilk görüşme) ve sonunda (son görüşme) olmak üzere 9 öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir.

4.4.1. Öğretmen Adayı Mavi ile İlgili Bulgular ve Yorumlar

Öğretmen adayı Mavi ile sürecin başında yapılan görüşmede STEM eğitimini; fen, teknoloji, matematik alanlarının birleştirilmesi olduğunu ve kendisine farklı bakış açısı kazandırdığını ifade ederek tanımlamıştır.

“Bir alanda bir işlem yaparken fen alanını matematik, teknoloji alanları ile birleştirmektir. Bir şeyi bir bakış açısı ile değil de birçok bakış açısıyla bakmamı sağlıyor. Bir insanı birçok alanda yetiştirebilmek amacıyla yapılıyor. Farklı

alanlardan yaralanarak farklı bakış açıları kazandırılması amaçlanıyor.”
(1. Görüşme)

Mavi, ilk görüşmede STEM eğitimini sınıfında uygulama konusunda kendisini yeterli görmediğini belirtmiştir.

“Bu derste STEM eğitime yönelik ders planı hazırlayacağımızı ilk duyduğumda nasıl uygulanacağını düşündüm. STEM eğitimini duydum fakat böyle etkinlikleri içeren ders uygulaması görmediğim için merak ediyorum.” (1. Görüşme)

Mavi ile sürecin sonunda yapılan görüşmede ise, STEM eğitime yönelik olumlu etkilenmesi ile birlikte STEM eğitime yönelik etkinliklerin içerisindeki disiplinlerin fark edebilme ve etkinlikleri STEM eğitiminin amaçlarına yönelik değerlendirebildiğini belirtmiştir.

“Düşündüğümüzden fazlası oldu. Beceri olarak katkı sağladı. Geçen sene bilimsel araştırmada fen uygulamalarının laboratuvarda yapılmasının avantajları ve dezavantajlarını araştırmıştık. Sonuç olarak uygulanabilir olanların daha öğretici olduğunu bulmuştuk. STEM’ de de bu geçerli. Uygulayarak, yaparak yaşayarak öğrenmemiz ve sonuca kendimizin ulaşması öğrenmemizde daha etkili oldu. Bu dönem laboratuvarda daha eğlenceli geçti.” (2. Görüşme)

“Fen bilgisi kazanımlarının disiplinler arası öğretiminin çok rahat planlanabileceğini düşünüyorum. Başta örnek STEM etkinliği bulmakta zorlandım. Yeni STEM etkinliklerini kendimiz yazmak zorundaydık. Başta disiplinlerle nasıl uyarlasak diye çok düşündük. Fen, STEM’ in en kolay uygulandığı derslerden bir tanesi. Bir ünite ya da etkinlik verildiğinde STEM’ e uygunluğunu rahat bir şekilde anlayabiliyorum. Çevremde örneği olmadığı için bu konu üzerinde daha çok düşünme fırsatı buldum ve bu çalışmalarımı olumlu yönde etkiledi.” (2. Görüşme)

Mavi ile yapılan son görüşmede ise, kendisinin STEM eğitimi uygulamasına yönelik yeterlik algısının değiştiğini ve STEM eğitimi ile ilgili çevresine destek olduğunu belirtmiştir.

“STEM uygulamasında başta yetersiz olabileceğimi düşündüm. Ama benden sonra anlatan arkadaşlarım vardı. Anlatan arkadaşlarım için şunu da eklese daha iyi olur diyecek kadar fikir sahibi oldum STEM konusunda.” (2. Görüşme)

Öğretmen adayı Mavi’nin STEM eğitiminde kendini yeterli hissettiği ve derslerde bütünsel öğretim gerçekleştirmeye yönelim gösterdiği görülmektedir. İlk görüşmede STEM eğitimi ile ilgili temel bilgiye sahip olmasına rağmen disiplinlerin entegrasyonu ile konusunda kendisini yeterli hissetmediği için zorlanacağını düşündüğünü ifade ederken son görüşmede STEM eğitiminin beklediğinden daha kolay olduğunu ve özgün fikirler geliştirebileceği yönünde görüş belirtmiştir.

Öğretmen adayının kendisini STEM eğitimi ilgili yeterli hissetmesinde uygulama sürecindeki etkinlikleri değerlendirmesi ve süreç içerisinde arkadaşlarının öğretim planı hazırlamalarına yardım etmesi olduğu söylenebilir. Süreç içerisinde merak ettikleri sorulara araştırmacılardan sürekli dönüt alarak cevap bulan öğretmen adayı, uygulama süreci sonunda dönem boyu kazandığı tecrübeler ile kendisini STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde yeterli gördüğü söylenebilir.

4.4.2. Öğretmen Adayı Yeşil ile İlgili Bulgular ve Yorumlar

Öğretmen adayı Yeşil ile sürecin başında yapılan görüşmede STEM eğitimini; fen, teknoloji, matematik alanlarının birleştirilmesi olduğunu, 21. Yüzyıl becerilerini geliştirdiğini ve kendisine farklı bakış açısı kazandırdığını ifade ederek tanımlamıştır.

“Yaratıcılığı arttırmak, analitik düşünmeyi geliştirmek, farklı bakış açıları yaratmak için fen, matematik, mühendislik gibi disiplinleri bir arada kullanarak öğrencilerin ufkunu açmak. İcat yapmak, öğrencilerin içinde mucitleri ortaya çıkarmak, düşünce geliştirmek, fikir geliştirmek...” (1.Görüşme)

Yeşil, ilk görüşmede STEM eğitimini sınıfında uygulama konusunda kendisini yeterli görmediğini belirtmiştir.

“STEM zor geliyor yapamayız diye düşünüyorum.” (1.Görüşme)

Yeşil ile sürecin sonunda yapılan görüşmede, STEM eğitime yönelik olumlu tutum geliştirdiğini belirtmiştir.

“STEM ilk başta zor geliyordu. Ama şimdi kafamızda her konu ile ilgili fikir oluşmaya başladı. Her zaman her disiplini entegre edemesek bile belli başlı kazanımları entegre edebildiğimizi gördük. Mesela benim konum hücre konusuydu o zaman aklıma gelmemişti. Daha sonra probleme dayalıdan yola çıkarak hücre ile ilgili öğrencileri bilgi sahibi yapıp, daha sonra da üç boyutlu teknoloji ile görmelerini sağlayabilirdim. Öğrencilere gerçek boyutundan belirli oranda büyütülmüş bir hücre modeli yaptırabilirdik. Hücrenin organellerini de belirli oranlarda büyülterek yaptırabilirdik. Şu an aklıma geldi. Zamanla olduğunu gördüm” (2.Görüşme)

Son görüşmede Yeşil, kendisinin STEM eğitimi planlamak konusunda yeterli hissettiğini ve STEM eğitime yönelik etkinlikleri değerlendirebileceğini belirtmiştir.

“Kendimi STEM konusunda yeterli görüyorum. Etkinlikleri değerlendirip onlar üzerinde değerlendirme yapabilirim.” (2.Görüşme)

Yeşil ‘in STEM eğitiminde kendi öğretmen yeterliliğine yönelik olumlu tutum geliştirdiği görülmektedir. İlk görüşmede STEM eğitimini duyduğunda zorlanacağını düşündüğünü ifade etmesindeki sebebin eğitime yönelik bilgisinin ve uygulama örnekleri

hakkında bilgi sahibi olamamasından kaynaklı olduğu söylenebilir. STEM eğitime yönelik uygulamalar ile geçirilen süreç sonunda kendisini bu konuda yeterli gördüğü ve fen kazanımları ile STEM eğitimi özelliklerine uygun etkinlikler planlayıp, değerlendirebileceği yönünde görüş belirtmiştir.

4.4.3.Öğretmen Adayı Sarı ile İlgili Bulgular ve Yorumlar

Öğretme adayı Sarı ile sürecin başında yapılan görüşmede STEM eğitimi; fen, teknoloji, matematik alanlarının birlikte kullanılması, en az iki disiplini içermesi gerektiğini, günlük yaşam problemleri ile öğrencilerde anlamlı öğrenmeyi sağladığını ifade ederek bir tanımlama yapmıştır.

“Fen, teknoloji, matematik, mühendislik gibi farklı disiplinlerin en az 2 tane veya daha fazla disiplininin bir arada kullanılmasıdır. STEM eğitimi daha anlamlı öğrenmeyi sağlıyor. Günlük hayatta karşılaştığımız problemlere çözüm üretmede, problemin sadece tek bir disiplinle değil birkaç disiplinden oluştuğunu görmemizi sağlıyor.” (1. Görüşme)

Sarı, ilk görüşmede kendini yeterli hissetmediğini, STEM eğitimi sınıfında uygulama sürecinde mevcut imkânların zorluk çıkarabileceğinden fakat öğretmen olarak bu durumda üstesinden gelebilecek yeterliliğe sahip olması gerektiğini belirtmiştir.

“Şu an yeterli hissetmiyorum ama hiçbir zorluk çözülemeyecek kadar büyük değil, biz öğretmen adayları çocukların problem çözme becerilerini geliştirmeyi amaçlıyorsak fen derslerinde uygulamak istediğimiz etkinlikler karşısında çıkan zorlukları bahane edip yapmaktan vazgeçmemeliyiz. Uygulanması gereken etkinlikleri tekrar düzenleyip, düzene uygun tasarlayabiliriz. Çünkü biz bunun eğitimi alıyoruz. Olası çözüm yollarımız daima olmalıdır.” (1. Görüşme)

Sarı ile sürecin sonunda yapılan görüşmede, STEM eğitime yönelik ilk görüşmede de var olan olumlu tutumunun daha da pekiştiğini belirtmiştir.

“Başta teorik olarak fikir sahibi olmaya başlamıştık. Etkinlikler üzerinde gitmediğim için anlamsız geldi. Ama etkinlikler üzerinden gidince daha iyi anladım, kendimiz fark ettik.” (2. Görüşme)

Son görüşmede Sarı, kendisinin STEM eğitimi ile ilgili uygulamaları gördükten sonra kendisinin de özgün etkinlik planı hazırlayabildiğini ve STEM eğitimi planlama ve uygulamaya yönelik kendini yeterli hissettiğini belirtmiştir.

“Disiplinler arası denildiğinde hiçbir şey aklıma gelmemişti, hiçbir fikrim yoktu. Dersi aldıktan sonra, etkinlikleri gördükten sonra bazıları çok anlamlı gelmedi. Ama şimdi kendim etkinlik yaptıktan sonra ve başardıktan sonra STEM ders planı hazırlamak hakkında kendimi yeterli buluyorum. Başarabilirim dedim. Hazırladığım ders planında hoca uygun olduğunu söylediğinde yapabileceğimi gördüm. Kendime güvendim. Yapabileceğimi düşünüyorum.”

STEM eğitimine yönelik hazırlanan etkinlikleri değerlendirme konusunda da yeterli görüyorum. İçerik hakkında yeterli alan bilgisine sahipsem yapabilirim. STEM konusunda kendim yeterli görüyorum.” (2. Görüşme)

Sarı, ilk görüşmede STEM eğitimi ile ilgili teorik olarak bilgisi olduğu için olumlu ifadeler kullandığı görülmektedir. Fakat süreç boyunca teorik bilgisinin yanında gerçekleştirilen uygulamalar ve kendisinin konu üzerinde araştırmalar yaparak oluşturduğu ders planı ile yeterlik algısını geliştirdiği söylenebilir. Süreç başında STEM ders planı geliştirmek ve uygulamak konusunda kendisini yeterli hissetmese de geliştirebileceğini ifade ederken, gerçekleştirilen uygulamalar ile kendisini bu konuda yeterli gördüğünü ve kendisine olan güveninin arttığını ifade etmiştir. Öğretmen adayının hazırladığı ders planlarında da STEM eğitimi kapsamında yeterliliğinin geliştiğini göstermektedir.

4.4.4. Öğretmen Adayı Kırmızı ile İlgili Bulgular ve Yorumlar

Kırmızı, sürecin başında yapılan görüşmede STEM eğitimini bütünlük bir eğitim sistemi olduğunu, öğrencileri daha aktif hale getirmek ve öğrencilere 21.yüzyıl becerileri kazandırmayı amaçladığını ve birbiri içerisine entegre edilmiş bir eğitim olarak tanımlamıştır.

“Benim için STEM eğitimi karma bir eğitimi ifade ediyor. Yani birbiri içine entegre edilmiş derslerden oluşan bütünlük bir eğitim anlamına gelir. Türkiye’de yeni yeni başlayan bir süreç bu... Bunun amacı öğrencileri daha aktif hale getirmek ve öğrencilere bu yüzyılın özelliklerini kazandırmayı hedefleyen eğitim anlayışı. Fen, teknoloji, mühendislik, matematik dalları birbiri içinde entegre etmeye çalışan bir eğitim sistemi, fenin içinde diğer dalları anlatmaya çalışıyor. Örnek vermek gerekirse bir bina yapmak istediğimizde matematik, teknoloji, mühendislik gibi alanları bir arada kullanırız.” (1. Görüşme)

Kırmızı, ilk görüşmede STEM eğitimini kendi sınıfında uygulama konusunda ilk duyduğunda tedirgin olduğunu kendini yeterli hissetmediğini fakat öğretmenin kendisini geliştirmesi, araştırması ve yenilikleri takip etmesi halinde uygulanabileceği yönünde belirtmiştir.

“İnşallah benim beklediğimden daha kısa sürede eğitim sistemine entegre olur. İlk duyduğumda korktum ama zor değil sadece öğretmenin biraz kendini geliştirmesi, araştırması, yenilikleri takip etmesi lazım öğrenciler biraz yorulacaktır bu süre içerisinde. Ben henüz yeterli hissetmiyorum kendimi... Sürekli etkinlik yapmak da öğrencileri sıkabilir. Bunun dengesini iyi ayarlamak gerektiğini düşünüyorum.” (1. Görüşme)

Kırmızı ile yapılan son görüşmede, STEM eğitimini kendi sınıfında uygulamak için kendisini yeterli görmediğini ifade etmiştir. Bunun nedeni olarak ise alan bilgisinin yetersiz olduğunu ve fen kazanımlarının tamamına entegre etmede sıkıntı olabileceğini ifade etmiştir.

“Kendimi yeterli bulmuyorum çünkü kendi alan bilgime güvenmiyorum. STEM olarak bilgili olduğumu düşünüyorum karşımdakine aktarabilirim ama alan bilgisi konusunda yetersiz olduğumu düşünüyorum. Her kazanıma uygulayamam. Alan bilgim olsa bile bazı kazanımlarda ekleyemem. Çünkü kazanımlar beni çok zorluyor. İyice düşününce çoğu kazanımı ekleyemem. Genelde mühendislik eklemeyi düşünüyoruz ama bazı kazanımda öyle sınırlılıklar veriyor ki istediğin şeyi ekleyemiyorsun. Sınırlılık olmasa hemen bir şeyler aklıma geliyor fakat kazanımların açıklamaları beni sınırlandırıyor.” (2. Görüşme)

Kırmızı ile yapılan görüşmelerde STEM eğitiminin teorisine yönelik bilgi sahibi olmasına rağmen uygulama açısından sıkıntılar yaşayacağını ifade ettiği görülmektedir. İlk görüşmede olduğu gibi son görüşmede de mevcut fen kazanımlarının STEM etkinlikleri oluşturma sürecinde kendisini kısıtladığını ifade etmiştir. Kazanımların kendisini sınırlamasının nedeni olarak alan bilgisinin yetersiz olduğunu öne süren Kırmızı, alan bilgisi yeterli olsa dahi STEM disiplinlerini derslere entegre etme konusunda kendisini yetersiz bulduğunu belirtmiştir. Kırmızı’ nın STEM eğitimi ile ilgili bilgiye sahip olmasına rağmen derslere entegre etme konusunda kendisini yeterli bulmamasının sebebi, öğretim programından seçtiği kazanım ile bireysel olarak hazırladığı ders planının STEM’ e uygun olarak değerlendirilmemesinden kaynaklı oluşan ön yargı olarak yorumlanabilir.

4.4.5.Öğretmen Adayı Mor ile İlgili Bulgular ve Yorumlar

Mor, sürecin başında yapılan görüşmede STEM eğitimini; fen, teknoloji, mühendislik, matematik disiplinlerinin en az ikisinin kullanılması, öğrencilerin konuları günlük yaşam ile ilişkilendirebilmesini sağlayan bir eğitim olarak tanımlamıştır.

“Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin derste en az ikisini kullanarak dersin uygulanmasıdır. Öğrencilerin aktif katılım sağlayarak daha bütüncül bakmasını sağlayan günlük yaşamla bağdaştıran sistemdir.” (1. Görüşme)

Öğretmen adayı Mor, ilk görüşmede STEM eğitimini kendi sınıfında uygulamak için becerilerinin ve hayal gücünün kısıtlandığı için yetersiz olduğunu ifade etmiştir.

“Kalıplaşmış olan ezbere dayalı sistemin özellikle öğretmen adaylarına uygulanmaması gerektiğini düşünüyorum. Çünkü kendi adıma konuşmalıyım ki düşünme becerilerim veya hayal gücüm oldukça kısıtlı hale döndürüldü. Belirli

kalıplar ve şeyler akılda kalınca daha farklı bakma açıları köreltildi. Daha fazla hayal gücünün ve elin mantığı ile çalışan sistem olursa daha başarılı olacağımı ve olunacağını düşünüyorum. Pek mühendislikten anlamıyor olsam da erkekler bu konuda bizden, benden şanslı.” (1. Görüşme)

Mor ile sürecin sonunda yapılan görüşmede ise, STEM eğitimini; öğrencilerin farklı problemlere karşı çözüm üretme, farklı bakış açısı kazanmasını sağlayan bir proje olarak tanımlamıştır.

“STEM günümüz öğrencileri için problemlere karşı çözüm üretmeyi, bir nesneye bakarken farklı yollardan incelemeyi ve toplumun kalkınması, gelişmesi için gerekli olacağını düşündüğüm bir anlayış... 21. Yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirmeyi amaçlıyor. Bireylerin bağımsız olması, farklı açılardan olaya bakma, iş birliği içerisinde olup iletişim sağlaması gibi becerileri sağlar.” (2. Görüşme)

Son görüşmede Mor’un STEM eğitimine yönelik ders planı geliştirme ve kendi sınıfında uygulamaya yönelik olumlu yeterlilik algısına sahip olduğu ve STEM eğitimine yönelim geliştirdiği tespit edilmiştir.

“Yeterli olduğumu düşünüyorum. Tecrübe de kazanırsam daha yeterli olabilirim. İlk duyduğumda önyargılıydım. Kendimi çok yetersiz görüyordum adım adım ilerledik ve zaman ilerledikçe merak etmeye başladım. Kendimi geliştirmiş ve daha meraklı olarak görüyorum. Ve mühendislik entegre etmek konusundan da kendimi daha gelişmiş olarak buluyorum.

“STEM hakkında tek bildiğim dört disiplinin entegre edilmesi idi. Bende hep illa bu dört disiplinin entegre edilmesi gerektiğini düşünüyordum. Şimdi herhangi bir disiplinin birbiri ile entegre ederek kendimin, öğrencilerin genel anlamda toplumdan bütün düşüncelerinin düz mantıktan çıkıp daha farklı bakış açısıyla bakmalarını sağlayacak, değişip gelişeceğini düşünüyorum, derslerimde mutlaka ben de yer vereceğim.” (2. Görüşme)

Öğretmen adayı Mor ile yapılan ilk görüşmede STEM eğitimine yönelik bilgi sahibi olmasına rağmen kazanımları disiplinler arası entegre edebilme konusunda yetersiz olduğunu ifade ettiği görülmektedir. Öğretmen adayı ile yapılan son görüşmede ise, dönem boyunca yapılan uygulamalar ve kendi yaptığı araştırmalar neticesinde disiplinlerin entegrasyonu konusunda kendisini geliştirdiğini ifade etmiştir. İlk görüşme sırasında özellikle mühendislik disiplinin derslere entegre edilmesinde zorlandığını ifade ederken uygulama sonrasında yapılan görüşmede mühendislik disiplinin entegre edilmesine yönelik kendisini yeterli olduğunu ifade etmiştir. Mor’un ilk görüşmede disiplinlerin entegrasyonu ile ilgili kendisini yetersiz görmesinin nedeni geçmişte hayal gücünün kısıtlanmasına bağlı olarak özgüveninin düşmesi olarak yorumlanabilir.

4.4.6. Öğretmen Adayı Pembe ile İlgili Bulgular ve Yorumlar

Pembe, sürecin başında yapılan görüşmede STEM eğitimini; çevre ile feni pekiştiren, fen okuryazarı bireyler yetiştirilmesini sağlayan, fen disiplinin diğer disiplinler ile ilişkilendirilmesi olarak tanımlamıştır.

“STEM eğitimi benim için çevre ile feni pekiştiren, görmemi sağlayan bir yol. Fen okuryazarı birey olabilmek adına feni diğer disiplinler ile entegre ederek günlük yaşantıda kullanım kolaylığı ve anlaşılabilirliği sağlıyor. Bu nedenle benim için çok önemli ve gerekli. Öğreneni sadece bilgi- kavrama basamağında bırakmayıp analiz ve sentez basamaklarında da kolaylıkla ilerleyebilmelerini sağlıyor. Günlük yaşantıda feni, üst düzey becerileri ile pekiştirip problem ve olayları kolaylıkla çözümleyebilen bireyleri yetiştirmek amaçlıyor.” (1. Görüşme)

Pembe, ilk görüşmede STEM eğitimine yönelik uygulamaların nasıl gerçekleştiğini tam anlamı ile bilmediğini ifade etmiştir.

“STEM eğitimin tanım olarak bir şeyler söyleyebiliyoruz ama nasıl uygulanır bilmiyorum. Bana göre fizik için biçilmiş kaftan. Fizik içinde matematik var disiplinlerin entegrasyonu olarak düşünüyorum.” (1. Görüşme)

Pembe ile sürecin sonunda yapılan görüşmede, STEM eğitimini hayat ile içi içe olduğunu, bireylerin üst düzey becerilerini geliştiren bir eğitim olarak tanımlamış ve gelecekte öğretmen olduğunda derslerinde mutlaka STEM eğitimi gerçekleştireceğini belirtmiştir.

“STEM benim için eşittir hayat demek. Şu an birbirimizin sesini duyabiliyor olmamız bile fen ile ilgili. Günlük hayatla bu kadar iç içe olan bir disiplinin fen tek başına da değil... Bu nedenle derslerin diğer disiplinlerle entegre edilmesi gerçekten çok iyi... Sadece alan bilgisi değil bilgi kavrama değil de üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesinde katkı sağlayan bir eğitim diyebiliriz... Biz beşinci sınıftan itibaren fen dersi vermeye başlıyoruz çocuklara ama ne kadar kalıcı olabiliyor bunu düşünmek lazım. STEM ile böyle değil. Günlük hayatla karşılaştırdığı için daha kalıcı olacak... Ben derslerimi mutlaka böyle yapacağım. Karşılaştığımız olaylarda hangi disiplinlerin var olduğunu fark etmemizi sağlıyor. Bizim yaşam ve üst düzey becerilerimizin gelişmesine katkı sağlıyor. Hayatı kolaylaştırıyor, öğrenmeyi kolaylaştırıyor.” (2. Görüşme)

Pembe süreç sonunda yapılan görüşmelerde kendi sınıfında STEM eğitimini uygulamaya yönelik olumlu tutum geliştirdiğini belirtmiştir. STEM etkinlikleri hazırlayabileceğini, uygulayabileceğini ve çevresinde hazır bulunan STEM etkinliklerini değerlendirmek için kendisini yeterli gördüğünü ifade etmiştir.

“Evet, kendimi gerçekten yeterli buluyorum. Arkadaşlarım arasında konuştuğumuz bana danıştıklarında hoşuma gidiyor. Etkinlikleri oluştururken hangi adımları izlemem gerektiğimin farkındayım. Başkasının etkinliğini değerlendirirken nerelerde eksik olduğu ile ilgili yorum yapabilirim. Evet, STEM konusunda yeterli olduğumu düşünüyorum. Çok yorucu olarak düşünülebilir.

Öğrenciye yorucu gelebilir. Zamandan şikâyet edebilir. Aslında biz hep önceden alan bilğim yok yapamam diye şikâyet ediyorduk. Fakat alan bilğim varmış bunun farkına vardım. Öğrencilerde STEM sayesinde cesaretlendirilebilir.”

Pembe ile yapılan ilk görüşmelerde STEM eğitiminin tanımına, amacına ve fen kazanımları ile uygulanabilmesine yönelik yorumlar yapabildiği görülmektedir. Fakat yaptığı yorumlarda STEM eğitime yönelik ders planlama ve uygulamaya dair yeterli hissetmediği görülmektedir. Araştırma sürecinde katıldığı etkinlikler, kazanımlara yönelik kendisinin hazırlamış olduğu ders planı ve süreç boyunca STEM eğitimi hakkında yapmış olduğu araştırmalar neticesinde uygulama boyutunda da olumlu yeterlik algısı geliştirdiği gözlenmiştir. STEM eğitime yönelik teorik olarak farkındalık geliştirmenin yanında uygulamalara katılmak ve özgün ders planı hazırlamak için araştırmalar yapmanın bireylerin kendilerini STEM eğitimi konusunda yeterli hissetmesin etkili rol oynadığı yorumu yapılabilir.

4.4.7.Öğretmen Adayı Turuncu ile İlgili Bulgular ve Yorumlar

Turuncu, sürecin başında yapılan görüşmede STEM eğitimini; fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin entegrasyonu şeklinde ifade etmiştir.

“STEM fen, teknoloji, matematik, mühendislik kelimelerinin baş harflerinin birleşiminden oluşmuştur. Daha da açacak olursak fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarının birbirine entegre edilmiş şekilde anlatılmasıdır. Yani bir fen olayının içinde matematiğin, teknolojin ve mühendisliğin bulunmasından bahsedebiliriz.” (1. Görüşme)

Turuncu, ilk görüşmede STEM eğitime yönelik ders planlamak ve uygulamak konusundan kendisini yeterli hissetmediğini ayrıca uygulanabilir olmadığını düşündüğünü ifade etmiştir.

“Uygulayabileceğimi sanmıyorum, ne olduğunu biliyorum ama ders planı yapamam.. MEB’ in uygulamak istediği ama yine kenarda kalacak bir şey diye düşünüyorum. Uygulanabileceğini tahmin etmiyorum”. (1. Görüşme)

Turuncu, son görüşmede STEM eğitime yönelik ders planlamak konusunda kendisini yeterli gördüğünü ancak uygulamak için tecrübe kazanması gerektiğini ayrıca derslerinde uygulamak istediğini ifade etmiştir.

“Öğretmen olarak STEM e uygun ders planı hazırlayabilirim ama uygulama konusunda ise tecrübem arttıkça daha iyi olacağını düşünüyorum. Kazanımı gördüğümde şurada şunu yaparım diye yorum yapabilirim. Etkinliklerin STEM eğitime uygun olup olmadığı ile ilgili yorumlar yapabilirim.” (2. Görüşme)

Turuncu ile yapılan görüşmelerde STEM eğitimini uygulamaya yönelik olumlu tutum geliştirdiği görülmektedir. İlk görüşmede STEM eğitime yönelik teorik bilgiye sahip olmasına rağmen etkinlik düzenlenmesi ve uygulanması konusunda yetersiz olduğunu belirtirken, süreç sonunda kendisini özgün STEM etkinlikleri oluşturmada, uygulamada ve değerlendirmede yeterli gördüğünü ifade ettiği gözlenmiştir. İlk görüşmede kendisini yetersiz bulmasının sebebinin, STEM eğitime yönelik temel bilgiye sahip olmasına rağmen STEM etkinlik planlaması ve uygulamasına yönelik tecrübesinin az olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

4.4.8. Öğretmen Adayı Beyaz ile İlgili Bulgular ve Yorumlar

Beyaz, sürecin başında yapılan görüşmede STEM eğitimini fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin birlikte ele alınması olarak tanımlamıştır.

“STEM bildiğim kadarıyla fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarını ortaklaşa bir şekilde belli bir hedef doğrultusunda öğrencilere anlatma çabası. Derste bir olaya tek bir pencereden değil de birden çok açıdan bakabilmek daha yaratıcı ve daha net sonuçlar ortaya çıkarır.” (1. Görüşme)

Beyaz, ilk görüşmede STEM eğitime yönelik ders planlamak ve uygulamaların nasıl gerçekleştiğini tam anlamı ile bilmediğini ifade etmiştir.

“STEM’i nasıl uygulamam gerektiğini ve mesela bir fen kazanımına diğer disiplinleri nasıl dâhil edeceğimi tam olarak bilmediğim için uygulayamam”. (1. Görüşme)

Beyaz’ın, son görüşmede STEM eğitime yönelik ders planlamak konusunda yeterlik geliştirdiği, kendi derslerinde kullanmak isteyeceği ancak kendi sınıfında uygulamak için deneyim kazanması gerektiğini düşündüğü tespit edilmiştir.

“STEM eğitime yönelik ders planlamak açısından kendimi yeterli görüyorum fakat STEM’i derslerde uygulamaya yönelik öğretmenlik tecrübesi gerektiğini düşünüyorum. Öğrenciler ile iletişim kurulduğunda daha uygulanabilir olacağını düşünüyorum. Anlattığım konuyu artık STEM ile ilişkilendirebileceğimi düşünüyorum. Tam olarak olmasa da bu yola nasıl çıkılır, nasıl anlatılır. Taslak belli yani ve derslerimde mutlaka kullanacağım...” (2. Görüşme)

Beyaz ile gerçekleştirilen görüşmelerde öğretmen adayı STEM eğitiminin uygulanmasında mevcut koşullardan ve öğretmenlerin isteksiz olmalarından kaynaklı zorluklar yaşanabileceğini belirtmiştir. Bunun sebebinin öğretim hayatı boyunca karşılaştığı öğretmen profilleri olduğu söylenebilir. İlk görüşmede STEM eğitime yönelik öğretim süreci planlaması ile ilgili deneyimi olmamasından dolayı kendisini

STEM eğitimi planlama ve uygulama konusunda yetersiz olarak değerlendirmiştir. Beyaz ile yapılan son görüşmede ise, STEM öğretim süreci planlama çerçevesinde kendisini yeterli bulduğunu fakat uygulamak için tecrübe sahibi olması gerektiğini ifade etmiştir. Öğretmen adayının STEM öğretim süreci planlamasında süreç boyunca katıldığı etkinlikler ve arkadaşlarının ders planları için yardım etmesinden kaynaklı olarak kendisini yeterli hissettiği söylenebilir. Öğretmen adayının STEM etkinliklerini uygulamaya yönelik yetersiz hissetmesini sebebi ise, ÖÖY- II dersinde STEM etkinliği uygulamasında başarısız olması olarak yorumlanabilir.

4.4.9. Öğretmen Adayı Bordo ile İlgili Bulgular ve Yorumlar

Bordo, sürecin başında yapılan görüşmede STEM eğitimini; fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin bütünleştirilmesi olarak tanımlamıştır.

“Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik birbiri çerçevesinde bütünleştirilmiş bir eğitim olarak görüyorum. STEM daha dar bir çerçevede eskiden de var olduğunu düşünüyorum.” (1. Görüşme)

Bordo, ilk görüşmede STEM eğitime yönelik ders planı hazırlama ve uygulamaya yönelik yetersiz olduğunu belirtmiştir.

“...Kendim plan oluşturmam. Disiplinlerin entegresinin nasıl olması gerektiğini bilmiyorum.”

Bordo, son görüşmede STEM eğitime yönelik ders planı hazırlama ve uygulamaya yönelik kendisini yeterli gördüğünü belirtmiştir.

“Disiplinlerin entegresinin nasıl olması gerektiğini böyle bilmiyordum teknolojinin sadece tahtayla kalem vs. sınırlı olmadığını fark ettim daha geniş farklı şeyler düşünmemiz gerektiğini fark ettim. Kendimi geliştiririm ve uygulayım. Nasıl yapabilirim diye üzerinde çalışırım kendimi bu konuda yeterli buluyorum.” (2. Görüşme)

Bordo ilk görüşmede, STEM eğitimi konusunda bilgiye sahip olmasına rağmen uygulamaya yönelik yeterli tecrübeye sahip olamamasından kaynaklı olarak etkinlikleri uygulamada zorluk yaşayacağını belirtmiştir. Son görüşmede ise karşılaştığı zorlukları kendi hayal gücü ve becerileri ile yıkabileceğini ve STEM odaklı uygulamalar konusunda kendisini yeterli gördüğünü ifade etmiştir. STEM eğitimi ile ilgili süreç boyunca gerçekleştirilen farklı uygulamaların öğretmen adayının görüşlerini olumlu olarak etkilediği yorumu yapılabilir.

Öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik yeterlilik algılarının belirlenmesi amacıyla 9 öğretmen adayı ile STEM odaklı uygulamalar öncesinde ve sonrasında

yapılan görüşmelerde, öğretmen adaylarının STEM eğitimi yeterlilik algılarında olumlu yönde geliştiği görülmektedir. STEM odaklı uygulamalar öncesinde kendisini STEM eğitimi ile ilgili yeterli görmeyen (f=9) öğretmen adayları gerekçe olarak sistemin STEM eğitimi için uygun yapıya sahip olmadığını, alan bilgilerinin yetersiz olduğunu ve disiplinlerin entegrasyonu konusunda yeterli bilgiye sahip olmamalarından dolayı STEM eğitiminin uygulanmasına yönelik ön yargılı olduklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları ile uygulama sonrası gerçekleştirilen son görüşmede ise öğretmen adaylarında sadece biri STEM eğitimi uygulamaya yönelik kendini yeterli görmediğini ifade etmiştir. STEM eğitimi ile ilgili yeterlik algısı geliştiren öğretmen adayları (f=8), gerçekleştirilen uygulamaların STEM eğitiminde disiplinlerin entegrasyonu konusunda bilgi sahibi olmalarını, farklı bakış açıları geliştirmelerine olanak sağladığını ifade etmişlerdir.

Son görüşmede STEM eğitimini kendi sınıfında uygulamak için kendisini yeterli görmediğini ifade eden öğretmen adayı gerekçe olarak, alan bilgisinin yetersiz olduğunu ve fen kazanımlarının bazılarının etkinlikleri entegre etmede yetersiz olmasından kaynaklı olduğunu ifade etmiştir.

Öğretmen adayları ile gerçekleştirilen görüşmelerde görüldüğü gibi 9 öğretmen adayından sadece biri kendisini STEM eğitimi ile ilgili yetersiz bulduğu tespit edilmiştir. Kendisini STEM eğitimi ile ilgili yeterli olduğunu düşünen öğretmen adayları gerçekleştirilen uygulamaların merak duyguların pekiştirdiği ve başardıklarını gördükçe motivasyonlarının arttığı şeklinde görüş bildirmişlerdir. Öğretmen adaylarının STEM eğitimi planlama ve uygulamaya yönelik dönem boyunca gerçekleştirdiği çalışmaların yeterlik algılarının değişmesinde etkili olduğu söylenebilir. Olumsuz yeterlilik algısına sahip öğretmen adayı ise bunun nedeninin, temel STEM eğitimi bilgisine sahip olmasının yanında ders planı uygulanması sırasında karşılaştığı olumsuzluklardan kaynaklı olduğu söylenebilir.

5.SONUÇLAR, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu araştırma, STEM odaklı laboratuvar uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik farkındalıkları, STEM eğitimi uygulanmasına yönelik görüşleri, yeterlikleri ve yeterlik algılarına etkisinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada bir devlet üniversitenin Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı'nda 3. sınıfında öğrenim gören öğretmen adayları ile 2016- 2017 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde STEM odaklı uygulamalar ile yürütülerek karma yöntemler araştırma yöntemi ile nicel ve nitel veriler toplanmıştır. Araştırma süresince toplanan veriler “Bulgular ve Yorumlar” bölümünde detaylıca değerlendirilmiştir. Bu bölümde araştırma süresince toplanan nicel ve nitel verilerin analizi ile alt problemler için elde edilen sonuçlar hem birbirleri ile hem de ilgili literatür ile tartışılarak sunulmuştur. Ayrıca sonuçlar doğrultusunda önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuçlar ve Tartışma

5.1.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Odaklı Uygulamalara Yönelik Farkındalıklarına Yönelik Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmanın birinci alt problemi kapsamında öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili farkındalıklarını tespit etmek amacıyla uygulama öncesinde ve sonrasında, nicel (STEM Farkındalık Ölçeği, STEM Kavram Haritası Formu) ve nitel veriler toplanmış (STEM Eğitimi Görüş Formu, STEM Etkinlik Modülü Disiplin İçeriği Değerlendirme Formu) ve bulgular sunulmuştur.

Öğretmen adaylarına uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan STEM farkındalık ölçeği ön ve son test ölçümlerinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Bu durumun çalışma grubunu oluşturan öğretmen adaylarının birinci dönem FÖLU- I dersi kapsamında temel düzeyde 4 haftalık STEM eğitimi almış ve örnek bir STEM etkinliği incelemiş olmaları aynı zamanda Özel Öğretim Yöntemleri I (ÖÖY- I) dersinde STEM eğitimine yönelik teorik olarak bilgi sahibi olmalarından kaynaklandığı düşünülebilir.

Öğretmen adaylarının farkındalıklarına yönelik uygulama öncesi elde edilen nitel bulgular da öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik farkındalık sahibi olduğunu göstermektedir. Nitekim uygulamalar başlamadan önce öğretmen adaylarının STEM eğitimi tanımlamalarında bütünsel öğretim ya da disiplinler arası eğitim gibi kavramları sıklıkla kullandıkları tespit edilmiştir. Alan yazınında da STEM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin disiplinler arası bir anlayışla ele alınması,

öğrencilerin bu disiplinlere yönelik ilgilerini, farkındalıklarını, kariyer bilincini ve 21. yüzyıl bilgi ve becerilerinin gelişimine olanak sağlayacak bütünlük uygulamalar olarak tanımlanmaktadır (Baran ve ark., 2015; Ostler, 2012; Sherman, 2000, Gallant, 2010).

Öğretmen adaylarının STEM eğitiminin amaçlarına yönelik etkili öğrenmeyi, tutum ve değerler kazandırma, 21. yüzyıl becerilerini geliştirme, kariyer farkındalığı kazandırma, STEM alanlarında okuryazarlık ve toplumun kalkınması gibi kategorilerde görüş bildirdikleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının belirttikleri bu görüşler alan yazınında STEM eğitiminden beklenenler ile benzerlik göstermektedir. STEM eğitimi ile bireylerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına yönelik ilgileri artacak ve bu alanlara yönelik farkındalık kazanmaları sağlanarak bilgilerini yapılandırma sağlanacaktır (Gallant, 2010). STEM eğitimi bireylerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında kariyer seçimlerinde etkili olmakla birlikte genel ülke ekonomisine de katkı sağlayacaktır (Marulcu ve Höbek, 2014). Bozkurt Altan ve Öztürk (2018) de STEM eğitimi almış öğretmen adaylarının tanımlamalarında etkili öğrenme (yaparak-yaşayarak öğrenme, bütünlük öğrenme), kariyer farkındalığı geliştirmek gibi ifadeler yer verdiklerini göstermektedir. Nitekim alan yazınında da benzer tanımlamalar yer almaktadır (Bozkurt Altan, 2017b; Bybee, 2010; NAE ve NRC, 2009; NRC, 2012).

Öğretmen adaylarının uygulama sonrasında farkındalıklarına dair nicel verilerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşmadığı tespit edilmiştir. Ancak uygulama sonrası nitel veri toplama yöntemleri ile elde edilen bulgular öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik tanımlamalarını örnekler ile detaylandırabildiklerini ve daha derinlemesine açıklayabildiklerini göstermiştir. Ayrıca STEM eğitiminin amaçlarını ifade ederken uygulama öncesindeki gibi 21. yüzyıl becerileri, etkili öğrenme, tutum ve değerler kazandırma, kariyer farkındalığı kazandırma, STEM alanlarında okuryazarlık ve toplumun kalkınması gibi kategorilerde ifade ettikleri amaçların sıklığında artış gözlenmiştir. Başka bir ifadeyle öğretmen adayları uygulamalar sonrasında STEM eğitiminin amaçları ile ilgili daha geniş fikir sahibi olmuştur. Nitel bulgular, öğretmen adaylarının katıldığı 14 hafta ve toplam 56 saatten oluşan STEM eğitimi uygulama sürecinde STEM eğitimine yönelik algılarının dolayısıyla farkındalıklarının gelişim gösterdiği biçimde yorumlanabilir. Nitekim Hacıoğlu ve ark. (2016) STEM eğitimine yönelik öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği hizmet öncesi ve hizmet içi öğretmen eğitimleri ile öğretmenlerin yeterlilik kazanması, öz yeterlilik algılarının geliştiği ve STEM eğitimini gerçekleştirmeye yönelik motivasyonlarının artmasında önemli etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Aynı şekilde alan yazınındaki araştırmalarda STEM

eğitiminin öğretmen adaylarının ilgileri, bilimsel süreç becerileri vs. unsurlar üzerinde etkili olduğunu göstermektedir (Bozkurt ve ark., 2016; Bozkurt, 2014; Çınar ve ark., 2016).

Öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıklarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen uygulamalardan bir diğeri STEM kavram haritaları formudur. Kavram haritaları formunda öğretmen adaylarından STEM eğitime ilişkin bildikleri kavramları yazmaları ve bu kavramlar arasında ilişki ve bağlantıları göstermeleri istenmiştir. Bu bağlamda uygulama öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının kavram haritalarına yönelik ön ve son test ölçümleri arasında son testler lehine anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının uygulama öncesinde oluşturdukları kavram, bağlantı, ilişki ve çapraz bağlantı sayılarında son testler lehine artış olmuştur. Öğretmen adaylarının uygulama öncesi STEM eğitime dair kavramları ve kavramlar arasındaki ilişkileri kavram haritalarına yansıtabilmeleri de yine adayların uygulama öncesi farkındalıklarının olduğunu gösteren bir diğeri sonuç olmuştur. Bununla birlikte, STEM odaklı uygulamaların kavram haritalarındaki bu gelişim üzerinde etkisinin büyük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu da gerçekleştirilen uygulamaların öğretmen adaylarının uygulama öncesinde farkındalıklarının olmasına karşın süreç boyunca bunun üzerinde farkındalık geliştirmelerini sağlamak hususunda etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bilginin yeniden yapılandırılmasına ve süreç içerisindeki kavram değişimlerinin araştırılmasında kavram haritaları kullanılmaktadır (Şahin, 2002). Nitekim Şahin (2002) öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği araştırmasında adayların dönem içerisinde oluşturdukları kavram haritalarında yeni kavramlar eklediği, ilişki ve bağlantılarında artış gösterdiğini belirtmiştir.

Öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıklarının gelişiminin incelenmesi amacıyla uygulama süresince gerçekleştirilen her bir etkinliğe yönelik adayların bu etkinliklerde hangi disiplinlerin yer aldığına yönelik değerlendirmeler yapmaları beklenmiştir. Etkinlik değerlendirme formları incelendiğinde öğretmen adaylarının genel olarak etkinlikler içerisinde yer alan disiplinleri doğru tespit ettikleri belirlenmiştir. Mühendislik tasarım sürecini içeren etkinlikleri değerlendirmede daha başarılı oldukları görülen öğretmen adayları, teknoloji disiplinin tespit edilmesinde ise bazı etkinliklerde başarılı olmadıkları görülmüştür. Bu duruma mühendislik disiplinin entegre edildiği etkinliklerin bir tasarım problemi ekseninde yürütülmesinin tespit etmeyi kolaylaştırmasının sebep olduğu söylenebilir. Öğretmen adayları genel olarak son iki etkinlikte yaptıkları değerlendirmelerde daha başarılı olmuştur, bu durum uygulama

sürecinin farkındalıklarının gelişimine katkı sağladığı biçiminde yorumlanabilir. Dahası öğretmen adayları uygulama süreci sonuna doğru bir STEM etkinliğine hangi disiplinin nasıl entegre edileceğine dair farkındalıklara sahip olmuşlardır ki bu durum STEM eğitiminin uygulanabilirliği için önemli bir konumda olan öğretmenlerin sahip olması gereken önemli bir farkındalıktır. STEM eğitimi öğretmen eğitimi ile ilgili araştırmalar göstermektedir ki STEM eğitim öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinde ve anlamlı öğrenmede etkili olduğunu göstermektedir (Bozkurt, 2014; Felix ve ark., 2010; Wang ve ark. 2011). Araştırmalar öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilişkili disiplinlerin entegrasyonunu her kademe düzeyine uygun olarak biçimde yapabilmeleri için STEM eğitime yönelik farkındalığa sahip olmaları gerektiğine dikkat çekmektedir (Bozkurt ve ark., 2016; Gökbayrak ve Karışan, 2017). Öğretmenlerin STEM eğitiminin öğrencilerine neler kazandıracağı konusunda farkındalık kazanması kendi sınıflarında bu tür uygulamalara yer vermelerini sağlayacaktır (Margot, 2017). Dolayısı ile STEM eğitimi kapsamında farkındalığın artması önemlidir (Buyruk ve Korkmaz, 2016). Bu bağlamda öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili farkındalıklarının olması ve STEM alanlarında uygulamalar gerçekleştirmeleri önemlidir.

5.1.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimin Uygulanabilirliğine Yönelik Görüşlerine Dair Sonuçlar ve Tartışma

Öğretmen adaylarının STEM eğitime uygulanabilirliğine ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında STEM Eğitimi yönelim ölçeği ve STEM eğitimi görüş formu uygulanmıştır.

Öğretmen adaylarına uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan STEM eğitimi yönelim ölçeği ön ve son test ölçümleri arasında son testler lehine anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının STEM eğitime yöneliminde FÖLU- II dersindeki STEM odaklı uygulamaların etkisinin orta düzeyde etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum, kontrol altına alınamayan değişkenlerin sınırlılığında (sorulara aşına olma, yaşantı vb.) öğretmen adaylarının STEM eğitime yöneliminde FÖLU II dersindeki STEM odaklı laboratuvar uygulamalarının etkisinin olduğunu göstermektedir.

Öğretmen adaylarının STEM eğitiminin uygulanmasına ve uygulamalar sırasında karşılaşılan zorluklara dair görüşlerinin belirlenmesi amacıyla uygulamaların başında ve sonunda STEM eğitimi görüş formu uygulanmıştır. Öğretmen adayları uygulama öncesinde ve sonrasında STEM eğitiminin günlük yaşam ile ilişkili olduğunu ve diğer disiplinleri içerdiği için gerçekleştirilebileceğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının

uygulama öncesinde STEM eğitiminin gerçekleştirilebileceğini düşünmelerinde birinci dönem FÖLU- I ve ÖÖY- I derslerinde STEM eğitime yönelik farkındalık kazanmasının sebep olduğu söylenebilir. Nitekim öğretmen adayları bu derslerde kazanımlara yönelik hazırlanan STEM uygulama örneklerini inceleme imkânı bulmuşlardır. Öğretmen adayları ülkemizde STEM eğitiminin uygulanması için öncelikle öğretim programlarının düzenlenmesi, uzmanlar tarafından STEM eğitime yönelik hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimlerin verilmesi ve öğretim programında yer alan kazanımlara yönelik ders planlarının hazırlanması gerektiğini ifade etmişlerdir. STEM eğitimi gerçekleştirirken karşılaşılabilecek zorluklara yönelik görüşlerinde ise öğretmen adayları maliyet, öğrenci hazırbulunuşluğu, disiplinlerin entegre edilmesi ve ders saatlerinin uygulamalar için yetersiz olmasını ifade etmişlerdir. Seals ve ark. (2017) da öğretmenlerin STEM eğitimi uygulamaya yönelik zorluklar arasında kaynak yetersizliği gibi kendilerinin dışındaki faktörlere vurgu yaptıklarına dikkat çekmektedir.

Öğretmen adaylarının STEM odaklı uygulamalarda karşılaşılabilecek zorluklara yönelik ön ve son ifadeleri incelendiğinde uygulama öncesinde maliyet, öğrenci hazırbulunuşluğu ve disiplinlerin entegre edilmesine daha fazla yer verdikleri uygulama sonrasında ise bu kavramları daha az sıklıkta kullandıkları görülmektedir. Bu durum bir dönem boyunca öğretmen adayları ile gerçekleştirilen STEM odaklı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının görüşlerinin değişmesinde etkili olduğunu göstermektedir. Nitekim uygulama sürecinde öğretmen adayları araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlik modüllerinin yanında STEM eğitime yönelik çeşitli uygulamaları incelemiş ve ÖÖY- II dersinde ders planı hazırlamış ve uygulamışlardır. Ayrıca sınıf arkadaşlarının ders planlarını da izleme imkânı yakaladıkları için araştırma süreci öğretmen adaylarının STEM eğitiminin uygulanabilir olduğuna yönelik görüşlerinde etkili olduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarının STEM eğitiminin gerçekleştirilmesine yönelik görüşlerinde de ifade ettikleri gibi hizmet içi ve hizmet öncesi eğitimlerin verilmesi STEM eğitiminin gerçekleştirilmesinde önemlidir. Bireylerin günlük yaşamdaki sorunların çözümünde kullanacakları fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının farkına varması sağlanmalıdır (Bybee, 2010). Bunun içinde öncelikle öğretmen adaylarının STEM odaklı uygulamalarda karşılaşılabilecekleri zorluklar ile nasıl başa çıkacağı ve STEM disiplinlerinin bütünleşik olarak ele alınmasına yönelik eğitim alması gereklidir (Al Salami ve ark., 2015; Hacıoğlu ve ark., 2016).

Öğretmen adayları ile uygulama öncesinde ve sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde gelecekte meslek hayatlarında sınıflarında STEM eğitimini uygulamalarına yer vermeye yönelik görüşleri alınmıştır. Uygulama öncesinde gerçekleştirilen görüşmelerde çalışma grubunda yer alan 9 öğretmen adayından Sarı, Mor, Pembe ve Bordo STEM eğitimini derslerine entegre etme konusunda az da olsa bilgiye sahip olduklarını ve uygulamak istediklerini belirtmiştir. Diğer beş öğretmen adayı ise STEM'i sınıflarında uygulamanın zor olduğunu belirtmişlerdir. Uygulama sonrasında ise 9 öğretmen adayı da STEM eğitimini kendi sınıflarında uygulamayı düşündüklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları uygulama sürecinde bakış açılarının değiştiğini ve STEM eğitime yönelik hem uygulamaya katılmalarının hem de örnek uygulamalar yapma ve diğer arkadaşlarını gözlemleme fırsatının uygulama yapmaya yönelik bilgilerini arttırdığı için kendi sınıflarında uygulamayı düşündüklerini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının meslek yaşantılarında STEM eğitimini uygulamaları için öncelikle kendilerinin STEM eğitime yönelik bilgi, beceri ve tutumları kazanmış olmaları gereklidir (Çorlu, 2012). Araştırma uygulama sürecinde gerçekleştirilen etkinlikler ve STEM eğitime yönelik bilgilendirmeler ile öğretmen adaylarının STEM öğretime yönelik yönelimleri artmıştır. Nitekim hizmet öncesinde STEM eğitime yönelik bilgi, beceri ve farkındalık kazanmış, STEM eğitiminin gerçekleştirilmesine yönelik olumlu görüşe sahip öğretmen adayları meslek yaşamlarında STEM eğitime liderlik etme ve öğrencilere STEM disiplinlerine yönelik farkındalık kazandırılmasında önemli role sahiptir (Çorlu, 2012; Hacıoğlu ve ark., 2016; Pinnell ve ark., 2013).

5.1.3. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Odaklı Etkinlik Planlama ve Uygulamaya İlişkin Yeterliklerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Öğretmen adaylarının STEM odaklı etkinlik planlama ve uygulamaya ilişkin yeterliklerinin tespit edilmesi amacıyla STEM odaklı uygulamalar öncesinde, uygulamalar sürecinde ve uygulama sonrasında bireysel ve grup çalışması olarak ders planları hazırlamaları istenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının ÖÖY- II dersinde STEM eğitime çerçevesinde gerçekleştirdikleri uygulamalarına yönelik alan notları tutulmuştur.

Araştırma bulguları doğrultusunda, gerçekleştirilen STEM odaklı uygulamaların genel olarak öğretmen adaylarının STEM öğretime yönelik yeterliliklerinin gelişimine katkı sağladığı sonucuna varılmıştır. Çalışma grubunda yer alan 9 öğretmen adayının STEM odaklı uygulamalar öncesinde ve sonrasında grup olarak hazırladıkları ders

planlarında “içerik”, “yaklaşım”, “ölçme değerlendirme” ve “uygulanabilirlik” kategorileri kapsamında gelişim gösterdikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının uygulama öncesinde grup olarak hazırladıkları ders planında “içerik” kategorisinde genel olarak yalnızca fen disiplinine yer verdikleri ve öğretim sürecini fen disiplini kapsamında planladıkları görülmektedir. Buna bağlı olarak diğer kategorilerde de fen disiplini çerçevesinde etkinliklere yer vermişlerdir. Uygulama sonrasında hazırladıkları öğretim planlarında ise STEM öğretimi için daha uygun olan mühendislik tasarım ve teknoloji destekli bilimsel araştırma sorgulamaya dayalı etkinliklere yer verdikleri görülmektedir. Öğretmen adayları uygulama sonrası hazırladıkları ders planlarında “ölçme değerlendirme”, “yaklaşım” ve “uygulanabilirlik” kategorileri bağlamında da STEM öğretim sürecine uygun planlar hazırlamışlardır.

Öğretmen adayları uygulama sürecinde bireysel olarak da STEM eğitimine yönelik ders planları hazırlamışlardır. Bu ders planlarının hangi haftalarda toplandığı “*Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri STEM Ders Planları*” başlığındaki tabloda belirtilmiştir (Bakınız Tablo 3.1.) Öğretmen adaylarının bireysel olarak hazırladıkları ders planları incelendiğinde STEM eğitime uygun içeriklere yer verdikleri görülmektedir. 9 öğretmen adayından beşi seçtikleri kazanımlara nedeniyle STEM disiplinlerini derse entegre etme konusunda zorlandıkları fakat ders planlarında STEM disiplinlerini içeren etkinliklere yer verdikleri görülmektedir. Beş öğretmen adayının ders planları “uygulanabilirlik” kategorisinde tekrar düzenlenmelidir olarak değerlendirilmiştir. Diğer dört öğretmen adayının ise uygulama sürecinde STEM disiplinlerini ders içeriğine uygun şekilde entegre ederek ders planlarını hazırladıkları görülmüştür. Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planlarında “içerik”, “yaklaşım”, “ölçme değerlendirme” ve “uygulanabilirlik” kategorileri kapsamında gelişim gösterdikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının uygulama sürecinde ÖÖY-II dersinde STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde ders planları geliştirip bu ders planlarını uygulamaları istenmiştir. Çalışma grubunda yer alan dokuz öğretmen adayından dördü STEM eğitime uygun etkinlik planı geliştirmiş ve mikro-öğretim ile planlarının uygulamasını gerçekleştirebilmiştir. Öğretmen adaylarının uygulama sürecine ilişkin alan notları ile elde edilen bulgularda öğretmen adaylarının STEM eğitime mühendislik tasarım süreci yönelik etkinliklere daha çok yer verdikleri tespit edilmiştir. Bu durumun öğretmen adaylarının daha çok mühendislik tasarım sürecine yönelik örnekler ile karşılaşmış olmalarından kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim STEM eğitimi farklı boyutlarda ele alınmaktadır. Mühendislik tasarım uygulamaları da STEM eğitimi uygulama yollarından

birisidir (*Detaylı bilgi için Bakınız Bölüm 2, Başlık 2.3.*). Araştırma süresince fen bilimleri öğretmen adayları ile gerçekleştirilen STEM odaklı laboratuvar uygulamalarında STEM eğitimi çeşitli boyutları ile ele alınmış, öğretmen adaylarının STEM eğitimi gerçekleştirme yolları ile ilgili çeşitli etkinlikleri incelemeleri sağlanmış ve kendilerinin STEM eğitime yönelik ders planı geliştirmeleri ile bilgilerini uygulama sürecine aktarma fırsatı verilmiştir. Bu durum öğretmen adaylarının mühendislik tasarım uygulamalarına yönelik tecrübelerinin artmasının yanında diğer STEM odaklı uygulamalara yönelik tecrübe kazanmalarını sağlamıştır. STEM eğitime yönelik ders planlayan öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik ilgileri ve yeterlikleri gelişmektedir (Bracey ve Ark., 2013). Nitekim dönem boyunca gerçekleştirilen uygulamalarda farklı STEM etkinlik örnekleri ile karşılaşan öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik etkinlik planlama ve uygulama becerilerinin geliştiği gözlenmiştir. Bracey ve ark. (2013) yoğun bir STEM eğitimi programı düzenlemiş ve programın fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitimi gerçekleştirmeye yönelik yeterlilik ve inançlarının gelişim göstermesine katkı sağladığını tespit etmiştir.

Araştırma boyunca gerçekleştirilen STEM odaklı laboratuvar uygulamaları ile STEM eğitime yönelik farkındalığı artmış, STEM eğitime olumlu görüşlere sahip öğretmen adaylarının STEM eğitimi planlama ve uygulamaya yönelik yeterliklerinde de gelişme görülmüştür. Bu durum öğretmen adaylarını gelecek meslek yaşantılarında STEM eğitimi uygulamaya hevesli olduklarını göstermektedir. Nitekim STEM eğitimi uygulamaya yönelik olumlu görüşlere sahip öğretmen adayları yeniliklere açık, bilimsel gelişmelerin takibinde ve araştıran sorgulayan öğrencilerin yetiştirilmesinde önemli role sahiptir (Siew ve ark., 2015).

5.1.4. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Öğretim Yeterlik Algılarına Yönelik Sonuçlar ve Tartışma

STEM odaklı laboratuvar uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM öğretim yeterlik algılarına etkisi belirlemek amacıyla ders sürecinin başında (ilk görüşme) ve sonunda (son görüşme) olmak üzere 9 öğretmen adayı ile yarı yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiştir.

Öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik yeterlilik algılarının belirlenmesi amacıyla 9 öğretmen adayı ile STEM odaklı uygulamalar öncesinde ve sonrasında yapılan görüşmelerde, öğretmen adaylarının STEM eğitimi yeterlilik algılarının geliştiği belirlenmiştir. Öğretmen adayları uygulama süreci öncesinde STEM eğitime yönelik öğretim süreci ve etkinlik planlama ile ilgili kendisini yeterli görmediklerini

belirtmişlerdir. Süreç içerisinde gerçekleştirilen etkinlikler ve kendi hazırladıkları ders planları ile kendilerini STEM eğitimi konusunda geliştirdiklerini ifade etmişlerdir.

Araştırmada yer alan öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili farkındalığa sahip oldukları çalışma grubunu tanımlarken belirtilmişti. Bu bağlamda çalışma grubunun STEM eğitimi farkındalığına sahip olmasına rağmen uygulamalar öncesinde disiplinlerin entegrasyonu ve alan bilgilerinin yetersizliğinden dolayı kendilerini STEM odaklı uygulamalar açısından yetersiz buldukları belirlenmiştir. Aynı zamanda öğretmen adayları geçmiş eğitim yaşantılarından kaynaklı ön yargılarından dolayı da STEM eğitimi uygulamayacaklarını ve bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını düşünmektedirler.

Araştırma süreci sonunda öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik yeterlilik algılarına dair görüşlerinde ise, kendilerini STEM eğitimi uygulama çerçevesinde yeterli olarak ifade ettikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının uygulama süreci boyunca gerçekleştirilen etkinlikler ve hazırladıkları ders planları ile STEM eğitimi ile ilgili tecrübe kazanmalarından dolayı yeterlik algılarının olumlu yönde geliştiği söylenebilir. Bu durumda öğretmen yeterliliğini geliştirmek üzere gerçekleştirilecek eğitimlerin bilgilendirmenin ötesinde, öğretmenlerin kendilerinin sürece aktif katılması ve uzun süreli ya da yoğun olmasının önemine dikkat çekilebilir. Nitekim Çorlu'nun (2017) da ders saati açısından zengin ve uzun soluklu öğretmen eğitimlerinin gerekliliğine vurgu yapmaktadır. Bozkurt Altan ve Ercan (2016) da ders saati açısından yoğun programların öğretmen eğitiminde etkili olduğunu belirtmektedir. Öğretmen adaylarından sadece biri STEM odaklı uygulamalar için yeterliğe sahip olmadığını ve bu durumun alan bilgisinin yetersizliğinden kaynaklandığını belirtmiştir. Bunun sebebi olarak, STEM eğitime yönelik hazırladığı ders planında başarısız olması gösterilebilir.

Dönem boyunca gerçekleştirilen STEM odaklı laboratuvar uygulamaları fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik yeterlik algılarının gelişiminde etkili olmuştur. Nitekim araştırmalar daha fazla öz-yeterlik duygusuna sahip öğretmenlerin STEM pedagojisini sınıflarında daha iyi uygulayabildiğini ve STEM eğitimi konusunda daha rahat olduklarını göstermektedir (Nadelson ve ark., 2012).

Öğretmen adayları süreç boyunca STEM eğitime yönelik araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlik modüllerinin yanı sıra farklı uygulama örneklerini de incelemişler ve fen bilimleri öğretim programında yer alan kazanımlara göre kendileri ders planı hazırlamışlardır. Bu durum öğretmen adaylarını STEM eğitimi uygulamaya yönlendirmiştir. STEM eğitime yönelik gerçekleştirilen uygulamalar öğretmen

adaylarını STEM disiplinlerinin işleyişi ile ilgili meraklandırır ve disiplinleri entegre etme çabasına giren öğretmen adaylarını STEM eğitimini uygulamaya yönlendirir (Eroğlu ve Bektaş, 2016). Öğretmenlerin öz-yeterliği de STEM alanlarındaki pedagojik becerilerinden (veya eksikliğinden) etkilenir (Menon ve Sadler, 2016). Öğretmen adaylarının STEM eğitiminin yapısına yönelik bilgileri ve STEM odaklı uygulamalara yönelik tecrübeleri arttıkça bilimsel süreç becerileri gelişmekte, STEM eğitime yönelik ilgileri, motivasyonları ve yeterlikleri artmaktadır (Bozkurt, 2014; Bozkurt ve ark., 2016; Çınar ve ark., 2016; Hacıoğlu ve ark., 2016).

Araştırmanın her bir alt problemine yönelik sonuçları bütüncül olarak ele aldığımızda FÖLU-II dersinde gerçekleştirilen STEM odaklı uygulamaların öğretmen adaylarının mesleki gelişimine olumlu katkılar sağladığı söylenebilir. Söz konusu mesleki gelişim çağı gerektirdiği bilgi ve becerilerin gelişimine olanak sağlayan ve son yıllarda ülkelerin eğitim anlayışlarında sıklıkla yer verdiği STEM eğitim anlayışına yönelik olmuştur. Araştırma süresince gerçekleştirilen STEM odaklı laboratuvar uygulamaları ile öğretmen adaylarının farkındalıklarında istatistiksel olarak farklılık görülme de uygulama öncesinde ve sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde öğretmen adaylarının farkındalıklarına yönelik kullandıkları ifadelerde artış görülmüştür. Öğretmen adayları 14 hafta boyunca gerçekleştirilen uygulamalar ile var olan STEM eğitimi bilgilerini arttırmışlar ve STEM eğitimini daha detaylı bir şekilde öğrenmişlerdir. Uygulamalar süresince öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik uygulanabilirliğine yönelik görüşlerinin de geliştiği belirlenmiştir. Öğretmen adaylarından beşi uygulama öncesinde STEM eğitimi uygulamaya yönelik olumsuz bakış açısına sahipken, uygulama sonrasında dokuz öğretmen adayı da STEM odaklı uygulamalara yönelik olumlu ifadeler kullanmışlardır. Dönem boyunca gerçekleştirilen uygulamalar ile öğretmen adayları hem STEM eğitime yönelik farklı etkinlikler ile karşılaşmış hem de kendileri ders planları hazırlamışlar ve hazırladıkları ders planlarına yönelik uygulamalar gerçekleştirmişlerdir. Bu durumun öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik yeterliliklerinin gelişmesine katkı sağladığı hazırladıkları ders planlarında görülmektedir. Ayrıca öğretmen adayları uygulama öncesinde ve sonrasında gerçekleştirilen görüşmelerde kendi ifadelerinde de STEM eğitimi uygulamaya yönelik kendilerini yeterli gördüklerini belirtmişlerdir.

5.2. Öneriler

Araştırmada elde edilen sonuçlar her ne kadar çalışma grubu ve örneklem ile sınırlı kalsa da genelleme yapılmaksızın elde edilen sonuçlar doğrultusunda öğretmen yetiştirme programı ve öğretmen eğitimcileri, eğitim yöneticileri ve araştırmacılara yönelik bazı öneriler sunulmuştur.

Öğretmen Yetiştirme Programı ve Öğretmen Eğitimcileri için Öneriler;

2016- 2017 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde uygulamaları gerçekleştirilen bu araştırmada, 14 haftalık uygulamalar süresince öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıkları ve yeterliklerinin geliştiği, STEM odaklı uygulamaların gerçekleştirilebilirliğine yönelik görüşlerinin olumlu yönde değişim gösterdiği ve STEM odaklı uygulamalara yönelik yeterlilik algılarının geliştiği belirlenmiştir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının STEM eğitimini meslek hayatlarında uygulamasına yönelik yeterlilik kazanmaları için lisans programlarında FÖLU I ve II derslerinde bu araştırma kapsamında hazırlanan STEM odaklı etkinlik modüllerinin kullanılması ya da benzer uygulamaların gerçekleştirilmesi önerilebilir. Bununla birlikte benzer içerikli ve ders saatindeki programların hizmet içi ve hizmet öncesi fen bilimleri öğretmen eğitiminde proje ve programlar kapsamında kullanılması önerilebilir.

Araştırmada öğretmen adaylarının süreçte kendilerini en yetersiz hissettikleri hususun alan bilgisi olduğu belirlenmiştir. Sürecin alan bilgisi eksikliğinden olumsuz etkilenmemesi için FÖLU I ve II derslerini STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde yürütmeyi planlayan öğretmen eğitimcilerine laboratuvar ortamında öğretmen adaylarının bilgiye ulaşmalarını sağlayacak basılı kaynaklar ya da internete ulaşma fırsatı tanınması önerilebilir.

FÖLU I ve II derslerinin STEM odaklı uygulamalar ile yürütülmesi için grup çalışması önemlidir. Öğretmen eğitimcilerine süreci grup çalışması yapılacak şekilde planlamaları ve grupları işbirlikli öğrenmede grup çalışması esaslarına göre oluşturmaları önerilebilir.

Araştırmacılara yönelik öneriler;

Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programı FÖLU-II dersi için 14 haftalık bir süreç içinde gerçekleştirilen uygulamalar öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik yeterliklerinin gelişiminde etkili olmuş ve öğretmen adayları süreç içerisinde hazırladıkları ders planlarına bu durumu yansıtmışlardır. Öğretmen adaylarının yeterliliklerindeki gelişiminin derinlemesine incelenmesi için daha uzun süreli araştırmalar yapılabilir. Öğretmen adaylarının uygulama yeterliliklerini tespit etmek

üzere aynı dönem aldıkları Öğretmenlik Uygulaması derslerinde ortaokul öğrencilerine yaptıkları uygulamalar takip edilebilir.

Fen Bilimleri Dersi öğretim programı kapsamında STEM disiplinlerinin derslere nasıl entegre edileceğine yönelik uygulamalı çalışmalar yapılabilir, öğretmen adaylarının geliştirdikleri planlar incelenerek kitapçık haline getirilebilir.

Bu araştırmada çalışma grubunda yer alan 9 öğretmen adayına ait ders planları incelenmiştir. Öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik yeterliklerinin gelişiminin gözlenmesi için daha fazla öğretmen adayı ile çalışılabilir ya da daha az sayıda öğretmen adayının planlarındaki gelişim daha uzun soluklu incelenebilir.

Grup çalışması ile gerçekleştirilen STEM odaklı uygulamalarda öğretmen adaylarının aktiflik durumlarının ve araştırma sürecinin kesintisiz kayıt altına alınması için video kaydı alınması ya da birden çok araştırmacının alan notu alması önerilebilir.

Eğitim Yöneticilerine Öneriler;

STEM odaklı uygulamalara yönelik MEB’de düzenlemeler gerçekleştirilmiş ve bu durum Fen Bilimleri Öğretim Programı’na yansımıştır. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda mühendislik tasarım sürecini kapsayan kazanımlara yer verilmiştir. Ayrıca programda “*Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları bölümündeki yönergelere göre öğrencilerden yıl içerisinde uygulamalar yapması beklenir*” ifadesine yer verilmiştir. Bu ifade öğretmenlerin mühendislik tasarım uygulamalarını ünite sonunda ya da dönemde bir ya da iki kez yapılacak proje görevleri gibi değerlendirmenin önüne geçmektedir. Ancak, öğretmenlerin ilgili bölümdeki açıklamaları yorumlayabilmesi için uygulamalı eğitimlere katılması ve süreci deneyimlemesi önerilebilir. Nitekim bu çalışma kapsamında öğretmen adaylarının uygulama öncesinde STEM eğitime yönelik farkındalık sahibi olması ve hatta örnek uygulamalar incelemiş olmasına karşın STEM ders planı geliştirme ve uygulama ile kendilerini yeterli hissetme durumlarının yüksek olmadığı tespit edilmiştir. Bu durumda öğretmenler için de STEM eğitiminin uygulanmasında zorluklar olabileceği düşünülerek, öğretmenlerin sınıflarında STEM etkinlikleri gerçekleştirmelerine yönelik kılavuz hazırlanması önerilebilir. Bununla birlikte STEM eğitiminin fen öğretiminde ilkökul ve ortaokullarda uygulanmasına en yakın konumda olan öğretmenlerin de profesyonel gelişim programları ile STEM eğitimi uygulamak konusunda yeterlilik kazanabilecekleri düşünülmektedir. Bu bağlamda hem üniversiteler hem de MEB’e öğretmenlere yönelik proje ya da programlar açarak söz konusu yeterlilikler gelişimine katkı sağlamaları önerilebilir.

KAYNAKÇA

- Adıgüzel, A. 2005. Avrupa birliğine uyum sürecinde öğretmen niteliklerinde yeni bir boyut: bilgi okur yazarlığı. Milli Eğitim, 33 (167): 53-70.
- Al Salami, M.K., Makela, C.J., Miranda, M.A. 2015. Assessing changes in teachers' attitudes toward interdisciplinary STEM teaching. Int J Technol Des Educ. DOI 10.1007/s10798-015-9341-0.
- Aplaslan, N. 2011. Mühendislik tarihi ve felsefesi üzerine bir araştırma. Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi, 1:1-10.
- Aslan Yolcu, F. 2013. İlköğretim düzeyinde performans görevi ve proje uygulamaları sürecinde disiplinler arası yaklaşımın etkisi üzerine bir çalışma. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Baran E., Canbazoglu S., ve Mesutoğlu C. 2015. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme. Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED), 5(2): 60-69.
- Bracey, G., Brooks, M., Marlette, S., Locke, S. 2013. Teachers 'n Training: Building Formal STEM Teaching Efficacy through Informal Science Teaching Experience. 2013 ASQ Advancing the STEM Agenda Conference, 1- 4.
- Baydar, S.C., Bulut, S. 2002. Öğretmenlerin matematiğin doğası ve öğretimi ile ilgili inançlarının matematik eğitimindeki önemi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 63: 62-66.
- Benuzzi S., Grace L. 2015. Continuum for integrating stem in teacher preparation and induction. A collaborative creation of Long Beach Unified School District (LBUSD) & California State University Long Beach (CSULB). The S. D. Bechtel, Jr. Foundation.
- Berry, J., 2002. Developing mathematical modelling skills. The role of CAS. Zentralblatt für didaktik der mathematik [ZDM], 34: 212-220.
- Bers M. U., Portsmore, M. 2005. Teaching partnerships: Early childhood and engineering student teaching math and science through robotics. Journal of Science Education and Technology, 14(1): 59-73.
- Boz, N. 2008. Matematik neden zor?. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED), 2 (2): 52-65

- Bozkurt Altan, E. 2017a. Teoriden pratiğe fen bilimleri öğretimi. Hastürk, H. G. (Ed.), Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM-STEM) eğitimi. Pegem Yayıncılık, 1. Baskı, Ankara, 354-388.
- Bozkurt Altan, E. 2017b. Kuramdan uygulamaya STEM+A+E Eğitimi. Çepni, S. (Ed.), Tasarım temelli fen eğitimi ve probleme dayalı STEM uygulamaları. Pegem Yayıncılık, 3. Baskı, Ankara, 169-199.
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H., Buluş Kırıkkaya, E. 2016b. FeTeMM Eğitim Yaklaşımının Öğretmen Eğitiminde Uygulanmasına Yönelik Bir Öneri: Tasarım Temelli Fen Eğitimi. Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6(2): 212-232.
- Bozkurt Altan, E., Ercan, S. 2016. STEM Education program for science teachers: perceptions and competencies. Journal of Turkish Science Education, 13: 103-117.
- Bozkurt Altan, E., Ercan, S., Karahan, E. 2016a. Tasarım temelli fen eğitime yönelik öğrenci değerlendirmeleri: Bir durum çalışması. 12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Trabzon.
- Bozkurt, E. 2014. Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bozkurt, E., Öztürk, N. 2018. STEM eğitimi deneyimine sahip fen bilimleri öğretmen adaylarının görüşleri ile STEM eğitimi: ihtiyaçlar, öneriler. ICES UEBK.
- Bracey, G. ve Brooks, M. 2013. Teachers'n training: Building formal STEM teaching efficacy through informal science teaching experience. ASQ Advancing the STEM Agenda Conference, Grand Valley State University, Michigan.
- Brunsell, E. 2012. The engineering design process. Brunsell, E. (Ed.) Integrating engineering + science in your classroom (3-5). National Science Teacher Association [NSTA] Press, Arlington, Virginia.
- Buyruk, B., Korkmaz, Ö. 2016. FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. Türk Fen Eğitimi Dergisi, 13 (2): 61-76.
- Bütüner, S.Ö., Uzun, S. 2011. Fen öğretiminde karşılaşılan matematik temelli sıkıntılar: fen ve teknoloji öğretmenlerinin tecrübelerinden yansımalar. Kuram ve Eğitim Bilim, 4 (2): 262-272.
- Bybee, R. W. 2010. Advancing STEM education: A 2020 vision. Technology and Engineering Teacher, 70(1): 30-35.

- Can, A. 2014. SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi. Pegem Akademi, 3.Baskı, Ankara, 393s.
- Ceylan, S. 2014. Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Creswell, J W. 2012. Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research (4th ed.). Pearson, Boston.
- Creswell, J.W. 2017. Karma Yöntem Araştırmalarına Giriş. Pegem Yayıncılık, 3. Baskı, Ankara, 131s.
- Culver, D. E. 2012. A qualitative assessment of preservice elementary teachers' formative perceptions regarding engineering and k-12 engineering education. Graduate Theses and Dissertations, Iowa State University Ames, Iowa.
- Çalışkan, M., Mencik, Y. 2016. Değişen dünyanın yeni yüzü: sosyal medya. Akademik Bakış Dergisi, 50, 254-277.
- Çınar, S., Pırasa, N., Paliç Sadoğlu, G. 2016. Views of Science and Mathematics Pre-service Teachers Regarding STEM. Universal Journal of Educational Research, 4(6):1479- 1487.
- Çiltaş, A., Akıllı, M. 2011. Öğretmenlerin pedagojik yeterlilikleri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3(4): 64-72.
- Çoklar, A.N., Vural, L., Yüksel İ. 2010. Bilgisayar mühendisliği ile bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi son sınıf öğrencilerinin bilgisayar kavramına ilişkin geliştirdikleri mecazlar. Kuramsal Eğitim Bilim, 3 (1): 1-28.
- Çorlu, 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.
- Çorlu, M. S. 2017. STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi. (Editörler: M. S. Corlu, E. Çallı), STEM Kuram ve Uygulamaları. Pusula, Ankara, 1-10.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., Capraro, M. M. 2014. Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation. Education and Science, 39(171): 74-85.
- Çorlu, S. 2016. Bütünleşik öğretmenlik projesi. STEM Öğretmenlik Bülteni, 1(1):1- 15.

- Deveci, İ. 2018. The STEM Awareness as Predictor of Entrepreneurial Characteristics of Prospective Science Teachers. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 1-18. DOI: 10.24106/kefdergi.356829.
- Dockstader, J. 1999. Teachers of the 21st century know the what, why, and how of technology. *Journal*, 26(6): 73-75.
- Doymuş, K., Şimşek, Ü., Bayrakçıken, S. 2004. İşbirlikçi öğrenme yönteminin fen bilgisi dersinde akademik başarı ve tutuma etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(2): 103-115.
- Duch, B. 1995. What is problem based learning? A newsletter of the center for teaching effectiveness. *About Teaching*, 47.
- Duch, B. J., Groh, S. E., Allen, D. E. 2001. Why problem-based learning? A case study of institutional change in undergraduate education. In B. Duch, S. Groh, D. Allen (Eds.), *The power of problem-based learning*. Sterling, VA: Stylus.
- Dugger, E. W. 2010. Evolution of STEM in the united states. 6th Biennial International Conference On Technology Education Research. Australia.
- Durmaz, Y. 2017. Sınıf öğretmenlerinin tekno pedagojik eğitim yeterlikleri, mesleki öz yetkinlikleri ve teknoloji kullanım düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. On sekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Eraslan, M., Koç Şenol, A., Kılınç, A., Büyük, U. 2012. Üstün zekalı öğrencilerin fen öğretiminde robot teknolojisinin kullanımına yönelik görüşleri. *Researcher: Social science studies*, 1(1): 24-39.
- Ercan S. 2014. Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: tasarım temelli fen eğitimi. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ercan, S. 2016. Improving prospective science teachers' integrated stem teaching competencies. International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology (ICEMST), May 19- 22, Bodrum,Turkey.
- Erkaper, Ş. 2007. İlköğretim II. kademe fen bilgisi derslerinde problem çözme becerisi ile kıyaslı bellek kapasitesi arasındaki ilişkinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Eroğlu, S., Bektaş, O. 2016. STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar*

- Dergisi- Journal of Qualitative Research in Education, 4(3): 43-67. DOI :10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s3m
- Evsahibioğlu, N. 1994. Mühendislik Matematiği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Kitabı. Ankara. 105 s.
- Felix, A. L. 2010. Design-based science for STEM student recruitment and teacher Professional development. Mid-Atlantic ASEE Conference, Villanova University.
- Fırat, M., Özsoy, M. (2017). Makine Mühendisliğinde Bilgisayar Uygulamaları Ders Notları.
http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr/Uploads/21616/28632/cad_cam.pdf (12.05.2018).
- Fortus, D., Krajcik, J. S., Dershimer, R. C., Marx, R. W., Mamlok-Naaman, R. 2005. Designbased science and real-world problem-solving. International Journal of Science Education, 27(7): 855-879.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. 1996. How to design and evaluate research in education (3th ed). Mc Graw Hill Higher Education. New York, ABD.
- Gallant, D.J. 2010. Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. McGraw-HillEducation.
https://www.mheonline.com/research/assets/products/555d6702c950ecb7/stem_educat_on.pdf (15 Mart 2017).
- Glesne, C. 2013. Nitel araştırmaya giriş (A. Ersoy, çev.). Anı Yayıncılık, Ankara.
- Gökbayrak, S., Karışan, D. 2017. STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi, 8(2): 63-84.
- Güllüoğlu, F., Kuzu, A., Dursun, Ö.Ö., Kurt A.A., Gültekin, M. 2013. Milli eğitimde teknoloji kullanımı ve sonuçları: velilerin bakış açısından fatih projesi'nin pilot uygulamasının değerlendirilmesi. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 30: 195-216.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H., Kavak, N. 2016. Mühendislik temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri. Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 5 (3): 807-830.
- Hacıömeroğlu, G., Bulut, S.A. 2016. Integrative STEM teaching intention questionnaire: a validity and reliability study of the turkish for. Eğitimde Kuram ve Uygulama, 12(3): 654-669.

- Han, S., Yalvaç B., Capraro, M.M., Capraro, R.M. 2015. In-service teachers' implementation and understanding of stem project based learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(1): 63-76.
- Hıdıroğlu, Ç.N., Güzel, E.B. 2014. Matematiksel modellemede geogebra kullanımı: boy-ayak uzunluğu problemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36: 9-44.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., Carberry, A. 2011. Infusing engineering design into high school STEM courses.
- International Society For Technology In Education [ISTE], 2002. National educational technology standards for teachers: preparing teachers to use technology. Edt., Kelly, M. G., McAnear, Anita. Department of Education, Washington, DC.
- International Technology Educating Association [ITEA]. 2007. Standards for technological literacy: content for the study of technology. Reston, VA: Author.
- Kalaycı, N., Çakmak, M. 2000. Kavram haritalarının öğretim sürecinde kullanılması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 24: 571- 580.
- Karahan, E. 2017. Kuramdan uygulamaya STEM+A+E Eğitimi. Çepni, S. (Ed.),. STEM eğitim merkezleri. Pegem Yayıncılık, 3. Baskı, Ankara, 93-113.
- Karahan, E., Bozkurt, G. 2017. Kuramdan uygulamaya STEM+A+E Eğitimi. Çepni, S. (Ed.),. STEM eğitiminde matematik odaklı gerçek dünya problemleri ve matematiksel modelleme. Pegem Yayıncılık, 3. Baskı, Ankara, 353-372.
- Karahan, E., Canbazoglu-Bilici, S., Unal, A. 2015. Integration of media design processes in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 60, 221-240. Doi: 10.14689/ejer.2015.60.15.
- Karahan, E., Roehrig, G. 2016. Use of web 2.0 technologies to enhance learning experiences in alternative school settings. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(4): 272-283. DOI:10.18404/ijemst.32930.
- Keçeci, Z., Kırbağ Zengin, F. 2016. Araştırma ve sorgulamaya dayalı fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Social Science*, 47 :269-287 Doi number:<http://dx.doi.org/10.9761/JASSS3353>.

- Koç Şenol, A. 2012. Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: ROBOLAB. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi, Kayseri.
- Koç, A., Büyük, U. 2013. Fen ve teknoloji eğitiminde teknoloji tabanlı öğrenme: robotik uygulamaları. *Journal of Turkish Science Education*, 10(1): 139-155.
- Koehler, M. J., Mishra, P. 2009. What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1): 60-70.
- Kolodner, J. L. 2002. Facilitating the learning of design practices: lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3): 2-28.
- Korkmaz, H., Kaptan, F. 2001. Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımı- project-based learning approach in science education. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20: 193 – 200.
- Kuş, M. 2016. Ortaokul Öğrencilerinin Kuvvet Ve Hareket Ünitesinin Öğretiminde Robotik Modüllerin Etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Margot, K. 2017. Teacher self-efficacy for stem talent development. Doctor of Philosophy, University Of North Texas.
- Marshall, C., Rossman, G. B. 2006. *Designing qualitative research* (4th Edition). Sage Publications, USA.
- Marulcu, İ. 2010. Investigating the impact of a lego-based, engineering-oriented curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders' content learning of simple machines. Doctoral Dissertation, Lynch School of Education, Boston College.
- Marulcu, İ. 2014. Teaching habitat and animal classification to fourth graders using an engineering-design model. *Research in Science & Technological Education*, 32(2): 135 – 161.
- Marulcu, İ., Höbek K.M. 2014. 8. Sınıflara Alternatif Enerji Kaynaklarının Mühendislik DizaynMetodu ile Öğretimi *Middle Eastern & African Journal of Educational Research*, Issue, 9: 41-58.
- Marulcu, İ., Sungur, K. 2012. Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12: 13-21.

- Mazman, G.S., Koçak Usluel, Y. 2011. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin öğrenme öğretme süreçlerine entegrasyonu: modeller ve göstergeler. Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, 1(1): 62-79.
- Menon, D., Sadler, T. D. 2016. Preservice elementary teachers' science self-efficacy beliefs and science content knowledge. Journal of Science Teacher Education, 1-25. doi:10.1007/s10972-016-9479-y
- Mentzer, N. 2011. High school engineering and technology education integration through design challenges. Journal of STEM Teacher Education, 48(2): 103-136.
- Merriam, S. B. 2013. Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber (S. Turan, Çev.). Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. 2013. Fen bilimleri dersi programı, 3.- 8. sınıflar.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. 2017. Fen bilimleri dersi programı, 3.- 8. sınıflar taslak öğretim programı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. 2018. Fen bilimleri dersi programı, 3.- 8. sınıflar.
- Moore, T.J., Stohlmann, M.S., Wang, H.-H., Tank, K.M., Roehrig, G.H. (2014-in press). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In J. Strobel, S. Purzer, M. Cardella (Edt.), Engineering in precollege settings: Research into practice. Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Nadelson, L. D., Seifert A., Moll, A. J., Coat, B. 2012. I-STEM Summer Institute: An integrated approach to teacher professional development in STEM. Journal of STEM Education, 13(2): 69-83.
- National Academy of Engineering [NAE], National Research Council [NRC]. 2009. Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects. Edt. Katehi, L., Pearson, G., Feder, M. National Academies Press, Washington, DC.
- National Academy of Engineering [NAE]. 2010. Standards for K-12 engineering education?. National Academies Press, Washington, DC.
- National Assessment Governing Board [NAGB]. 2010. Technology and engineering literacy framework for the 2014 national assessment of educational progress (Pre-Publication Edition). San Francisco.
- National Assessment Governing Board [NAGB]. 2010. Technology and engineering literay framework for the 2014 national assessment of educational progress (Pre Publication Edition). San Francisco.

- National Center Education Statistics [NCES]. 2002. Technology in Schools Suggestions, Tools, and Guidelines for Assessing Technology in Elementary and Secondary Education. Washington DC: 20006-5651.
- National Research Council [NRC]. 2012. A Framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. The National Academic Press, Washington DC.
- National Science Board (NSB), 2007. A national action plan for addressing the critical needs of the U.s. Science, technology, engineering and mathematics education system. NSB 070114.
- Novak, J., Gowin, D.B. 1984. Learning how to Learn. Cambridge University Press, Cambridge.
- NSES (1996). National Science Education Standards. National Academy Press, Washington, DC.
- Odabaşı, H. F. ve Kabakçı, I. 2007. Öğretmenlerin mesleki gelişimlerinde bilgi ve iletişim teknolojileri. Uluslararası Öğretmen Yetiştirme Politikaları ve Sorunları Sempozyumu.
- Okkesim, B. 2014. Fen ve teknoloji eğitiminde robotik uygulamaları. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 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.
- Özçakır Sümen, Ö., Çalışıcı, H. 2016. Pre-service teachers' mind maps and opinions on STEM education implemented in an environmental literacy course. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 16(2): 459- 476.
- Özçelik A., Akgündüz, D. 2018. Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. Trakya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi, 8 (2): 334- 351.
- Özkan, H.H. 2012. Yapılandırmacı Odaklı Öğretim Tasarımı Modeli Örneği. Balıkesir University The Journal of Social Sciences Institute, 15 (28): 48-66.
- Özçep, F., Karabulut, S., Alasplan, N., Makaroğlu, Ö., Özçep, T., Çağlak, F., Ceyhan, U. 2003. Mühendislik felsefesi ve tarihsel gelişimi. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar, I. Kongresi.

- Öztürk Geren, N., Dökme, İ. 2015. 5E öğrenme modeline dayalı etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve akademik başarılarına etkisi. Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 11(1): 76-95.
- Patton, M.Q. 2002. Qualitative research and evaluation methods. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Pinnell, M., Rowley, J., Preiss, S., Franco, S., Blust, R., Beach, R. 2013. Bridging the gap between engineering design and PK-12 curriculum development through the use of the STEM education quality framework. Journal of STEM Education, 14(4): 28-35
- Ramaley, J.A. 2017. Facilitating change: experiences with the reform of STEM education. Winona State University. https://www.researchgate.net/publication/239923463_Facilitating_Changes_in_Experiences_with_the_Reform_of_STEM_Education?enrichId=rgreqf0a6b2bd530f415f5cad4d07c3959aXXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIzOTkyMzQ2MBUzoxMDM4Mzc3MzgyMDkyODRAMTQwMTc2ODI1NDM5NA%3D%3D&e_1=x_3&_esc=publicationCoverPdf (Erişim Tarihi: 6.07.2017).
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. the technology teacher. 68(4): 20-26.
- Sanders, M.E., Wells, J.G. 2010. Virginia tech, integrative STEM education graduate program <http://web.archive.org/web/20100924150636/http://www.soe.vt.edu/istemed>.
- Satchwell, R. and Loepp, F. (2002). Designing and implementing an integrated mathematics, science, and technology curriculum for the middle school. Journal of Industrial Teacher Education, 39(3):41-66. <https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v39n3/satchwell.html>
- Satchwell, R. and Loepp, F. (2002). Designing and implementing an integrated mathematics, science, and technology curriculum for the middle school. Journal of Industrial Teacher Education, 39(3): 41-66. <https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v39n3/satchwell.html>
- Seals, C., Mehta, S., Berzina-Pitcher, I., Graves-Wolf, L. 2017. Enhancing Teacher Efficacy for Urban STEM Teachers Facing Challenges to Their Teaching. JULTR, 135-146.

- Schnittka, C., Bell, R. (2011). Engineering Design And Conceptual Change In Science: Addressing Thermal Energy And Heat Transfer In Eighth Grade. International Journal of Science Education, 33(13): 1861-1887.
- Shaughnessy, J. J., Zechmeister E. B., Zechmeister, J. S. 2006. Research methods in psychology (7th Edition). Mc Graw Hill Higher Education, New York.
- Sherman, S. J. 2000. Science and science teaching. Newyork: houghton mifflin company. stemakademi.
- Shulman, L.S. 1986. Those Who Understand; Knowledge Growth In Teaching. Educational Researcher, 15(2): 4-14.
- Siew, N. M., Amir, N. ve Chong, C. L. 2015. The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. SpringerPlus, 4(8): 1-20.
- Smith, J., Karr-Kidwell, PJ. 2000. The interdisciplinary curriculum: a literary review and a manual for administrators and teachers. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443172.pdf> adresinden alınmıştır (12.09.2017).
- Stohlmann, M. Moore, T, Roehrig, G. 2012. Considerations for Teaching Integrated STEM Education. Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 2(1): 27-34.
- Şahin, F. 2002. Kavram haritalarının değerlendirme aracı olarak kullanılması ile ilgili bir araştırma. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1(11): 17-32.
- Şahin, S. 2015. Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilişüstü farkındalık düzeyleri ile problem çözme becerilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şahin, R., Sanalan, V.A., Bektaş, Ö., Kaygısız, Y. 2010. Ebeveynlerin fen okuryazarlık düzeylerinin ilköğretim 7. Sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi başarılarına etkisi. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(1): 125-143.
- Tan, S., Erdimez, Ö., Zimmerman, R. 2008. Concept mapping as a tool to develop and measure students' understanding in science. Acta Didactica Napocensia, 2: 1-16.
- Thomas, T. A., 2014. Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades. Doctoral Dissertation, University of Nevada, Reno.
- Türkiye Sanayici İşadamları Derneği [TÜSİAD]. 2014. STEM (science, technology, engineering and mathematics fen, teknoloji, mühendislik, matematik) alanında

- eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması. <http://www.stemtusiad.org/bilgi/merkezi/anket-raporu> (23 Mayıs 2016).
- Tübitak, Bilim ve Teknik, Şubat, 591, 14- 31.
- Wang, H.H., Moore, T.J., Roehrig, G.H., Park, M.S. 2011. STEM integration: teacher perceptions and practice. Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 1(2): 1-13.
- Wendell, K. B. 2008. The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children. Qualifying Paper, Tufts University.
- 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.
- Yamak, H., Bulut, N., Dünder, S., 2014. 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına fetemm etkinliklerinin Etkisi. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi (GEFAD), 34(2): 249-265.
- Yaman, S., Yalçın, N., 2005. Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının problem çözme ve öz- yeterlik inanç düzeylerinin gelişimine etkisi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal Of Education), 29: 229-236.
- Yıldırım, A. (1996). Disiplinlerarası öğretim kavramı ve programlar açısından doğurduğu sonuçlar. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 12: 89-94.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. 2008. Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Seçkin Yayıncılık, 7. Baskı, Ankara.
- Yıldırım, B. 2017. Kuramdan uygulamaya STEM+A+E Eğitimi. Çepni, S. (Ed.),. STEM öğretme-öğrenme modelleri:5E öğrenme modeli, proje tabanlı öğrenme yaklaşımı ve STEM SOS modeli. Pegem Yayıncılık, 3. Baskı, Ankara, 205-239.
- Yıldırım, B., Altun, Y. 2015. STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, 2 (2): 28-40.
- Yıldız, V. 1999. İşbirlikli öğrenme ile geleneksel öğrenme grupları arasındaki farklar. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 16 (17): 155 – 163.
- Yin R. K. 2009. Case study research: Design and methods (4th ed.). SAGE Pub. Thousand Oaks, California.

Yüksel, T. (2017). <https://www.makaleler.com/teknoloji-nedir-faydalari-ve-zararlari-nelerdir> (Erişim Tarihi: 12. 05. 2018).



EKLER

EK- 1 STEM Farkındalık Ölçeği

Adı Soyadı:

Sevgili fen bilimleri öğretmen adayları STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmaların bu aşamasında sizlerden aşağıdaki 17 maddeden oluşan STEM Farkındalık Ölçeği' inde yer alan maddeleri samimiyetle cevaplandırmanız beklenmektedir. Ölçek maddelerine vermiş olduğunuz cevaplar gizli kalacaktır. Verilerin analiz sonuçlarını yazarken sizlerin isimlerinizi kesinlikle rapora yansıtmayacağım. Katılımınızdan dolayı teşekkür ederim.

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik eğitim yaklaşımı olan FeTeMM/STEM, dört temel disiplini içinde barındırır.					
2. STEM eğitimi öğrencileri öğrenmek için cesaretlendirir.					
3. STEM eğitimi öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirir.					
4. STEM bireylerin temel bilgi ve becerilerini kullanarak mühendislik alanında yaratıcılıklarını gelişmesine katkı sağlar.					
5. STEM eğitimi öğrencilerin eleştirel bakış açısı kazanmalarını destekler.					
6. STEM öğrencilere üst düzey düşünme becerisi kazandırır.					
7. STEM eğitiminin temelini çocukların erken yaşlarda bilimsel bilgiyle karşılaşmalarını sağlayıcı etkinlikler oluşturur.					
8. STEM eğitimi öğrencilerde işbirlikli çalışmayı geliştirir.					
9. STEM eğitimi öğrencilerin bir probleme yönelik birden fazla çözüm alternatifinin olduğunu keşfetmelerini sağlar.					
10. STEM eğitiminin amacı, disiplinler arasında ilişki kurarak öğrenmenin bütüncül bir yaklaşım ile gerçekleştirilmesidir.					
11. STEM eğitimi öğrencilerin kariyer bilincine bir katkısı olmaz.					
12. Fendeki bazı konular doğrudan matematik bilgi ve becerisi ister.					
13. Fen, matematik ve mühendisliğin buluşması fenin günlük hayattaki kullanım becerisini artırmaz.					
14. STEM uygulamaları öğrencilerin özgüvenini geliştirir.					
15. STEM uygulamaları öğrencilerin derse karşı ilgisini ve dikkatini dağıtır					
16. STEM etkinliklerini uygulamak zaman kaybına yol açar.					
17. Fen dersine mühendislik alanının entegrasyonu gereksizdir.					

EK- 2 Öğretmen Adaylarının Entegre STEM Öğretimi Yönelim Ölçeği

Adı Soyadı:

Sevgili fen bilimleri öğretmen adayları STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmaların bu aşamasında sizlerden aşağıdaki 31 maddeden oluşan Öğretmen Adaylarının Entegre STEM Öğretimi Yönelim Ölçeği' inde yer alan maddeleri samimiyetle cevaplandırmanız beklenmektedir. Ölçek maddelerine vermiş olduğunuz cevaplar gizli kalacaktır. Verilerin analiz sonuçlarını yazarken sizlerin isimlerinizi kesinlikle rapora yansıtmayacağım. Katılımınızdan dolayı teşekkür ederim.

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılmıyorum	Kararsızım	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. İlkokul düzeyi fen bilgisine aşinayım (Newton'nun hareket kanunları).							
2. İlkokul düzeyi teknoloji bilgisine aşinayım (teknolojik problem çözme süreci, materyal işleme, ders araç-gereç kullanımı).							
3. İlkokul düzeyi mühendislik bilgisine aşinayım (örneğin inşa etme, makineler)							
4. İlkokul düzeyinde matematik bilgisine aşinayım (ölçme, hesaplama, analiz)							
5. Öğrenme sürecinde, öğrencilere STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) ile ilgili nasıl veri toplamaları gerektiği hususunda yardım etmenin önemli olduğunu düşünüyorum.							
6. Proje tasarlama sürecinde, öğrencilere STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) ile ilgili nasıl veri toplamaları gerektiğini öğrenmeleri hususunda yardım etmenin önemli olduğunu düşünüyorum.							
7. Test etme ve düzenleme sürecinde, öğrencilere STEM (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) ile ilgili nasıl veri toplamaları gerektiğini öğrenmeleri hususunda yardım etmenin önemli olduğunu düşünürüm.							
8. Öğrenme sürecinde, öğrencilerin performanslarının gelişmesi için STEM'i kullanmalarına (entegre etmelerine) yönelik rehberlik etmenin faydalı olduğunu düşünürüm.							
9. Öğrenme-öğretme sürecinde, STEM etkinliklerini kullanarak (entegre ederek) uygulama yapmak isterim.							

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılmıyorum	Kararsızım	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
10. STEM'i ilgili etkinlik ve haberlerle ilişkilendirerek yapılan öğretimin faydalı olduğunu düşünüyorum.							
11. Eğer medya reklamları (kamu spotu, haberler, gazete, televizyon v.b) yapmamı isterse, öğrenme-öğretme sürecinde STEM'i derslerimde kullanırım.							
12. Eğer okul ortamı bu yöndeysse (idarecilerin talebi, okulun fiziki ve teknolojik donanımı olması) öğrenme-öğretme sürecinde STEM'i derslerimde kullanırım.							
13. Eğer üniversitedeki hocalarım isterse öğrenme-öğretme sürecinde STEM'i derslerimde kullanırım.							
14. Çalışma arkadaşlarım isterse, öğrenme-öğretme sürecinde STEM'i derslerimde kullanırım.							
15. Eğitsel fikirlerim bu yöndeysse öğrenme-öğretme sürecinde STEM'i derslerimde kullanırım.							
16. Öğrenme-öğretme sürecinde, öğrencilerim isterse STEM'i derslerimde kullanırım.							
17. Öğrenme-öğretme ortamında STEM'i kullanmak için yeterli beceriye sahip olduğumu düşünüyorum.							
18. Öğrenme-öğretme sürecinde, STEM'i kullanarak öğrencilerin öğrenme performanslarını nasıl geliştireceğimi biliyorum.							
19. Öğrenme-öğretme sürecinde, STEM bilgimi kullanarak uygulama yapmanın kolay olduğunu düşünüyorum.							
20. Proje tasarlama sürecinde öğrencilere STEM'e bağlı nasıl öneriler sunacağımı biliyorum.							
21. Test ve düzenleme sürecinde, öğrencilere STEM'e bağlı nasıl öneriler sunacağımı biliyorum.							
22. Gelecekte öğrenme-öğretme ortamı ne durumda olursa olsun, STEM'i kullanmak için elimden geleni yaparım.							
23. Proje tasarlama sürecinde, STEM bilgilerine bağlı olarak öğrencilere kendi fikirlerini nasıl sunmaları gerektiğini öğretmeye çalışırım.							
24. Test ve düzenleme sürecinde, öğrencilere STEM bilgilerini kullanarak çalışmalarını nasıl geliştireceklerini öğretmeye çalışırım.							
25. Öğrencilere problem çözerken sezgi yerine STEM bilgilerini kullanmalarını hatırlatmaya çalışırım.							

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılmıyorum	Kararsızım	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
26. STEM uygulamak için bu alandaki diğer öğretmenlerle işbirliği yapmayı denerim.							
27. STEM öğrencilerin teori ve uygulamayı birleştirme becerilerini geliştirmede faydalıdır.							
28. Tasarım ve hazırlama sürecinde, öğrenciler yaparak-yaşayarak öğrenme etkinliklerine (matematik araç gereçleri) STEM bilgilerini entegre ederse iyi bir performans gösterir.							
29. Öğrenciler STEM bilgilerini problem çözme sürecine entegre ederse günlük yaşantılarında karşılaştıkları problemleri uygun şekilde çözebilir.							
30. Öğrenme-öğretme sürecinde, öğrenciler STEM'i kullanarak STEM'de ilgi duydukları alanları keşfedebilir.							
31. Öğrenme-öğretme sürecinde, STEM kullanarak geleceğin yetenekli öğrencilerini yetiştirebiliriz.							

EK- 3 Kavram Haritası Formu

Adı Soyadı: Sevgili fen bilimleri öğretmen adayları STEM odaklı uygulamalar çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmaların bu aşamasında sizlerden STEM denildiği zaman aklınıza gelen kavramlar ile bir kavram haritası oluşturunuz beklenmektedir. Oluşturduğunuz kavram haritasında kavramların birbiri ile olan ilişkilerini belirtmeyi unutmayınız. Daha anlaşılır olması için açıklamalar ekleyebilirsiniz. Katılımınızdan dolayı teşekkür ederim.	
STEM Dendiğinde Aklınıza Gelen Kavramlar	KAVRAM HARİTASI

EK- 4..... Etkinliği Disiplin İçeriği Değerlendirme Formu**Grup Üyelerinin Adı Soyadı:**

Sevgili öğretmen adayı arkadaşlarım gerçekleştirmiş olduğunuz etkinliğin içerisinde bulunan disiplinlerin belirlenmesi amacıyla oluşturulmuş olan aşağıdaki tabloyu doldurunuz. Gerçekleştirdiğiniz “.....” etkinliğinde STEM alanlarından hangilerine ve nasıl yer verildiğini değerlendirir misiniz?

Etkinlikte fen disiplini ile ilgili neler var?	
Etkinlikte teknoloji disiplini ile ilgili neler var?	
Etkinlikte matematik disiplini ile ilgili neler var?	
Etkinlikte mühendislik disiplini ile ilgili neler var?	

EK- 5 STEM Eğitimi Görüş Formu

Adı Soyadı:

Sevgili fen bilimleri öğretmen adayları bütünleşik FETEMM/STEM uygulamaları çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmaların bu aşamasında sizlerden aşağıdaki görüşme sorularını samimiyetle cevaplandırmanız beklenmektedir. Soruları cevaplarken samimi ve içten olacağınız çalışmanın geçerliliği açısından büyük önem arz etmektedir.

Görüşme sorularına vermiş olduğunuz cevaplar gizli kalacaktır. Verilerin analiz sonuçlarını yazarken sizlerin isimlerinizi kesinlikle rapora yansıtmayacağım. Görüşme formu 6 sorudan oluşmaktadır. Eklemek istediğiniz herhangi bir şey olursa varsa soruların sonuna yer alan boşluğa ekleyebilirsiniz.

1. “FeTeMM/STEM Eğitimi” sizin için ne anlam ifade ediyor?

2. *FeTeMM/STEM eğitimi hem ülkemizde hem de diğer ülkelerde oldukça önemseniyor. Hem bilimsel araştırmalarda hem de STEM’ e uygun program geliştirme çalışmalarında bunu daha net görebiliyoruz.*

Sizce STEM eğitimi ile amaçlanan ne olabilir?

3. Sizce STEM eğitimi ülkemizde gerçekleştirilebilir mi? Neden? Nasıl?

4. Sizce fen dersleri STEM eğitimi gerçekleştirmek için uygun mudur? Nasıl?

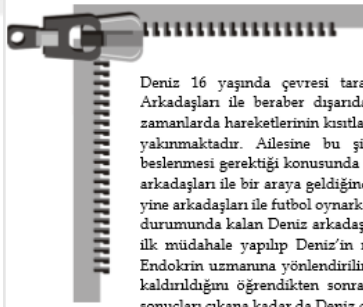
5. Sizce fen bilgisi öğretmen adaylarının fen derslerinde teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonunu gerçekleştirebilmesi için ne gibi bilgi ve becerilere sahip olmaları gerekir?

6. Fen derslerine STEM entegrasyonu çerçevesinde karşılaşılabilecek olası zorluklar neler olabilir?

Ekleme istediğiniz bir şey varsa;

EK- 6 Sağlıklı Yaşam Etkinlik Modülü

SAĞLIKLI YAŞAM



Deniz 16 yaşında çevresi tarafından sevilen aktif genç bir delikanlıdır. Arkadaşları ile beraber dışarıda eğlenmeyi, gezmeyi çok seven Deniz son zamanlarda hareketlerinin kısıtlandığından ve nefes almakta güçlük çektiğinde yakınmaktadır. Ailesine bu şikâyetlerin söylediğinde ise annesi sağlıklı beslenmesi gerektiği konusunda uyarmıştır. Deniz annesinin uyarısına rağmen arkadaşları ile bir araya geldiğinde beslenmesine dikkat etmemektedir. Bir gün yine arkadaşları ile futbol oynarken nefes alamadığı için oyunu yarıda bırakmak durumunda kalan Deniz arkadaşları tarafından hastaneye kaldırılır. Hastanede ilk müdahale yapıp Deniz'in rahat nefes alması sağlandıktan sonra Deniz Endokrin uzmanına yönlendirilir. Endokrin uzmanı Deniz'in neden hastaneye kaldırıldığını öğrendikten sonra bazı tetkikler yapılmasını istemiştir. Tetkik sonuçları çıkana kadar da Deniz den hastalığı teşhis etmek için kullandığı formu doldurmasını istemiştir.

Deniz' in doldurduğu bilgi formu ve tahlil sonuçlarını inceleyen Endokrin uzmanı Deniz'in şikâyetlerinin tek bir nedene bağlı olmadığını belirtmiş ve onu diyetisyene yönlendirmiştir.

Deniz'in tedavisinde yardımcı olacak diyetisyen sensin. Deniz' in şikâyetlerini ve hastalıklarını göz önünde bulundurarak onun için bir ay boyunca uygulayabileceği diyet programı hazırlamalsın.



1

HASTA BİLGİ FORMU

Hasta adı soyadı : Deniz ACAR

Yaşı :16

Sayın hastamız aşağıdaki soruları eksiksiz ve doğru şekilde doldurmanız hastalığınızın teşhisi ve tedavisi açısından büyük önem taşımaktadır. Hassasiyetiniz için şimdiden teşekkür ederim.

1. Hastaneye başvurma nedeniniz nedir? (Tüm gününüzü ızdırtan hastalığınızın teşhisi açısından yararlı olacaktır).
Bir arkadaşımın yemek için koyarken fenalayıcı
2. Daha önce aynı şikâyetlerle doktora başvurduğunuz oldu mu? Eğer başvurduysanız nasıl bir tedavi uyguladı?

Evet. Daha önce şikâyetim doktor yağız ve kalorisi yüksek besinlerden uzak durmam gerektiriyordu. Fakat bir diyet programı uygulanmadı.

3. Bir hafta içerisinde beslendiğiniz besin kaynakları nelerdir? Hangi besinleri tüketmeyi seviyorsunuz?

Kahvaltıda simit, poğaça, Çay ya da süt. Öğle yemeğinde tost, hamburger ya da köfte ekmek, aralarda ise çips, Çikolata yiyorum. Akşamları annem çok ısrar ettiği ve yemezem üzüldüğü için onun hazırladığı Çorba ve bir Çayıt sebze yemeği (brüksel, ıspanak vs..) yiyorum.

4. Alerjik rahatsızlığınız var mı?

Evet. Yumurta ve domatese karşı alerjim var.

5. Bugün içerisinde hangi besinleri tükettiniz?

Sabah okulu için erken kalktığım için ders arasında simit ve süt ile kahvaltı yaptım. dersler bittikten sonra arkadaşları ile bilgisayar oyunu oynamaya gittim oradan Çikolatanın yanında pizza yiyip ve meyve suyu içtim.

6. Yatmadan önce bir şeyler yemeyi sever misin? Yiyorsanız hangi besinleri tüketiyorsunuz?

Evet. Meyve yemeyi severim özellikle muz ya da elma varsa onları yerim.

7. Gün içerisinde yaptığınız aktiviteleri süreleri ile birlikte yazarmısınız?

Aktivite	Süre
Yürüme	1 saat
Dans	
Spor(futbol,basketbol,voleybol vs.)	
Yürme	
Fitness	
Koşma	30 dk
Oturma,dinlenme	8 saat
Uyku	9 saat
Diğer	

8. Spor ile ilgileniyor musunuz? İlgileniyorsanız hangi spor?

Futbol oynamayı severim ama birkaç yıl önce oynarken yaralanmıştım ve yaralanıyınca bayağı uzun Zaman aldım sonrasında da annem gitmeye izin vermedi.

2

Deniz'in tahlil sonuçları aşağıda verilen tablolarda belirtilmiştir.

Hasta No : 0000000000	
Adı Soyadı : DENİZ ACAR	
Cinsiyeti : E	
Doğum Tarihi : 15.05.2000	
	NUMUNE TÜRÜ : SERUM

TETKİK ADI	SONUÇ	NORMAL DEĞER	ÇIKTI
Glukoz	111 - H	60-100 mg/dl	
Üre	33	17-44 mg/dl	
Kreatinin	0,65	0,44-0,90 mg/dl	
ALT	211	0-55 U/L	
AST	115	13-35 U/L	
GGT	11	7-21 U/L	
ALP	239	127-517 U/L	
LDH	217	157-272 U/L	
Bilirubin (Total)	0,2	0,20-1,20 mg/dL	
Bilirubin (Direkt)	0,1	0,00-0,50 mg/dL	
CK	78	30-200 U/L	
Amilaz	60	25-101 U/L	
Lipaz	37	8-78 U/L	
Sodyum	138	135-148 mmol/L	
Potasyum	4,5	3,50-5,40 mmol/L	
Klor	104	98-109 mmol/L	
Kalsiyum	9,8	9,20-10,50 mg/dL	
CRP	0,27	0-0,5 mg /dl	



3

Hasta No : 0000000000	
Adı Soyadı : DENİZ ACAR	
Cinsiyeti : E	
Doğum Tarihi : 15.05.2000	
	NUMUNE TÜRÜ : TAM KAN

TETKİK ADI	SONUÇ	NORMAL DEĞER	ÇIKTI
WBC	9,58	4,5-12,5 K/ul	7,9
RBC	4,69	3,8-5,5M/ul	5,07
HGB	11,9	11,0-15,0g/dl	12,3
HCT	35,1 L	37-49 %	40,0
MCV	74,8 L	78-102 fL	79,0
MCH	25,3 L	26-34 pg	24,2
MCHC	33,9	32-36 g/dl	30,7
RDW	14,3	10-20 %	16,5
PLT	279	140-440 K/ul	332
MPV	9,0	6-12 fl	9,0
PDW	16,2	8-18 fl	15,8
LYM#	4,382	1,2-5,2 K/ul	3,889
MON#	0,411	0,1-1,2 K/ul	0,319
NEU#	4,608	1,8-8 K/ul	3,505
EOS#	0,17	0,02-0,8 K/ul	0,184
BAS#	0,005	0-0,5 K/ul	0,001
LYM%	45,75	23-53 %	49,24
MON%	4,3	0-10 %	4,04
NEU%	48,11	34-68 %	44,37
EOS%	1,78	0-5 %	2,33
BAS%	0,06	0-3 %	0,02
PCT	0,25	0,2-0,5 %	0,29

Dikkat etmelisin!

Deniz tek bir hastalıktan şikayetçi değil ve diğer etkenler onu hayatını olumsuz etkilemeye devam ediyor. Sen de bir diyetisyen gibi düşünerek Deniz'in hayatını kolaylaştırmalı onun daha sağlıklı bir hayat geçirebilmesi için ona yol göstermelisin. Tabi bunları yaparken Deniz'in bilgi formunda yazdıklarını göz önünde bulundurmayı ihmal etme.

4

Deniz için yapılan tahlilleri inceledin ve gerekli hesaplamaları yaptın. Yapılan tahlillerde normal değerinden yüksek olan tetkiklerin neler olduğu ve çıkan sonuçların hangi hastalığa neden olduğunu belirlemen ve Deniz'e en uygun diyet programını hazırlaman gerekiyor. Her grup bilgisayarlarını kullanarak aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Tahlil Sonucunda Yüksek Olan Tetkik Adı	Yüksek Olan Tetkik Sonucu	Sonuçlar Hangi Hastalığın Göstergesi
Bu değerleri yüksek olan kişi beslenmesinde öncelikle nelere dikkat etmeli? Tükettiği besinlerin içerikleri nasıl olmalı?		

5

Araştırma Zamanı !..

Deniz için uygulanması gereken tedavi sürecinin doğru şekilde ilerlemesi için Deniz'in fiziksel özellikleri hakkında bilgi sahibi olman gerekiyor. Kilosu 93 kg ve boyu 170 cm olan Deniz 'in vücut kitle indeksi nasıldır?



6

Bazal metabolizma hızı bireysel özelliklere göre değişir. Peki, bazal metabolizmayı etkileyen faktörler nelerdir?

[illegible]

Table 2.1: Boy vücut ağırlığına göre vücut yüzeyi (m^2)

Tabloda Deniz' in cinsiyetine göre yaşının kesişimi bazal metabolizma hızını verir.

YAS(YIL)	ERKEK(kal./m ² /saat)	BAYAN(kal./m ² /saat)
1	53.0	53.0
3	51.3	51.2
5	49.3	48.4
7	47.3	45.4
9	45.2	42.8
11	43.0	42.0
13	42.3	40.3
15	41.8	37.9
17	40.8	36.3
19	39.2	35.5
20	38.6	35.3
25	37.5	35.2
30	36.8	35.1
35	36.5	35.0
40	36.3	34.9
45	36.2	34.5
50	35.8	33.9
55	35.4	33.3
60	34.9	32.7
65	34.4	32.2
70	33.8	31.1
75	33.2	31.3
80	33.0	30.9

Tablo 2.2: Yaş ve cinsiyete göre bazal metabolizma standartları

(Aile ve Tüketici Hizmetleri Modülü, MEB, 2011)

Kişilerin harcadığı enerji miktarı gün içerisinde gerçekleştirdikleri fiziksel aktivitelere göre değişiklik gösterir. Günlük harcanan ortalama enerji miktarı hesaplanırken yapılan fiziksel aktivitelerin gruplandırılması gerekir. Aşağıda günlük fiziksel aktivitelerin gruplandırılması ve enerji tüketimlerini gösteren tablolara yer verilmiştir.

Verilen tablolara göre Deniz'in günlük olarak yaptığı aktiviteleri belirtiniz ve bu aktiviteleri göz önünde bulundurarak harcadığı günlük enerji miktarını hesaplayınız.

Hafif İşler	Muhasebecilik, Avukatlık, Öğretmenlik, Doktorluk, Oturarak Yapılan İşler, Giyinme, Yıkama, Okuma, Yazma, Araçla Yapılan Ev İşleri
Orta İşler	Terzilik, Askerlik, Öğrencilik, Kimya, Besin, Tekstil Gibi Endüstri Kollarında Çalışanlar, Bahçe Çalışmaları, Yürüme, Şoförlük, Sürücülük, Mağaza Ve Mağaza İşçiliği, Atla Binme, Masa Tenisi, Voleybol
Orta üstü İşler	Marangozluk, Kayak, Tenis, Bale, Dans, Atletizm, Orman, Tarım, Maden İşçiliği
Ağır İşler	Ağır İnşaat İşçiliği, Hamallık, Demircilik, Odunculuk, Ağır Maden Ve Kömür İşçiliği, Koşu, Hızlı Yürüme, Kuvvet Çekme, Ayaktopu

Enerji Harcaması	Hafif İşler		Orta İşler		Orta üstü İşler		Ağır İşler	
	Erkek kal.	Kadın kal.	Erkek kal.	Kadın kal.	Erkek kal.	Kadın kal.	Erkek kal.	Kadın kal.
Dakikada Enerji Harcaması	2.3	1.7	3.0	2.3	4.0	3.0	5.0	3.8

Tablo 2.3: Çalışma durumuna göre erkek ve kadının dakikada harcadığı enerji tüketim standartları.

(Aile ve Tüketici Hizmetleri Modülü, MEB, 2011)

Enerji harcaması, vücut ağırlığı ile yakından ilgilidir. Günlük toplam enerji ihtiyacı hesaplanırken; bireyin esas kilosu değil, boyuna göre standart olması gereken ağırlığı baz alınmalıdır. Standartın altında kiloya sahip olan birey, enerji ihtiyacı hesaplaması sonucunda daha çok kilo kaybeder ve zayıflar. Standartın üstünde kiloya sahip olanlar ise gereğinden çok enerji alacağından şişmanlar.

Deniz'in genel olarak hafif işler yaptığı bilindiğine göre günlük enerji ihtiyacını ne kadardır? Hesapladığınız değere göre nasıl bir yorum yaparsınız?

Enerji Harcaması	Hafif İşler		Orta İşler		Orta Üstü İşler		Ağır İşler	
	Erkek kal.	Kadın kal.	Erkek kal.	Kadın kal.	Erkek kal.	Kadın kal.	Erkek kal.	Kadın kal.
Kilogram Başına Enerji Harcaması	46	36	48	40	54	47	62	55

Tablo 2.4: Çalışma durumuna göre erkek ve kadının kg başına harcadığı günlük enerji tüketim standartları (Erkek erkek: 20-39 yaş-65 kg, Erkek kadın: 20-39 yaş- 55kg)

(Aile ve Tüketici Hizmetleri Modülü, MEB, 2011)

BOY(cm)	ERKEK			KADIN		
	Kilokal. Yapılı	Orta Yapılı	İst. Yapılı	Kilokal. Yapılı	Orta Yapılı	İst. Yapılı
147				43-44	43-44	47-51
150				42-43	44-49	48-51
152	48-52	51-52	55-59	43-47	42-50	49-56
155	48-53	52-56	58-60	44-48	47-51	50-55
158	50-54	53-58	57-63	45-49	48-53	51-59
160	51-55	54-60	58-64	47-50	48-53	53-60
163	53-57	56-62	60-66	48-52	50-56	54-62
165	54-58	57-63	61-66	50-53	52-59	56-64
168	56-60	58-65	63-70	51-55	54-60	58-66
170	57-62	61-67	65-72	52-58	56-62	60-68
173	58-64	63-69	67-74	53-59	58-64	62-70
175	61-68	65-72	69-76	56-60	59-66	64-72
178	63-69	67-73	71-78	58-62	61-68	66-74
180	65-70	69-75	73-80	59-63	63-70	68-76
183	67-72	71-77	75-82	61-67	65-72	70-78
186	69-74	73-79	77-84			
188	70-76	74-81	79-86			
191	72-78	75-82	80-88			
193	74-80	77-83	82-90			

Tablo 2.5: Yirmi beş ve daha büyük yaşta erkek ve kadınlarda beylenme göre arsa edilen ağırlıklar (kg olarak)

(Aile ve Tüketici Hizmetleri Modülü, MEB, 2011)

Deniz'in tahlil sonuçlarını, hasta bilgi formunu ve hesapladığın bazal metabolizma, günlük enerji miktarı ve harcaması gereken enerji miktarını dikkate alarak hazırlayacağın diyet programında nelere dikkat etmeyi düşünüyorsun? Gereçeklerin nelerdir?

Sağlıklı bir vücuda sahip olmak isteyen kişiler yedikleri ve içtikleri gıdalara dikkat etmenin yanında günlük yaptıkları aktivitelere de dikkat etmeleri gerekmektedir. Aşağıdaki tabloda yapılan aktiviteler ve harcanan kalorileri verilmiştir. Deniz'in sağlıklı bir yaşam sürmesi için sağlıklı beslenmeye ve günlük aktivitelerini yapmaya ihtiyacı var.

Deniz'in bilgi formunda söylediklerini, hesapladığın günlük harcaması gereken enerji miktarını ve uygulamayı düşündüğün beslenme programında yer vereceğin besinleri göz önünde bulundurarak ona günlük hangi aktiviteleri yapmasını önerirsin?

FİZİKSEL AKTİVİTE TÜRÜ	HARCANAN KALORİ (kilokalori/saat)	FİZİKSEL AKTİVİTE TÜRÜ	HARCANAN KALORİ (kilokalori/saat)
Yürü	80	Hafif tempolu yürüyüş	125
Yavaş yavaş	90	Orta tempolu yürüyüş	320
Kısa yürüyüş	85	Ağır tempolu yürüyüş	410
Orta yürüyüş	90	Hafif tempolu jimnastik	300
Televizyon seyretmek	65	Dura	380
Araba sürmek	125	Yavaş tempolu	260
Orta tempolu	140	Normal tempolu sürüş	260
Hızlı tempolu	200	Hafif tempolu yüzme	410
Batarya yapmak	300	Orta tempolu yüzme	365
Buzlağı yapmak	140	Orta tempolu yüzme	360
Yavaş tempolu	130	Judo/Karate	650
Hafif tempolu	130	Akrobatik	650
Orta tempolu	200	Orta hızla koşu	450
Batarya yapmak	300	Ağır tempolu koşu	600-650
Çocuk bakımı	210	Futbol	450
Ağır tempolu koşu	450	Basketbol	520
Orta tempolu	130	Voleybol	360
Bowling oynamak	260	Tennis	450
Perçemen yapmak	520	Kayak	520
Orta tempolu	230	Kayak (yüksek hızla)	460
Ağır tempolu koşu, gelgitirme	390		

<http://www.e-diyetisyen.com/fiziksel-aktivite/fiziksel-aktivite-kalori-tablosu/>

DEĞERLENDİRME ZAMANI

Oluşturduğunuz beslenme ve spor programını aşağıdaki kriterlere göre rehber hocalarınız eşliğinde değerlendiriniz.

Değerlendirme Kriterleri	Yeterli	Yetersiz
Besin seçiminde hastalıklar dikkate alındı mı?		
Yapması gereken aktivite seçiminde hastalıklar dikkate alındı mı?		
Beslenme programı ile spor programı arasında dengeli bir dağılım sağlandı mı?		
Hastanın sevdiği besinlere programda yer verildi mi?		
Hazırlanan beslenme ve spor programı 1 ay sürede uygulanması için dengeli dağılım sağlandı mı?		

Deniz için yaptığınız değerlendirmeler sonucunda aşağıda verilen tabloda en uygun diyet programını oluşturunuz. Oluşturduğunuz programda yer alan besinleri neden tercih ettiğinizi tartışınız ve diyet programını sınıfta diğer arkadaşlarınıza sununuz.

Günler/Öğünler	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
Sabah							
Ara Öğün							
Öğlen							
Ara Öğün							
Akşam							
Ara Öğün							

SAĞLIKLI YAŞAM MOBİL UYGULAMAMIZI OLUŞTURALIM

Deniz'in sağlık problemlerini dikkate alarak bir beslenme programı oluşturdunuz. Deniz' in günlük hayatında beslenmesini, aktivitelerini takip edebilmesi için bir mobil uygulamanın olması onun için verimli olacaktır. Şimdi mevcut olan mobil uygulamalardan birkaçını inceleyiniz ve kendi mobil uygulamanız için plan oluşturunuz. Siz olsaydınız nasıl bir mobil uygulama geliştirdiniz?

Oluşturmayı planladığınız mobil uygulama hangi özelliklere sahip olmalı? Neden böyle düşünüyorsunuz?



Hangi mobil uygulamaları incelediniz? İncelediğiniz mobil uygulamalardan farklı olarak neler yapmayı planlıyorsunuz?



Geliştirmeyi planladığınız mobil uygulamanın nasıl bir ekran görüntüsüne sahip olacağını aşağıdaki tabloya çiziniz ve kullanılacak menülerin özelliklerini açıklayınız.

MOBİL UYGULAMANIN EKRAN GÖRÜNTÜSÜNÜN PLANINI ÇİZİNİZ	AÇIKLAMALAR

EK- 7 Olay Yeri İnceleme Etkinlik Modülü

OLAY YERİ İNCELEME UZMANI

Seyhan yerel bir gazete sahibi 44 yaşlarında bir koleksiyonudur. Küçük yaşlardan itibaren farklı çeşitlerde paraları toplamaktan zevk almaktadır. Seyhan'ın bu merakını çok iyi bilen yakın arkadaşları ona özel günlerde genellikle koleksiyonunda bulunmayan paralardan hediye ederek onu mutlu etmeye çalışmaktadırlar. Seyhan ailesi ile birlikte 2+1 bir evde yaşamaktadır. Koleksiyonunu özenle korumak için odasında kilitle bir dolap yaptırmış ve koleksiyonunu orda saklamaktadır...

Seyhan o gün yine günlük işlerini halletmiş ve evin eksikleri almak için markete gitmiş, alışverişini bitirdikten sonra arabasına atlayıp evine doğru yola çıkmıştır. Apartmanın merdivenlerini hızlı adımlarla çıkarak evin kapısına ulaşan Seyhan, çantasından anahtarını güçlüğüle bulup çıkarmış ve kapıyı açmaya çalışmaktadır. Bu esnada hırsız çoktan merdivenleri çıkmış ve Seyhan'ın kapıyı açmasını izliyordur. Seyhan kapıyı açıp hemen kapının karşısında bulunan mutfığa elindeki malzemelerin bir kısmını bırakmak için içeri girdiğinde hırsız da onun peşinden içeri girer. Bu esnada kapının hemen sol tarafından bulunan küçük çekmecenin dolaba çarpan hırsız, bir anlık dengesini kaybetmemek için sehpa tutunur. O anda çıkan sesi duyan Seyhan hızla kapıya doğru yönelir ve hırsız ile karşılaşır. Seyhan ile karşı karşıya gelen hırsız yaşadığı panik ile onu iter. Hırsızın itmesi ile Seyhan başını mutfak kapısına çapar ve yaralanır. Bir süre başını çarpanın etkisi ile kendine gelemez.

Hırsız koleksiyonu aramaya başlamıştır bile. Koleksiyonu bulmak için hızlı bir şekilde mutfağın sol tarafında yer alan iki odaya bakar, bu odalar oturma ve çocuk odasıdır. Ardından mutfağın sağ tarafında yer alan yatak odasına yönelir. Bu odanın kapısını hızlıca açar ve koleksiyonu aramaya başlar. Bu esnada kendine gelen Seyhan mutfak çekmecesinden aldığı bıçak ile hırsızın bulunduğu odaya gider. Elindeki bıçak ile hırsızı hamile yapacağı sırada hırsız onu fark eder ve bir süre boğuşurlar. Bu sırada ikisi de yaralanır. Boğuşmalar sırasında çıkan sesleri duyan komşular telaşa dışarı çıkarlar. Komşuların eve geldiğini fark eden hırsız olay yerinden hemen uzaklaşır. Seyhan 'ı yaralı halde yerde yatarak bulan komşular hemen polis ve ambulansa haber verirler. Komşuların haber verdiği ekipteki olay yeri inceleme uzmanlarından biri de sensin. Olay yerine ulaşır ulaşmaz kamera görüntüleri olup olmadığını araştırıyorsun fakat olayın gerçekleştiği bölgeyi gösterir hiçbir kamera kaydı bulunmuyor. Evde bulunan her şey senin için bir delil. Olay yerine yavaş ve dikkatlice odaklanmalısın. İhni doğru şekilde yapabilmen için sadece bir şansın var. İpuçları bozulur ya da gözden kaçtırsa, onları bir daha elde etmen mümkün değil.

Olay yeri inceleme ekibindeki görevleri başarıyla yerine getirip hırsızın kim olduğunu analiz etmen gerekiyor.



Olay Yerini Tanıyalım

1. Yukarıda okuduğın olay doğrultusunda olay yerine ilişkin çıkarımların nelerdir?
2. Olay yeri ile ilgili anlatım ile evin taslağını doğru şekilde çizebilir misin?



Delilleri Analiz Etmeye Başlayalım

1. KAN GRUBU BELİRLEME

Olay yeri inceleme ekibi ile birlikte suç mahallinden delilleri dikkatli bir şekilde toplamaya ve incelemeye bir önce başlamanız gerekli. Seyhan ile hırsızın yaralanmasından dolayı olay yerinde birçok kan izi var. Acaba bu kan izlerinden hangisi hırsıza ait? Bir an önce kan örnekleri toplayıp incelemeye başlamalısınız. Ekip kan örneklerini dikkatli bir şekilde topluyor ve toplanan deliller üzerinde bazı testlerin yapılması gerekiyor. Sende olay yerinden toplanan kan örneklerinin hangi kan grubuna ait olduğunu belirlemek için antijenleri hazırlamaya başlıyorsun.



1. Olay yerindeki kan izlerinden ilk önce hangisinin örneği alınmalı? Neden?
2. Akmış bir kan, suçun işlendiği zamana ilişkin nasıl bir ipucu sağlar?



0 RH pozitif (0+)	%38
0 RH Negatif (0-)	%7
A RH pozitif (A+)	%34
A RH Negatif (A-)	%6
B RH Pozitif (B+)	%9
B RH Negatif (B-)	%2
AB RH Pozitif (AB +)	%3
AB RH Negatif (AB -)	%1

Bir kişinin kan hücreleri A kan grubunun belirteçlerini ya da B kan grubunun belirteçlerini taşıyor olabilir. Her iki göstergeyi birden taşıyorsa kan grubu AB 'dir. Hiçbirini taşııyorsa kan grubu 0 'dır. Kan gruplarında ayrıca negatif ve pozitif olma özelliğine sahiptir. "pozitif" demek, Rh faktörüne sahip, "negatif" ise Rh faktörüne sahip olmadığını gösterir.

Yandaki tabloda her kan grubuna ait insanların yüzdeleri görülebilirsin.

Anti-A, Anti-B Hazırlama

Aşağıdaki verilen değerlere göre gerekli hesaplamaları yaparak kan analizi yapmaya başlayabilirsiniz.

100 ml su içerisine;

Anti - A için; 100 ml 0.1M Na_2CO_3 ve bir damla mavi gıda boyası

Anti - B için; 100 ml 0.2 M $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ve bir damla sarı gıda boyası



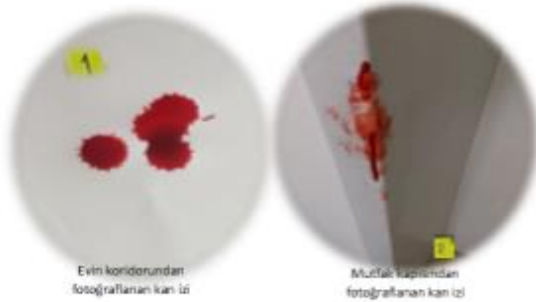
KAN GRUBU	ANTİJENİ	ANTİKORU	OLAY YERİNDE BULUNAN KAN ÖRNEKLERİ HANGİ GRUBUNA AIT?
A Grubu			
B Grubu			
AB Grubu			
o Grubu			

Suç mahallinde bulunan kan örneklerini gruplarını tayin ettin. Peki bu kan gruplarına giren insanların yüzdesi ne kadar?



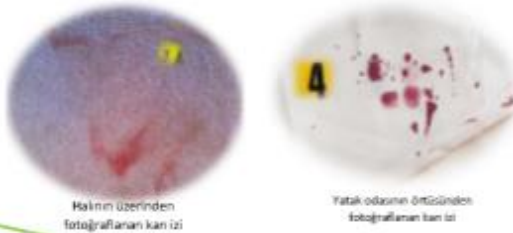
Kan İzleri Ne Anlatıyor?

Kan izleri bize olayın nasıl gerçekleştiği hakkında ipucu verir. Bir mermi darbesi sonucunda oluşan kan izi ile yaralanma sonucunda damlayan kanın izi gibi kan izleri darbe şekline göre farklılık gösterir. Olay yeri inceleme ekibi evde bulunan kan izlerini fotoğrafladı. Evden fotoğraflanan kan izleri aşağıdaki gibidir.



Evlin koridorundan
fotoğraflanan kan izi

Mutfak kapısından
fotoğraflanan kan izi



Halkın üzerinden
fotoğraflanan kan izi

Yatak odasının örtüsünden
fotoğraflanan kan izi

Kan sudan 5-6 kat daha
yavaş hareket eder.
Kan kuruduktan çok daha
yavaş hareket eder.



YERİ GİRİLMEZ

Olay yeri inceleme ekibinin evden fotoğrafladığı kan izleri aşağıdaki tabloda verilen resimlerdeki izlerinden hangisine benziyor? Analizini yaptığın kan izleri ile fotoğraflardaki kan izleri arasındaki ilişki nedir? Suçlunun hangi kan grubunda olduğunu tahmin ediyorsun? Gerekçelerin nelerdir?



1 Mermi darbesi gibi yüksek hızlı çarpmaların çok yüksek kinetik enerjisi olur. Bu enerji, kanın küçük damlalar halinde püskürmesine sebep olur.	4 Temiz cismin bir kan birikintisine dokunup geçmesiyle oluşan "sürtme" izi.
2 Başın bir yere çarpması sonucu orta-hızlı darbeler sonucu kan küçük damlalar halinde saçılır. Bu damlaların daha az kinetik enerjileri vardır.	Kan damladığında yere düşerken top gibi bir şekil vardır. Doğrudan yere düşerse, yerde yuvarlak bir iz bırakır. Uzun bir mesafeden yere düşen kan damlası, kenarlarından her yöne saçılır ve "çelenk" şeklini alır.
3 Üzerine kan bulanmış bir şeyin (kanayan bir el gibi), temiz bir yere sürtünmesinden uzun bir "silme" izi oluşur.	Bir açıyla yere düşen kan damlası oval bir şekil oluşturur. Düşme açısı ne kadar büyükse, oval şekil o kadar uzun olur. (Resimdeki ok kanın hareket doğrultusunu gösterir)

2. SIRA PARMAK İZİ ANALİZİNDE



Hırsızın bir yere dokunmadan eve girmesi imkansızdır. "Nerede bu parmak izleri?" diye düşünüyorsun. Açıkça görülebilen (patent) izlere çok nadir rastlanır. İzlerin çoğu gizlidir (latent) yani sen onları bazı kimyasal veya tozlar ile görünür hale getirebilirsin. Ancak evin her yerine toz dökemezsin. İşte bu aşamada suçlunun nerelere dokunmuş olduğunu düşünmelisin.

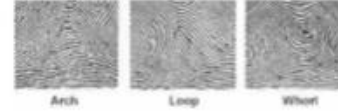
1. Suçlu nerelere parmak izini bırakmış olabilir?
2. Tozlar gizli parmak izlerini nasıl görünür hale getirirler? Araştırmız.
3. Parmak izini görünür hale getirmek için kullanılan teknikler neler olabilir? Araştırmız.



ARAŞTIRMA SORULARI	VERİLERİN	NEDEN BÖYLE DÜŞÜNÜYORSUN?
Suçlu nerelere parmak izini bırakmış olabilir?		
Tozlar gizli parmak izlerini nasıl görünür hale getirirler?		
Parmak izini görünür hale getirmek için kullanılan teknikler neler olabilir?		

BİLGİ KÖŞESİ

Tek yumurta ikizlerinin bile parmak izleri farklıdır. Aynı kişinin aynı elinin farklı parmaklarının izleri farklı olabildiği gibi, farklı desen sınıfına ait de olabilir. Bu nedenle bir kişinin on parmağının birden izi alınır. Parmak izi desenleri üç sınıfa ayrılır; kement, sarmal (halka merkezli) ve kemer (ark).



Bir kemer parmak izi deseni dalgaya benzer. Bu desen parmağın bir tarafından başlayıp diğer tarafında biter. 100 kişiden sadece 5'inde kemer desen bulunur.

Sarmal parmak izi deseni iç içe halkalar şeklindedir. 100 kişiden yaklaşık 30'unda bulunur.

Kement parmak izi deseni ise parmağın aynı tarafından başlar ve yine aynı tarafa biter.

Sağa veya sola doğru bükülebilir. 100 kişiden yaklaşık 60-65 kişide bulunur.

Olay yeri inceleme ekibi evden birçok malzeme topladı ve üzerlerindeki parmak izlerini tespit etmen için seni bekliyor. Delillerin üzerinde birden fazla parmak izi var peki bu izlerden hangisi hırsıza ait olabilir? Bir an önce incelemeye başlamalısn. Hırsızın nerelerde parmak izi bıraktığını göz önünde bulundurarak hareket etsen iyi olacak.

PARMAK İZİ ANALİZİ	Parmak izine ait özellikler nelerdir?	Neden böyle düşünüyorsun?
Seyhan'a ait olduğunu düşündüğün		
Hırsıza ait olduğunu düşündüğün		

3. AYAK İZLERİNİ TAKİP ET

Parmak izleri suçluyu bulmak için harika bir ipocudur fakat doğru kişiye ait olduğunu tespit edebilirsiniz. Bir başka ipucu ise ayak izleridir. İnsanlar uçamadıklarına göre, en azından uçmayı öğrenene kadar (!), olay yerinde mutlaka oraya buraya yürümüşlerdir. Olay yeri ekibi yerleri inceliyor ve evin yakınında çamur üzerinde adım uzunluğu 81 cm olan bot izleri buluyor. Tahmin edilen ayakkabı numarası 42 ile 44 arası. İzleri daha detaylı incelemek için fotoğraflıyorsunuz.



Suç mahallinde bulunan ayak izleri şüpheli hakkında ne gibi bilgi veriyor olabilir? Aşağıdaki ayak izindeki farklılıklar neden kaynaklanmaktadır? Bu farklılıklar kişinin hangi özelliklerini belirlememizde yardımcı olur? 10 dakika araştırmalarınızı yapınız.



Kendi Ayak İzi Formülünüzü Oluşturalım

Ayak izlerinin bize hangi özellikler hakkında bilgi verdiğini araştırınız. Peki bu özelliklere ulaşmak için nasıl bir formül organize edersiniz. Grup üyeleriniz ve kendi ayak izinizden yararlanarak ayak izi formülünüzü oluşturunuz. Sizlere gerekli olan malzemeleri çalışma ortamından temin edebilirsiniz. Oluşturduğunuz formülden yararlanarak suçlunun ayak izinin özellikleri hakkında yorumunuzu yapınız.



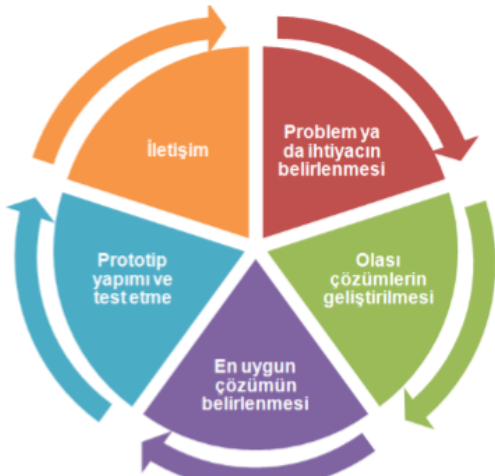


DELİLLER SONUÇLANIYOR...

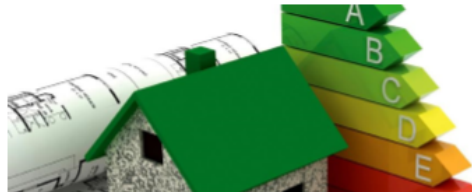
Yaptığınız tüm araştırmaları ve uygulamaları dikkate alarak hırsıza ait belirlediğiniz özellikleri aşağıdaki tabloda düzenleyiniz. Ardından sizlere verilen Excel programında sonuçlarınızı değerlendirmesini yapınız.

Hırsıza Ait Olduğunu Düşündüğünüz Özellikler	Gerekçeleriniz

EK- 8 Isı Yalıtım Etkinlik Modülü



**MÜHENDİSİN TASARIM GÜNLÜĞÜ:
ISI YALITIMI ÜLKE KAZANIMI**



Grup Üyeleri:

ISI YALITIMI ÜLKE KAZANIMI

2017'de Isı Yalıtımı Olmayan Bina Kalmayacak!

Enerjisinin % 73'ünü ithal eden Türkiye'nin 2011 yılında ortalama enerji ithalatı 50 milyar dolar oldu. Ve buna rağmen Türkiye maalesef enerjisini verimli kullanmıyor. Ülkemizde enerjinin yüzde 34'ü konutlarda kullanılıyor, bu enerjinin de yüzde 80'i ısıtma amaçlı tüketiliyor. Bir de soğutma amacıyla yaz aylarında havaya savrulan enerji var. Yani enerji verimliliğinde en büyük karadelik ısı yalıtımı...(Hürriyet, 17.01.2012)



BÜYÜK TASARIM GÖREVİ:

Sizden İstanbul ili Sarıyer ilçesinde dört cephesi de açık olan (çevresinde hiçbir bina ya da yapı bulunmayan) 120 m² arsa üzerine kurulacak tek katlı bina tasarlanmaz bekleniyor. Tasarımınızın başansı, evinizde en iyi ısı yalıtımı yaparak maksimum enerji verimliliği sağlayabilmeniz, malzemelerin kullanım ömrü ve tasarımın toplam maliyeti ile değerlendirilecektir.

Tasarım problemin tanımlanması	
Başarı Kriterleri	Kısıtlamalar
1.	
2.	
3.	
4.	

1

Yukarıda genel hatları ile sunulan tasarım göreviniz için binanın sahip olması gereken bazı özellikler ve bu özellikleri yerine getirmek için kullanılabileceğiniz alternatifler aşağıda ayrıntılı olarak ifade edilmiştir. Büyük tasarımınızı gerçekleştiren bu alternatiflerden hangilerini kullanacağınızı verilen tablolar üzerinde belirtir misiniz? Neden bu seçimleri yaptığınızı tabloların yanındaki boşluğa (açıklamalar) açıklayınız. Eğer seçim yapamadığınız bir tablo varsa bu seçimi gerçekleştirmek için neleri öğrenmeniz gerektiğini yine tabloların yanındaki boşluğa yazınız.



Tasarım Öneriniz ve Açıklamalarınız:

✓ Tasarlayacağınız yapıda 3 cam bulunacaktır. Camları yerleştireceğiniz cephelere siz karar vermelisiniz (Her cephede en fazla 1 cam bulunabilir).

	Kuzey	Güney	Doğu	Batı
1. Camın konumu				
2. Camın konumu				
3. Camın konumu				

✓ Pencerelerin malzemesine karar vermelisiniz.

Seçenekler	Kararınız
Plastik çerçeve	
Ahşap çerçeve	
Metal Çerçeve	

Pencerelerin hepsi plastik, metal ya da ahşap seçeneklerinden biri olabilir. Karar verdiğiniz bir seçeneği (X) işaretleyiniz.

✓ Tasarlayacağınız yapının duvar malzemesine karar vermelisiniz.

Seçenekler	Kararınız
Beton blok	
Bosluklu tuğla	
Kireç-kum taşı	

Duvar malzemesi için belirlenen seçeneklerden karar verdiğiniz birini işaretleyiniz.

✓ Binaının zemin (temel) malzemesine siz karar vermelisiniz.

Seçenekler	Kararınız
Beton	
Kil/Alüvyon	

Binaının zemin malzemesi için belirlenen seçeneklerden karar verdiğiniz birini işaretleyiniz.

✓ Duvarların ve zeminin ısı yalıtımı için kullanılacak malzemelere karar vermelisiniz.

Seçenekler	Duvar	Zemin
Cam/taş yünü		
Stratoför Köpük		
Manitir Levha		

Binaının duvar ve zemin yalıtımı için seçeneklerden birer tanesini işaretleyiniz.

Önerdiğiniz tasarımın başarılı olduğunu düşünüyor musunuz? Neden?

2

Mini Tasarım: Enerji Verimliliğini Araştırıyoruz...

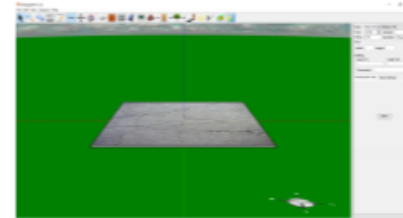


Energy 3D programını kullanarak bir yapı tasarlamalısınız. Tasarlayacağınız yapının 1 cephesine cam yerleştirmeniz gerekiyor. Yapınızın başarılı bir tasarım olması için evi ısıtmak için gerekli enerji olabildiğince düşük olmalı yani enerji verimliliğini dikkate almalısınız.

Energy 3D programında tasarlayacağınız yapının konum bilgileri şöyle olacak:

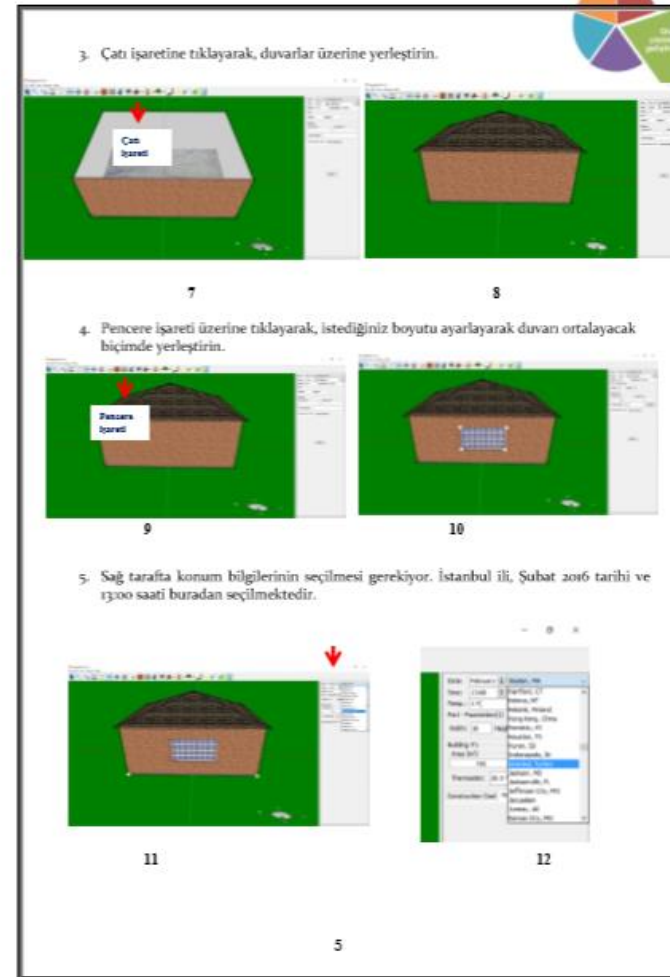
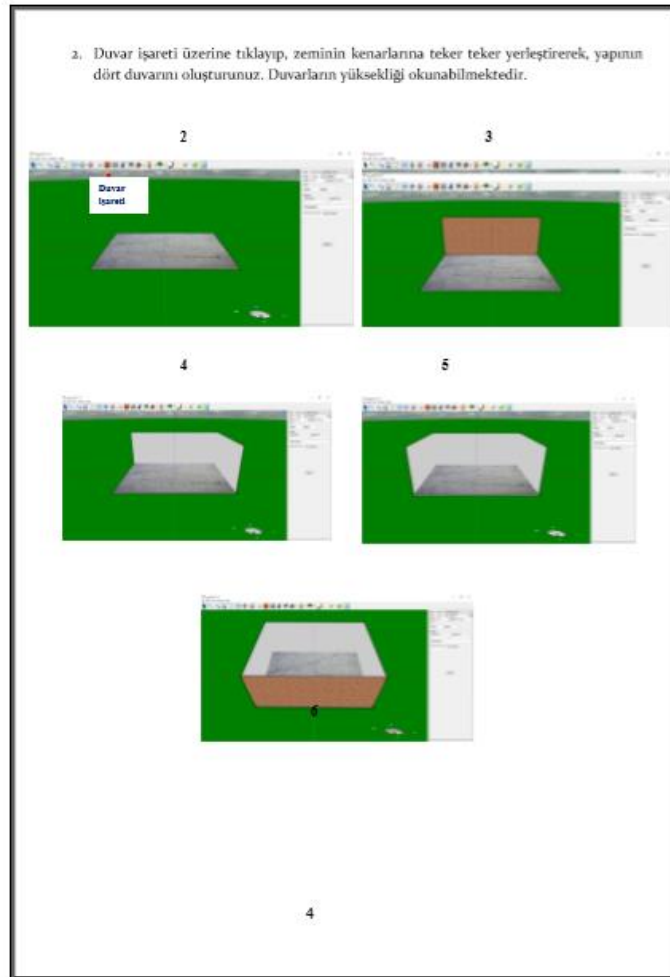
- ✓ İl: İstanbul
- ✓ Tarih: 3 Şubat 2016
- ✓ Saat: 13:00
- ✓ Zeminin Boyutu: Programın hazır sunduğu zemin olmalı
- ✓ Binaının yüksekliği: 2 metre
- ✓ Pencere, duvarın ortasında olmalı

1. Program kısayolu üzerine çift tıklayınız, karşınıza şöyle bir ekran gelecek.

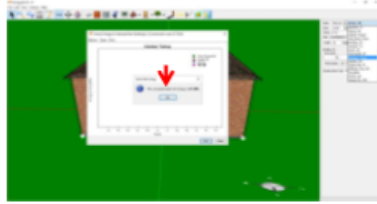


1

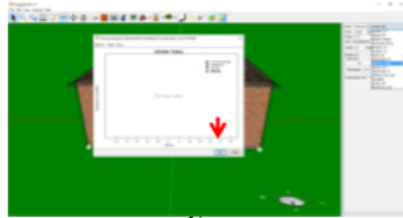
3



6. Program görüntüsünün sol üst kısmında bulunana "Analysis" sekmesine tıklayın ve buradan "Run Daily Energy Analysis For Building" seçeneğini tıklayın. Karşınıza çıkan sayfanın (14) sağ alt kısmındaki "run" sekmesine tıklayın. Karşınıza çıkan değer yapının ısınması için günlük enerji değerini vermektedir.

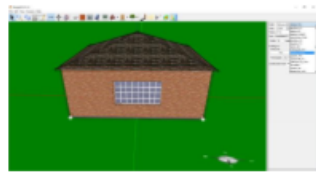


13



14

7. Pencereyi yerleştirdiğiniz duvarın hangi yönde olduğunu sağ alt kısımdaki pusula işaretinden anlayabilirsiniz. (N: Kuzey, S:Güney, W: Batı, E: Doğu yönü göstermektedir)



15

6

8. Pencereyi diğer cephelerdeki duvarlara yerleştirmek için Mouse sol tuşunu evin üstüne tıklayıp evi istediğiniz yöne döndürebilirsiniz. Pencereyi diğer cephelere yerleştirmek için pencerenin üzerine tıklayarak "copy" tuşuna basıp istediğiniz cepheye yapıştırabilirsiniz.

- Pencereyi değişik cephelere koyduğunuzda ortaya çıkan günlük ısınma için gerekli enerji miktarını tabloya not ediniz.

(Her cephede kullandığınız pencerenin boyutları aynı olmalı)

Cephenin Yönü	Günlük Isınma Enerji Miktarı
Kuzey	
Güney	
Doğu	
Batı	

Tabloyu yorumlayalım...

- Pencereyi hangi cepheye yerleştirdiğinizde binanın günlük ısınması için gerekli enerji en düşük oldu? Sizce bu durumun sebebi ne olabilir.

7

Pencerelerin boyutlarını arttırdığınızda ısıtma maliyetlerini tespit ederek tabloya yerleştiriniz. (Boyutları değiştirirken cephenin hep aynı olması gerektiğini unutmayalım)

Pencere			Günlük Isıtma Enerji Miktarı
En	Boy	ALAN	

✓ Pencere alanı arttıkça günlük ısıtma enerji miktarında nasıl bir değişim oldu? Sizce bu durumun sebebi nedir?

Yapılarda pencerelerin yönü ve boyutları ısı yalıtımını nasıl etkiler? Aile, ülke ekonomisi ve kaynakların kullanımı açısından nasıl bir yerleşime uygun olur?

Mini Tasarım: Gazozu Soğuk Tutalım!

Buzdolabında 8 saat boyunca soğutulmuş gazozlar var ve 2 saatlik bir yolculuğa çıkarken yanınıza birkaç tane gazoz almak istiyorsunuz. Gazozunuzu yolculuğunuz için en soğuk tutacak şekilde bir tasarım gerçekleştirmenizi istiyoruz.

Malzemeler:

- 3 Adet Soğuk Gazoz
- Alüminyum Folyo
- Plastik Bardak
- Strafor Köpük
- Cam Yünü
- Makas
- Bant



Tasarımını gerçekleştirmek için nelerin bilinmesi gerektiğini, bu bilgilerin hangilerini zaten bildiğini hangilerini ise araştırman gerektiğini düşünüyorsun?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Araştırmanızda ne tür bilgiler elde ettiniz? Kısaca not ediniz.

Olası çözümlerin geliştirilmesi

Aşağıda belirtilen boşluğa gerçekleştirmeyi düşündüğün tasarımı olabildiğince detaylı olarak çizer misiniz? Çizimin daha anlaşılır olması için çizim üzerinde açıklamalara yer vermelisiniz.

10

Tasarımınız gazozu en soğuk tutan tasarım oldu mu?

☐ Evet
☐ Hayır

- **Cevabınız evet ise**, sizin tasarımınızın diğer gruplara göre gazozu en soğuk tutmasına sebep olan ne olmuştur? Diğer gruplardan birinin tasarımı ile kendi tasarımınızı karşılaştırınız.
- **Cevabınız hayır ise**, neden sizin tasarımınız gazozu en soğuk tutmadı? Gazozu en soğuk tutan tasarımı yapan grup ile sizin tasarımınızı karşılaştırınız.

Karşılaştırmanızı yaparken aşağıda yer alan sorular size yol gösterebilir...

✓ Diğer grupta sizinle aynı malzemeleri kullanmış mı?
✓ Hangi malzemeyi daha çok ya da daha az kullanmış? Bu malzemelerin ısı yalıtımına katkısı nedir?
✓ Malzemelerin konumları nasıldır?

Olası çözümlerin geliştirilmesi

11

Mini Araştırma:

Binalarda ısı yalıtımı nerelerde yapılır?



Sizce yalıtımsız binalarda ısı kaybı nerelerden olur?

- ✓
- ✓
- ✓
- ✓

Belirttiğiniz kısımlarda olabileceğini düşündüğünüz ısı kayıplarını en çok ısı kaybına sebep olandan en az ısı kaybına sebep olan kısımlara doğru sıralayınız.

Neden böyle bir sıralama yaptınız? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

12

Yalıtımsız Bir Evde Enerji Kaybı



Piyasa Araştırması Yapalım...

- Sizce duvarlardan kaynaklanan ısı kaybını engellemek için ısı yalıtımını sağlamak üzere ne tür malzemeler kullanılmalıdır?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

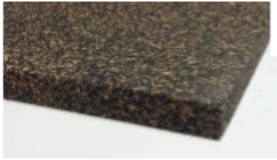
.....

.....

13

Büyük Tasarım görevinizde duvarın yalıtımı için size sunulan seçenekleri hatırlayalım.

- ✓ Cam/Taş Yünü
- ✓ Strafor Köpük
- ✓ Mantar Levha



❖ Bu ürünleri sağladıkları ısı yalıtımı bakımından araştırınız. Hangisi daha başarılı ısı yalıtımı sağlamaktadır? Sıralayınız.

❖ Size verilen mühendis market kataloğundaki bilgilerden yola çıkarak ürünleri fiyat ve dayanıklılık-uzun ömürlülük bakımından araştırınız.

14

➤ Sizce pencerelerden kaynaklanan ısı kaybını engellemek için ısı yalıtımını sağlamak üzere neler yapılabilir?

Handwritten notes on a green background, detailing the steps for window insulation: 1. Pencere kenarlarını kapama (Sealing the window edges), 2. Pencere camlarını kapama (Sealing the window panes), 3. Pencere çerçevelerini kapama (Sealing the window frames), 4. Pencere kenarlarını kapama (Sealing the window edges), 5. Pencere camlarını kapama (Sealing the window panes), 6. Pencere çerçevelerini kapama (Sealing the window frames).



Büyük Tasarım görevinizde pencereler için size sunulan seçenekleri hatırlayalım.

- ✓ Plastik sızdırmaz çift cam
- ✓ Ahşap sızdırmaz çift cam
- ✓ Metal (alüminyum) sızdırmaz çift cam

❖ Bu ürünleri ısı yalıtımı bakımından karşılaştırmak üzere araştırma yaparak, ulaştığınız bilgileri özetleyiniz.

❖ Size verilen mühendis market kataloğundaki bilgilerden yola çıkarak ürünleri fiyat ve dayanıklılık-uzun ömürlülük bakımından araştırınız.

15

Sizden İstanbul ili Sarıyer ilçesinde 120 m² arsa üzerine kurulacak tek katlı bina tasarlamamızı bekliyoruz. Tasarımınızın başarısı en iyi sıya listeyi yaparak maksimum enerji verimliliği sağlayabilmeniz, kullandığınız malzemelerin dayanıklılığını göstergesi olan garanti ve tasarımın toplam maliyeti ile değerlendirilecektir.

16

	ENERJİ VERİMLİLİĞİ	FİYAT	GARANTİ/KULLANIM ÖMRÜ
PUAN			
DEĞERLENDİRME			

Cevabınız hayır ise test sonucu aldığınız puan ve değerlendirme beklediğiniz gibi oldu mu? Açıklayınız.

17

EK- 9 Legolar ile Hayvan Tasarımı Etkinlik Modülü

Legolar ile Hayvan Tasarım

Sevgili arkadaşlar, aşağıda bir canlının özelliklerinden bahsedilmektedir. Canlı hakkında verilenleri dikkatlice incelemenizde fayda var!

İsmi vermek istemediğimiz canlı genellikle yalnız dolaşmakta ve gece avlanmaktadır. Oldukça ürkek olmasından dolayı doğada doğrudan izlenmesi zordur. Doğadaki varlığı ancak dışkıları, ayak izleri veya diğer iz ve işaretlerinin araştırılması ile tespit edilebilmektedir. Bu canlının besin kaynağının büyük bir kısmını balıklar oluşturmaktadır. Balıkların yanı sıra kurbağa, kuş yumurta, fare ve deniz ürünleri ile de beslenmektedir. Kolay ve çok sayıda besine ulaşabildiği için balık üretim çiftliklerinin bulunduğu alanlarda yaygın olarak bulunan canlı, çiftliklerin sahiplerince çiftliklere zarar verdiği için ya da kürkleri için öldürülmektedir. Ayrıca Zamanlı İmaja ve Aladağ bölgesinde bulunan krom madenleri de canlının doğal habitatını bozmaktadır. Ortalama yaşam süresi 12-13 yıl olan canlının doğal yaşam alanının korunması büyük önem taşımaktadır. Canlı, IUCN (Uluslararası Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği, 1994)'in nesli tükenen ve tehlike altında bulunan hayvanlar kategorisinde, tehlike altındaki tür olarak değerlendirilmiştir.



Yukarıda belirli bir bölgede yaşayan canlı türünden bahsedilmiştir. Sizce bu canlı hangi özelliklere sahiptir? Canlının özelliklerini belirledikten sonra Legolar ile tasarımını yapmanızı bekliyoruz.

Canlı Hangi Özelliklere Sahip Olabilir?

Yukarıda genel özellikleri ile anlatılan tasarım göreviniz için canlının sahip olması gereken özellikler aşağıda belirtilmiştir. Tasarımınızı gerçekleştirirken bu özelliklerinden hangilerini tercih edeceğinizi verilen tablolar üzerinde belirtir misiniz? Neden bu seçimleri yaptığınızı tabloların yanındaki boşluğa (açıklamalar) açıklayınız. Eğer seçim yapamadığınız bir tablo varsa bu seçimi gerçekleştirmek için neleri öğrenmeniz gerektiğini yine tabloların yanındaki boşluğa yazınız.

Tasarım için Canlı Özellikleri ve Açıklamalar

VÜCUT YAPISI

Heybeli	
Hörgüçlü	
İri	
Orta	
Ufak	

CANLININ UZUNLUĞU

30-50	
50-70	
70-90	
90-110	

AYAK YAPISI

Perdeli	
Pençeli	
Toynaklı	
Yan Perdeli	

AĞIZ YAPISI

Dar	
Geniş	
Küt	
Sivri	

AÇIKLAMALAR

DERİ ÖZELLİKLERİ

Tüysüz	
Pulu	
Tüylü	
Kaygan	

KULAK YAPISI

Küçük	
Büyük	
Geniş	
Dik	

POST RENGİ

Koyu Renk	
Açık Renk	

AÇIKLAMALAR

Belirlediğiniz özelliklerin gerçeğine uygun olduğunu düşünüyor musunuz? Neden?

3

Tasarım çizimi zamanı..

Yukarıda belirlediğiniz özelliklere sahip canlının çizimini yapar mısınız? Çizimin daha anlaşılır olması için çizim üzerinde açıklamalara yer vermelisiniz.



4

ARAŞTIRMA ZAMANI II

Tasarıma geçmeden önce bildiklerimizi hatırlayalım, bilmediklerimizi öğrenelim. Belki yeni öğrendikleriniz canlı ile ilgili tespitlerinizi yeniden gözden geçirmenize sebep olabilir. O halde başlayalım şimdi araştırma zamanı!

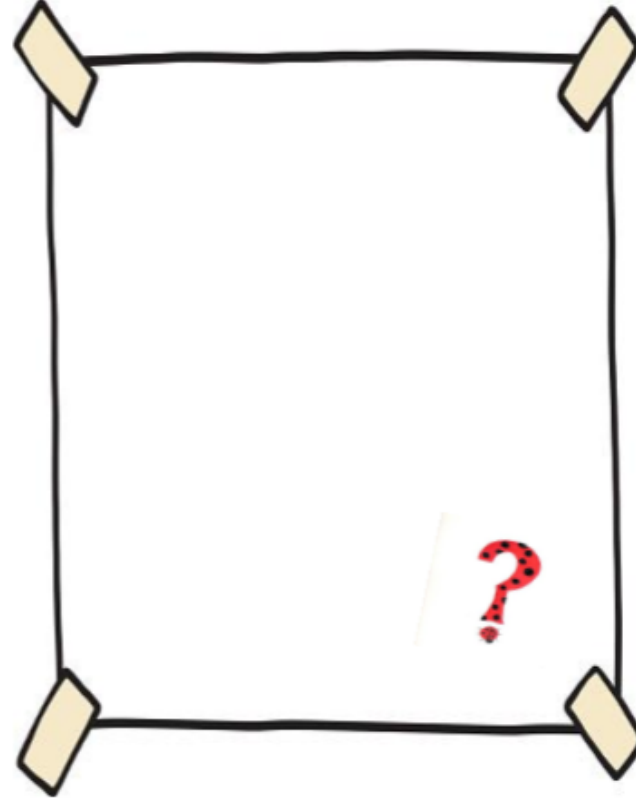
1. Ekosistem, habitat, popülasyon, tür nedir? Bu mini araştırma ile kavramları tanımlayınız ve örnekler veriniz.



2. Tasarladığınız istenilen canlı ile ilgili verilen bilgileri tekrar gözden geçirmelisiniz. Sizce bu canlı nasıl bir ekosistemde yaşıyor olabilir? Araştırınız.



3. (Araştırmalarınız sonucu belirlediğiniz ekosistemi noktalı yere yazınız). Bu ekosistemde yaşayan canlıların fiziksel özellikleri nasıldır? Burada kimin ağzı, kulak, ayak ve vücut yapılarını vs. özelliklerini araştırmalısınız.



Tasarım İçin Şon Kararınız Nedir?

Yaptığımız araştırmalar doğrultusunda tasarımını gerçekleştirmeyi planladığımız canlının özelliklerine ilişkin ilk belirlediğiniz kararlarınızda değiştirmek istediğiniz şeyler var mı? İlk belirlediğiniz özellikler ile araştırmalar sonucunda belirlediğiniz özellikler benzerlik gösteriyor mu? Neden? Aşağıda verilen tablolarda tasarımınızı gerçekleştirirken bu özelliklerinden hangilerini tercih edeceğinizi belirtiniz? Neden bu seçimleri yaptığınızı tabloların yanındaki boşluğa açıklayınız.

		Şu an belirlediğiniz özellikler ilk belirlediğiniz özellikler ile benzerlik gösteriyor mu? Neden?	Neden bu seçim yaptınız?
VÜCUT YAPISI			
Heybeli			
Hörgüçlü			
İri			
Orta			
Ufak			
CANLINİN UZUNLUĞU			
30-50			
50-70			
70-90			
90-110			
AYAK YAPISI			
Perdeli			
Pençeli			
Toynaklı			
Yan Perdeli			
AĞIZ YAPISI			
Dar			
Geniş			
Kürt			
Sivri			

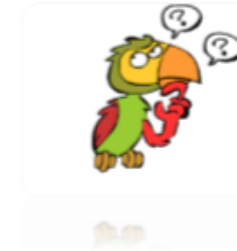
7

DERİ ÖZELLİKLERİ	
Tüysüz	
Pullu	
Tüylü	
Kaygan	

KULAK YAPISI	
Küçük	
Büyük	
Geniş	
Dik	

POST RENGİ	
Koyu Renk	
Açık Renk	

Şu an belirlediğiniz özellikler ilk belirlediğiniz özellikler ile benzerlik gösteriyor mu? Neden?	Neden bu seçim yaptınız?



8



Yaptığınız araştırmalar doğrultusunda gerçekleştirmeyi planladığınız canlının özelliklerine ilişkin verdiğiniz son kararlarınızı aşağıdaki tabloda düzenleyiniz ve tasarımınızı tekrar çiziniz. Tasarımınızı canlının gerçek boyutlarını göz önünde bulundurarak % oranında çizmelisiniz. Çizimin daha anlaşılır olması için çizim üzerinde açıklamalara yer veriniz.

Canlının Vücut Yapısı	
Canlının Vücut Uzunluğu Arahlığı	
Ağız Yapısı	
Kulak Yapısı	
Deri Özellikleri	
Ayak Yapısı	
Post Rengi	

Tasarımı Değerlendirelim

Tasarımı oluştururken canlının uzunluğu, vücut, kulak, ayak, ağız yapısı ve deri özelliklerine dikkat ederek tasarımını oluşturduk. Şimdi oluşturduğunuz tasarımı değerlendirme zamanı. Canlı tasarımı değerlendirmeniz için hazırlanan excel programında tasarımınızı puanlayınız.

Puan	
Değerlendirme	

Değerlendirme sonucu iyileştirme yapmanız gerekiyor mu?

Cevabınız evet ise ne tür iyileştirmeler yapmayı planlıyorsunuz gerekçeleri ile belirtiniz ve değişiklik sonucu tasarımınızı tekrar test ediniz.

Cevabınız hayır ise test sonucu aldığınız puan ve değerlendirme bekllediğiniz gibi oldu mu? Açıklayınız.



Canlıların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için insanların çevrelerine karşı duyarlı olmaları gerekmektedir. İnsanlar Dünyadaki canlıların nesillerinin devamlılığı konusunda duyarlı olurlarsa canlıların nesillerinin devamlılığı sağlanabilir. Peki canlıların nesillerinin devamı için ne gibi önlemler alınabilir. Nesli tükenmekte olan canlıları araştırarak örnekler veriniz. Araştırdığınız canlıyı ya da canlıları sınıfta arkadaşlarınıza sununuz.



EK- 10 Mucizevi Kurtuluş Etkinlik Modülü

MUCİZE KURTULUŞ

Geçtiğimiz günlerde 5 yıl önce düşün kargo uçağından sevindirici haber gelmişti. 2011 yılında bir pazar günü saat 23:00 'de Malezya' ya gitmek üzere yola çıkan uçak Güney Pasifik civarında düşmüş ve uçağın düşmesinin ardından yapılan araştırmalarda uçağın bulunması gereken rotadan 500 mil uzakta kalıntılar bulunmuş görevlilere ait hiçbir veriye ulaşılmamıştı. Geçen hafta ise pasifikte seyir halindeki bir gemi 5 yıl önce kaybolan Ali'yi kurtardılar.. Herkesin şaşkınlık ve mutluluk ile karşıladığı bu olay sonrasında Ali'nin adada hayatını nasıl devam ettirdiği merak konusu olmuştu.

1. Uçağın düştüğü anı hatırlıyor musunuz?

Uçak normal seyirinde devam ediyordu. Bende uyuyordum her şey yolundaydı. Bir anda büyük bir sarsıntı ile uyardım hemen pilotların yanına gitti. Durumu kontrol altına çalışıyorlardı bana yerime oturmamı söylediler. O sırada görevli kucağıma şişme bot verdi ve beni yerime oturttu. Ardından uçak kontrolden çıktı ve hızla düşmeye başladı.

2. Uçak okyanusa düştü peki siz nasıl kurtulduunuz? Başka kurtulan olmadı mı?

Maalesef olmadı. Uçak düştükten sonra ben elimdeki şişme bota batarak suya girdim. Uçak yanmaya başlamıştı oradan hemen uzaklaşmalıydım ve bota binip uzaklaşmaya çalıştım o sırada büyük bir patlama oldu. Bayılmışım. Uyandığımda bir sahildeydim. Benden başka kimse yoktu.

3. İssiz bir adada 5 yıl baya uzun bir süre. Kurtulmayı denemediniz mi?

Elbette denedim. Birçok kez topladığım araç-gereçler ile çeşitli sallar yaptım ama başarılı olamadım. Hava koşulları o kadar zorluktu ki bunu başarmak kolay değildi. Kimi gün dev dalgalar kimi gün rüzgârın yönü bunları hesap edip yola çıkmalıydım. Birkaç deneme yaptım ama dalgalar çok yüksekti. Aylar ilerledikçe hava değişimi not ettim en çok yağış ocak ve mayıs ayları arasında alıyordu. Okyanusta gelgit ise en fazla mart ayında oluyordu. Rüzgârın yönü ise batıdan doğuya döndüğünde okyanusa açılmanın vakti diye düşünerek yelkenli için hazırlıklarımı yaptım. Rüzgârın yönünü tayin etmek için bir dala bez parçası astım ve sürekli takip ettim. Rüzgârın yönü doğudan esmeye başlayınca yola çıktım ve Okyanusta yol almayı başardım.



1

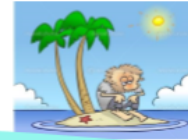


4. Peki kurtulamadığınız her an umutsuzluğa kapıldığınız mı?

Umutsuzluğa kapıldığım anlar oldu tabii ki ama yaşadığımız sürece umut vardır. Bu nedenle her seferinde kurtulmayı hayal ettim ve başardım.

5. Pasifik hava koşullarında nasıl korundunuz?

Orda uzun bir süre kalacağımı anladıktan sonra elimdeki malzemeler ile barınak yaptım. Yağmurlar Ocak ve Mayıs ayları arasında yağmıyordu. Rüzgârlar ve yağışlar çok şiddetliydi. Korunmak için yaptığım barınağı birçok kez tamir etmek zorunda kaldım.



7. Peki nasıl besleniniz?

Balık ve yengeç avlayıp onları yiyerek beslendim. Yemekten ziyade beni susuzluk zorladı. İlk gittiğimde içmek için su bulamadım. Önce deniz suyunu ve yapraklarda ve çukurlarda biriken yağmur sularını arıtmayı düşündüm ama bu gerçekleştirecek düzeneğim yoktu, bunu gerçekleştirmem çok zordu. Ormandaki Hindistan cevizlerinin sularını içmeyi denedim. Ama her seferinde Hindistan cevizinden sadece birkaç damla su içebiliyordum. Neyse ki sonradan bunun çaresini buldum.



8. Yaşadıklarınız oldukça şaşırtıcı. Kendi yaşamınızda bu tür araç-gereç tasarımlarına merakınız var mıydı bunları nasıl düşündünüz?

Çocukluğumdan beri elimde geçen her şeyi incelerdim. Söküp takardım. Mekanizmaları nasıl çalıştırırdım. Bunlar bana çok zevk verirdi. Her parçanın ne görevi var neden orada düşündümdü. İyi ki o şekilde yapmışım yoksa adada daha çok zorlanırdım. Elimdeki kısıtlı malzemeleri verimli kullanamazdım.

2

SEN OLSAN NE YAPARDIN?

1. BARAKA TASARIMI

5. Pasifik hava koşullarında nasıl korundunuz?

Orda uzun bir süre kalacağımı anladıktan sonra elimdeki malzemeler ile barınak yaptım. Yağmurlar Ocak ve Mayıs ayları arasında yağıyordu. Rüzgarlar ve yağışlar çok şiddetliydi. Korunmak için yaptığım barınağı birçok kez tamir etmek zorunda kaldım.

6. Nasıl yaptınız peki barınağı elinizde malzeme var mıydı?

Elimde sadece Botum ve birkaç kargo paketi dışında hiçbir şey yoktu. Paketlerin içinde ise; hamak, 10 m ip, örme bir kazak, futbol topu, 10 tane film CD'si vardı.

Dikkat etmelisiniz!

Tasarlayacağınız baraka rüzgara karpı korunaklı olması gerektiğini biliyunuz. Ayrıca dikkat etmen gereken başka bir nokta ise barakanın dayanıklılığını test etmek için 5 kg'lık bir ağırlık kullanılacaktır.

Ali ile yapılan röportajı okudunuz onun söylediklerine göre ortam koşullarını dikkate alarak ve elinizdeki malzemeleri kullanarak nasıl bir baraka tasarlıyorsunuz.

Tasarlayacağınız baraka için başarı kriterleriniz ve sınırlılıklarınızı yazınız.

Başarı Kriterleri	Sınırlılıklar

3

Çalışma planı: Bu tasarım görevini gerçekleştirirken mühendislik tasarım sürecini kullanmanız gerekmektedir. Buna göre nasıl bir çalışma gerçekleştireceğinizi ifade eder misiniz?



HEP AKLINDA OLSUN !!

Tasarımını yaparken kullanacağın malzemeler sınırlı sayıda olduğunu aklından çıkarmamalısın. Bu nedenle tasarımını yaparken elindeki malzemeleri dikkatli kullanmalısın bir sonraki yapacağın tasarımda kullanmaya ihtiyacın olabilir.

Kargo paketlerinden çıkan ve adada bulunan malzemeler şunlar; bir hamak, 10 m ip, örme bir kazak, futbol topu, 10 tane film cd'si ve adada bulunan çalı, ağaç dalları vs...

4

Baraka tasarımı için başarı kriterleri ve sınırlılıkları belirledin?
Baraka için düşündüğün ilk tasarımlarını çizers misiniz? Çizimin daha anlaşılır olması için çizim üzerinde açıklamalara yer vermelisiniz.

ARAŞTIRMA ZAMANI !

Rüzgârın çok şiddetli olduğu bir yerde nasıl bir baraka tasarımı yaparsınız. Yaptığınız tasarımda nelere dikkat etmeniz gerekir?	
Yağışın çok şiddetli olduğu bir yerde yağmur sularından korunmak için nelere dikkat etmelisiniz? Yaptığınız barakanın çabuk yıpranmasını ve su geçirmesini istemezsiniz değil mi? Peki nelere dikkat etmeniz gerekir araştırınız.	
Tasarlamayı düşündüğünüz baraka hava sıcaklığının yüksek olduğu bir yerde. O halde sizi sıcak havadan koruyacak malzemeleri kullanmanız size fayda sağlayacaktır. Acaba doğada hangi malzemeler ısı yalıtımında kullanılabilir? Araştırınız.	

İssiz bir adada koşullara en uygun barakayı tasarlamam gerekiyor. Belirlediğiniz kriterler, sınırlılıklara ve yaptığınız araştırmaları göz önünde bulundurarak nasıl bir baraka tasarımı yapacağınıza ilişkin kararınız yazınız ve çiziniz. Çizimin daha anlaşılır olması için çizim üzerinde açıklamalara yer vermelisiniz.

TASARIMI DEĞERLENDİRELİM

Tasarımınızı belirlediğiniz kriterler, sınırlılıklara ve yaptığınız araştırmaları göz önünde bulundurarak rehber hocalarınız eşliğinde değerlendiriniz.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	Yetersiz	Yeterli
Tasarımda oluşturduğumuz çatı 5 kg'lık ağırlığı kaldırabiliyor mu?		
Tasarımda oluşturduğunuz çatı şiddetli rüzgarlara karşı dayanıklı mı?		
Tasarımda kullanılan malzemeler şiddetli rüzgarlara, sıcak hava koşullarına ve şiddetli yağmurlara karşı dayanıklı mı?		
Tasarımınız şiddetli yağışlarda su geçiriyor mu?		



2. GÜCÜM TÜKENİYOR!

7. Peki nasıl beslendiniz?

Balık ve yengeç avlayıp onları yiyerek beslendim. Yemekten ziyade beni susuzluk zorladı. İlk gittiğimde içmek için su bulamadım. Önce deniz suyunu ve yapraklarda ve çukurlarda biriken yağmur sularını arıtmayı düşündüm ama bunu gerçekleştirecek düzeneğim yoktu, bunu gerçekleştirmem çok zordu. Ormandaki Hindistan cevizlerinin sularını içmeyi denedim. Ama her seferinde Hindistan cevizinden sadece birkaç damla su içebiliyordum. Neyse ki sonradan bunun çaresini buldum.

Adada Olası Su Kaynakları Nelerdir?	Bu Kaynaklardan Temiz Su Elde Etme Yöntemleri Neler olabilir?

Tasarım Görevi: Siz de Ali gibi Tropik bir adada mahsur kalsaydınız. Hindistan cevizinin içindeki suyu az miktardaki içme suyu olarak kullanmanız gerekseydi, bu suyu en az kayıpla çıkarabilecek nasıl bir araç tasarladınız.

Unutmayın adadasınız ve malzemeleriniz kısıtlı aynıca bir önceki tasarımda bazı malzemeleri kullandınız. Eğer dikkatli kullandıysanız o malzemeler tekrar işinize yarayabilir. Ali'nin yanında bulunan malzemeler sadece şunlardır: hamak, 10 m ip, örme bir kazak, futbol topu, 10 film CD'si ve adada bulunan çalı, ağaç dalları vs..

Nasıl Bir Araç Tasarlamayı Düşünüyorsunuz?

--

ARAŞTIRMAYA NE DERSİN

Biraz zorlanmış olmanız normal belki de böyle bir adada başınızın çaresine bakmak için yeterli bilginiz olmayabilir. O halde bilgi hazinenizi geliştirmeye ne dersiniz?

Hindistan cevizinin kabuğu nasıl bir yapıya sahiptir?

İçerisinde su nerede bulunuyor?



Önce hindistan cevizini tanıyalım. Size verilen Hindistan cevizi keserek inceleyebilirsiniz. Gözlemlediğiniz bilgileri aşağı not ediniz.

Başka ne tür bilgilere ihtiyacınız olabilir? 15 dk araştırma molası ☺ Araştırdıklarınızı aşağıya not ediniz.



Yaptığınız araştırmalara dayanarak Hindistan cevizinden en az kayıpla suyu çıkarabileceğiniz tasarımın son halini tekrar tasarım çiziniz. En su kaybına sahip tasarım kazanır 😊

3. ADADAN KURTULMA ÇABALARI

3. İssız bir adada 5 yıl baya uzun bir süre. Kurtulmayı denemediniz mi?

Elbette denedim. Hava koşulları o kadar zorluktu ki bunu başarmak kolay değildi. Kimi gün dev dalgalar kimi gün rüzgârın yönü bunları hesap edip yola çıkmalıydım. Birkaç deneme yaptım ama dalgalar çok yüksekti. Aylar ilerledikçe hava değişimi not ettim en çok yağış ocak ve mayıs ayları arasında alıyordu. Okyanusta gelgit ise en fazla mart ayında oluyordu. Rüzgârın yönü ise batıdan doğuya döndüğünde okyanusa açılmanın vakti diye düşünerek yelkenli için hazırlıklarımı yaptım. Rüzgârın yönünü tayin etmek için bir dala bez parçası astım ve sürekli takip ettim. Rüzgârın yönü doğudan esmeye başlayınca yola çıktım ve Okyanusta yol almayı başardım.



Siz Ali' nin yerinde olsaydınız ortam koşullarını dikkate alarak ve elinizdeki malzemeleri kullanarak nasıl bir sal tasarım planı yapardınız?

Başarı Kriterleri	Sınırlılıklar



Tasarlamayı planladığın sal için başarı kriterleri ve sınırlılıkları belirledin? Yelkenli için düşündüğün ilk tasarımlarınızı çizer misiniz? Çizimin daha anlaşılır olması için çizim üzerinde açıklamalara yer vermelisiniz.

Tasarım için varsa diğer önerileriniz...

13

ARAŞTIRMA ZAMANI !

Yelkenli tasarımı için nelere dikkat edilmesi gerekir? Araştırınız.	
Hava koşullarını yelkenli tasarımına etkisi nasıldır? Ali rüzgârın yönünün tayin ederek hareket etmeye çalışıyor neden böyle bir yol izliyor olabilir? Araştırınız.	
Tasarlamayı düşündüğünüz yelkenli okyanusa indiğinde batmaması için nelere dikkat edilmeli? Araştırınız.	
Tasarlamayı düşündüğünüz yelkenli okyanusa indiğinde batmadan ilerlemesi gerekir peki bunu başarmak için tasarımda hangi malzemelerden yararlanılabilir? Araştırınız.	

14

Okyanus koşullarına en uygun yelkenli için tasarım planını yapman gerekiyor. Nasıl bir yelkenli tasarımı yapacağınıza ilişkin kararınızı yazınız ve çiziniz. Çizimin daha anlaşılır olması için çizim üzerinde açıklamalara yer vermelisiniz.

15

NASIL? NEDEN?

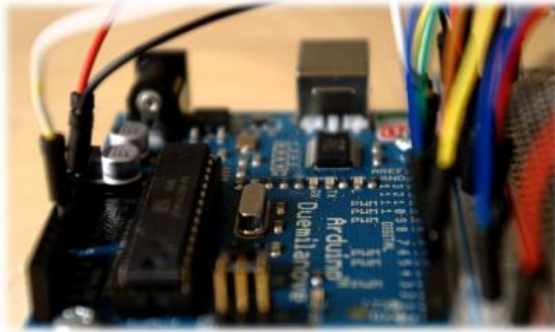
Adadan kurtulmak için tasarım planını yaptığınız yelkenli için aşağıdaki soruları cevaplayınız.

Kullandığınız malzemeler	Neden bu malzemeleri kullandınız?	Tasarım planının uygulanması sonucunda nasıl bir sonuç bekliyorsunuz?
Hava koşullarını dikkate aldığınızda tasarım planınızda neler yaptınız?	Hava koşullarında nasıl yapılmasını planlıyorsunuz?	Neden yapılmalı?
Tasarımın okyanus koşullarında batmadan ilerlemesi için ne yapılmalı?	Nasıl yapılması gerektiğini düşünüyorsunuz?	Neden yapılmalı?

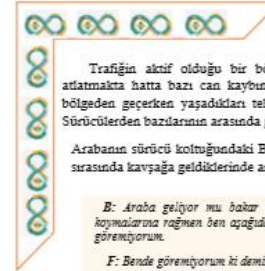
16

EK -11 Arduino İle Kolay Geçiş Etkinlik Modülü

ARDUINO İLE KOLAY GEÇİŞ



1



Trafiğin aktif olduğu bir bölgede bulunan kavşakta insanlar sürekli kaza tehlikesi atlatmakta hatta bazı can kaybına neden olan kazalar olmaktadır. Sürücülerin sürekli bu bölgeden geçerken yaşadıkları tehlikeler nedeniyle karayollarına şikâyette bulunuyorlardı. Sürücülerden bazıların arasında geçen konuşmalar şu şekildedir;

Arabanın sürücü koltuğundaki Büğra ve yanındaki arkadaşı Fulya'nın günlük muhabbetleri sırasında kavşağa geldüklerinde aralarında geçen diyalog aşağıdaki gibidir.

B: Araba geliyor mu, bakay mısın? Karşıya tümelek ayna koymalarına rağmen ben aşağıdan arabanın gelip gelmediğini göremiyorum.

F: Bende göremiyorum ki demir korkuluklar engel oluyor.

(Büğra arabayı biraz daha ilerletir ve Fulya araba olmadığını söyler).

B: Bu yola geçmek için ne kadar çaba harcadık, her seferinde bir tedirginlik yaşıyorum. Bu kavşağı hiç sevmiyorum. Bir çözüm bulabiliriz daha kolay geçiş sağlayabiliriz.

F: Burada her an kaza olabilir. Bir anlık dikkatsizle büyük sorunlar olabilir, oluyor da. Geçen gün yine bir kaza oldu hatta, adam gelen arabayı fark etmemiş. Ölen ya da yaralanan olmadı ama arabalar hasar gördü. Bir de yola koydukları demir korkuluklar görmeyi daha da zorlaştırıyor. Bir an önce buna çözüm bulunmalı.

B: Evet hatırlıyorum. Gazetede kaç kere bu kavşakta olan kaza haberlerini okudum. Her geçen gün daha da tehlikeli bir hal almaya başladı bu kavşak. Birçok kişiden daha duyduğum, herkes şikâyetçi. Hani yağışlı olduğunda tümelek aynadan gelen arabaları görmek daha da zor oluyor



Yukarıdaki diyalog gibi birçok sürücünün aynı durumdan şikâyetçi olması üzerine karayolların kavşakta geçişin daha kolay olmasını sağlayacak teknoloji arayışına girmiştir.

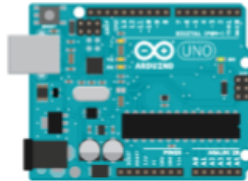
Peki senin görevin ne?

Kavşakta yaşanan sorunun çözümünü için senden Arduino programı kullanarak araçların geçişini kolaylaştıracak bir tasarım yapmanı isteniyor. Araçların kavşağa 200 m ve daha yakın olduğu durumlarda araçların beklemesi için kırmızı ışığın yandığı, 200 m'den uzak olan durumlarda ise yeşil ışığın yandığı bir trafik lambası sistemi tasarımı yapmanızı isteniyor.

2

ARDUINO NEDİR?

Arduino, fiziksel dünyadaki nesneleri algılayabilen ve kontrol edebilen dijital cihazlar ve interaktif nesneler oluşturmak için mikro denetleyici kitleri tasarlayan ve üreten bir bilgisayar donanım ve yazılım şirketi, proje ve kullanıcı topluluğudur.



Arduino tahtası tasarımlarında çeşitli mikroislemciler ve denetleyiciler kullanılmaktadır. Kartlar, çeşitli genişleme panolarına ve diğer devrelere bağlanabilen dijital ve analog giriş / çıkış (I / O) pimleri setleriyle donatılmıştır. Kartlar, kişisel bilgisayarlardan program yüklemek için kullanılan bazı modellerde Evrensel Seri veri yolu (USB) de dahil olmak üzere seri iletişim arabirimlerine sahiptir.

- Arduino 'nın temel kartıdır.
- ATmega328 mikro denetleyicisi bulunur.
- 14 Dijital G/Ç Pini, 6 PWM Çıkışı, 6 ADC Girişi vardır.
- 32 KB Flash hafızaya sahiptir.



Arduino ile Çiçek Sulama



Bluetooth Haberleşme ile Araç Kontrolü



Uzaktan Kumandalı Araç

Hatırlayalım

Direnç, devrede akıma karşı zorluk göstererek devreden geçen akımı sınırlar.

Dirençlerin devrede;

- Geçen akımı sınırlayarak belirli bir değerde tutar,
- Devrenin beslene gerilimini küçültürük diğer elemanların çalışmasını sağlar,
- Hassas devre elemanlarının yüksek akımdan zarar görmesini engellemek gibi görevleri vardır.



$$V = I \times R$$



Akım Birimi : Amper
(A)
Gerilim birimi : Volt
(V)
Direnç Birimi : ohm

Bir elektrik devresinde iki nokta arasındaki iletken üzerinden geçen akım, potansiyel farkla (yani voltaj veya gerilim değeri) doğru, iki nokta arasındaki dirençle ters orantılıdır.



Ledlere ait direnç değerleri aşağıda gösterilmektedir. Peki bu ledler hangi dirençler ile kullanılabilir. Elimizdeki dirençlerin değerlerini hesaplamak oluşturacağımız devrelerde size kolaylık sağlayacaktır. Dirençlerin üzerinde yer alan renkli şeritlerden yararlanarak dirençlerin değerlerini hesaplayınız.

Led Renkleri	Direnç Değerleri
KIRMIZI	2 VOLT
SARI	2.1 VOLT
YEŞİL	2.2 VOLT
MAVİ	3.3V
BEYAZ	3.3V

Renk	Sayı	Çarpın	Tolerans
Siyah	0	10^0	
Kahverengi	1	10^1	
Kırmızı	2	10^2	
Turuncu	3	10^3	
Sarı	4	10^4	
Yeşil	5	10^5	
Mavi	6	10^6	
Mor	7	10^7	
Gri	8	10^8	
Beyaz	9	10^9	
Altın			%5
Gümüş			%10

➤ Hesaplanan led değerleri nelerdir?

➤ Hangi led ile hangi direnç kullanılabilir?

5

2. ARDUİNO ile Led Işık Çalıştırılım

Odamızda çalışırken sizi rahatsız etmemeleri için kapıya kırmızı bir led ışık ile uyarı işareti koymak istiyoruz. Tasarlayacağımız bir buton ile çalışacak ve sistemi çalıştırmaya başladığımızda kırmızı led ışık 5 saniyede bir yanıp sönerek sizin odada olduğunuzu gösterecek.

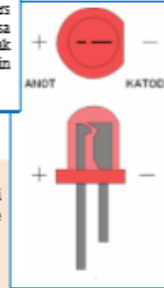
Malzemeler;

- ✓ Kırmızı Led Işık,
- ✓ Elektronik board
- ✓ Bağlantı kabloları,
- ✓ Direnç
- ✓ Buton



Led Işıkları Tanıyalım;

Led ışıkların artı ve eksi kutupları sabittir, ters bağlandığında çalışmazlar. Uzun ayak anot, kısa ayak katotdur. Ledleri dirençlerle kullanmak gerekir. Direncin değeri ne kadar yüksekse ledin parlaklığı da o kadar azalacaktır.



Led ışığı çalıştırmak için oluşturulacak bağlantının devresini aşağıdaki boşluğu çiziniz. Devre elemanlarını sembolleri ile gösteriniz.

6

Arduino programında led ışık çalıştırmak için bazı kodlara ihtiyaç duyarız. Bu kodlar ile verdiğimiz komutlar sayesinde arduino ile istediğimiz her şeyi yapabiliriz. Peki bu kodlar neler?

1. Arduino programını açıyoruz. Aşağıdaki sırayı takip ederek "Blink" isimli örnek komutu açıyoruz.

Dosya > Örnekler 01.Basics > Blink

(Otomatik olarak aşağıdaki resimde görülen kodlar karşımıza çıkacaktır. Kendi değerlerimize uygun olarak kodları düzenlediğimizde led ışık çalışacaktır).

2. Karşımıza çıkan ekrandaki komutlar da öncelikle led ışığın bağlı olduğu pin numarasını tanımlıyoruz.

Const int LED=5;

→ Led hangi pinde bağlı ise o pin numarasını yazmalısınız. Bu komutun ardından "LED" yazılan her yerde bağlı olduğu pin alınır. Ve program o şekilde çalışmaya devam eder.

7

3. Programda çıkış sağlayan donanım "void setup" ile tanımlanır.

```
void setup() {  
  pinMode(LED, OUTPUT);
```

→ Led çıkış olarak tanımlanır.

4. Programda ledin yapması istenen komutlar "void Loop" komutu ile yazılır.

```
void loop() {
```

```
  digitalWrite(LED, HIGH);
```

→ "Led güç ver" komutu olarak tanımlanır.

```
  delay(5000);
```

→ Led 5 s yanar.

```
  digitalWrite(LED, LOW);
```

→ "Led güç keser" komutu olarak tanımlanır.

```
  delay(5000);
```

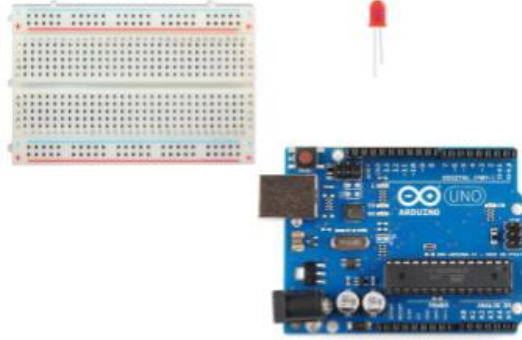
→ Led 5 s sönür.

```
}
```

→ Komutlar küme parantezi içerisinde yazılmalıdır. Yoksa komut tamamlanmamış sayılır.

8

Aşağıdaki Arduino devre elemanları üzerinde yapmayı düşündüğünüz bağlantının çizimini yapınız. Gerekli yerlerde açıklamalara yer vermeniz gerekir.



Tasarımınızı rehber hocalarınız eşliğinde kontrol ediniz. Tasarımınıza bağlantısının doğru olduğunu teyit ettikten sonra ledin çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.



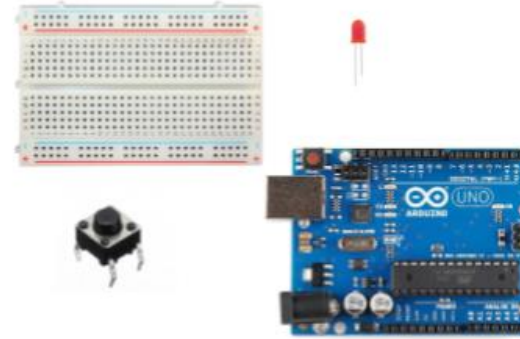
9

BUTON EKLEME ZAMANI

Odanızda çalıştığınızı gösteren led ışık için ilgili kodu yazdınız. Yazdığınız koda göre buton eklemesden kırmızı led ışık çalıştı. Feki butona basıldığında ledin çalışmasını sağlamak için nasıl bir kod tanımlamanız gerektiğini düşünüyorsunuz? Aşağıdaki boşluğa buton için ilgili kodu yazınız ve tasarımınıza butonu ekleyerek çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.



Aşağıdaki Arduino devre elemanları üzerinde yapmayı düşündüğünüz bağlantının çizimini yapınız. Gerekli yerlerde açıklamalara yer vermeniz gerekir.



Tasarımınızı rehber hocalarınız eşliğinde kontrol ediniz. Tasarımınıza bağlantısının doğru olduğunu teyit ettikten sonra ledin çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.

10

Değerlendirelim

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	Evet	Hayır, Düzeltilmeli
Donanımların bağlantısı doğru yapıldı mı?		
Butona basıldığında program çalışıyor mu?		
Kırmızı led 15 s arayıyla yanıp sönüyor mu?		

Sistemi oluşturunken karşılaştığınız zorluklar oldu mu?

Cevabınız evet ise sorun neden kaynaklandığını açıklayınız.

Cevabınız hayır ise sistemi oluşturunken yaptığınız bağlantıların sonuçları beklediğiniz gibi oldu mu? Açıklayınız.



11

2. ARDUİNO ile Trafik Lambası Tasarımı

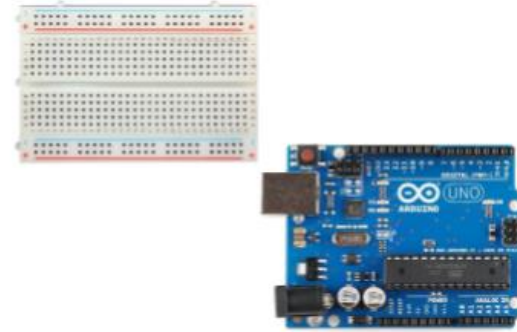
Kavşak için oluşturulması planlanan projeye adım adım ilerliyoruz. Peeki arabaalan geçişini kolaylaştırmak amacıyla kavşakta trafik lambası kullanılsa nasıl olur? Kavşakta yapılacak trafik lambasını led ıkkıtar yardımı ile oluşturuyoruz. Sizden oluşturmanız istenilen kırmızı, sarı ve yeşil ledlerden oluşan trafik lambasındaki ıkkıtdardan; kırmızı ledin 10 s, sarı ve kırmızı ledlerin birlikte 3s, yeşil ledin 10 s ve yeşil ve sarı ledlerin birlikte 1 s yanıp sönmesi isteniyor.

Malzemeler

- Arduino
- Kırmızı, sarı, yeşil led ıkkı
- Bağlantı kabloları
- Elektronik board



Aşağıdaki Arduino devre elemanları üzerinde yapmayı düşündüğünüz bağlantının çizimini yapınız. Gerekli yerlerde açıklamalara yer vermeniz gerekir.



Tasarımınızı rehber hocalarınız eşliğinde kontrol ediniz. Tasarımınızın bağlantısının doğru olduğunu teyit ettikten sonra ledin çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.

Sisteme ilişkin bağlantıyı tamamladıktan sonra kodu yazarak tasarımı çalıştırabilirsiniz.

12

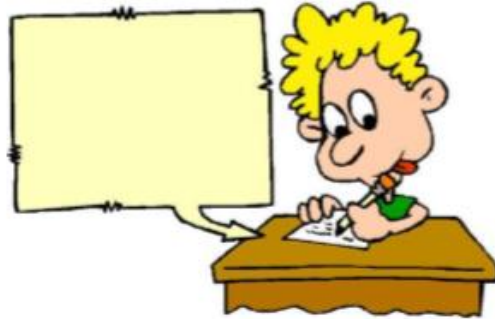
Değerlendirelim

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	Evet	Hayır, Düzeltmeli
Donanımların bağlantısı doğru yapıldı mı?		
Butona basıldığında program çalışıyor mu?		
Diğerleri yanmıyorken, kırmızı led ışık 10s yanıyor mu?		
Yeşil yanmıyorken, sarı ve kırmızı ledler birlikte 3s yanıyor mu?		
Diğerleri yanmıyorken yeşil led 10 s yanıyor mu?		
Kırmızı yanmıyorken, yeşil ve sarı ledler birlikte 1 s yanıyor mu?		

Sistemi oluşturunken karşılaştığınız zorluklar oldu mu?

Cevabınız evet ise sorunu neden kaynaklandığını açıklayınız.

Cevabınız hayır ise sistemi oluşturunken yaptığınız bağlantıların sonuçları beklediğiniz gibi oldu mu? Açıklayınız.



13

ARDUİNO İLE KOLAY GEÇİŞ

Araçların kavşaktan geçerken zorlandıkları gerekçesi ile kavşağa uzaklık algılayarak araçların kolay geçişini sağlayacak bir sistem geliştirmeniz gerekiyor. Tasarımınızda 200 m' den daha yakında bir araç varsa sürücülerin beklemesi için kırmızı ışık yanarken, diğer durumlarda yeşil ışık yanması isteniyor.

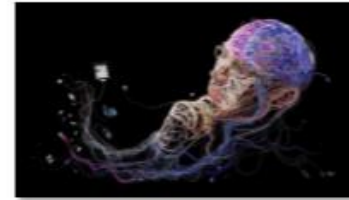
Malzemeler

- Arduino
- Kırmızı, yeşil led ışık
- Bağlantı kabloları
- Elektronik board
- Uzaklık sensörü



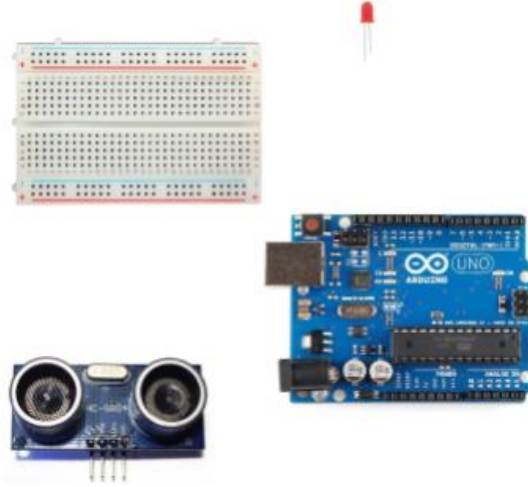
Uzaklık sensörü nedir? Nasıl çalışır?

Sensör üzerinde giriş ve çıkış olmak üzere iki yüzey bulunmaktadır. Çıkış yüzeyinden ortama belirli bir frekansta ultrasonik ses dalgası salınır. Giriş yüzeyi de çıkış yüzeyinin ortama saldırdığı belirli frekanslardaki ses dalgalarını toplar. Uzaklık ölçümü için öncelikle çıkış yüzeyinden ortama ses dalgası salınır. Salınan ses dalgası 15 derece açıyla ortamda yayılır. Yayılan ses dalgası bu alanda bulunan bir cisme çarptığında, cisim yüzeyinden sensöre geri yansır. Yansıyan dalganın giriş yüzeyine gelmesiyle işlem tamamlanır. Dalganın çıkış yüzeyinden çıkmasıyla giriş yüzeyine ulaşması arasında geçen süre ölçülerek, cismin uzaklığı hesaplanır. Bu basit mantıkla çalışan sensör, 2 cm ile 200 cm arasındaki uzaklıkları 1 cm hassasiyetle ölçebilmektedir.



14

Aşağıdaki Arduino devre elemanları üzerinde yapmayı düşündüğünüz bağlantıyı çizimini yapınız. Gerekli yerlerde açıklamalara yer vermeniz gerekir.



Tasarımınızı rehber hocalarınız eşliğinde kontrol ediniz. Tasarımınızın bağlantısının doğru olduğunu teyit ettikten sonra ledin çalışıp çalışmadığını kontrol ediniz.

Sisteme ilişkin bağlantıyı tamamladıktan sonra kodu yazarak tasarımı çalıştırabilirsiniz.

15

Değerlendirelim

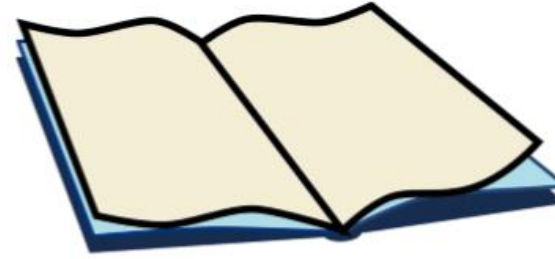
DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ

	Evet	Hayır, Düzeltilmeli
Donanımların bağlantısı doğru yapıldı mı?		
Uzaktık algılayıcı sensör 20cm'den yakın araçları algılayabiliyor mu?		
Sensör yakın mesafedeki araçları algıladığında kırmızı led yanıyor mu?		
Sensör 20cm'den uzak engel ile karşılaştığında yeşil led yanıyor mu?		

Sistemi oluşturunken karşılaştığınız zorluklar oldu mu?

Cevabınız evet ise sorun neden kaynaklandığını açıklayınız.

Cevabınız hayır ise sistemi oluşturunken yaptığınız bağlantıların sonuçları beklediğiniz gibi oldu mu? Açıklayınız.



16

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	İrem ÜÇÜNCÜOĞLU
Uyruğu	TC
Doğum Tarihi Ve Yeri	17.03.1992- Sinop
E- Posta	ucuncuoglu.irem57@gmail.com

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet Yılı
Lisans	Sinop Üniversitesi/ Fen Bilgisi Öğretmenliği	2015
Yüksek lisans	Sinop Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü- Fen Bilgisi Eğitimi	

Projeler

TÜBİTAK Projesi, 2015, “FeTeMM Eğitim Yaklaşımı: Fen Sınıflarının Disiplinler Arası Bağlarla Güçlendirilmesi”, **Rehber**, Proje No: 115B379

TÜBİTAK Projesi, 2017, “2. Uluslararası Mersin Bilim Şenliği”, **Rehber**, **Proje No:** 117B372

Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan Bildiriler

Bozkurt Altan Esra, Ercan Serhat, Üçüncüoğlu İrem, Zileli Esra (2016). FeTeMM Alanlarına Yönelik Kariyer Farkındalığı: YBO Öğrencileri İle Bir Durum Analizi.12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (UFBMEK- 2016).

Bozkurt Altan Esra, Üçüncüoğlu İrem (2017). Fen Bilimleri Öğretmen Adayları İçin FeTeMM Eğitimi Deneyimi: Sağlıklı Yaşam Modülü. 23. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi (ICES-UEBK 2017).