



**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK
BİR STEM EĞİTİMİ DERSİNİN
TASARLANMASI, UYGULANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Kibar Gül

**DOKTORA TEZİ
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAYIS, 2019

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 6 (Altı) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Kibar
Soyadı : Gül
Bölümü : Fen Bilgisi Öğretmenliği
İmza :
Teslim Tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı: Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Yönelik Bir STEM Eğitimi Dersinin Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi

İngilizce Adı: The Design, Implementation, and Evaluation of a STEM Education Course for Prerservice Science Teachers

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı: Kibar Gül

İmza:

JÜRİ ONAY SAYFASI

Kıbar GÜL tarafından hazırlanan “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Yönelik Bir STEM Eğitimi Dersinin Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Fatih Taşar

Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Başkan: Prof. Dr. Gültekin Çakmakçı

Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Şebnem Kandil İngeç

Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Mehmet Akif Ocak

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojisi Eğitimi Bölümü, Gazi Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Arif Altun

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Hacettepe Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 22/05/2019

Bu tezin Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalında Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Selma Yel

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince, ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum çok değerli hocam Prof. Dr. Mehmet Fatih Taşar'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Tez inceleme komitesinde bulunmayı kabul ederek, her toplantıda bana yeni ufuklar açan ve farklı noktalara ulaşmamı sağlayan sayın hocalarım Prof. Dr. Gültekin Çakmakçı ve Prof. Dr. Şebnem Kandil İngeç'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Doktora eğitimim süresince her konuda desteğini hissettiğim arkadaşım İpek Gencer'e; tez yazma sürecinde fikirlerini paylaştan Dr. İsmail Dönmez'e; farklı düşünceleri ile problemlere geniş bir yelpazeden bakarak çalışmama önemli katkılar sunan arkadaşım Dr. Tuba Acar Erdol'a; tez yazma sürecinde fikirlerini esirgemeyen arkadaşım Dr. Esra Kızılay'a teşekkürler.

Tezin planlanma aşamasında görüşlerine başvurduğum hocam Dr. Şeyhmus Aydoğdu'ya ve yoğun çalışma temposuna rağmen araştırmamın her safhasında bana zaman ayırarak karşılaştığım güçlükleri motive edici ve yol gösterici tutumu ile aşmamı sağlayan hocam Doç. Dr. Mustafa Serdar Köksal'a teşekkür ediyorum.

Hayatlarına bir doktora öğrencisi olarak girdiğim ve biteceği günü heyecanla bekleyen annem İfakat Gül, babam Mustafa Gül; kardeşlerim Emre Gül, Fatma Gül, Furkan Gül ve Eren Gül, desteğiniz için teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her konuda bana güvenen ve her koşulda yanımda hissettiğim canım annem Birsal Sungur'a ve canım babam Orhan Sungur'a sonsuz teşekkürler. Hayatın en güzel hediyeleri, canım kardeşlerim Osman Sungur ve Merve Sungur varlığınız için sonsuz teşekkür ediyorum.

Doktora sürecinin en güzel yanı oğlum Mustafa Tuna Gül ve kızım Zeynep Nil Gül hayatıma iyi ki geldiniz. Sizinle doktora süreci zor, bir o kadar da keyifli ve anlamlıydı. Varlığınız için ne kadar teşekkür etsem azdır.

Son olarak, doktora sürecinde her pes ettiğimde beni güçlendiren, yeniden motive eden; bütün zorluklara rağmen ayakta kalmayı bilen, sabrıyla, duruşuyla, hayata

bakış açısıyla gurur duyduğum, her zaman yanımda olan sevgili eşim Muhammed Emin Gül'e sonsuz teşekkürler.

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARINA YÖNELİK BİR STEM EĞİTİMİ DERSİNİN TASARLANMASI, UYGULANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

(Doktora Tezi)

Kibar Gül

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAYIS, 2019

ÖZ

Bu araştırmanın amacı fen bilgisi öğretmen adayları için STEM eğitim yaklaşımına göre bir dersi tasarlamak, uygulamak ve değerlendirmektir. Çalışma, eğitimsel tasarım araştırması yöntemine göre ön araştırma evresi, geliştirme veya prototip evresi ve değerlendirme olmak üzere üç aşamada yürütülmüştür. Ön araştırma evresinde öğretmen adayı eğitimindeki STEM odaklı araştırmalar incelenmiş ve bir STEM eğitimi ihtiyaç analizi formu geliştirilerek beş STEM eğitimi uzmanına gönderilmiştir. Böylece, öğretmen adaylarının STEM öğretimine yönelik ne tür bilgi ve becerilere ihtiyaçlarının olduğu analiz edilmiştir. İlgili literatür ve eğitim ihtiyaçlarına göre fen bilgisi öğretmen adaylarına STEM eğitimi bilgi ve becerilerini kazandırmaya dönük STEM ders tasarımı hazırlanmıştır. Prototipleme aşamasında, ilk döngüde 3. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarına “Özel Öğretim Yöntemleri – I” dersinde 2018 bahar döneminde tasarım uygulanmış ve akabinde gerekli görülen düzeltmeler yapılmıştır. İkinci döngüde ise uzman görüşleri alınarak STEM ders tasarımında düzeltmeler yapılmıştır. Değerlendirme aşamasında, “Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı” dersinde, 3. sınıfta okuyan 21 fen bilgisi öğretmen adayına STEM ders tasarımı uygulanmış ve etkililiği araştırılmıştır. Araştırmada nitel veri toplama aracı olarak, STEM eğitimi ön bilgi formu, Derin düşünme formu, STEM ders planları, STEM ders planı değerlendirme formu, STEM eğitimi öz değerlendirme ve akran değerlendirme formları ve bir yarı yapılandırılmış yüz yüze görüşme formu kullanılmıştır. Nitel veriler betimsel analiz, içerik analizi ve sürekli karşılaştırmalı veri analizi yöntemleri birlikte kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminin kuramsal yapısı, STEM disiplinleri ve entegrasyonu, 21. yy becerileri, örnek STEM etkinlikleri, güncel fen bilimleri dersi öğretim programı, STEM’de öğrenme-öğretme

yöntem ve teknikleri, STEM eğitiminde ölçme ve değerlendirme, akranlarıyla işbirliği yapma ve STEM eğitimine göre bir dersi planlama boyutlarında eğitime ihtiyaçları olduğu görülmüştür. Araştırma kapsamında hazırlanan STEM ders tasarımının fen bilgisi öğretmen adaylarının belirtilen ihtiyaçlarını karşılayarak etkili olduğu saptanmıştır. STEM ders tasarımında, transdisipliner modele göre 21. yy evi tasarlama ve bir araç tasarlama bağlamında altı etkinlik hazırlanmıştır. Etkinlikler, hands on-minds on (bedenen ve zihnen aktif öğrenmeyi öne çıkaran) yöntemine göre hazırlanmıştır. Eğitimsel tasarım araştırmasının bir doğurgusu “Ön hazırlık” aşamasında daha kapsamlı ihtiyaç analizi yapılması gerektiğidir. Bir diğer doğurgusu ise, “Geliştirme veya prototipleme” ve “değerlendirme” aşamalarında uygulanan adımların yeterli olduğu yönündedir.

Anahtar Kelimeler : STEM eğitimi, ders tasarımı, Eğitimsel tasarım araştırması, öğretmen adayları, fen eğitimi

Sayfa Adedi : vii + 274

Danışman : PROF. DR. MEHMET FATİH TAŞAR

**THE DESIGN, IMPLEMENTATION, AND EVALUATION OF A
STEM EDUCATION COURSE FOR PRERSERVICE SCIENCE
TEACHERS
(Ph.D. Thesis)**

**Kibar Gül
GAZI UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES
May, 2019**

ABSTRACT

The purpose of this study was to design, implement, and evaluate a course according to STEM education approach for pre-service science teachers. The study was conducted in three stages according to the educational design research method: preliminary research phase, development or prototyping phase, and evaluation. The STEM-oriented research studies in pre-service teacher education were examined and a STEM education need analysis form was developed and sent to five STEM educational experts in the preliminary research phase. The kinds of knowledge and skills needed by pre-service teachers for teaching STEM were analyzed. In accordance with the related literature and educational needs the STEM course design was prepared to provide STEM teaching knowledge and skills pre-service science teachers. In the first cycle of prototyping phase, the design was implemented to pre-service science teachers during 2018 Spring semester in the ‘Special Teaching Methods-I’ course and subsequently the necessary refinements were made. In the second cycle, STEM course design was revised by taking expert opinions. In the evaluation phase, STEM course design was implemented to 21 pre-service science teachers and the effectiveness was investigated by using data collection tools in ‘Instructional Technologies and Material Design’ course. The STEM education prior knowledge form, reflection form, STEM lesson plans, the STEM lesson plan Evaluation form, STEM self-evaluation and peer evaluation forms, and a semi-structured face to face interview form were used as qualitative data collection tools. These qualitative data were analyzed by methods of descriptive analysis, content analysis, and constant comparison data analysis. The results suggest that pre-service science teachers need education in the dimensions of the theoretical structure of STEM education, STEM disciplines and integration, 21st century skills, sample

STEM activities, current science curriculum, STEM learning - teaching methods and techniques, measurement and assessment for STEM education, collaboration with peers, and planning a course according to STEM education. Furthermore, the STEM course design developed through this study was seen to be effective in matching pre-service teachers needs. In STEM course design, six activities were prepared in the context of designing a 21st century house and designing a vehicle according to the trans-disciplinary model. The activities were prepared according to the hands on-minds on method. An implication of this educational design research is that the preliminary research phase requires a more comprehensive needs analysis. Another implication is that the steps taken during the “development or prototyping” and “evaluation” phases are sufficient.

Keywords : STEM education, course design, educational design research, pre-service teachers, science education

Number of Pages : ix + 274

Supervisor : PROF. DR. MEHMET FATİH TAŞAR

İÇİNDEKİLER

ÖZ	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xix
BÖLÜM I	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Problem.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı	4
1.3. Araştırmanın Önemi.....	5
1.4. Problem Cümlesi.....	7
1.5. Alt Problemler	7
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları	8
1.7. Varsayımlar	9
1.8. Tanımlar	9
BÖLÜM II.....	11
KAVRAMSAL ÇERÇEVE	11
2.1. STEM Eğitimi	11
2.2. STEM Eğitiminin Tarihsel Gelişimi	16
2.3. STEM Eğitimi ve 21. yy Becerileri	17
2.4. STEM Eğitimi Entegrasyon Modelleri	19
2.5. STEM Eğitiminde Hands On Yöntemi	20

2.6. STEM Eğitiminde Pedagojik Yaklaşımlar	22
2.6.1. STEM’de 5E öğretim modeli.....	23
2.6.2. STEM’ de Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemi.....	25
2.6.3. STEM’ de Proje Tabanlı Öğrenme Yöntemi.....	28
2.7. ‘Öğretim tasarımı’, ‘Eğitim programı’, ‘Ders tasarımı’ ve ‘Ders İzlencesi’ Kavramları	31
2.8. Öğretmen Hazırlık Programlarında STEM Eğitimi	32
BÖLÜM III	37
YÖNTEM.....	37
3.1. Araştırmanın Modeli	37
3.2. Araştırmanın Evreleri	42
3.2.1. Ön Araştırma Evresi.....	47
3.2.2. Prototip Evresi.....	48
3.2.2.1. Prototip 1 ve Pilot Çalışma	48
3.2.2.2. Prototip 2 ve Uzman Görüşleri	49
3.2.3. Değerlendirme Evresi	49
3.2.3.1. Katılımcılar	50
3.2.3.2. STEM Ders Tasarımının Uygulanması	51
3.3. Veri Toplama Araçları	52
3.3.1. STEM Eğitimi İhtiyaç Analizi Formu.....	54
3.3.2. STEM Eğitimi Ön Bilgi Formu.....	54
3.3.3. Derin Düşünme Formu	55
3.3.4. STEM Ders Planı.....	55
3.3.5. STEM Ders Planı Değerlendirme Formu	55
3.3.6. STEM Eğitimi Öz Değerlendirme Formu.....	56
3.3.7. STEM Eğitimi Akran Değerlendirme Formu	57
3.3.8. Görüşme Formu	57

3.4. Verilerin Analizi.....	59
3.5. Araştırmada Geçerlik, Güvenirlik ve Genellenebilirlik.....	62
BÖLÜM IV.....	65
BULGULAR VE YORUMLAR.....	65
4.1. Ön Hazırlık Evresi.....	65
4.1.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimi Konusunda Kazanımları Gereken Bilgi ve Becerilere İlişkin Bulgu ve Yorumlar.....	65
4.1.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimi Konusundaki Bilgi ve Becerilerini Arttırmak için Yapılacak Etkinliklerin Özelliklerine İlişkin Bulgu ve Yorumlar	76
4.1.2.1. Depreme Dayanıklı Ev Etkinliğinin Geliştirilmesi.....	77
4.1.2.2. Rüzgar Gücüyle Elektrik Üretimi Etkinliğinin Geliştirilmesi	78
4.1.2.3. Ses Yalıtımlı Ev.....	78
4.1.2.4. Çevre Dostu Plastik Üretimi.....	79
4.1.2.5. Isı Yalıtımlı Ev	79
4.1.2.6. Katı ve Sıvı Atıkların Geri Dönüşümü	80
4.2. Prototip Evresi	81
4.2.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimi Konusunda Kazanımları Gereken Bilgi ve Becerilere İlişkin Bulgu ve Yorumlar.....	81
4.2.1.1. Prototip 1 ve Pilot Uygulama.....	81
4.2.1.2. Prototip 2 ve Uzman Görüşü	82
4.2.2. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM öğretimi konusundaki bilgi ve becerilerini arttırmak için yapılacak etkinliklerin özelliklerine ilişkin bulgu ve yorumlar	86
4.2.2.1. Depreme Dayanıklı Ev Tasarlama.....	86
4.2.2.2. Rüzgar Gücüyle Elektrik Üretimi.....	89
4.2.2.3. Ses Yalıtımlı Ev.....	90
4.2.2.4. İki Kademeli Roket Tasarımı.....	90

4.3. Değerlendirme Evresi.....	92
4.3.1. STEM Öğretimi Bilgi ve Becerilerini Geliştirmek için Hazırlanan Öğretim Materyali Tasarımı Odaklı Etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimi Bilgi ve Becerilerini Attırmadaki Etkililiğine (Planlama Boyutunda) İlişkin Bulgu ve Yorumlar	92
4.3.2. Eğitimsel Tasarım Araştırması Yöntemine Dayalı Olarak Yürütülen Öğretim Materyali Tasarımı Odaklı STEM Öğretimi Etkinliklerinin Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Eğitimindeki Etkililiğine İlişkin Bulgu ve Yorumlar.....	123
BÖLÜM V	139
SONUÇ VE ÖNERİLER	139
5.1. Sonuçlar	139
5.1.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimi Konusunda Kazanmaları Gereken Bilgi ve Becerilere İlişkin Sonuçlar	139
5.1.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimi Konusundaki Bilgi ve Becerilerini Arttırmak İçin Yapılacak Etkinliklerin Özelliklerine İlişkin Sonuçlar.....	144
5.1.3. STEM Öğretimi Bilgi ve Becerilerini Geliştirmek İçin Hazırlanan Öğretim Materyali Tasarımı Odaklı Etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimi Bilgi ve Becerilerini Attırmadaki Etkililiğine (Planlama Boyutunda) İlişkin Sonuçlar.....	146
5.1.4. ‘Eğitimsel Tasarım Araştırması Yöntemine Dayalı Olarak Yürütülen Öğretim Materyali Tasarımı Odaklı STEM Öğretimi Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitimindeki Etkililiğine İlişkin Sonuçlar.	153
5.2. Öneriler.....	159
5.2.1. Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Programı İçin Öneriler	159
5.2.2. Araştırmacılara Öneriler.....	160
KAYNAKLAR.....	161
EKLER	181
EK-1: Pilot ve Asıl Uygulamaya İlişkin Araştırma İzinleri.....	182

EK-3: STEM eğitimi ön bilgi formu	187
EK-4: Derin Düşünme Formu	190
EK-5: Ders Planı Örnekleri	191
EK-6: STEM Ders Planı Değerlendirme Formu	209
EK-7: STEM Projesi Ders Planı Örneği.....	223
EK-8: STEM Eğitimi Öz Değerlendirme Formu.....	242
EK 9: STEM Eğitimi Akran Değerlendirme Formu	243
EK-10: Görüşme Formu	244
EK-11: STEM ders tasarımının tanıtımı	246
EK 12: Özgeçmiş	273

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. <i>5E öğretim modelinin özeti</i>	23
Tablo 3.1 <i>Kaliteli bir uygulama için dört kriter bakımından araştırmanın özeti</i>	44
Tablo 3.2 <i>Katılımcıların genel özellikleri</i>	50
Tablo 3.3. <i>Araştırma Süreci</i>	52
Tablo 3.4. <i>Geçerlik kontrolü</i>	62
Tablo 3.5. <i>Güvenirlilik Kontrolü</i>	63
Tablo 3.6 <i>Genellenebilirlik kontrolü</i>	64
Tablo 4.1. <i>Öğretmen adaylarının STEM eğitimi hakkında eğitim ihtiyaçları</i>	69
Tablo 4.2. <i>Prototip 1-STEM ders tasarımı</i>	71
Tablo 4.3. <i>STEM etkinlikleri ile ilişkili disiplinler ve modeller</i>	77
Tablo 4.4. <i>Depreme dayanıklı ev tasarlama etkinliğinin ilişkili olduğu STEM disiplinleri</i>	78
Tablo 4.5. <i>Rüzgar jeneratörü tasarlama etkinliğinin ilişkili olduğu STEM disiplinleri</i>	78
Tablo 4.6. <i>Ses yalıtımlı ev tasarlama etkinliğinin ilişkili olduğu STEM disiplinleri</i>	79
Tablo 4.7. <i>Çevre dostu plastik üretimi etkinliğinin ilişkili olduğu STEM disiplinleri</i>	79
Tablo 4.8. <i>Isı yalıtımlı ev tasarlama etkinliğinin ilişkili olduğu STEM disiplinleri</i>	80
Tablo 4.9. <i>Katı ve sıvı atıkların geri dönüşümünü sağlayan bir sistem tasarlama etkinliğinin ilişkili olduğu STEM disiplinleri</i>	81

Tablo 4.10. Depreme dayanıklı ev tasarlama etkinliğinin ilişkili olduğu STEM disiplinleri.....	87
Tablo 4.11 Rüzgâr jeneratörü tasarlama etkinliğinin ilişkili olduğu STEM disiplinleri.....	89
Tablo 4.12. İki kademeli roket tasarlama etkinliğinin ilişkili olduğu STEM disiplinleri.....	91
Tablo 4.13. Öğretmen adaylarının senaryolara göre kazanımları eşleştirmelerine yönelik bulgular.....	92
Tablo 4.14. Öğretmen adaylarının STEM öğretimi bilgi ve becerilerine yönelik ders planı değerlendirme formundan elde edilen bulgular.....	99
Tablo 4.15. Öğretmen Adaylarının Ders Performanslarındaki Değişimler.....	114
Tablo 4.1. Öğretmen Adaylarının Zorlandıkları Durumlar ve Çözüm Önerileri.....	120

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. STEM eğitim entegrasyonunun temel özellikleri ve bileşenleri.....	14
Şekil 2.2. 21. yüzyıl öğrenmesi için P21 çerçevesi.....	17
Şekil 2.3 STEM’de 5E modeli aşamaları.....	25
Şekil 3.1. Tasarım araştırmasının üç temel çıktısı.....	41
Şekil 3.2. Prototipleme aşamaları.....	42
Şekil3.3. STEM ders tasarımı geliştirme süreci şematik gösterimi.....	46
Şekil 3.4. Araştırma süresince kullanılan veri toplama araçları.....	53
Şekil 3.5 Betimsel (a) ve İçerik analizi (b) aşamaları.....	60
Şekil 4.1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının depreme dayanıklı ev tasarımlarından örnekler.....	73
Şekil 4.2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının rüzgar jeneratörü tasarımına ait bir görsel.....	73
Şekil 4.3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının ses yalıtımlı ev tasarımlarından bir görsel.....	74
Şekil 4.4. Fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre dostu plastik üretimine ait bir görsel.....	75
Şekil 4.5. Fen bilgisi öğretmen adaylarının sıvı atıkların geri dönüşümü tasarımına ait bir görsel.....	76
Şekil 4.6. Fen bilgisi öğretmen adaylarının hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik tasarımları.....	84
Şekil 4.7.Fen bilgisi öğretmen adaylarının proje tasarımlarından örnekler.....	86

<i>Şekil 4.8.</i> Sarsıntı masasına ait bir görsel.....	87
<i>Şekil 4.9.</i> Fen bilgisi öğretmen adaylarının depreme dayanıklı ev tasarımları.....	88
<i>Şekil 4.10.</i> Fen bilgisi öğretmen adaylarının rüzgar jeneratörü tasarımları.....	89
<i>Şekil 4.11.</i> Fen bilgisi öğretmen adaylarının ses yalıtımlı ev tasarımları.....	90
<i>Şekil 4.12.</i> Fen bilgisi öğretmen adaylarının iki kademeli roket tasarımları.....	91

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

STEM	Science-Technology-Engineering-Mathematics(Fen-Teknoloji Mühendislik – Matematik)
NRC	National Research Council (Ulusal Araştırma Konseyi)
PISA	Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (İngilizce: Programme for International Student Assessment)
TIMMS	Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)
TÜSİAD	Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
EDR-ETA	Educational Design Research-Eğitimsel Tasarım Araştırması

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde, problem durumu, araştırmanın amacı ve cevap arayacağı sorular, araştırmanın önemi, varsayımları ve sınırlılıkları başlıklarına yer verilmiştir.

1.1. Problem

STEM, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin İngilizce baş harflerinin birleştirilmesinden oluşan bir kısaltmadır. STEM eğitimi, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini gerçek yaşam bağlamındaki farklı konularla birlikte ve eş zamanlı olarak birleştiren bütünlük bir yaklaşımdır (Hom, 2014). Okul öncesi eğitimden yükseköğretime kadar STEM eğitimi, yaşamla ilişkili disiplinler arası bilgi ve becerileri kazandırır ve bilgi temelli ekonomi için öğrencileri hazırlar (National Research Council [NRC], 2011). Dört disiplinin birleşmesinden oluşan STEM' in amacı, öğrencilere 21. yüzyılın gerektirdiği bilgi ve becerileri uygulamak için öğrenme çevresi sunmaktır (Bybee, 2013; Dugger, 2010; Sanders, 2009).

21. yüzyılda öğrenciler, yeni bilgiyi üretebilmeli ve var olan bilgiyi hazır olarak almaktan ziyade bu bilgiyi yeni durumlara ve problemlere uygulayabilmelidir (Wagner, 2008). Bu özellikler 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılır. Bunlar; eleştirel düşünme ve problem çözme, işbirliği ve liderlik, çeviklik ve adaptasyon, girişimcilik, etkili sözlü ve yazılı iletişim, bilgiye erişim ve analiz etme ile merak ve hayal etme olarak sıralanmıştır (Wagner, 2008). Bu beceriler genel olarak öğrenme ve inovasyon becerileri, bilgi, medya ve teknoloji becerileri, yaşam ve kariyer becerilerini içeren 21. yüzyıl temalarına ve temel konulara odaklanmaktadır (P21, 2015).

STEM eğitimi, birden fazla STEM konu alanının kesiştiği yerde iş birliği içinde oluşan bilgi, beceri ve inançları içerir (Çorlu, Capraro & Capraro, 2014). STEM eğitimiyle yetiştirilen öğrenciler problem çözücü, yenilikçi, kendine güvenen, mantıksal düşünen, bilim ve teknoloji okuryazarı olmaktadır. Aynı zamanda bilgi teknolojilerini kullanan STEM eğitimi programları, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesine de katkıda bulunmaktadır (Duran & Şendag, 2012).

STEM eğitimi birçok ülkede, modern yaşamda gerekli becerileri kullanma ve STEM'i anlamak için bireyleri hazırlamayı teşvik eder. Dahası STEM eğitime, PISA ve TIMMS gibi uluslararası sınavlardaki başarıyı ve bilim ile teknoloji alanında çalışmak isteyen öğrenci sayısını artırma rolü yüklenir (Pimthong & Williams, 2018). Fen eğitiminden STEM eğitime geçiş ilk olarak Amerika birleşik devletlerinde başlayarak Avrupa ülkelerine yayılmaya başlamıştır. Örneğin Amerika birleşik devletleri küresel rekabette ekonomik olarak varlığını sürdürmeye yönelik bir strateji ile STEM mezunlarının sayısını artırmaya odaklanmıştır.

Ülkemiz bağlamında düşünüldüğünde STEM eğitiminin çıkış noktası, gerekliliği ve önemi son birkaç yıldır politikacılar, sivil toplum kuruluşları, endüstriyel girişimciler ve eğitimciler için tartışma konusu olmuştur. Bu noktada Akgündüz (2016), tarafından geniş çaplı bir tarama araştırması STEM'in önemi ve gerekçelerini ülkemiz bağlamında ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışmada ÖSYM verilerine göre, 2000-2014 yılları arasında sayısal alanlardaki yerleştirmelerinde ilk 1000 öğrencinin STEM alanlarına yerleştirilme durumları incelenmiştir. Bulgulara göre, 2000-2014 yılları arasında STEM alanlarına öğrencilerin ilgilerinin azaldığı ve bu ilginin tıp fakültelerinde artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca erkek ve kızların STEM alanlarına yerleştirilme oranları ciddi bir farkla erkekler lehinedir. STEM alanları arasında ise mühendislik bölümlerinin tercih edilme oranı yüksek, eğitim fakülteleri ve temel bilimlerin ise daha düşük orandadır.

Ülkemizin PISA ve TIMMS sınavlarındaki başarı sıralaması da STEM eğitime ihtiyacımız olduğunu göstermektedir. Ağırlıklı alanın fen okuryazarlığı olduğu PISA 2015 sınavlarında fen okuryazarlığı alanında katılımcı tüm ülkelere ilişkin ortalama puan 465 iken Türkiye ortalaması ise 425'tir. Fen okuryazarlığı performansı cinsiyet değişkenine göre değerlendirildiğinde kızların ortalaması erkeklere göre küçük bir farkla yüksek ancak istatistiksel olarak anlamlı değildir. Duyuşsal özellikler bakımından Türkiye'deki

öğrencilerin fen okuryazarlığına yönelik ilgi ve motivasyon düzeylerinin OECD ortalamasından yüksek olduğu tespit edilmiştir (Programme for International Student Assessment [PISA], 2016). Özetle öğrencilerin fene yönelik tutumları olumlu iken başarıları düşüktür. Benzer şekilde okuma becerileri ve matematik okuryazarlığı alanlarındaki öğrenci ortalamaları da OECD ortalamasından düşük çıkmıştır.

Ülkemizde birçok kurum ve kuruluşlar tarafından yukarıda sıralanan problemler dikkate alınarak birçok STEM eğitimi raporu yayınlanmıştır (TÜSİAD, 2014; Akgündüz vd., 2015; MEB, 2016; Akgündüz, Ertepinar, Ger, Kaplan Sayı & Türk, 2015; Yıldırım, 2018). Raporlarda, STEM eğitiminin ülkemiz için önemli olduğunun altı çizilmiştir. Ayrıca 21. yy becerileri yüksek öğrenciler yetiştirme, üniversitelerin eğitim fakültelerinde öğretmen ve öğretmen adaylarına yönelik hizmet içi eğitim ve hizmet öncesi eğitimler kapsamında STEM eğitimi becerilerini artırma, sanayi-üniversite işbirliğini geliştirme-sağlama vb. öneriler mevcuttur (Bakırcı & Karışan, 2017).

Öneriler doğrultusunda 8 yıllık öğretim programında 4. sınıftan itibaren her sınıf düzeyine fen ve mühendislik uygulamaları odaklı “Uygulamalı Bilim” ünitesi getirilmiştir (MEB, 2017). Daha sonra bir revizyon ile “Uygulamalı Bilim” ünite olmaktan çıkarılarak “fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları” adı altında öğrencilerin yıl içerisinde ortaya çıkardıkları ürünleri yıl sonu bilim şenliğinde sunmaları istenmiştir (MEB, 2018). Programda yapılan değişiklikler öğrencilere kazandırılması hedeflenen bilgi ve becerilere de yansımıştır. Örneğin alana özgü beceriler; bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri ve mühendislik ve tasarım becerileri şeklinde ön plana çıkmaktadır.

Program detaylı olarak incelendiğinde uygulayıcısı olan öğretmenlere düşen görev ve sorumlulukların ciddi bir değişikliğe uğradığı söylenebilir. STEM eğitimi, geleneksel öğretmen merkezli eğitimden daha ilerlemeci, öğrenci merkezli ve deneyseldir. STEM disiplinleri, öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrendikleri yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğrenme çevresi oluşturmak için öğretmeni cesaretlendirir (Fioriello, 2010).

STEM eğitime dayalı bir sisteminde en temel kaynak öğretmendir (Bybee, 2013). Başarılı bir uygulama için öğretmenlerin STEM eğitimi nasıl uygulayacakları son derece önemlidir (Vescio, Ross & Adams, 2008). Bütünleşik öğretmen eğitimi programı ile öğretmen adayları STEM eğitimi uygulamaları için gerekli olan bilgi, beceri ve inançlar

bakımından yetiştirilirler. Böylelikle öğretmenler, öğrencilerin inovasyon yeteneklerini artırabilirler (Cuadra & Moreno, 2005; NRC, 2011).

Birçok öğretmen eğitimi hazırlık programları STEM eğitimi yaklaşımını içermemektedir. Türkiye'de etkili olan kurumlar (Örn; Yüksek Öğretim Kurumu [YÖK], Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]) da dâhil olmak üzere birçok ülkedeki eğitim kuruluşları, STEM eğitime daha geniş bir erişim sağlanmasının etkili öğretmen eğitimi programlarını gerektirdiğine inanmaktadırlar (Çorlu, 2012). Standart öğretmen eğitimi programları uygulamadan (Pedagojik Alan Uygulaması) ziyade teori (Alan veya Pedagojik Teori) odaklıdır (Çorlu & Çorlu, 2010; Kartal, 2011). Hizmet öncesi matematik ve fen bilimleri öğretmenleri, pedagojik alan bilgisi üzerine kurulu STEM eğitimi deneyimleri olmadan ayrılmaktadırlar (Bulut, 2007).

STEM eğitiminin önemi gün geçtikçe artmaktadır ve bu nedenle Türkiye STEM eğitimiyle ilgili ciddi adımlara ihtiyaç duymaktadır (Akgündüz, vd., 2015). Nitekim yeni bir yaklaşım, yeni bir öğretim programı, mevcut öğretmenler için profesyonel gelişim fırsatları ve okul öncesinden yükseköğretime kadar öğretmen hazırlık programlarında değişimler gerektirir (Wendt, Isbell, Fidan & Pittman, 2015). Öğretmenlerin yalnızca kendi alanlarında öğretim bilgisine sahip olmaları ülkemiz için gerekli olan insan gücünü yetiştirmek için yeterli değildir (Çorlu, Capraro & Capraro, 2014). Bir STEM öğretmeni kendi alanına ek olarak STEM alanlarında diğer bilgilere hâkim olmalıdır. Bu durum hem alan hem alan eğitiminde öğretmene STEM uygulama yeterliği kazandırır (Çorlu, 2014). Bu noktadan hareketle STEM eğitiminde profesyonel gelişim ve öğretmen eğitime ihtiyaç duyulmaktadır (Van Eck, Guy, Young & Winger, 2015). Hem Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumuna hem de Türkiye Bilimler Akademisine göre, öğretmen eğitimi programları STEM eğitime olanak tanıyacak şekilde hazırlanmalıdır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın iki temel amacı bulunmaktadır. Birincisi fen bilgisi öğretmen adaylarına, meslek hayatlarında uygulayabilmeleri için STEM eğitimi tanıtmaktır. İkincisi ise fen bilgisi öğretmen adayları için STEM eğitim yaklaşımına göre bir dersi tasarlamak, uygulamak ve değerlendirmektir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarına Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersi kapsamında STEM eğitim yaklaşımının, teoriden pratiğe STEM

etkinlikleri ile zenginleştirilerek uygulanması amaçlanmıştır. STEM eğitimi dersinin, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimi yaklaşımı hakkındaki kuram ve pedagojilerini nasıl etkilediği araştırılmak istenmiştir. Ayrıca STEM yaklaşımına ilişkin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi ve beceri düzeylerinde herhangi bir farklılık olup olmadığı da incelenmiştir.

1.3. Araştırmanın Önemi

STEM eğitimi yaklaşımı, ülkemizin uluslararası ölçekte rekabet edebilmesi için stratejik öneme sahiptir. Dünya Ekonomik Forumu'nun yaptığı rekabetçilik araştırmalarına göre son yılların rekabet gücü en yüksek ülkesi Finlandiya'dır. Bu sonuç, ülkenin inovasyona yaptığı yatırımla güçlü bir ekonomi ve yaşam seviyesi yüksek bir toplum oluşturmasındandır (Karahallı, 2016, s. 12). Dolayısıyla uluslar 21. yüzyılda rekabet edebilmek için yenilikçi bir işgücüne ihtiyaç duymaktadırlar (Çorlu, Capraro & Capraro, 2014). STEM eğitimleri dünyada iş gücü niteliğinin artırılmasını sağlamak için gerekli stratejilerden olan deneme – yanılma, yaparak öğrenme, sorgulama, araştırma yapma ve buluş yapma gibi davranışların geliştirilmesini sağlar. Böylelikle işgücü piyasasında, üretim, AR-GE, inovasyon, teknik altyapı ve süreç geliştirme ve nitelikli işgücü açığının kapatılması mümkün olabilir (Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği [TUSİAD], 2014).

Eğitim alanında ise STEM eğitime geçilmesi ile birlikte, öğrencilerin daha nitelikli bir eğitime kavuşmaları ve 21. yy becerilerini (problem çözme, eleştirel düşünme vb.) kazanmaları beklenmektedir (TUSİAD, 2014). Dünyanın birçok ülkesi, gelişmiş ülkelerle (Birleşik Devletler ve Avrupa Birliği ülkeleri) inovasyon çağında rekabet edebilmek için eğitim sistemlerini değiştirmektedir (Fensham, 2008). Politikacılar ve STEM girişimcileri ise bu değişim gücünün çağın getirdiği inovasyon stratejilerinden kaynakladığını düşünmektedirler. STEM girişimcilerinin nihai hedefi ise öğrencilerin 21. yy becerilerinin ve inovasyon yeteneklerinin gelişmesini sağlayacak nitelikte iyi eğitilmiş öğretmenlerin sayısını artırmaktır (P21, 2009). Öğretmen ve öğretmen adaylarının meslek hayatlarında öğrencilerini çağa göre yetiştirmeleri için alana donanımlı gitmelerini sağlayacak nitelikte var olan paradigmalarını değiştirmeleri gerekmektedir (Evans, 2015). Alanda yeni olan öğretmen adaylarının STEM'i, eğitim programlarına bütünleştirmek için hazırlıklı olmaları gerekir. Çünkü geleceğin eğitim liderleri olarak STEM eğitiminin yörüngesini yönetmek

noktasında önemli rol oynayacaklardır (Atkinson & Mayo, 2010; Bybee, 2013). Ancak, STEM tabanlı girişimler o kadar yenidir ki hizmet öncesi öğretmen eğitiminde STEM hazırlığı üzerine araştırmalarda önemli bir eksiklik vardır.

Türk, Kalaycı ve Yamak (2018) eğitim fakültelerinde fen eğitimi programlarına yönelik STEM eğitim programı için kapsamlı bir ihtiyaç analizi yapmışlardır. Araştırmanın bulguları, farklı alanları öğretmen eğitimi programlarına entegre etmek için yapılmış hiçbir çalışma olmadığını, öğretim programına entegre edilmiş STEM eğitimi ile ilgili bir ders olmadığını ve öğretmen adaylarının bu yaklaşımı uygulayabilecekleri bilgi ve becerileri kazanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Mesleki öğretim kariyeri öğretim programında mevcut değildir. Öğretmenlerin hizmet içi eğitim yerine hizmet öncesi eğitim süresinde uygulamaların yapılması, yaklaşımdan beklenen sonuçları elde etmek için çok önemli bir rol oynayacağı ifade edilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının STEM öğretime yönelik bilgi ve becerilerini geliştirmek amacıyla bir dersin tasarlanmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada ifade edilen hizmet öncesi öğretmen eğitiminde STEM öğretime yönelik bilgi ve becerilerini geliştirmek amacıyla STEM ders tasarımı geliştirilmiştir.

STEM eğitimi teorik bilgilerin uygulamaya, ürüne ve yeni buluşlara dönüştürülmesine fırsat tanınması bakımından son derece önemlidir. STEM eğitiminin öğrencilerde geliştirdiği bilgi ve beceriler dikkate alınırsa ülkemizde de yaygınlaştırılması ve çalışılmaya değer bir alan olduğu görülebilir. Yenilikçi ve bütünleştirici düşünmeye teşvik eden STEM eğitimi kolaylaştıracak Matematik ve fen öğretmenleri yetiştirilirse Türkiye'deki STEM eğitimindeki yenilikler başarılı olabilir (Çorlu, 2012).

STEM alanlarında ilişkilendirme sürecinin öğretim ortamına nasıl yansıtacağı önemli bir noktadır (Tekerek ve Tekerek, 2018). Derslerin ilişkilendirilmesinde ve ilişkilendirilmiş derslerin öğrencilere anlamlı şekilde aktarılabilmesinde materyal kullanımı etkili olabilir. Bu araştırma kapsamında da öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinde ürün tasarlama odaklı etkinlikler yapılmıştır. Bu ders hem teknoloji disiplini içermekte hem de materyal tasarlamayı gerektirmektedir.

Aynı zamanda eğitimsel tasarım araştırması yöntemi kullanılarak hizmet öncesi öğretmen eğitiminde STEM öğretime yönelik bir dersin tasarlanmasına, uygulanmasına ve değerlendirilmesine yönelik kapsamlı bir çalışmaya ilgili literatürde rastlanmamıştır. Bu

çalışmada Eğitimsel Tasarım Araştırması (ETA) yöntemi kullanılarak nitel yöntemlerdeki sınırlılıklar giderilerek daha kapsamlı, geçerli ve güvenilir sonuçlara ulaşılabilecektir. Yapılan araştırmalar detaylı bir şekilde incelendiğinde genellikle yalnızca bir yaklaşım, yöntem ve teknik kullanılarak öğretmen adayı eğitimi verilmiş ve araştırma kapsamındaki değişkenlere etkisi araştırılmıştır. Bu bakımdan ilgili araştırma STEM eğitimi çatısı altında birçok yaklaşım, yöntem, teknik ve araç-gereçleri kullanması yönünden farklılık arz etmektedir. Aynı zamanda “Türkiye’de Fen bilgisi öğretmen adaylarına STEM öğretimi nasıl gerçekleştirilir?” sorusunun da hazırlanacak ders tasarımı ile bir cevap kazanacağı öngörülmektedir.

Bu çalışma, ETA yöntemi kullanılarak hazırlanan STEM ders tasarımı ile hizmet öncesi öğretmen hazırlığı üzerine mevcut ve gelecek araştırmalar için temel oluşturacağı düşünülmektedir.

1.4. Problem Cümlesi

Bu araştırmanın problem cümlesi “Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının eğitimine yönelik bir STEM eğitimi dersi nasıl olmalıdır?”

1.5. Alt Problemler

1. Fen bilgisi öğretmen adaylarına STEM öğretimi bilgi ve becerileri kazandırmayı amaçlayan bir ders nasıl tasarlanır, geliştirilir ve değerlendirilir?
 - a. Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM öğretimi konusunda kazanmaları gereken bilgi ve beceriler nelerdir?
 - b. Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM öğretimi konusundaki bilgi ve becerilerini arttırmak için yapılacak etkinliklerin özellikleri nelerdir?
2. STEM öğretimi bilgi ve becerilerini geliştirmek için hazırlanan öğretim materyali tasarımı odaklı ders tasarımının, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM öğretimi bilgi ve becerilerini attırmadaki etkililiği (planlama, uygulama ve değerlendirme boyutlarında) nasıldır?
3. Eğitimsel tasarım araştırması yöntemine dayalı olarak yürütülen Öğretim materyali tasarımı odaklı STEM ders tasarımının fen bilgisi öğretmen adaylarının üzerindeki etkililiği nasıldır?

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. STEM ders tasarımının pilot uygulaması bir devlet üniversitesinde eğitim fakültesinde öğrenim gören 4. sınıfta okuyan fen bilgisi öğretmen adaylarıyla Özel öğretim yöntemleri-I dersinde yapılmıştır. Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinde ise 3. sınıfta okuyan fen bilgisi öğretmen adaylarıyla asıl uygulamalar yapılmıştır. Asıl uygulamaların, öğretmen adaylarının ölçme ve değerlendirme, özel öğretim yöntemleri vb. pedagoji ve pedagojik alan bilgisi derslerinin neredeyse tamamını almış olduğu 4. sınıf düzeyinde Özel öğretim yöntemleri-II dersinde yapılması uygundur. Bu durum ölçme ve değerlendirme dersini alan öğretmen adaylarının STEM’de ölçme ve değerlendirmeye yönelik bilgi ve beceriler için temel oluşturacaktır. Ancak bir yıl süren ve mevcut 4.sınıf öğrencileri ile pilot uygulamanın yapılmış olması nedeniyle 3. Sınıf güz döneminde öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adaylarından elde edilen verilerle çalışmanın yürütülmesi, bu araştırmanın bir sınırlılığıdır.
2. Asıl uygulamaların yapıldığı katılımcı öğretmen adaylarının pedagoji ve pedagojik alan bilgisi derslerinin birçoğunu almamış olmaları nedeniyle hazırlamış oldukları ders planlarını uygulamalarına dönük bir eğitim planlanmamıştır. Bu durum araştırmanın bir sınırlılığıdır.
3. İlgili alt problemlerle ilişkili olarak seçilen STEM eğitimi ön bilgi formu, derin düşünme formu, görüşme formu, STEM eğitimi öz değerlendirme formu, STEM eğitimi akran değerlendirme formu ve STEM ders planı değerlendirme formundan elde edilen veriler kullanılmıştır. Araştırmacının dışında bir gözlemciye ihtiyaç olması nedeniyle veri çeşitlemesi sağlamak amacıyla gözlem tekniğinden yararlanılamaması bu araştırmanın sınırlılığıdır. Veriler görüşme ve detaylı olarak doküman analizi ile elde edilmiştir.
4. Eğitimsel tasarım araştırmasının doğası gereği araştırmanın sonuçlarına göre genellemeler, incelenen durumlar bağlamında yapılmıştır.

1.7. Varsayımlar

Bu araştırmada:

1. Görüşlerine başvurulmuş uzmanların dönütleri, STEM disiplinleri entegrasyonunun, en az iki disiplini içermesi gerektiği ya da tamamını içermesi gerektiği yönündedir. Ayrıca uzmanlar, bütünleşik STEM ve disiplinler arası STEM kavramlarını kullanmaktadır. Uzmanların STEM eğitim yaklaşımına farklı açılardan yaklaştığı düşünüldüğünde, STEM eğitim yaklaşımının karakteristik özelliklerini tam manasıyla yansıtacak şekilde hareket ettiği varsayılmaktadır.
2. Araştırmanın asıl uygulamaları 3. Sınıfta okuyan fen bilgisi öğretmen adaylarına güz döneminde Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinde yapılmıştır. Öğretmenlik lisans programları düşünüldüğünde Ölçme ve Değerlendirme ve Özel Öğretim Yöntemleri vb. pedagoji dersleri bir sonraki dönem başlamaktadır. Araştırma kapsamında hazırlanan STEM ders tasarımında, öğretmen adaylarına ölçme-değerlendirme ve özel öğretim yöntemleri vb. dersler açısından gerekli ön bilgilerin kazandırıldığı varsayılmaktadır.

1.8. Tanımlar

STEM eğitimi: Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerini gerçek yaşam durumlarında birlikte ve eş zamanlı olarak birleştiren bütünleştirilmiş bir yaklaşımdır (Çınar, Pırasa & Sadoğlu, 2016).

Hands on yöntemi: öğrencilerin yaparak yaşayarak deneyim kazandıkları etkinlikleri içeren bir yöntemdir. Hands on etkinlikleri, günlük yaşam problemleri üzerinden fen ve matematiği bütünleştiren, somut hale getiren ve iyi tasarlanmış etkinliklerden oluşmaktadır (Görgün, 2017).

Eğitimsel tasarım araştırması yöntemi (ETA): ETA, programlar, öğrenme süreçleri ve çevreleri, öğrenme-öğretme materyalleri, ürünleri ve sistemleri gibi eğitsel bir yeniliğin ya da müdahalenin tasarlanması, geliştirilmesi ve değerlendirilmesinin sistematik bir yoludur (Plomp, 2013, s. 11).

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Araştırmanın kuramsal çerçevesi kapsamında, STEM eğitimi, STEM eğitiminin tarihsel gelişimi, STEM eğitimi ve 21. yy becerileri, STEM eğitimi entegrasyon modelleri, Hands on yöntemi, STEM öğretiminde pedagojik yaklaşımlar ve öğretmen hazırlık programlarında STEM eğitimi ile ilgili literatür ayrıntılı olarak sunulmuştur.

2.1. STEM Eğitimi

STEM eğitimi son yıllarda eğitim dünyasında gündemde olan tartışmalı bir konudur. STEM eğitimi, okul öncesi eğitimden yükseköğretime kadar tüm eğitim sürecini kapsayan disiplinler arası bir yaklaşım olarak kabul edilmiştir (Gonzalez & Kuenzi, 2012). STEM eğitimi, öğrencilerin karşılaştıkları problemlere disiplinler arası bakış açısıyla bakmasını, bütüncül bir eğitim yaklaşımı temelli bilgi ve beceri kazanmasını hedefler (Şahin, Ayar & Adıgüzel, 2014). Bütünleşik STEM eğitimi kavramı ise, öğrencilerin günlük yaşam problemlerine çözüm arama sürecinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine ilişkin bilgi ve becerilerini geliştirmeyi amaçlayan disiplinler arası bir yaklaşım olarak tanımlanabilir (Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011). Ulusal Araştırma Konseyi (NRC, 2009) raporunda, dört STEM disiplinini ayrı ayrı şu şekilde açıklanmıştır:

Fen - doğal dünyayı anlama ve tanımlama gayretidir.

Teknoloji - insan yapımı dünyanın incelenmesi, ürünler ve süreçler.

Mühendislik - insan yapımı dünyayı oluşturma-daha önce hiç olmayan ürünler ve süreçler.

Matematik - miktarlar, sayılar ve şekiller arasındaki örüntü ve ilişkilerin incelenmesi.

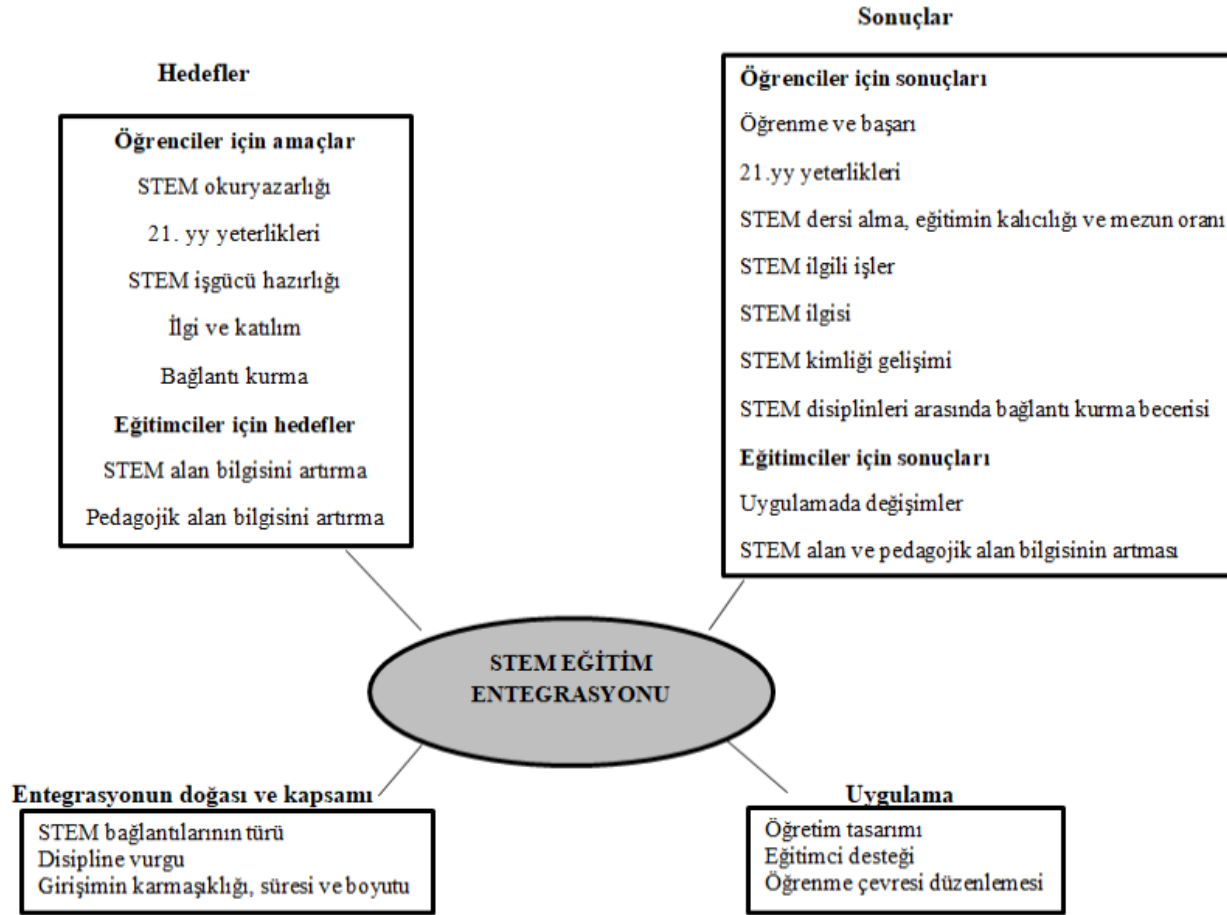
STEM eğitimi, fen ve matematik disiplinlerini temel almakla birlikte teknoloji ve mühendislik alanlarını da içermektedir (Bybee, 2010). Özellikle ilk 8 yıllık eğitimde STEM alanlarındaki teknoloji ve mühendislik alanlarına yönelik eksiklikler vurgulanmaktadır (Bybee, 2010). Teknoloji ve mühendisliğe vurgu yapan bir alt yapıya sahip olması, çocuklara disiplinler arası bir bakış açısı kazandırması ve bilgilerin somut olarak hayata geçirilmesini sağlaması bakımından STEM yaklaşımı, günümüzün bilgi ve iletişim çağında önemli hale gelmektedir (Akgündüz vd., 2015). Bryan, Moore, Johnson ve Roehrig (2016, s. 23) STEM'i, mühendislik tasarım ile ilgili teknolojileri ve mühendislik uygulamalarını bütünleştirerek fen ve/veya matematik içeren alan ve disiplinler arası bilgi uygulamalarını öğrenme ve öğretme olarak tanımlamışlardır. Moore, Stohlmann, Wang, Tank ve Roehrig' e (2013) göre STEM eğitimi, gerçek yaşam problemleri bağlamında içerik yapılandırılarak Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin kaynaştırılması olarak tanımlanmıştır. STEM eğitiminde kaynaştırma, söz konusu dört alanın içerik bakımından uyarlanması (içerik entegrasyonu) ya da birinin merkeze alınıp diğerlerinin merkeze alınan bu disiplinin içeriğinin öğretilmesi için bağlam olarak kullanılması (bağlam entegrasyonu) şeklinde gerçekleştirilir (Roehrig, Moore, Wang & Park, 2012). STEM eğitimiyle, tüm disiplinlere yönelik bilgi ve becerilerin öğretim sürecine dahil edilmesi tam anlamıyla sağlanmaktadır.

STEM eğitimi sayesinde öğrenciler fiziksel, entelektüel ve kültürel dünyasını zenginleştirmekte ve eleştirel düşünme, problem çözme gibi becerilerini geliştirmektedir. (Çorlu & Aydın, 2016). İş dünyasına girdiğinde de bu üstün becerileri sayesinde iş hayatının gerektirdiği niteliklere uyum sağlaması kolaylaşmaktadır. STEM eğitimi, bu ihtiyaçları karşılayabildiği ve bütüncül bir bakış açısıyla sorunlara yaklaştığı için ortaya çıkmıştır (Bybee, 2011).

STEM eğitim yaklaşımının amaçları:

- i. Bilimsel ve teknoloji okuryazarlığını artırmak,
- ii. Problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini kazandırmak,
- iii. Mühendislik ve teknolojiye olan farkındalığı artırmak,
- iv. Mühendislik kariyerlerine yönelik ilgiyi artırmak,
- v. Son olarak Ülkelerin ekonomik olarak gelişimlerini destekleyici yenilikler üretmek şeklinde özetlenebilir (Thomas, 2014).

STEM eğitimi entegrasyonunun temel özellikleri ve bileşenlerini içeren tanımlayıcı bir çerçeve Şekil 2.1’ de sunulmuştur. STEM eğitiminin hedefleri, sonuçları, STEM eğitiminin doğası ve kapsamı ile uygulama boyutlarında özet bilgilere ulaşılabilir.



Şekil 2. 1. STEM eğitim entegrasyonunun temel özellikleri ve bileşenleri. National Academy of Science & National Research Council. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: National Academy Press.

Amerika Birleşik Devletleri'nde okul öncesi ve 12 yıllık ilk ve orta öğretimde STEM eğitimi, üç kapsamlı amaç içermektedir: Birincisi, STEM alanlarında kadın ve azınlık grubun katılımını sağlayarak üniversite düzeyinde STEM'e ve STEM kariyerine ilgi duyacak öğrenci sayısını genişletmek; ikincisi, STEM işgücünün artması ve bu işgücünde kadın ve azınlıkların katılımını arttırmak, üçüncüsü ise STEM disiplinlerinde ek bir çalışma veya STEM ile ilgili kariyerleri takip etmeyenler de dahil olmak üzere bütün öğrenciler için STEM okuryazarlığını artırmaktır (NRC, 2011). Bu noktada fen okuryazarlığından STEM okuryazarlığına doğru bir değişim yaşandığı görülebilir. STEM okuryazarlığı, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinden farklı bir yapı olarak ele alınmıştır (Bybee, 2010; NRC, 2011). Bybee'ye göre STEM eğitiminin amacı, öğrencilerin yaşamlarında karşılaştıkları olaylara STEM disiplinleriyle ilişkili temel alan ve uygulamaları kullanabilmelerini sağlamaktır. Bu noktadan yola çıkılarak STEM okuryazarlığı ise bireylerin:

- Yaşamlarında karşılaştıkları problem ve sorunları belirlemek için gerekli bilgi, tutum ve becerilerini; doğal ve tasarlanmış dünyayı açıklamalarını; STEM ile ilgili konularda ispatlara dayalı sonuçlar vermelerini,
- Bilgi, sorgulama ve tasarım bakımından STEM disiplinlerinin karakteristik özelliklerini anlamalarını,
- STEM disiplinlerinin, materyalleri, zihni ve kültürel çevreyi nasıl şekillendirdiği noktasında farkındalıklarını,
- STEM ile ilgili konularla ve yapıcı, ilgili, yansıtıcı bir toplum olarak STEM fikirleriyle meşgul olmaya gönüllü olmalarını kastetmektedir (Bybee, 2013, s. 5).

STEM, STEM disiplinleri ve ilişkileri ile STEM okuryazarlığı kavramları yukarıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Bu noktada STEM eğitiminin tarihsel gelişiminin nasıl bir yol izlediği de açıklanmaya gerek görülmüştür.

2.2. STEM Eğitiminin Tarihsel Gelişimi

Sovyet Rusya'nın 1957 yılında Ay'a Sputnik isimli uyduyu göndermesi, Amerika'nın küresel rekabetteki durumunu fark etmesine sebep olmuş ve Sputnik çağı olarak adlandırılan bu dönem STEM disiplinleri için dönüm noktası olarak kabul edilmiştir (Bybee, 2013).

Özetle Amerika bilimsel, teknolojik, askeri ve ekonomik olarak zayıf olduğunu görmüş ve eğitimciler, bilim insanları ve matematikçiler bir eğitim reformu için harekete geçmişlerdir (Bybee, 2013). Amerika'da fen ve matematik alanlarında öğrencilerin performanslarındaki düşüş ile birlikte STEM hızla yayılmaya başlamıştır.

STEM, 21. yy bireylerini yetiştirmek üzere atılan önemli bir adım olarak 1990'lı yıllarda ortaya çıkan bir eğitim yaklaşımıdır (Sanders, 2009). Öğrencileri fen derslerine motive edecek ve bu derslere olan ilgiyi artırmak amacıyla Amerika birleşik devletleri 1990'lı yıllarda disiplinler arası bir yaklaşımın temellerini atmıştır. Sanders, bu süreci şöyle özetlemiştir: fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bilimini entegre eden bir yaklaşımı ortaya koyularak SMET olarak adlandırmış ve Amerikan Ulusal Bilim Kurumu tarafında 2000' li yıllarda bu yaklaşım STEM olarak anılmaya başlanmıştır. Aslında ilk kısaltma SMET olarak önerilmiş ancak bu kısaltmanın SMUT kelimesiyle olumsuz ilişkisi üzerine tartışmalar sonucunda STEM kısaltmasına karar verilmiştir (Bybee, 2013)

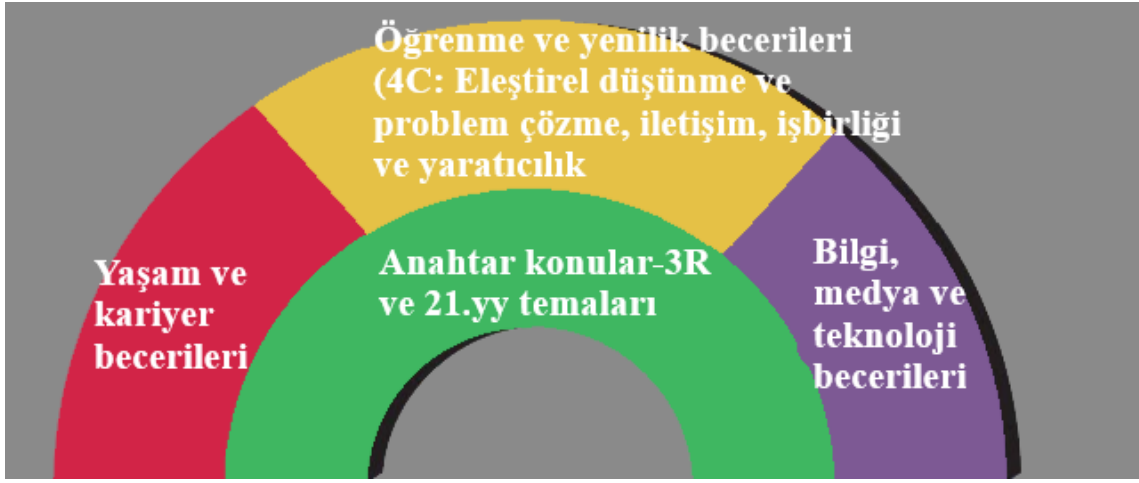
Christenson'e göre (2011) Ulusal Bilim Vakfı (NSF) eğitim ve insan kaynakları bölümünün o dönemdeki yöneticisi Judith A. Ramaley, 2001 yılında bu disiplinleri STEM olarak kısaltmayı önermiş ve şöyle bir açıklama yapmıştır:

“STEM' de fen ve matematik, teknoloji ve mühendislik için destek olarak görev yapar. Fen ve matematik ise evrenin temel bir anlayışı için kritik öneme sahipken mühendislik ve teknoloji, insanların evrenle etkileşime girme aracıdır.”

Ramaley (2001) raporunda, Amerika'nın bilim ve teknolojide geri kalmaması için fen, teknoloji mühendislik ve matematik alanlarını bir kariyer olarak tercih eden bireylerin sayısının artırılması ve bu hususta komisyonların kurulması gerektiğinin altını çizmiştir. Böylelikle STEM kısaltması ve onunla ilişkili anlam zamanla gelişmiştir (Bybee, 2013; Sanders, 2009).

2.3. STEM Eğitimi ve 21. yy Becerileri

21. yy işgücünde vatandaş, çalışan ve lider olarak etkili bir şekilde görev almak için gerekli olan bilişsel, içsel ve kişiler arası beceri ve yetenekler yaygın olarak “21 yy becerileri” olarak anılmaktadır (Bybee, 2010; NRC, 2012; P21, 2009). 21. yy becerilerine ilişkin birçok sınıflama yapılmıştır (ACTS, 2007; OECD, 2005; MEB, 2011, World Economic Forum, 2015). Ancak bu çalışmada yaygın kullanımı sebebiyle P21 olarak anılan sınıflama kullanılmıştır. P21’in genel çerçevesi şu şekildedir:



Şekil 2.2. 21. yüzyıl öğrenmesi için P21 çerçevesi. Partnership for 21st Century. Skills. (2009). *P21 framework definitions*.

http://www.p21.org/documents/P21_Framework_Definitions.pdf sayfasından alınmıştır.

Şekil 2.2.’de görülen 21. yy’da bütün öğrenciler için gerekli olan P21 çerçevesi, Anahtar konular- 3R ve 21.yy temalarına ek olarak i) öğrenme ve yenilik becerileri, ii) bilgi, medya ve teknoloji becerileri ve iii) yaşam ve kariyer becerileri olarak anılan üç ana beceriyi de kapsamaktadır (P21, 2015).

Anahtar konular:

- İngilizce, okuma ve dil Sanatları,
- Dünya dilleri,
- Sanat,
- Matematik,
- Ekonomi,
- Bilim,
- Coğrafya,

- Tarih,
- Devlet ve yurttaşlık bilgisi,

Bu anahtar konuların yanı sıra:

- Küresel farkındalık,
- Finans,
- Ekonomi, işletme ve girişimcilik okuryazarlığı,
- Yurttaşlık okuryazarlığı,
- Sağlık okuryazarlığı ve
- Çevre okuryazarlığı gibi öğrencilerin akademik içeriklerde daha yüksek seviyelere ulaşmaları için 21. yy disiplinler arası temaları da içermektedir.

Öğrenme ve yenilik becerileri:

- Yaratıcılık ve inovasyon
- Eleştirel düşünme ve problem çözme
- İletişim ve işbirliği

Bilgi medya ve teknoloji becerileri:

- Bilgi okuryazarlığı
- Medya okuryazarlığı
- Bilgi ve iletişim teknolojileri (bit) okuryazarlığı

Yaşam ve kariyer becerileri:

- Esneklik ve adaptasyon,
- Girişimcilik ve özyönetim,
- Sosyal ve kültürlerarası etkileşim
- Üretkenlik ve sorumluluk,
- Liderlik ve sorumluluk becerileri olarak sınıflandırılmıştır.

21. yüzyılda öğrenciler, var olan bilgiyi hazır olarak almaktan ziyade bilgiyi üretebilmeli ve bu bilgiyi yeni durumlara, problemlere uygulayabilmelidir (Wagner, 2008). 21. yy bireyinin hem eğitim hayatında hem de mesleki kariyerinde başarılı olması için gerekli yeterlikler yukarıda 21. yy becerileri olarak sıralanmıştır. Bireylerin bu becerilere sahip olmaları için mevcut eğitim sistemlerinin gözden geçirilmesi ve bu beceri alanlarına göre

yenilenmesi gereklidir. Diğer bir deyişle 21. yy temalarının gerektirdiği disiplinler arası entegrasyonu içeren eğitim yaklaşımları ön plana çıkmalıdır. Söz konusu eğitim yaklaşımlarından biri olan STEM eğitimi, birden fazla STEM konu alanının kesiştiği yerde iş birliği içinde oluşan bilgi, beceri ve inançları içerir (Çorlu, Capraro & Capraro, 2014). STEM eğitimiyle yetiştirilen öğrenciler problem çözücü, yenilikçi, kendine güvenen, mantıksal düşünen, bilim ve teknoloji okuryazarı olmaktadır. Aynı zamanda bilgi teknolojilerini kullanan STEM eğitimi programları, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesine de katkıda bulunmaktadır (Duran & Şendag, 2012).

2.4. STEM Eğitimi Entegrasyon Modelleri

STEM eğitimi doğası gereği birçok disiplini içerisinde barındırmaktadır. Bu disiplinlere özgü bilgi ve beceriler, ürün oluşturma sürecini farklı yönlerden desteklemekte ve açıklamaktadır. Birçok disiplini içerisinde barındırması entegrasyonun nasıl gerçekleştirileceği sorusunu akıllara getirmektedir. Disiplinlerin entegrasyonuna ilişkin literatürde birçok model önerilmiştir (Dugger, 2010; Sanders, 2009; Bybee, 2000). Bu modeller arasında STEM entegrasyonun farklı seviyelerini tanımlamaya ilişkin önerilen multidisipliner (çoklu disiplinler) veya tematik entegrasyon, interdisipliner (disiplinler arası), multidisipliner (disiplinler ötesi) yaklaşım olarak ifade edilen model daha sık kullanılmaktadır. Bu çalışmada da transdisipliner yaklaşım temel alınarak etkinlikler düzenlenmiştir.

Multidisipliner (çoklu disiplinler) yaklaşım: Ortak bir tema altında öğretim programının düzenlenmesi yoluyla bir disiplinle ilgili öğrenilenlerin başka bir disiplinle ilişkilendirilmesidir. Burada dikkat edilmesi gereken husus, kavramların ortak bir tema altında ancak ayrı disiplinler halinde öğretilmesidir. Böylelikle, öğrenci bilgi ve becerileri birçok farklı yolla öğrenebilecektir (Vasquez, Sneider & Comer, 2013). Örneğin; güneş sistemi temasına ilişkin, fende güneş sistemi ve gezegenlerin özellikleri konusu. *Matematikte* Ay'ın güneş, gezegenler ve yıldızlara uzaklığını karşılaştırmalı olarak belirleme. *Sanatta* gezegenleri renkli hamurlarla modelleme ve hareketine göre asma etkinliği. *İngilizcede* güneş sistemi hakkında bilim kurgu türü okumalar yapma. *Sosyal bilimlerde* gezegenlerin isimlerinin kökeni ve onların yunan ve roma tanrıları ile tanrıçaları arasındaki ilişki hakkında bir öğretim (Vasquez, Sneider & Comer, 2013).

İnterdisipliner (disiplinler arası) yaklaşım: İki veya daha fazla disipline yönelik bilgi ve beceriler, ortak bir öğrenme alanında organize edilir. Diğer bir ifadeyle disiplinlere yönelik sınırlar ortadan kalkmakta ve disiplinler arası beceri ve kavramlar önemli hale gelmektedir. Örneğin; güneş sistemini daha iyi anlamayı sağlayacak bir teleskop tasarlama sürecinde fende, güneş sistemi konusu, matematikte oran orantı, ölçeklendirme konusu, mühendislikte teleskop tasarlamaya yönelik bilgi ve becerilerden faydalanılması (Vasquez, Sneider & Comer, 2013).

Transdisipliner (disiplinler ötesi) yaklaşım: Disiplinler arası sınırlar ortadan kalkmakta ve disiplinler arası bilgi ve beceriler gerçek bir yaşam probleminin çözümünde kullanılırlar. Diğer bir deyişle, öğrencilerin gerçek yaşam bağlamında sahip oldukları bilgileri kullanma becerileri ve öğrenme durumlarının ilişkisi bu yaklaşımın odak noktasıdır. Transdisipliner yaklaşımda öğrenme sürecinde, 21. yy becerileri, bilgileri ve gerçek dünya uygulamasına yönelik tutumlar ve problem çözme stratejileri birleştirilir. Açık uçlu ve birden fazla çözümü olan gerçek dünya problemlerinin çözüm sürecinde, problem/proje tabanlı stratejiler daha derin ve ilgili bir öğrenme deneyimi sağlamaktadır (Vasquez, Sneider & Comer, 2013).

Örneğin, “Meteoroloji uzmanları gezegen X’teki hava durumunu nasıl tahmin edebilir?” gerçek yaşam problemine yönelik fende gezegenleri, insanların gidebileceği gerçek yerler olarak düşünmeleri, sanatta seyirciyi farklı bir yere taşıyan bir ekran tasarlama, matematikte gerçek yaşam problemini çözmek için matematiksel modeller kullanma (Vasquez, Sneider ve Comer, 2013).

2.5. STEM Eğitiminde Hands On Yöntemi

Hands on yöntemi, yaparak yaşayarak öğrenme yöntemi olarak STEM eğitimi uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Her bireyin çevresindeki ucuz ve kolaylıkla bulabileceği materyallerle yapılan etkinliklerdir (Jodl & Eckert, 1998). Hands on etkinlikleri, günlük yaşam problemleri üzerinden fen ve matematiği bütünleştiren, somut hale getiren ve iyi tasarlanmış etkinliklerden oluşmaktadır (Görgün, 2017). Öğrenciler hands on etkinliklerine aktif katılım gösterirler.

Hands on yönteminde, öğrenciler gerçek yaşam problemi üzerinden yaparak yaşayarak öğrenme deneyimi kazanırlar. Ancak öğrenciler gerçek yaşamlarında bir problemle karşılaştıklarında fen veya matematik bilgilerini kullanmaktan ziyade sezgilerine göre hareket etmektedirler (Strough, Cheng & Swenson, 2002). Problemlerin çözümünde kavramları bilme ve uygulama arasındaki boşluğun sebeplerini açıklamak için tekrarlı hands on stratejisini uygulayan Yu, Lin ve Hung (2010) çalışmalarında öğrencilerin etkinliklerinde karşılaştıkları ve çözüme ulaştıkları problemleri tasarımlarına yansıtarak döngüsel bir tasarım süreciyle gelişme kaydettiklerini göstermiştir. Ancak çalışmalarında öğrencilerin tekrarlı tasarım süreçlerine karşı ilgi göstermedikleri sonucuna ulaşmışlardır (Lin ve Williams, 2017). Bu aşamada Lin ve Williams (2017) çalışmalarında, Dewey (1929) tarafından önerilen iki aşamalı hands on etkinliği tasarlayarak öğretmen adaylarının fen ve matematik kavramlarını uygulayarak problem çözme yeterliklerini geliştirmelerini hedeflemiş ve olumlu sonuçlara ulaşmışlardır. Dewey'in (1929) teorisine göre, hands on sürecinde ilk öğrenme deneyiminden elde edilen psikolojik, duygusal, fiziksel vb. olarak etkileşimlerle teknik ve tasarım becerileri kazanırlar. İkinci öğrenme deneyimi, ilk öğrenme deneyiminden elde edilen deneyimi yansıtarak analiz etme ve sınıflandırma ile öğrenme sürecini geliştirir. Bu nedenle, ikinci öğrenme deneyimi, fen ve matematik kavramlarının derinlemesine uygulanması yoluyla öğrencilerin tasarım ve problem çözme becerilerini geliştirmelidir (Lin & Williams, 2017).

Öğrenciler hands on etkinliklerinin etkili ve verimli bir şekilde kullanıldığı öğrenme sürecinde fen ve matematik kavramlarını ürün tasarlama sürecine entegre edebilir. Böylelikle disiplinlere ilişkin kavramlar derinlemesine ve gerçek problemler üzerinden öğrenilmektedir. Örneğin, Zubrowski (2002) öğrencilerin basit araçlarla yel değirmeni yapma sürecinde kuvvet ve hareket ile ilgili birçok fen kavramlarını anladıklarını ifade etmiştir. Benzer şekilde Featonby (2010) ve Thompson ve Mathieson (2001) Sihirli aynadan bir para kutusu tasarlama sürecinde basit kağıt kutusu ve plastik bir ayna kullanılarak kolayca yapılabilecek eğlenceli bir hands on etkinliği ile öğrencilerin optikle ilgili kavramları anlamalarını nasıl sağlayabileceğini göstermiştir.

Hands on etkinlikleri başarıyı artırmanın yanı sıra öğrencilerin iletişim, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini de geliştirir (Verma, Dickerson & McKinney, 2011). Ayrıca öğrencilerin mühendislik bilgi ve becerilerini keşfetmeleri için gerçek ortamda hands on etkinlikleri yardımcı olabilir (Knezek, Christensen, Tyler-Wood & Periathiruvadi, 2013).

Öte yandan yapılan araştırmalarda, hands on yöntemine göre düzenlenmiş STEM etkinliklerine katılan öğrencilerin, STEM alanlarına yönelik bilgileri artmakta ve STEM kariyerlerine pozitif bir eğilim gösterdikleri tespit edilmiştir (Knezek vd., 2013; Knezek vd., 2014). Yukarıda sıralanan araştırmalar ve sonuçları dikkate alındığında STEM eğitiminde hands on etkinliklerin kullanılması son derece uygun ve önemlidir. Nitekim hands on yönteminde de STEM eğitiminde olduğu gibi öğrenciler bir ürün-araç tasarlama sürecinde disiplinlere yönelik bilgi ve becerileri gerçek yaşam odaklı bir öğrenme deneyiminde kazanmaktadırlar.

2.6. STEM Eğitiminde Pedagojik Yaklaşımlar

STEM eğitim yaklaşımı birçok ülkede formal ve informal eğitim ortamlarında uygulanmaktadır (Yıldırım, 2018). Formal eğitim ortamlarında özellikle farklı strateji, yöntem ve teknikler aracılığıyla öğretilmektedir (Yıldırım, 2018). STEM eğitiminde sıklıkla kullanılan model ve yöntemler şu şekildedir: proje tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme, argümantasyon temelli öğrenme, 5E öğretim modeli, tam öğrenme modeli ve bağlam temelli öğrenmedir (Capraro, Capraro & Morgan, 2013; Dass, 2015; Han, Capraro & Capraro, 2014; Yıldırım & Selvi, 2017;).

STEM eğitimi, gerçek yaşam problemi içeren bir bağlam ile ilişkilendirilmektedir. Bybee'ye göre (2013) STEM eğitimi iklim değışikliği ve enerji politikaları gibi küresel konulara odaklanması gereken öğretim yöntemleri ile desteklenirse bir açıklığa kavuşturulabilir. STEM eğitim yaklaşımı uygulanırken düz anlatım gibi geleneksel yöntemlerin aksine bir problem durumu üzerinden problem ve projeye dayalı öğrenme yöntemlerinin STEM disiplinlerini entegre etmeye yönelik uygulamalar için iyi bir yol olduğu birçok araştırmada vurgulanmaktadır (Breiner, Harkness, Johnson & Koehler, 2012; Lou, Shih, Diez & Tseng, 2011). 5E öğretim modeli; öğrencilerin merak duygularını geliştirmeleri, uygulama sürecine dâhil olmalarına, doğal dünyayı anlama/anlamlandırmalarına, günlük yaşamda karşılaştıkları problemlerle baş etmelerinde problem çözme becerilerini kullanmalarına (Yoon & Onchwari, 2006) ve mühendislik tasarım süreçlerine uygun olması bakımından STEM eğitime göre bir dersin düzenlenmesi ve eğitim programlarının tasarlanması için kullanılabilir (Selvi & Yıldırım, 2017, s. 206).

Bu araştırma kapsamında STEM’de *5E öğretim modeli*, STEM öğretiminde iki temel yaklaşım olan *Probleme Dayalı Öğrenme* ve *Projeye Dayalı Öğrenme* yöntemleri kullanılmıştır.

2.6.1. STEM’de 5E öğretim modeli

Modelin gelişim sürecinin başlangıcı Karplus ve Their (1967) tarafından fen öğretim programı geliştirme çalışmaları sürecinde ortaya çıkmıştır. Bu süreçte öğrenme döngüsü modeli, fen program çalışmalarında kullanılması gereken temel bir öğretim modeli olarak kullanılmış ve *keşfetme (exploration)*, *açıklama/kavram tanıtımı (concept introduction)*, *kavram uygulama (concept application)* olmak üzere üç aşamada ele alınmıştır (Karplus & Their, 1967; Atkin & Karplus, 1967). Bybee ise bu modeli yeniden düzenleyerek 5E öğretim modeli olarak isimlendirmiştir. 5E modelinin aşamaları ise giriş (engagement), keşfetme (exploration), açıklama (explain), derinleştirme (elaboration) ve değerlendirme (evaluation) olmak üzere isimlendirilmiştir (Bybee, 2002).

Tablo 2.1.

5E öğretim Modelinin Özeti

Giriş	Öğretmen veya öğretim programı, öğrencinin ön bilgilerini değerlendirmektedir. Ayrıca öğrencilerin ön bilgilerini açığa vurma ve merakını artırmaya dönük kısa etkinlikler kullanarak yeni bir kavram ile öğrencileri meşgul eder. Etkinlik, geçmiş ile şimdiki deneyimleri arasında bağlantı kurmalı ve öğrencilerin öğrenme çıktılarına yönelik düşüncelerini sağlamalıdır.
Keşfetme	Keşfetme deneyimleri, öğrencilere tanımlanmış mevcut kavramların (yani kavram yanılgılarının), süreçlerinin ve becerilerinin içinde olduğu ve kavramsal değişimi kolaylaştıran yaygın bir faaliyet alanı sağlar. Öğrenciler yeni fikirler üretmek, sorular ve olasılıklar keşfetmek ve bir ön araştırma tasarlama ve yürütmek amacıyla önceki bilgilerini kullanmalarını sağlayan laboratuvar etkinlikleri kullanabilirler.
Açıklama	Açıklama aşaması, öğrencilerin dikkatlerini giriş ve keşfetme deneyimlerindeki özel bir noktaya çeker. Kavramsal anlayışlarını, süreç becerilerini veya davranışlarını göstermek için fırsatlar sunar.

	Ayrıca öğretmenlere bir kavram, süreç veya beceriyi doğrudan tanıtması için fırsatlar sağlar. Öğrenciler kavram hakkındaki anlayışlarını açıklar. Bir öğretmen veya öğretim programından kritik önemi olan bir açıklama onları daha derinlere doğru yönlendirebilir.
Derinleştirme	Öğretmenler, öğrencilerin kavramsal anlayış ve becerilerini zorlar ve genişletir. Yeni deneyimler sayesinde, öğrenciler daha derin ve daha geniş anlayış geliştirir, daha fazla bilgi ve beceri kazanırlar. Öğrenciler kavramsal anlayışlarını ek faaliyetler yürüterek uygular.
Değerlendirme	Değerlendirme aşamasında, öğrenciler kendi anlayışlarını değerlendirir, öğretmen eğitimin hedeflerine ulaşma sürecinde öğrencinin gelişimini değerlendirir.

Bybee, R. W. (2009). *THE BSCS 5E Instructional model and 21st century skills*. https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_073327.pdf sayfasından erişilmiştir.

Yukarıdaki tabloda 5E öğretim modeli aşamaları ve bu aşamalarda gerçekleşen öğretim uygulamaları yer almaktadır. STEM eğitiminde 5E öğretim modeli öğrencilerin önceki deneyimlerine bağlı olarak yeni öğrenmeler gerçekleştirmesini sağlama sürecidir. Giriş, Keşfetme, Açıklama, Derinleştirme ve Değerlendirme aşamaları doğrusal değil döngüsel ve değerlendirme döngü boyunca devam etmektedir (URL1). STEM eğitiminin temel bileşenleri düşünüldüğünde, 5E öğretim modelinin kullanılması son derece uygundur. STEM’de 5E öğretim modelini kullanmak; mühendislik süreç becerilerine odaklanma, öğrencinin yaparak ve yaşayarak öğrenmesini sağlama, öğrendikleri bilgileri günlük yaşama transfer etmelerini sağlama, hem süreç hem de süreç sonunda değerlendirmeyi sağlamak açısından iyi bir entegrasyon bilgisine sahip olmayı gerektirir (Selvi & Yıldırım, 2017, s. 206). 5E öğretim modeli STEM eğitim yaklaşımına göre aşağıdaki gibi düzenlenmiştir (Maryland University, t.y):

Aşamaları	Tanımları
Giriş	- Öğretmen veya öğrenci, dersin kazanımlarıyla ilgili bir gerçek yaşam problemi, görev, karmaşık soru veya küresel bir sorun ortaya koyar. - Öğrenciler olası çözümleri veya açıklamaları beyin fırtınası yaparak tartışırlar.
Keşfetme	Öğrenciler - Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik arasındaki bağlantıları keşfeder ve kurar. - Karmaşık soruları yanıtlamak, küresel sorunları araştırmak ve zorluklara ve gerçek dünyadaki sorunlara çözüm geliştirmek için uygun sistematik yaklaşımları seçer ve uygular.
Açıklama	Öğrenciler - Verileri analiz eder ve yorumlar. - Anlayışları ve olası çözümleri bildirir. - Analiz ve iletişim için uygun teknolojileri kullanır.
Derinleştirme	Öğrenciler - Çözümleri, prototipleri ve/veya modelleri geliştirir. - İleriki keşifler için deneysel prosedürleri değiştirir. - STEM kariyerleriyle bağlantıları analiz eder ve tanımlar.
Değerlendirme	Öğrenciler - Karmaşık soru, sorun, görev veya probleme verdikleri cevapları veya çözümlerini düşünürler. - Akran değerlendirmelerine katılırlar. - Performansa dayalı görevlerle anlayışlarını gösterirler.

Şekil 2.3. STEM’de 5E modeli aşamaları

2.6.2. STEM’ de Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemi

STEM eğitimi, öğrencileri fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında bilgi ve beceri kazandırmaya odaklanan, gerçek yaşam problemleri içeren öğretim uygulamaları ile aktif olmalarını sağlayan disiplinlerarası bir yaklaşımdır (Wang, Moore, Roehrig & Park,

2011; Meng, Idris & Eu, 2014). STEM eğitiminde öğrencileri gerçek hayatta karşılaştıracakları, birden fazla çözümü olan, disiplinlerin entegrasyonunu gerektiren problem durumlarıyla karşılaştırmak kritik noktalarındandır (Wang, Moore, Roehrig & Park, 2011; Williams, 2011). Böylesi bir eğitim anlayışında öğrencilerin disiplinlere ilişkin bilgi ve beceri kazanmalarının yanı sıra gerçek yaşam problemlerine çözüm getirme sürecinde çağın gerekleri olan 21. Yy becerilerini de kazanmaları da mümkün olmaktadır. STEM eğitiminde öğrencilerin mühendisliği öğrenmeleri, sistematik düşünceleri ve problem çözme becerilerini geliştirmeleri sağlanmaktadır (Lou, Diez, Hsiao, Wu & Chang, 2009).

İlgili literatür incelendiğinde; STEM disiplinlerini entegre etmeye dönük uygulamalar için bir problem durumu üzerine yapılandırılan öğrenme süreçlerini içeren probleme dayalı öğrenme yönteminin, iyi bir yol olduğu ifade edilmiştir (Lou, Shih, Diez & Tseng, 2011, Tsai, 2007). STEM’de probleme dayalı öğrenme sürecinde uygulamaların nasıl gerçekleştirileceği hakkında Ramsey ve Sorrell (2006) tarafından ele alınan probleme dayalı öğrenme süreci dikkate alınmıştır. Öğrenme-öğretme sürecinde probleme dayalı öğrenme yönteminin aşamalarını detaylı bir şekilde içerdiği için bu sıralamanın çalışmada kullanılmasına karar verilmiştir:

1. *Problem durumu:* Probleme dayalı öğrenme sürecinde öğrencilere bir gerçek yaşam problemi sunulmasıyla başlanır. Problem durumu, bir gazete haberi, fotoğraf ya da öğretmen tarafından hazırlanmış bir senaryoda öğrencilere sunulmaktadır. Problem durumunun, öğrencilerin önceki bilgileri ve dersin hedefleri ile ilişkili olması gerekmektedir.
2. *Sorular:* Öğrencilerin Problemi çözmeleri için daha iyi tanımları sağlanır. Öğretmen tarafından “Problemde neler isteniyor?”, “Problemin çözümü için neleri biliyoruz?”, “neleri bilmemiz gerekiyor?” gibi sorularla öğretmen öğrencilere rehberlik eder.
3. *Eylem planı:* Problemi tanımladıktan sonra küçük gruplar halinde ihtiyaçları olan bilgilere nasıl ulaşacaklarına yönelik plan yaparlar. Bu aşamada araştırmaya odaklanmaları ve nasıl bir araştırma sürecini takip edeceklerini planlamaları beklenmektedir.

4. *Araştırma:* Öğretmen öğrencilerin eylem planlarını incelemekte ve onlara rehberlik etmektedir. Bu süreçte öğrencilerin ihtiyaçları olan bilgileri edinmeleri için çeşitli etkinlikler planlayabilmektedir.
5. *Probleme yönelik çözüm önerileri:* Gruplar edindikleri bilgileri birbirleri ile paylaşırlar. Edindikleri bilgilere bağlı olarak problemin çözümü hakkında detaylı tartışmalar ve değerlendirmeler yapılır. Bu aşamada öğretmen ek bir etkinlik plandıysa, etkinlik sonucunda elde edilen bilgiler problemin çözümü açısından değerlendirmeye alınır.
6. *Ürün/çözüm ya da performans:* Öğrencilerin problemin çözümü için ortaya koydukları ürün/çözüm olumlu ve olumsuz yönleri bakımından derinlemesine düşünceleri, değerlendirmeleri ve birini seçmeleri sağlanır.
7. *Son değerlendirme ve geri bildirim:* Öğrenciler bu aşamada ürün/çözümlerini çeşitli şekillerde sınıf arkadaşlarıyla paylaşırlar. Öğrenciler problemin çözümü sürecinde nelere dikkat ettiklerini, araştırma sonuçlarını probleme çözüm aramak için nasıl kullandıklarını açıklar. Gruplar hem kendi ürün/çözümlerini hem de diğer grupların çalışmalarına ilişkin düşüncelerini paylaşırlar (Bozkurt Altan, 2017, s.s. 169-170).

Araştırma kapsamında yukarıda sıralanan probleme dayalı öğrenme yönteminin aşamaları ders planlarına yansıtılmıştır. İlgili literatür incelendiğinde, hizmet öncesi öğretmen eğitime yönelik STEM’de probleme dayalı öğrenme yönteminin kullanıldığı araştırmalara rastlanmıştır. Marshall ve Harron (2018), STEM eğitimi, durumlu biliş ve probleme dayalı öğrenme kuramları çerçevesinde yapılandırarak bağlam kavramıyla temellendirmiştir. Araştırma kapsamında öğretmen eğitimleri için STEM etkinlikleri ve derslerini değerlendirmek amacıyla bir rubrik geliştirilmiş ve değerlendirme aracı olarak kullanılmıştır. Jones, Smith ve Cohen (2017), öğretmen adaylarının, ileriki öğretmenlik yaşamlarında maker etkinliklerini kullanmaya dönük tutumlarının olumlu olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca öğretmen hazırlık programlarında, maker araç ve etkinliklerinin öğretim stratejileri (problem temelli öğrenme, sorgulama yoluyla öğrenme ve hands on öğrenme etkinlikleri) ile uyumlu olduğu bir sürecin, onları cesaretlendirdiğini ifade etmişlerdir.

2.6.3. STEM’ de Proje Tabanlı Öğrenme Yöntemi

Projeye dayalı öğrenme yönteminin felsefi temelleri Kilpatric’in (1918) *proje yöntemine* ve 1990’lı yılların başında ortaya çıkan Dewey’in *yapılandırmacı öğrenme teorisine* dayanmaktadır. Projeye dayalı öğrenme yönteminin sorgulamanın özel bir durumu olduğu ifade edilmiştir (Slough & Milam, 2013). Öğrencilerin iyi tanımlanmamış görevler üzerinden problemleri belirleme ve araştırmalarını sağlama sürecinde bağımsız olması bakımından probleme dayalı öğrenme yönteminden ayrılmaktadır. Probleme dayalı öğrenme yönteminde ise öğrencilere probleme yönelik bağlam ve araştırma soruları verilmektedir (Slough & Milam, 2013). Projeye dayalı öğrenme yönteminde, öğrencilere 21. Yy becerileri ile STEM kariyerlerinin özelliklerini ilişkilendirmeyi ve kaliteli bir eğitim süreci sunmaktadır (Bell, 2010).

STEM’de projeye dayalı öğrenme, iyi tanımlanmamış bir öğrenme görevinde iyi tanımlanmış bir ürün elde etme olarak ifade edilmiştir (Capraro & Slough, 2013). STEM’de projeye dayalı öğrenme çevresinde, karmaşık problemlerin çözümünde STEM konularındaki önemli kavramlar kazanılmaktadır (Hickey, 2014). Capraro, Capraro ve Morgan (2013), STEM’de projeye dayalı öğrenme sürecinde öğrenci çalışmalarının disiplinler arası problemlerde, günlük hayatta mühendislerin işbirliği içerisinde çalışmasına benzediğini ifade etmektedir. Birçok araştırmada, öğrencilerin STEM alanlarına ilişkin kariyerlere tam manasıyla hazır olabilmeleri için, bilim insanlarının karşılaştıkları iyi tanımlanmamış ve disiplinler arası problemleri içeren pedagojik uygulamalarla meşgul olmaları gerektiği vurgulanmıştır (Marshall, Horton & Austin-Wade, 2007; Paige, Lloyd & Chartres, 2008). Proje tabanlı öğrenme süreci ve STEM eğitiminin özellikleri ve amaçları bakımından örtüştüğü ve birlikte anılmalarının uygun olduğu söylenebilir. STEM’de projeye dayalı öğrenme sürecinin karakteristik özellikleri şu şekildedir (Vasquez, Sneider & Comer, 2013):

- Öğrenciler, öğrenme sürecinin merkezinde yer almaktadır.
- Öğretim programı çerçevesinden çok proje merkezlidir.
- Projeler, kontrol edilebilir parçalara bölünebilir.
- Proje, gerçek yaşamla ilişkilidir.
- Proje, bir ürün veya performans ile sonuçlanmaktadır.
- Dijital teknolojiler öğrencilerin öğrenmelerini destekler ve zenginleştirir.
- Düşünme becerileri proje çalışmasının ayrılmaz bir parçasıdır.

- Öğretim stratejileri, çoklu öğrenme teknikleri ile çeşitlendirilir ve desteklenir.
- Projeler, sürekli ve çoklu değerlendirmeler gerektirir.

Bu özellikler dikkate alınarak bir öğretim süreci planlanabilir. Projeye dayalı öğrenme yönteminin aşamaları Moursund'a (2003) göre:

- Hedeflerin belirlenmesi
- Yapılacak işin veya ele alınacak konunun belirlenmesi
- Takımların oluşturulması
- Sonuç raporunun özelliklerinin ve sunuş biçiminin belirlenmesi
- Çalışma takviminin oluşturulması
- Kontrol noktalarının belirlenmesi
- Değerlendirme ölçütlerinin ve yeterlik düzeylerinin belirlenmesi
- Bilgilerin toplanması
- Bilgilerin örgütlenmesi ve raporlaştırılması
- Projenin sunulması şeklinde belirtilmiştir.

Bu aşamalar, yukarıda sıralanan STEM'de projeye dayalı öğrenme sürecinin karakteristik özelliklerine göre düzenlenmiş ve aşağıdaki adımlar belirlenmiştir:

1. Adım: Gerçek yaşam probleminin belirlenmesi ve sunulması

Belirlenen problem, dikkat çekici olmalı, gerçek yaşamla ilişkili olmalı, güncel olmalı (Selvi & Yıldırım, 2017, s. 222) ve birden fazla çözüm içermelidir. Ayrıca STEM disiplinleriyle ilişkili olmalı ve öğrencilerin STEM kariyerlerine ilişkin bilgi ve beceriler kazanmalarını sağlamalıdır. Böylesi bir sürecin öğrencilerin 21. Yy becerilerini geliştirmesi beklenir.

2. Adım: Grupların oluşturulması ve görev dağılımı

Öğrencilerin işbirlikli öğrenme gruplarında çalışması amacıyla heterojen gruplar oluşturulur ve öğrencilerin proje görevindeki rolleri belirlenir.

3. Adım: Gerçek yaşam problemine ilişkin gerekli bilgilerin tartışılması ve toplanması

Bu aşamada gerçek yaşam problemine ilişkin bilgileri araştırılması ve düzenlenmesi yapılır. Araştırma hedeflerinin belirlenmesi, nelerin araştırılacağına karar verme,

araştırmaya başlama, araştırma sonuçlarının paylaşılması, sonuçların bir araya getirilmesi şeklinde belirtilen adımlar takip edilir (Selvi & Yıldırım, 2017, s. 223).

4. *Adım: Projeyi oluşturma*

Öğrenciler projelerinin tasarlanması için değerlendirme kriterlerine bağlı olarak gerekli malzemeleri belirler ve mühendislik tasarım süreçlerini takip ederek problemin çözümüne yönelik ürün tasarlar.

5. *Adım: Projeyi sunma*

Öğrenci grupları son haline karar verdikleri tasarımlarını diğer gruplarla paylaşır.

6. *Adım: Projeyi değerlendirme*

Öğrenci projelerini hem kendi hem de akran değerlendirme formuna göre değerlendirmeleri ve eksiklikleri tamamlamaları beklenir.

Hizmet öncesi öğretmen eğitiminde de projeye dayalı öğrenme yönteminin STEM eğitiminde kullanıldığı araştırmalar yapılmıştır. Kertil ve Gürel (2016) bütünleşik STEM eğitimi uygulamalarını, proje tabanlı öğrenme yöntemi ve matematiksel modelleme etkinlikleriyle bağlam ve içerik olarak desteklemiştir. Delen ve Uzun (2018); STEM eğitiminin kavramsallaştırılmasını sağlamak amacıyla, proje tabanlı STEM etkinlikleri çerçevesinde matematiksel modellemeyi bir köprü olarak kullanmıştır. Çalışma sonunda katılımcıların matematik ve fen bilimlerini entegre edebildikleri ancak bunu tasarımlara yansıtma ve bu sürece teknolojiyi ekleme noktasında zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Novak ve Wisdom (2018), proje tabanlı öğrenmeye göre 3 boyutlu yazıcı uygulamaları hazırlamışlardır. Araştırmanın sonucunda öğretmen adaylarının fen öğretimine yönelik kaygıları azalmış, fen öğretimi yeterliği, fene yönelik ilgileri ve teknoloji ve mühendislik tasarım fen standartlarında algılanan yeterlikleri gelişmiştir. Awad ve Barak (2018) STEM etkinliklerini proje tabanlı öğrenmeye göre hazırlamışlardır. Bulgular öğretmen adaylarının yeni konuyu başarıyla öğrendiğini ve dersi öğrenme konusunda motive olduklarını ortaya koymuştur. Fen ve teknoloji çalışmalarının entegrasyonu, öğrencilerin uygulamalı laboratuvar çalışmalarına katılması ve BIT araçlarının kullanılması anlamlı öğrenmeyi teşvik etmede önemli bir rol oynamıştır. Bununla birlikte, dersin proje tabanlı öğrenme bölümü görece daha az katkıda bulunmuştur.

Yapılan araştırmalara göre (Capraro ve diğerleri, 2014; Darling-Hammond, 2000; Darling-Hammond & Youngs, 2002): STEM’de projeye dayalı öğrenme yönteminin gerektirdiği becerilere sahip ve deneyimli öğretmenlerin, öğrencilerin daha iyi öğrenmesini sağladığı görülmüştür. Ancak bu süreci iyi bir şekilde yönlendiremeyen öğretmenlerin, öğrencilerin performanslarını olumsuz yönde etkilediği ifade edilmiştir.

2.7. ‘Öğretim tasarımı’, ‘Eğitim programı’, ‘Ders tasarımı’ ve ‘Ders İzlenesi’

Kavramları

Bu bölümde öğretim tasarımı, eğitim programı, ders tasarımı ve ders izlenesi geliştirme kavramlarının tanımları, temel özellikleri ve karşılaştırmalı olarak farklı yönleri açıklanmıştır.

Öğretim tasarımı kavramı, alanında birçok kavramla karıştırılmaktadır. Örneğin, “eğitimsel tasarımı” sözcüğü. Eğitim kavramı, özünde karmaşık ilişkiler barındıran, çok boyutlu bir olguyu içerir ve tümüyle tasarımlanamaz. Diğer taraftan öğretim tasarımı yalnızca öğrenmenin klavuzlanmasıyla ilgilendiği için önceden tasarımlanabilir ve bunun yapılması son derece yararlıdır (Şimşek, 2009, s. 1).

Benzer şekilde program geliştirme kavramı da öğretim tasarımı yerine kullanılabilir. Program geliştirme, neyin öğretileceğine karar verme sürecidir. Program geliştirme ile karar verilen konular öğretim tasarımında “nasıl daha iyi öğrenilir?” sorusu ile biçimlendirilmektedir (Akkoyunlu, Altun ve Yılmaz Soylu, 2008, s. 9). Eğitim programı, bir eğitim kurumunun çocuklar, gençler, yetişkinler için sağladığı ders içi ve ders dışı etkinliklerin tümünü içeren makro ölçekli bir çalışmadır. Öğretim tasarımı ise, herhangi bir eğitim programının kapsamında yer alan dersler, modüller, üniteler ya da konulara dönük öğrenme-öğretme süreçlerini içeren sistematik bir yaklaşımdır. Diğer bir deyişle program geliştirmeye oranla mikro ölçekli bir çalışmadır (Şimşek, 2009, s.3).

Reiguleth’e (1999) göre öğretim tasarımı, bir konunun etkili bir şekilde öğretilmesi için, öğretim materyallerinin nasıl tasarlanacağını öğrenme için gerekli olan zaman ve etkililik arasındaki oranın nasıl belirleneceğini ve öğrenmenin öğrenciler için nasıl ilgi çekici hale getirileceğini açıklamaktadır. Öğretim tasarımının amacı, öğrenmeyi daha verimli, etkili ve kolay hale getirmektir (Morrison, Ross & Kemp, 2012, s. 3). Öğretim tasarımı literatürde, süreç, disiplin, bilim, sistem yaklaşımı, performans problemleri vb. farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Ancak ilgili tanımlarda kullanılan kelimeler farklılaşsa da analiz,

tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme süreçleri sistem yaklaşımını temel alan öğretim tasarımı süreçlerinde yer almaktadır (Akkoyunlu, Altun & Yılmaz Soylu, 2008, s. 9).

Öğrenme-öğretme sürecinde birbirine karıştırılan kavramlar arasında ders tasarımı [course design] ve ders izlencesi tasarımı [syllabus design] de yer almaktadır. Skelton ve Willis'a (t.y) göre; ders ve ders izlencesi farklı kavramlar olarak algılansa da ayırt edilemez şekilde kullanılır. Ancak ders, bir dizi dersler anlamında kullanılırken ders izlencesi kavramı tek bir ders akışını daha az detaylı ve özet olarak sunmaktır. Diğer bir deyişle ders; ders rehberi, ders izlencesi ve bir belirleyiciye bağlı olarak farklı materyallerle kişiden kişiye değişiklik gösterebilir. Öğretmen, öğrencilerin ihtiyaçlarına bağlı olarak ders izlencesine göre dersin içeriğinde değişiklikler yapabilir. Kavramlar dikkate alındığında, bu araştırmanın amacına göre hizmet öncesi öğretmen eğitimi için bir STEM dersi tasarlanmıştır. Bu dersin tasarlanmasında ise eğitimsel tasarım araştırması yönteminin evreleri dikkate alınmıştır. 1990'ların başında eğitim araştırmaları bağlamında başlatılmış olan (Brown, 1992; Kelly, 2003) eğitimsel tasarım araştırması hibrit metodoloji olarak adlandırılmıştır (Kelly, Baek, Lesh, & Bannan-Ritland, 2008). ETA, gerçek eğitim ortamında karşılaşılan problemlere çözüm geliştirme sürecinde, hem kuramsal araştırmalardan yararlanan hem de kuramsal yapıya destek sağlayan döngüsel içerikli bir araştırma desenidir (Kelly, Lesh, & Baek, 2008; Majgaard, Misfeldt & Nielsen, 2011). ETA, programlar, öğrenme süreçleri ve çevreleri, öğrenme-öğretme materyalleri, ürünleri ve sistemleri gibi eğitsel bir yeniliğin ya da müdahalenin tasarlanması, geliştirilmesi ve değerlendirilmesinin sistematik bir yoludur (Plomp, 2013, s. 11).

2.8. Öğretmen Hazırlık Programlarında STEM Eğitimi

Yeni bir yaklaşım, yeni bir öğretim programı, mevcut öğretmenler için mesleki gelişim fırsatları ve okul öncesinden yükseköğretime kadar öğretmen hazırlık programlarında değişimler gerektirir (Wendt, Isbell, Fidan & Pittman, 2015). STEM bir eğitim reformudur (Bybee, 2013). Bu nedenle, eğitimde reform hareketlerinin uygulayıcısı olan öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının STEM eğitiminde yönelik bilgi ve becerilerinin olması önemlidir.

Öğretmen eğitimi programları, öğretmenleri STEM öğretimine nasıl hazırlıyorlar? Birçok ülkede öğretmen eğitimleri STEM alanlarında yetersiz bilgi ve deneyimler sunan, ağırlıklı

olarak matematik ve fen disiplinlerini içeren disiplin temelli alan ve yöntem dersleri odaklıdır (Epstein & Miller, 2011). Büyük olasılıkla STEM eğitimi uygulamak için sınıflarını yapılandırmaya çalışan fen ve matematik öğretmenleri kendi alanlarında uzman olabilecekler (Lederman & Lederman, 2013), ve dolayısıyla konu alanlarına özgü öğrenme hedeflerine odaklanacaklardır (English, 2015; Williams, 2011).

STEM eğitimi, geleneksel öğretmen merkezli eğitimden daha ilerlemeci, öğrenci merkezli ve deneyseldir. STEM disiplinleri, öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrendikleri yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğrenme çevresi oluşturmak için öğretmeni cesaretlendirir (Fioriello, 2010). Nitekim STEM eğitimi başarılı bir uygulanması için öğretmenlerin STEM eğitimi nasıl uygulayacakları son derece önemlidir (Vescio, Ross & Adams, 2008). Bütünleşik öğretmen eğitimi programı ile öğretmen adayları STEM eğitimi uygulamaları için gerekli olan bilgi, beceri ve inançlar bakımından yetiştirilirler. Böylelikle öğretmenler, öğrencilerin inovasyon yeteneklerini artırabilirler (Cuadra & Moreno, 2005; NRC, 2011).

Geleceğin STEM öğretmenlerinin, hizmet öncesi öğretmen eğitimi programlarında; (Lee & Nason, 2012, s. 34):

1. Hem disiplin içi hem de disiplinler arası STEM bilgisi;
2. STEM eğitim uygulamalarına temel oluşturmak için durumlu teorik bilgi
3. STEM'e karşı olumlu tutum ve eğilimlerinin gelişimi sağlanmalıdır.

Amerikan Ulusal Bilim ve Teknoloji Konseyi (NSTC, 2013) okul öncesinden yükseköğretime STEM öğretimi artırmanın yollarını gelecek araştırmalara yön veren öğretmen adayı eğitimi ve sürekli mesleki gelişimin sağlanması şeklinde önermiştir.

Başarılı bir uygulama için öğretmenlerin STEM eğitimi ihtiyaçlarına göre yeterlikleri geliştirilmelidir (Williams, 2011). Türk, Kalaycı ve Yamak (2018) çalışmalarında eğitim fakültelerindeki fen eğitimi lisans programları için önerilen STEM eğitiminin öğretim programı tasarımıyla yönelik ihtiyaç analizi yapmışlardır. Araştırmanın sonuçları, STEM öğretmenleri yaratıcı düşünme, teknolojiyi kullanma yeteneği, işbirlikli, öğrenmeye açık olma ve kendi alanı ile ilgili alanlarda bilgi sahibi olmak, kendi STEM alanında uzman olmak ve eğitimdeki gelişmeleri takip etmek gibi özelliklere sahip olmaları gerektiğini göstermiştir. Ayrıca STEM eğitime uygun ders planı hazırlama ve uygulama bilgi ve

becerisine sahip olmaları gerektiğinin altı çizilmiştir. Öğretmenlerin eğitim teknolojileri, alan bilgisi ve diğer STEM alanları hakkında temel bilgiler ve disiplinler arası bir yapıda bilim hakkında bilgi sahibi olmaları gibi gerekçelerden dolayı bütünleşik öğretim bilgilerinin olması gerektiği ifade edilmiştir.

STEM eğitiminin tanıtılması amacıyla öncelikle öğretmenlere eğitim verilmeli ve bu eğitimlerin içeriği öğretmen ve öğretmen adaylarında farkındalık oluşturacak nitelikte STEM'in yapısı ve işleyişi odaklı olmalıdır (Buyruk & Korkmaz, 2016; MEB, 2016). Fen bilimleri dersi öğretim programında yapılan değişiklikler ülkemiz için STEM eğitimi noktasında son derece önemlidir. Ancak programın uygulayıcısı olan öğretmen ve öğretmen adayları için ciddi bir hazırlık süreci gerektirmektedir. Nitekim Özdemir (2016)'e göre ülkemizde STEM eğitiminde öğretmenler yetiştirilirken öncelikle onlara STEM eğitimini tanıtmak amacıyla eğitim verilmeli ve bu eğitimlerde STEM nedir, nasıl olmalıdır gibi konulara değinilip öğretmenlerde farkındalık oluşturulmalıdır (Akgündüz, vd., 2015).

Geleceğin öğretmenlerini hazırlayan yöntem dersleri, bilim insanının bilimi nasıl yaptığı ile uyumlu, gelişmiş pedagoji derslerini içermelidir (NRC, 2012). Standart öğretmen eğitimi programları uygulamadan (Pedagojik Alan Uygulaması) ziyade teori (Alan veya Pedagojik) odaklıdır (Çorlu & Çorlu, 2010; Kartal, 2011). Yıldırım (2017) öğretmenlere yönelik STEM eğitimlerin kaliteli ve etkili bir şekilde verilmesinde STEM pedagojik alan bilgisi üzerinde durmuştur. Yıldırım (2017) STEM pedagojik alan bilgisinde, öğretmenlerin alan bilgisi, pedagoji bilgisi, bağlam bilgisi, 21. yy beceri bilgisi ve entegrasyon bilgisi üzerinde durulması gerektiğinden bahsetmiştir. Çünkü STEM eğitiminin etkin ve profesyonel şekilde verilmesinde bu alanlar önemli rol oynamaktadır.

Öğretmenlerin yalnızca kendi alanlarında öğretim bilgisine sahip olmaları ülkemiz için gerekli olan insan gücünü yetiştirmek için yeterli değildir (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Bir STEM öğretmeni kendi alanına ek olarak STEM alanlarında diğer bilgilere hâkim olmalıdır. Bu durum hem alan hem alan eğitiminde öğretmene STEM uygulama yeterliği kazandırır (Çorlu, 2014). Çorlu (2014), öğretmen eğitiminde çalışan araştırmacılara “bütünleşik öğretmenlik bilgisi” adında Shulman (1986), Hill, Schilling ve Ball (2004) ve yazarın doktora çalışmalarına (Çorlu, 2012) dayanan bir model önermiştir. Modele göre STEM öğretmeni:

- Kendi alanlarında uzman seviyesinde alan bilgisine sahiptir.
- Kendi alanlarında uzman seviyesinde pedagojik alan bilgisine (alan eğitimi) sahiptir.
- Kendi uzmanlık alanı dışında bir başka STEM alanında gelişen bir bilgiye sahiptir. Bu gelişen bilgi hem alan hem de pedagojik alan bilgisi ile öğretmene etkin bir STEM uygulayıcısı yetisi kazandırır.
- STEM öğretmeni alanına özgü gelişen bilgileri, meslektaşları ile paylaşımlarda bulunarak geliştirir. Bu paylaşımlar sonucu okullarda mesleki öğrenme toplulukları oluşur, zümreler arası işbirliği geliştirilir.

Yıldırım (2018) ise STEM eğitim raporunda, öğretmenlerin STEM eğitime hazırlık sürecini köy enstitülerinden esinlenerek STEM öğretmen enstitüleri eğitim modeline göre yapılandırmıştır. Köy enstitülerinin kuruluş amaçları STEM eğitimi açısından değerlendirildiğinde benzer süreçleri içerdiği görülmüştür. Köy enstitülerinde bireylerin farklı alanlarda donanımlı olmaları için onları yetiştirecek öğretmenlerin de disiplinler arası bilgiye sahip olmaları gerekmektedir. Ayrıca bilgilerin günlük yaşamla ilişkili olması diğer bir deyişle teorik bilgilerin günlük yaşamda uygulanabilir olması söz konusudur. Disiplinler arası çalışan, endüstri 5,0'a hâkim, algoritma ve yazılım konusunda iyi seviyede olan, mühendislik bilgi ve becerisine sahip bir öğretmen kuşağı yetiştirmek amacıyla STEM öğretmen enstitüleri eğitim modeli önerilmiştir. Bu model öncelikle öğretmeni eğiten sonrasında ise tecrübeli öğretmenlerin diğer öğretmenlere rehber olması ile öğrencilerin aktif olduğu bir öğrenme sürecinde bilgiyi uygulamasını sağlamaktadır. Modelle birlikte öğrenciler sanayi ve ticaretle bağlantılı bir eğitim anlayışında teknolojiyi üreten konumdadırlar. Ayrıca öğrenciler STEM disiplinlerinin yanı sıra sanatsal faaliyetlere ilişkin bilgi ve beceriler de kazanmaktadırlar (Yıldırım, 2018). Sonuç olarak, Yıldırım (2018) tarafından hazırlanan rapor STEM öğretmenlerinin hazırlık sürecini içermesi yönüyle son derece önemlidir.

Öğretmenlerin STEM eğitimini fen sınıflarına taşıyabilmeleri için hizmet öncesi eğitimin önemi aşîkârdır (Bozkurt Altan, Yamak & Buluş Kırıkkaya, 2016). Fen derslerine mühendislik uygulamalarını dâhil etmek için öğretmenler tasarım, bilimsel araştırma süreci, çeşitli materyallerin sınıfta kullanımı, ders içeriğini gerçek hayatla ilişkilendirme ve mühendislik tasarım süreciyle laboratuvar deneylerini birleştirme gibi yeterliklere sahip olmalıdır (NRC, 2012).

Yenilikçi ve bütünleşik düşünmeye teşvik eden STEM eğitimini kolaylaştıracak matematik ve fen öğretmenleri yetiştirilirse Türkiye’de STEM eğitimindeki yenilikler başarılı olabilir (Çorlu, 2012). Öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik becerilerini artırmak için gerek hizmet içi gerek eğitim fakültelerinde alacağı derslerle mesleki gelişim fırsatları sunulmalıdır. Bu konuda ilk girişimleri, Hacettepe Üniversitesi ve İstanbul Aydın Üniversitesi, öğrenci ve öğretmenlerin ulaşabileceği STEM merkezleri açarak yapmışlardır (Akgündüz vd., 2016).

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırma modeli, araştırma katılımcıları, veri toplama araçları ve veri analizlerine ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada Özel Öğretim Yöntemleri dersi kapsamında fen bilgisi öğretmen adaylarına STEM eğitim yaklaşımının kuramsal temelleri ve uygulamalarına dayalı bir tasarım geliştirilerek bu tasarıma göre eğitim vermek ve öğrenme- öğretme sürecinin öğretmen adaylarına yansımalarını değerlendirmek amacıyla Eğitimsel Tasarım Araştırması (ETA) [Educational Design Research] yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Nitel yöntemlerin yetersiz kaldığı durumlarda kullanılmak üzere ortaya çıkan tasarım araştırmalarının getirdiği yenilikler; öğretme-öğrenme ile ilgili kuramların somutlaştırılmasına, kuram, tasarım ve uygulama arasındaki ilişkinin anlaşılmasına yardımcı olur (Kuzu, Çankaya & Mısırlı, 2011). Tasarım araştırmaları, Brown (1992) ve Collins'in (1992) öncülüğünde "Tasarım deneyleri" adı altında bir araştırma metodolojisi olarak sınıflandırılmıştır. Son yirmi yılda terminoloji ve taksonomide gelişmeler yaşanmış ve deneysel araştırmalarla karışıklığa sebep olmaması için deney tanımı kullanımını kaybetmiş ve çok yöntemli bir yaklaşım olarak görülmüştür (MacKellar, 2010).

Tasarım tabanlı araştırma, gerçek dünya ortamlarında araştırmacılar ve uygulayıcılar arasındaki işbirliğine dayanan ve bağlamsal olarak hassas tasarım ilkeleri ve teorilerine yol açan, tekrarlı analiz, tasarım, geliştirme ve uygulama yoluyla eğitim uygulamalarını iyileştirmeyi amaçlayan sistematik ama esnek bir metodolojidir (Wang & Hannafin, 2005).

Tasarım araştırmalarının öncüleri, bu çalışmaların verimli bir ereve ortaya çıkartılabileceğini iddia etmektedirler: Disiplinler arası bilgi anlayışımızı geliştirme, yeni araştırma teknikleri için uygun koşulların sağlanması, öğrenme çevreleri tasarlama becerilerimizi geliştirme veya daha iyi lme araçları oluştırmaya öncölük etme gibi mevcut ve gelecek çalışmalara öncölük edecek nitelikte zellikler. Bu hedeflerin tam olarak yerine getirilmesi durumunda, tasarım çalışmaları; gevşek bir yöntem setinden bir metodolojiye kadar gelişir. Nitekim yöntem bir işlem, süreç, izlenecek adımlar kümesidir (Kelly, 2004).

1990'ların başında eğitim araştırmaları bağlamında başlatılmış olan (Brown, 1992; Kelly, 2003) eğitimsel tasarım araştırması hibrit metodoloji olarak adlandırılmıştır (Kelly, Baek, Lesh, & Bannan-Ritland, 2008). Tasarım tabanlı araştırmalar nicel ve nitel yöntemler arasındaki ayrıma nispeten ne tam olarak pozitivist ne de tam olarak yorumlayıcı bir paradigmaya dayanmaktadır (Abdallah & Wegerif, 2014). Tasarım tabanlı araştırmalar, araştırma sürecine rehberlik eden araştırmanın problemi ve amaçlarına göre pragmatist felsefenin temel fikirlerini yansıtmaktadır (MacKellar, 2010; Juuti ve Lavonen, 2006; Abdallah & Wegerif, 2014, s. 4).

Juuti ve Lavonen (2006) araştırmalarında bir araştırma yaklaşımı olarak ortaya çıkan tasarım temelli araştırmaların açıklığa kavuşturulması gerektiğini ifade etmiştir. Ayrıca tasarım tabanlı araştırmanın üç temel özelliğini şu şekilde sıralamışlardır: (a) Bir tasarım süreci özünde tekrarlı bir süreçtir; (b) tasarım temelli araştırmanın amacı, öğretmenlerin ve öğrencilerin daha anlaşılır (ğrenmeye yol açacak şekilde) davranmalarına (ğretme ve çalışma) yardımcı olacak bir eser geliştirmek; (c) tasarım temelli araştırma, fen ğretimi ve öğrenimi hakkında yeni bilgiler verir. Diğer bir deyişle; tasarım tabanlı araştırma yaklaşımı, yeni olguları araştırmak için bir olasılık sunar. Tasarımcılar, olguları laboratuarda değil, öğretmenler ve öğrencilerle birlikte gerçek sınıf ortamlarında tasarlanmış bir eserle yorumlar. Böylece, araştırmacılar öğretme ve öğrenmeyi geliştirmek için eğitim yaklaşımına katılırlar (Juuti & Lavonen, 2006).

Tasarım tabanlı araştırmalar benzer yaklaşım ve metodolojilerle (deneysel tasarım, gelişimsel araştırma, eylem araştırması ve biçimlendirici değerlendirme) karşılaştırıldığında aynı araştırma sorularını / problemini ele almakta ancak tasarım tabanlı araştırmalar farklıdır (Abdallah & Wegerif, 2014). Bu yaklaşımları birbirine bağlayan

ortak bir zemin olabilir (örneğin; eğitim uygulamalarını geliştirmeyi hedefleme veya çözümü olmayan karmaşık bir problemten başlama) ancak tasarım tabanlı araştırmalar kendine özgü özelliklere sahip farklı bir yaklaşımdır. Böylece, aynı eğitim problemleri tasarım tabanlı araştırma perspektifinden tekrar ele alınabilir (Abdallah & Wegerif, 2014).

ETA, gerçek eğitim ortamında karşılaşılan problemlere çözüm geliştirme sürecinde, hem kuramsal araştırmalardan yararlanan hem de kuramsal yapıya destek sağlayan döngüsel içerikli bir araştırma desenidir (Kelly, Lesh, & Baek, 2008; Majgaard, Misfeldt, & Nielsen, 2011). ETA, programlar, öğrenme süreçleri ve çevreleri, öğrenme-öğretme materyalleri, ürünleri ve sistemleri gibi eğitsel bir yeniliğin ya da müdahalenin tasarlanması, geliştirilmesi ve değerlendirilmesinin sistematik bir yoludur (Plomp, 2013, s. 11). Tasarım araştırmaları karmaşık eğitsel problemlere yönelik olarak programlar, öğrenme-öğretme stratejileri, materyaller, ürün ve sistemler gibi müdahalelerin tasarlanması ve geliştirilmesinin yanı sıra bu uygulamaların özelliklerine, tasarlanma ve geliştirilme süreçlerine yönelik bilgi edinilmesini sağlarlar (Plomp, 2013, s. 15). Bu tür bir tasarım araştırması, eğitsel uygulamaların sistematik analizi, geliştirilmesi ve değerlendirilmesi olarak belirlenir (Plomp, 2013).

ETA, farklı özellik ve amaçlara göre çeşitlenen tasarım araştırmaları şemsiyesi altında bir tür olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu şemsiyenin altında örneğin; tasarım deneyleri (Cobb, Confrey, diSessa, Lehrere & Schauble, 2003); tasarım çalışmaları (Walker, 2006); tasarım tabanlı araştırma (Design Based Research Collective, 2003); gelişimsel araştırmalar (Van Der Akker, 1999) gibi farklı tasarım araştırmaları yer almaktadır. Tasarım araştırmaları farklı isimlerle anılsa da genel olarak ön hazırlık aşaması, geliştirme veya prototip ve değerlendirme olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır (Nieveen & Folmer, 2013; Plomp, 2013).

Ön araştırma evresi; araştırmanın teorik veya kavramsal çerçevesinin gelişimi, literatür tarama, geçici tasarım ilkeleri, ihtiyaç ve bağlam analizi süreçlerini içermektedir (Plomp, 2013). Bu aşamada belirtilen süreçlerin sistematik analizi ile kavramsal bir çerçeve belirlenir. Ayrıca bir sorunu çözmek veya bir müdahale geliştirmek için taslak tasarım ilkeleri oluşturulur. Böylelikle farklı bağlamlarda gerçekleştirilen mevcut müdahaleleri araştırmak, araştırma problemi için faydalı örnekler ve kaynaklar olarak ilham kaynağı kabul edilebilir (Plomp, 2013).

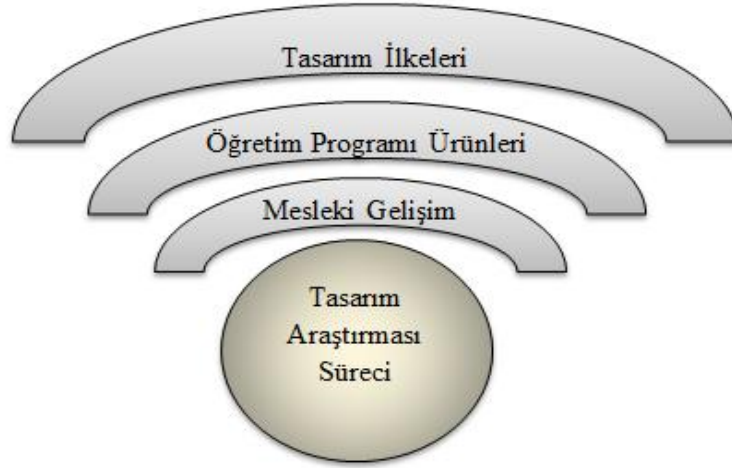
Geliştirme veya Prototip evresi; analiz, tasarım ve biçimlendirici değerlendirmeleri içeren bir döngü-iyileştirme sonucunda tam bir müdahale ve nihai tasarım ilkelerine ulaştıran aşamadır (Nieveen & Folmer, 2013). Bu aşamada birçok prototipin geliştirilmesi, değerlendirilmesi ve gözden geçirilmesi süreci yinelenir. Böylelikle geliştirilmekte olan eğitim müdahalesi ve beraberinde ortaya çıkan tasarım ilkeleri her bir döngüde yeniden gözden geçirilerek geliştirilir. Prototip belirli kriterleri sağlayıncaya ve eksiksiz oluncaya kadar bu aşama devam eder (McKenney & Van den Akker, 2005; Nieveen & Folmer, 2013).

Değerlendirme evresi; Son olarak bu aşamada çözümün veya müdahalenin belirlenen özellikleri karşılayıp karşılamadığı özetleyici (summatif) olarak değerlendirilir. Genellikle müdahalenin geliştirilmesi amacıyla öneriler sunduğu için yarı summatif olarak adlandırmaktadır (Plomp, 2013). Bu aşama genel olarak belirlenen bir öğrenme ortamında hedef kitleye fiili olarak uygulanan müdahalenin etkililiğinin belirlenmesi sürecinden oluşur. Bu noktada katılımcılar, hedef öğrencilerden araştırmanın paydaşlarına kadar değişebilir.

Bu araştırma kapsamında ETA, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM öğretimlerine yönelik bilgi ve becerilerini geliştirmek amacıyla bir STEM eğitimi dersi tasarlamak ve geliştirmek amacıyla kullanılmıştır. Nitekim ETA, bir araştırmanın sırasıyla tasarlanması ve uygulanması süreçlerini içermektedir (Design-Based Research Collective, 2003; Wang & Hannafin, 2005). Benzer şekilde Brown'a göre (1992) ETA, öğretimsel strateji ve araçların sistematik olarak tasarımı kapsamında öğrenmeyi ele alan yeni bir yaklaşımdır. ETA'nın en önemli özelliği bir yenilik (yeni bir öğrenme ortamı, yeni bir eğitim uygulaması, yeni bir kuram) üretiminde kullanılıyor olmasıdır (Kuzu vd., 2011).

Cobb, Confrey, Disessa, Lehrer ve Schauble (2003) göre; tasarım araştırmaları kurama rehberlik eder, öğretimsel tasarımın gelişmesine katkıda bulunur ve yeni tasarım olanaklarını ortaya çıkarır. Tasarım araştırmalarında araştırmacı, araştırmayı katılımcılarla birlikte yürütür ve araştırma süreçlerinin önemli bir parçasıdır (Cobb vd., 2003). Tasarım tabanlı araştırmanın bilimsel çıktılar ve tasarlanan ürünler olmak üzere iki değerli çıktısı olmaktadır (Herrington, McKenney, Reeves & Olives, 2007). Benzer bir durum Şekil 3.1 de ifade edildiği gibi tasarım araştırmalarında tasarım ilkeleri, öğretim programı ürünleri ve mesleki gelişim olmak üzere 3 temel çıktı söz konusudur. Bu aşamalar içerisinde

tasarım ilkeleri olarak ifade edilen bilgi üretimi, okullar ve eğitim toplulukları için değerli öğretim programı ürünleri veya programlar, katılımcılar için mesleki gelişim fırsatları sağlanmaktadır (McKenney, Nieveen, Van Den Akker, 2006).

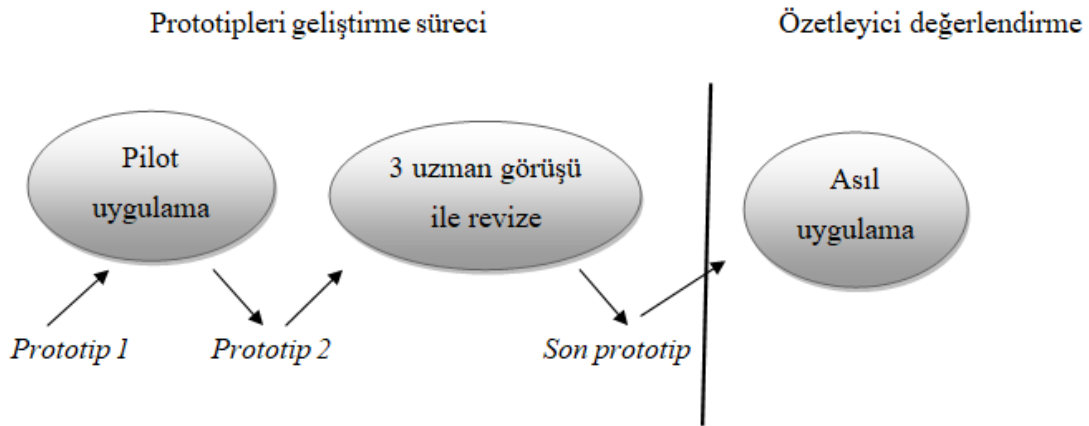


Şekil 3.1. Tasarım araştırmasının üç temel çıktısı. McKenney, S., Nieveen, N., & Van den Akker, J. (2006). Design research from a curriculum perspective. In J. V. D. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 67–90). New York: Routledge.

Tasarım araştırmalarının temel çıktısı olan tasarım ilkeleri (McKenney, Nieveen, & Van den Akker, 2006) bu araştırmada, STEM ders tasarımının çalışan süreci ve özellikleri hakkında detayları barındıran iyi ifade edilmiş bilimsel çıktılardır (Herrington, McKenney, Reeves & Olives, 2007; Nieveen, 2013; Van den Akker, 1999). Bu araştırmanın öğretim programı ürünleri (McKenney, Nieveen, & Van den Akker, 2006) ise öğretmen adaylarının STEM öğretimlerine yönelik bilgi ve becerilerini artırmak için hazırlanan STEM ders planları, öğretmen adaylarının hazırladıkları STEM ders planları ve etkinlikleridir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının çalışmaya aktif katılımları ve işbirliği ile mesleki gelişimlerinin (McKenney, Nieveen, & Van den Akker, 2006) sağlanması ise bir diğer çıktıdır.

3.2. Araştırmanın Evreleri

Öğretmen adaylarına yönelik STEM dersi tasarlamak ve geliştirmek için araştırma, farklı iki grupta birer dönemlik peryotlar içerisinde gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte biçimlendirici değerlendirmeler yapılarak nelerin uygun olduğu nelerin uygun olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu şekilde tasarımın, uygulanabilirliği ve etkililiğinin test edilmesi için bazı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma genel olarak üç evreden oluşacak şekilde tasarlanmıştır. Ön hazırlık aşamasında öğretmen adaylarının STEM öğretimine yönelik ihtiyaçları belirlenmiş ve bu ihtiyaca ilişkin tasarımın dayandığı ilkeler literatürden derlenmiştir. Ayrıca öğretmen adayı eğitimindeki STEM odaklı araştırmalar incelenerek öğretmen adaylarının STEM öğretimine yönelik ne tür bilgi ve becerilere ihtiyaçlarının olduğu analiz edilmiştir. Bu işlemlerin ardından beş STEM eğitimi uzmanına, öğretmen adaylarının STEM eğitimi ihtiyaçlarını belirlemeye yönelik bir form geliştirilerek gönderilmiştir. Bu form aracılığıyla uzmanlar öğretmen adaylarının STEM öğretimine yönelik ihtiyaçlarını belirlemeyi amaçlayan maddeleri puanlayarak geri dönütlerde bulunmuşlardır. Böylelikle öğretmen adaylarının mesleki yaşamlarında STEM eğitim yaklaşımını kullanabilmeleri için gerekli STEM'in teorik ve kuramsal yapısı, STEM öğrenme-öğretme yaklaşımları ve STEM'de ölçme ve değerlendirmeye yönelik içerikler tasarımın dayandığı ilkeler olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.2. Prototipleme aşamaları

Prototipleme aşamasında, tekrarlı olarak birçok prototip geliştirilir, değerlendirilir ve gözden geçirilir. ETA bağlamında bu döngüler, tasarım ve tasarım ilkelerinin geliştirilmesini sağlamaktadır (Nieveen & Folmer, 2013). Başlangıçtaki tasarım ilkelerine bağlı olarak ilk prototip oluşturulur. Sonraki prototipler, biçimlendirici değerlendirmelere bağlı olarak sürekli bir değişime uğrar ve tasarımı geliştirmek için bu değerlendirmelere dayalı olarak prototipler oluşturulur. Bu araştırma kapsamında ise ilgili literatür ve eğitim ihtiyaçlarına göre öğretmen adaylarına STEM öğretimi bilgi ve becerilerini kazandırmaya dönük STEM ders tasarımı hazırlanmıştır. İlk döngüde tasarlanan STEM öğretim içeriğinin (prototip 1), Özel öğretim yöntemleri I dersini alan A ve B gruplarına pilot çalışması yapılmıştır. Pilot uygulamada öğretmen adaylarını gözlemleme ve onlardan alınan derin düşünme yazıları ile STEM öğretim içeriğinde biçimlendirici değerlendirmelerle gerekli düzenlemeler (prototip 2) yapılmıştır. Gözden geçirilen STEM öğretim içeriği, fen ve STEM eğitimi alanlarında çalışan iki uzmana, bir STEM eğitimi alanında doktora yapan fen bilimleri öğretmenine, bir program geliştirme uzmanına ve bir ölçme-değerlendirme uzmanına gönderilerek biçimlendirici değerlendirmeler ile son düzenlemeler yapılmıştır (son prototip).

Böylelikle prototip aşamasında, prototipi yeniden tasarlama, geliştirme ve analiz etmek için mikro döngüler içeren iki döngü-iyileştirme sonucunda tam bir STEM ders tasarımına ulaşıldığı varsayılmaktadır. Ayrıca bu aşamada, STEM ders tasarımı içeriğinde yer alan etkinlik ve ders planları oluşturulmuştur. Alan uzmanları görüşlerine ve pilot uygulamaya göre gözden geçirilen etkinlik ve ders planlarında gerekli görülen kısımlar tekrar tasarlanmıştır. STEM ders tasarımının etkililiğini değerlendirmek amacıyla bazı veri toplama araçları tasarlanarak uzman görüşlerine sunulmuştur. Uzmanlardan alınan önerilere göre veri toplama araçları revize edilerek nihai halini almıştır.

Son olarak değerlendirme aşamasında Öğretim teknolojileri ve materyal tasarım dersinde, öğretmen adaylarına STEM ders tasarımı veri toplama araçları sayesinde etkililiği araştırılmıştır. Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersi; tasarım, teknoloji ve bilimi içermesi ve öğretime yönelik bir ders olması sebebiyle tercih edilmiştir. Ayrıca belirtilen gerekçelerden dolayı daha kolay STEM öğretimi sağlamaktadır. STEM ders tasarımına ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

Tasarımın etkililiğini belirlemek nihai amaçtır ancak bu araştırmada kaliteli bir STEM ders tasarımına ulaşmak için Nieveen (1999) tarafından belirlenen ilgililik, tutarlılık, uygulanabilirlik ve etkililik şeklinde adlandırılan dört kriter dikkate alınmıştır. Bu araştırmanın ön hazırlık aşamasında, literatür taraması, ihtiyaç analizi, fen bilimleri dersi öğretim programının analizi sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM öğretimine yönelik ihtiyaçlarının olduğu ortaya çıkmıştır. Dahası literatür tarama, fen bilimleri dersi öğretim programı, STEM eğitimiyle ilgili ulusal-uluslararası raporlar, araştırmacının deneyimleri, alan uzmanları ile tartışma sonucunda bilimsel bilgilere dayalı tasarım ilkeleri türünde mantıklı bir çerçeve ortaya çıkmıştır (Nieveen & Folmer, 2013; Plomp & Nieveen, 2013). Bu esaslar uygulamanın kapsam geçerliliğini sağlayan ilgililik ve yapı geçerliğini sağlayan tutarlılık kriterini karşılamaktadır. Prototipleme aşamasında ise STEM ders tasarımının, öğretmen adayı eğitiminde kullanılabilirliği öğretmen adaylarına uygulanarak değerlendirilmiştir. STEM ders tasarımı optimize edilmeye çalışılmıştır. Modifikasyonlar yapılırken STEM ders tasarımının, öğretmen adaylarının STEM öğretimi ihtiyaçlarına bağlı olarak beklenen çıktılara ulaşıp ulaşılamayacağı belirlenerek etkililiği araştırılmıştır. Özetle gelişim sürekli devam etmiş ve asıl uygulama ortamlarındaki etkililik bu aşamalar yardımıyla değerlendirilmiştir (Van den Akker vd., 2006; Clark, 2013).

Tablo 3.1

Kaliteli Bir Uygulama İçin Dört Kriter Bakımından Araştırmanın Özeti.

Aşama	Kriter
Ön hazırlık aşaması	İlgililik ve tutarlılık
Prototipleme aşaması ve Değerlendirme aşaması	Uygulanabilirlik ve etkililik

Nieveen, N. (1999). *Prototyping to reach product quality. In Design approaches and tools in education and training (pp. 125-135). Springer Netherlands.*

1. Evre	2. Aşama	3. Aşama
Ön araştırma evresi	Prototip evresi	Değerlendirme evresi
Odak → İlgililik	→ Tutarlılık → Uygulanabilirlik	→ Etkililik
Literatür taraması Kuramsal Çerçeve Öğretim programı İhtiyaç analizi Tasarımın dayandığı ilkeler Veri toplama araçları Etkinlik planlaması	STEM ders tasarımı revizyon Alan uzmanı görüşü, pilot uygulama Veri toplama araçlarının tasarlanması revizyon Alan uzmanı görüşü	Öğretim sürecinde uygulama ve değerlendirme revizyon Veri toplama araçları
Aşama çıktıları Eğitim ihtiyaçları Etkinlik ve ders planları Veri toplama aracı taslakları	Aşama çıktıları STEM ders tasarımı Veri toplama araçları (STEM eğitimi ön bilgi formu, öğretmen adayı bilgi formu, STEM eğitimi öz değerlendirme ve akran değerlendirme formu, STEM ders planı değerlendirme formu, görüşme formu, derin düşünme formu)	Aşama çıktıları STEM ders tasarımı

A. S. 1. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM öğretimi konusunda kazanmaları gereken bilgi ve beceriler nelerdir? A. S. 2. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM öğretimi konusundaki bilgi ve becerilerini arttırmak için yapılacak etkinlikler ne gibi özelliklere sahip olmalıdır?	B. 1. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM öğretimi konusunda kazanmaları gereken bilgi ve beceriler nelerdir? B. S. 2. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM öğretimi konusundaki bilgi ve becerilerini arttırmak için yapılacak etkinlikler ne gibi özelliklere sahip olmalıdır?	A. S. 3. STEM öğretimi bilgi ve becerilerini geliştirmek için hazırlanan Öğretim Materyali Tasarımı odaklı etkinliklerin fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM öğretimi bilgi ve becerilerini attırmadaki etkililiği (planlama, uygulama ve değerlendirme boyutlarında) nasıldır? A. S. 4. Eğitim tasarımı araştırması yöntemine dayalı olarak yürütülen Öğretim Materyali Tasarımı odaklı STEM öğretimi etkinliklerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitimindeki etkililiği nasıldır?
Araştırma sorusu: “Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının eğitime yönelik STEM öğretim tasarımı nasıl olmalıdır ve bu tasarımın öğrenme sürecine katkıları nelerdir?”		

Şekil 3.3. STEM ders tasarımı geliştirme süreci şematik gösterimi

3.2.1. Ön Araştırma Evresi

Ön araştırma evresi, var olan durumu anlamak ve kuramsal çerçeveyi belirlemek amacıyla gerekli ve önemli bir adımdır (Clark, 2013). Bu araştırmada gerçek yaşamda var olan problemi anlayabilmek için ihtiyaç analizi gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının STEM öğretimine yönelik sahip olmaları gereken bilgi ve beceriler noktasında öğretmen eğitiminde STEM odaklı araştırmalar incelenmiştir (Adams, Miller, Saul & Pegg, 2014; Akaygün & Aslantutak, 2016; Çınar, Pırasa, Uzun & Erenler, 2016; Pinnell, Rowly, Preiss, Franco Blust & Beach, 2013; Radloff & Guzey, 2017; Yıldırım Şahin & Tabaru, 2017; Yıldırım, 2018; Yıldırım & Selvi, 2016; Çorlu, 2014). Öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM öğretimine yönelik mesleki gelişimlerini sağlamaya dönük araştırmalar incelenerek konu hakkında detaylı ve bilimsel bir çerçeve oluşturulmaya çalışılmıştır. Ayrıca ulusal ve uluslararası araştırma raporları da ihtiyaç analizi için değerlendirmeye alınmıştır (NAE & NRC, 2014; STEM eğitimi Türkiye raporu, 2015; TÜSİAD, 2014). İlgili alan yazın incelemelerinin ardından güncellenen fen bilimleri dersi öğretim programında STEM eğitimi çatısı altında yapılan değişiklikler incelenmiştir. Son olarak alan uzmanlarına STEM eğitimi ihtiyaç analizi formu gönderilerek, öğretmen adaylarının STEM öğretimine yönelik ihtiyaçları sorulmuştur.

Ön araştırma evresinde, STEM öğretiminde kullanılacak etkinlik ve ders planlarına ilişkin taslaklar oluşturulmuştur. 21. yy evi tasarlama bağlamında altı STEM etkinliği oluşturulmuştur. Etkinlikler basit araç-gereçlerle hands-on ve dijital araçları içerecek şekilde tasarlanmıştır. Tasarlanan etkinlikler STEM’de 5E öğretim modeli, probleme ve projeye dayalı öğrenme yöntemlerine göre üç farklı ders planına yansıtılmıştır. Ayrıca bu ders planlarında farklı yöntem ve teknikler de kullanılmıştır. Tasarlanan diğer üç etkinliğin ise öğretmen adayları tarafından STEM’de 5E öğretim modeli, probleme ve projeye dayalı öğrenme yöntemlerine göre ders planlarına yansıtılmaları istenmiştir. Son olarak öğretmen adayları fen bilimleri dersi öğretim programından belirledikleri bir kazanım, gerçek yaşam problemi veya ihtiyaca göre STEM etkinliği tasarlayarak STEM’de projeye dayalı öğrenme yöntemine göre ders planlarına yansıtmışlardır. Sınıf içerisinde ders planları ve etkinliklerin sunumlarını gerçekleştiren öğretmen adayları araştırmacı ve akranlarının önerilerine göre düzeltmeler yapmışlardır.

3.2.2. Prototip Evresi

Ön araştırma evresindeki bulgulara göre prototipler oluşturma süresince STEM ders tasarımı geliştirilmiştir. Prototipleme, tasarım ürünlerinin sistematik olarak değerlendirmesi ve gözden geçirilmesi yoluyla var olan probleme çözüm getirme sürecidir (McKenney, Nieveen & Van den Akker, 2006). Bu araştırmanın prototip evresi, öğretmen adayları, uzmanlar, araştırmacılar arasındaki işbirliği sonucunda STEM ders tasarımının dayandığı ilkelere bağlı olarak STEM ders tasarımını geliştirme sürecini yansıtmaktadır. Aşağıda prototip evresinin alt aşamalarında, STEM ders tasarımının dayandığı ilkelere düzenlemeler yapılarak STEM ders tasarımının uygulanabilirliği ve etkililiği belirlenmiştir.

3.2.2.1. Prototip 1 ve Pilot Çalışma

Ön araştırma evresinde belirlenen STEM ders tasarımının dayandığı ilkelere göre şekillenen STEM ders tasarımı Prototip 1 olarak belirlenmiştir. Prototip 1, Tablo 3.2.'de belirtilen 14 haftaya göre planlanmış ders içeriklerinden oluşmaktadır. Pilot uygulamanın gerçekleştirilmesi için gerekli araştırma izinleri alınmıştır (Ek 1). STEM ders tasarımı; İç Anadolu bölgesinde bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinde fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören 20 kişilik A ve B gruplarından oluşan 3. Sınıf öğrencilerine Özel Öğretim Yöntemleri-I dersinde 2017/2018 bahar dönemi boyunca pilot uygulama sürecinde değerlendirilmiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarına STEM öğretimi bilgi ve becerileri kazandırmaya dönük hazırlanmış STEM ders tasarımı, anlaşılabilirlik, uygulanabilirlik ve uygunluk açısından araştırmacı tarafından sürekli revize edilmiştir. Bu süreçte araştırmacı, hem uygulayıcı hem de gözlemci olarak çoklu bir role sahiptir. Böylelikle STEM ders tasarımının uygulanabilirliğine ilişkin güçlü ve zayıf noktalarını birinci gözden görebilme ve anında düzeltme imkânına ulaşılmıştır (Patton, 1990; McKenzie, Nieveen & Van den Akker, 2006). Bunun yanı sıra dönem boyunca STEM ders tasarımının içeriğinde revize gerektiren noktaları ve öğretmen eğitimi programlarında kullanımı hakkındaki öğretmen adaylarının yorumları hafta hafta alınmıştır. Araştırmacı süreç boyunca gözlemler yapmış ve bir günlük tutarak revize edilmesi gereken noktalar, öğretmen adaylarının yazılı olmayan olumlu ya da olumsuz tepkileri, zorluk çektiği durumlar gibi hususları not etmiştir.

3.2.2.2. Prototip 2 ve Uzman Görüşleri

Prototip 1'den elde edilen verilere göre geliştirilen STEM ders tasarımı ve dayandığı ilkeler ile prototip 2 elde edilmiştir. Ardından prototip 2 formundaki STEM ders tasarımı ve dayandığı ilkeler hakkında STEM eğitimi alanında çalışan iki fen bilgisi eğitimi uzmanına, bir STEM eğitimi alanında doktora yapan fen bilimleri öğretmenine, bir program geliştirme uzmanı gönderilerek bireysel olarak görüşleri alınmıştır. Öğretmen adaylarına STEM öğretimi bilgi ve becerileri kazandırmayı amaçlayan ders tasarımının aşağıdaki boyutlarına göre uzmanlardan STEM ders tasarımının fen bilgisi öğretmen adayları için uygunluğu, öğretmen adayı eğitiminde kullanılabilirliği ve STEM etkinlik-ders planlarının karakteristik özellikleri bakımından değerlendirmeleri istenmiştir:

- STEM ders tasarımının ders içeriği
- Haftalara göre ayrılmış içeriğin süreye uygunluğu
- Önerilen ders kitapları
- Yardımcı kaynaklar
- Dersin yürütülmesinde takip edilecek yöntem-teknikler
- Öğretmen adaylarının performanslarını değerlendirme
- STEM etkinlikleri belirleme
- STEM etkinliklerine göre ders planları hazırlama.

Bütün bu kriterlere göre uzmanlar tarafından değerlendirilen STEM ders tasarımına ilişkin gerekli düzeltmeler yapılarak son prototip oluşturulmuştur.

3.2.3. Değerlendirme Evresi

Bu evrede döngüsel bir süreçte geliştirilen STEM ders tasarımının etkililiğini belirlemek amacıyla 2018/2019 eğitim-öğretim yılı güz döneminde fen bilgisi öğretmenliği 3. Sınıf öğrencilerine Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinde uygulanmıştır. Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinin seçilme nedeni; içerisinde teknolojiyi barındırması ve tasarım odaklı olmasındandır. Ayrıca fen bilgisi öğretmen adaylarına yapılan bir uygulama olduğu için feni ve ayrıca matematiği entegre ederek STEM eğitimi için bir çevre oluşturulmuştur. Araştırmacı bu aşamada öğretmen adaylarına uyguladığı veri toplama araçlarının analizi sonucunda ders tasarımının daha iyi hale getirilmesi için düşüncelerini ve deneyimlerini paylaşmıştır. Bu süreçte hem öğretmen adaylarının

deneyimleri hem de araştırmacının gözlemleri ders tasarımının iyileştirilmesini sağlamıştır. 3. Sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının seçilme nedeni ise 4. Sınıf öğrencilerine bir önceki dönem pilot uygulamanın yapılmış olmasındandır.

3.2.3.1. Katılımcılar

Bu bölümde eğitimsel tasarım araştırmasına göre yürütülen bu araştırmanın değerlendirme evresindeki uygulamanın katılımcı bilgileri sunulmuştur. Araştırmacı, gruplara araştırmanın konusu, amacı ve kendilerinden neler istendiğini açıklayarak araştırmaya gönüllü olarak katılmak isteyenlerin Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinde B grubunda toplanmasını sağlamıştır. Katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin bilgiler Tablo 3.2’de özetlenmiştir.

Tablo 3.2.

Katılımcıların genel özellikleri

Grup isimleri	Takma isimler	Cinsiyet	Daha önce STEM eğitimi alan öğretmen adayı
1. grup	ÖA1	Kız	-
	ÖA2	Kız	-
	ÖA3	Kız	-
	ÖA4	Kız	-
2. grup	ÖA5	Kız	-
	ÖA6	Kız	-
	ÖA7	Kız	-
	ÖA8	Kız	-
3. grup	ÖA 9	Kız	-
	ÖA 10	Kız	-
	ÖA 11	Kız	-
4. grup	ÖA 12	Kız	-
	ÖA 13	Kız	-
	ÖA 14	Kız	-
5. grup	ÖA 15	Kız	-
	ÖA 16	Kız	-
6. grup	ÖA 17	Kız	-
	ÖA 18	Kız	-
	ÖA19	Kız	-
7. grup	ÖA 20	Kız	-
	ÖA 21	Kız	-

Tablo 3.2 incelendiğinde, B grubu daha önce STEM eğitimi almamış ve tamamı kız öğrencilerden oluşan bir gruptur. Fen bilgisi öğretmenliği 3. Sınıf öğrencilerinden öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersini alan öğrencilerden yalnızca iki öğrencinin cinsiyeti erkektir. Araştırmaya katılımın gönüllülük esasına dayalı olması nedeniyle bu öğrenciler çalışmaya katılmayı tercih etmemişlerdir. Ayrıca grubun tamamı (A ve B grubu olmak üzere) daha önce herhangi bir STEM eğitimi dersi almamışlardır. Ancak bir önceki dönem fen teknoloji program ve planlama dersinde fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan fen ve mühendislik uygulamalarına ilişkin ön bilgi verilmeden bir ders planı hazırlamaları istenmiştir. Hazırlanan ders planlarına herhangi bir dönüt verilmemiştir.

3.2.3.2. STEM Ders Tasarımının Uygulanması

Ön hazırlık ve prototip evrelerinde geliştirme ve iyileştirme süreçlerinin ardından son tasarıma karar verilmiştir. Bu aşamalarda, *ders tasarımının haftalık içerikleri, STEM etkinlik ve ders planları, önerilen ders kitapları ve yardımcı kaynaklar, dersin yürütülmesinde takip edilecek yöntem ve teknikler, değerlendirme* boyutlarına ilişkin bilgiler detaylı olarak belirlenmiştir. Ayrıca ders tasarımı içeriğinde yer verilecek STEM etkinlikleri de ders planları olarak sunulmuştur. Öğretmen adaylarına verilecek eğitim süresi 14 haftalık bir peryoda göre planlanmıştır. Dersin öncesinde fen bilgisi öğretmen adaylarına STEM eğitimi ön bilgi formu uygulanmıştır. Sonrasında STEM ders tasarımı fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Bu süreçte her hafta öğretmen adaylarından dersin içeriği ile ilgili derin düşünme formunu doldurmaları istenmiştir. Dersin teorik içeriğinin tamamlanması ile birlikte araştırmacı tarafından tasarlanan STEM etkinliklerini öğretmen adaylarının denemesi ve bu etkinliklere göre yapılandırılmış STEM ders planlarının sınıf ortamında incelenmesi sağlanmıştır. Araştırmacının gerçek yaşam problemi/kazanım desteği ile son iki STEM etkinliğinin öğretmen adayları tarafından yapılandırılarak STEM ders planlarına yansıtılmaları istenmiştir. Ders planları araştırmacı tarafından geliştirilen STEM ders planı değerlendirme formuna göre incelenmiştir. Son olarak öğretmen adayları bütün süreci kendilerinin yapılandığı STEM’de proje tabanlı öğrenme yöntemine göre bir etkinlik ve ders planı hazırlamış ve sınıfta arkadaşlarına sunmuşlardır. STEM ders planı değerlendirme formuna göre araştırmacı tarafından ders planları değerlendirilmiş aynı zamanda öz ve akran değerlendirme formları ile STEM

etkinliği ve ders planı hazırlama performansları değerlendirmeye alınmıştır. Son olarak bütün katılımcılarla yarı yapılandırılmış bir görüşme süreci gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.3
Araştırma Süreci

Tarih	Veri toplama ve analiz
Haziran 2017- Aralık 2017	n araştırma evresi
2018 Bahar dönemi	Prototip 1 ve pilot uygulama
Haziran 2018-Ağustos 2018	Prototip 2 ve uzman görüşleri
2018 Gz dönemi	Değerlendirme evresi-asıl uygulama
Ocak 2019-Mart 2019	Verilerin analizi ve yorumlanması

3.3. Veri Toplama Araçları

Eğitimsel tasarım araştırması yöntemine göre bu araştırmanın her evresi veri toplama sürecini içermektedir. n araştırma evresinde STEM eğitimi ihtiyaç analizi formu kullanılmıştır. Değerlendirme aşamasında gerçek bir sınıf ortamında veri toplama sürecine ilişkin detaylı bilgiler bu bölümde sunulmuştur. Araştırmanın alt problemlerine yanıt aramak amacıyla STEM eğitimi n bilgi formu, derin düşünme formu, STEM ders planları, STEM ders planı değerlendirme formu, STEM eğitimi öz ve akran değerlendirme formu ve görüşme formu kullanılmıştır. Bu şekilde veri çeşitlemesi yöntemiyle (data triangulation) farklı araçlardan elde edilen bilgilerin tutarlılığının karşılaştırılması ve karşılıklı kontrolü sağlanmış olup bulguların inandırıcılığı veya i geçerliliğine dikkate değer biçimde katkıda bulunulabilir (Patton, 2014).

Uygulama Öncesi	Uygulama Süresince	Uygulama Sonrasında
• STEM eğitimi ön bilgi formu	• Derin düşünme formu • STEM ders planları • STEM ders planı değerlendirme formu	• STEM ders planı • STEM ders planı değerlendirme formu • STEM eğitimi öz ve akran değerlendirme formu • Görüşme formu

Şekil 3.4. Araştırma süresince kullanılan veri toplama araçları

Şekil 3.4’te uygulama öncesi, uygulama süresince ve uygulama sonrasında araştırma kapsamında kullanılan veri toplama araçlarına yer verilmiştir. STEM ders tasarımının etkililiğini değerlendirmek amacıyla yapılan asıl uygulama çalışmalarında, öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersini alan katılımcı öğretmen adaylarına öncelikle STEM eğitimi ön bilgi formu uygulanarak başlanmıştır. Bu aşamada araştırmacı Ek 3’te yer alan formları öğretmen adaylarının doldurmalarını istemiştir.

Uygulama süresince, öğretmen adaylarının STEM öğretim içeriğini değerlendirmelerini sağlayan derin düşünme formunu her hafta ders bitiminde doldurmaları istenmiştir. Bu amaçla Ek 4’te yer alan derin düşünme formu geliştirilmiştir. STEM ders tasarımının içeriğinde oluşturulan örnek STEM ders planlarına göre öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları STEM ders planları incelemeye alınmıştır. Ek 5’te örnek ders planı yer almaktadır. Ders planlarını değerlendirmek amacıyla Ek 6’da yer alan STEM ders planı değerlendirme formu araştırmacı tarafından geliştirilerek ders planlarını değerlendirmek ve dönüt vermek amacıyla kullanılmıştır.

Uygulama sonrasında ise öğretmen adaylarının Ek 7’de yer alan STEM projelerini yansıtan STEM ders planları incelenmiştir. Yine bu ders planları da STEM ders planı değerlendirme formuna göre değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının proje ve ders planı sunumlarını değerlendirmek amacıyla Ek 8’de yer alan öğretmen adayı öz ve Ek 9’da yer alan akran değerlendirme formları uygulanmıştır. Son olarak katılımcıların STEM öğretimine yönelik

bilgi ve becerilerini değerlendirmek ve STEM ders tasarımının etkililiğini belirlemek amacıyla her bir öğretmen adayıyla görüşmeler yapılmıştır.

3.3.1. STEM Eğitimi İhtiyaç Analizi Formu

Öğretmen adaylarının STEM öğretimine yönelik sahip olmaları gereken bilgi ve becerileri belirleyebilmek amacıyla STEM eğitimi ihtiyaç analizi formu geliştirilmiştir. Forma son şeklini vermek üzere bir program geliştirme ve bir fen eğitimi uzmanının görüşleri alınmıştır. Ayrıca maddelerin anlaşılır olmasını sağlamak amacıyla bir Türkçe eğitimi uzmanının görüşleri alınmıştır. Form hazırlandıktan sonra beş STEM eğitimi uzmanına gönderilmiş ve fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimi ihtiyaçlarına yönelik görüşleri alınmıştır.

3.3.2. STEM Eğitimi Ön Bilgi Formu

Öğretmen adaylarına STEM öğretimi bilgi ve becerilerini kazandırmayı amaçlayan STEM ders tasarımının etkisini belirleyebilmek amacıyla öğretmen adaylarının STEM eğitimine ilişkin mevcut bilgi ve becerilerinin detaylı olarak bilinmesi gereklidir. Öyleki STEM öğretimine yönelik farkında olmadan bazı yeterliklere sahip olabilir ancak bu durumun farkında olmayabilirler. Dolayısıyla Ek 3'te yer alan STEM eğitimi ön bilgi formu uygulanarak detaylı bir araştırma yapılmıştır. Bu formda fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan herhangi bir konu alanı belirlenmiş ve bu konu alanına yönelik öğretmenlerin ders anlatım performanslarını senaryolar halinde içeren üç ayrı paragraf verilmiştir. *Senaryo 1*, öğretmenin STEM eğitim yaklaşımına göre planladığı bir ders akışını içermektedir. Bu senaryoda, gerçek yaşam problemi, ürün tasarlama, STEM eğitimine ilişkin, maliyet hesabı, bütçe ve zaman sınırlılıkları, tasarım kriterleri, transdisipliner modele göre seçilmiş bir STEM etkinliği gibi STEM eğitiminin karakteristik özelliklerini içermektedir. *Senaryo 2*, yine aynı kazanıma göre fen-teknoloji-toplum-çevre öğrenme alanına ilişkin kazanımları yansıtan bir öğrenme-öğretme sürecini içermektedir. TGA (Tahmin et-gözle-açıkla) ve deney yapma gibi farklı yöntem ve tekniklerin kullanıldığı bir öğrenme-öğretme süreci söz konusudur. *Senaryo 3 ise*, gösteri deneyi yapılarak öğrencilerin aktif olmadığı bir öğrenme-öğretme sürecinin geleneksel ölçme-değerlendirme yöntemlerine göre değerlendirildiği bir durum içermektedir. Bu

forma son şeklini vermek üzere iki fen ve STEM eğitimi alanında doktorasını tamamlamış uzmanın ve bir fen bilgisi uzmanının görüşleri alınmıştır.

Bu formda öğretmen adaylarından üç farklı senaryoyu karşılaştırmalı olarak değerlendirmesi ve ünite kazanımlarının yer aldığı tabloyu, kazanımlarla senaryoları ilişkilendirerek doldurmaları istenmiştir.

3.3.3. Derin Düşünme Formu

Bu form, öğretmen adayının STEM ders tasarımına ilişkin haftalık uygulamaları dersin sonunda değerlendirmelerini sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Haftalık olarak yapılan çalışmaların yararlı olup olmadığı, eksikliğini hissettikleri durumlar, mesleki gelişimlerine katkılarına ilişkin soruları içermektedir. Ayrıca dersin içeriği, yöntemi, materyalleri vb. hakkında görüş, öneri ve sorunları hakkında bilgilenmek ve süreci iyileştirerek devam etmek bu form sayesinde mümkün olmuştur.

3.3.4. STEM Ders Planı

STEM ders tasarımı içeriğine göre araştırmanın beşinci haftasından itibaren örnek STEM etkinlikleri ve ders planları hakkında bilgi verilerek çeşitli yöntemlere göre örnekler sunulmuştur. STEM ders planı şablonunu hazırlamak için Bahçeşehir üniversitesi STEM merkezi tarafından hazırlanan STEM ders planı örneği ve diğer ders planı örnekleri incelenmiştir (Walton & Caruthers, 2016; Taşdemir & Çalık, 2017; Konuk, 2014). Ders planı şablonuna son şeklini vermek üzere iki fen ve STEM eğitimi alanında uzmanın görüşleri alınmıştır. Bu süreçte öğretmen adayları, araştırmacı tarafından tasarlanan etkinlikleri gerekli materyallerle deneyerek STEM'in temel bileşenleri hakkında bilgi sahibi olmuşlardır. Ardından STEM ders planının bölümleri ve etkinliklerin STEM ders planındaki yeri anlatılmıştır. Öğretmen adaylarıyla STEM ders planı hazırlama hakkında tartışmalar gerçekleştirilmiştir.

3.3.5. STEM Ders Planı Değerlendirme Formu

Öğretmen adayları STEM eğitimiyle ilgili teorik bilgileri ve STEM etkinliği hazırlama ile ders planı oluşturmaya ilişkin gerekli eğitimi aldıktan sonra ders tasarımının içeriğine bağlı

olarak STEM etkinlikleri geliştirmişlerdir. Öğretmen adayları geliştirdikleri etkinlikleri STEM ders planı formatına göre ders planlarına yansıtmışlardır. Bir STEM dersinin tasarlanması sürecini içeren bilgi ve becerilerini ölçmek amacıyla STEM ders planı değerlendirme formu araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Formu geliştirme sürecinde ilgili literatürden çalışmalar ve Han, Yalvaç, Capraro ve Capraro (2015) tarafından yapılan çalışmada kullanılan ders planı değerlendirme rubriği incelenmiştir. Literatürdeki araştırmalar ve ders planı değerlendirme rubriğinden, STEM'in doğasına ve ders tasarımının kapsamına göre STEM ders planı değerlendirme formu geliştirilmesinde yararlanılmıştır. Form, *ders öncesi (hazırlık ve planlama)*, *ders süreci (5E öğretim modeli kullanabilme)* ve *ders sonucu (tasarım değerlendirme)* olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Ders öncesi bölümü öğretmen adaylarının STEM eğitimi dersine hazırlık ve planlama sürecine yönelik bilgi ve becerilerini ölçmeyi amaçlayan 8 maddeden oluşmaktadır. Ders süreci, öğretmen adaylarının STEM ders planında 5E öğretim modelinin aşamalarını kullanabilmesine yönelik bilgi ve becerilerini ölçmeyi amaçlayan 5 maddeden oluşmaktadır. Ders sonucu ise, öğretmen adaylarının STEM etkinliği sonucunda bir ürün tasarlayabilmelerine yönelik bilgi ve becerilerini ölçmeyi amaçlayan 2 maddeden oluşmaktadır.

Form, 14 maddeden oluşmakta ve her bir madde 0-3 arası puan verilecek şekilde 3'lü likert tipi hazırlanmıştır. Ayrıca her bir maddeden alınan puana ilişkin gerekçenin yazılması için bir sütun verilmiştir. Son olarak STEM ders planı değerlendirme formundan alınacak minimum puan 0, maksimum puan 42'dir.

Form hazırlandıktan sonra üç STEM eğitimi uzmanına ve öğretmen eğitimi alanında çalışmaları bulunan iki öğretim üyesinin görüşleri doğrultusunda forma son şekli verilmiştir.

3.3.6. STEM Eğitimi Öz Değerlendirme Formu

STEM ders tasarımında son üç hafta öğretmen adaylarının tasarlamak istedikleri STEM etkinliklerini ve bu etkinliklerin ders planına yansıtılmış halini sınıfta arkadaşlarına sunmaları istenmiştir. Grup olarak hazırladıkları projelerinde kendilerini bireysel olarak değerlendirmelerini sağlamak amacıyla STEM eğitimi öz değerlendirme formu geliştirilmiştir. Bu form 2 maddeden oluşmaktadır. İlk maddede, STEM etkinliği ve ders

planlarının etkili olup olmadığını değerlendirmeleri istenmiştir. Bu maddeyi öğretmen ve öğrenci açısından gerçek sınıf ortamı bağlamında düşünmeleri istenmiştir. STEM etkinliği ve ders planlarını yeniden sunma fırsatı ya da ileriki öğretmenlik yaşamlarında bu konuyu anlatacakları zaman STEM etkinliği ve ders planlarına nasıl hazırlanacaklarını belirtmeleri istenmiştir. Böylelikle kendi çalışmalarını değerlendirmeleri ve bir içgörü kazanmaları amaçlanmıştır.

3.3.7. STEM Eğitimi Akran Değerlendirme Formu

STEM ders tasarımında son üç hafta öğretmen adaylarının tasarlamak istedikleri STEM etkinliklerini ve bu etkinliklerin ders planına yansıtılmış halini sınıfta arkadaşlarına sunmaları istenmiştir. Grup olarak hazırladıkları projelerinde kendilerini bireysel olarak değerlendirmelerinin yanı sıra diğer grup üyelerinin sunumu yapan grubun performansını değerlendirmeleri istenmiştir. Bu form 3 maddeden oluşmaktadır. Sunumu yapılan STEM etkinliği ve ders planında STEM eğitiminin hangi bileşenlerinin olduğu, bu süreçte varsa hatalı ya da eksik yönleri belirtmeleri istenmiştir. Bu dersi herhangi bir STEM dersinden ayıran karakteristik özellikleri ve son olarak STEM etkinliği ve ders planlarının etkili olup olmadığını değerlendirmeleri istenmiştir. Bu maddeyi öğretmen ve öğrenci açısından gerçek sınıf ortamı bağlamında düşünmeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının grup olarak hazırladıkları STEM etkinlikleri ve ders planlarını, diğer gruplardaki katılımcıların bireysel olarak akran değerlendirme formuna göre değerlendirmeleri istenmiştir.

3.3.8. Görüşme Formu

Görüşme, araştırmada cevabı aranan sorular çerçevesinde ilgili kişilerden sözlü olarak veri toplama yöntemidir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2012). Görüşme, gözlemleyemediğimiz davranışlar, duygular veya insanların yaşadıkları çevreyi nasıl ifade ettiklerini belirlemek için gerekli ve önemlidir (Merriam, 2015). Patton (2014) görüşmeleri,

“Biz görüşmeyi doğrudan gözlem yapamadığımız durumlar için kullanırız. Duyguları, düşünceleri ve niyetleri gözlemleyemeyiz. Geçmişte gerçekleşmiş davranışları da gözlemleyemeyiz. Bir gözlemcinin olmadığı durumları gözlemleyemeyiz. İnsanların

yaşantılarını nasıl organize ettiklerini ve yaşantılarında gerçekleşen olaylara nasıl anlamlar yüklediklerini gözlemleyemeyiz. (s. 341)” şeklinde açıklamıştır.

Görüşme türleri yapılarına göre, yapılandırılmamış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmış görüşmeler olmak üzere üçe ayrılmaktadır. *Yapılandırılmamış görüşmeler*, herhangi bir plan belirlemeden açık uçlu sorularla görüşmenin akışına ve bireyin durumuna bağlı olarak bazı noktalarda derinlemesine bilgi alma şeklinde ifade edilebilir. Sorular ve sıralamaları net değildir. *Yarı yapılandırılmış görüşmeler*, yarı yapılandırılmış görüşme sorularını içeren bir form aracılığıyla hem sabit seçenekli cevaplamayı hem de ilgili alanda derinlemesine bilgi alma şeklinde ifade edilebilir. Son olarak *yapılandırılmış görüşmelerde*, görüşmenin tüm aşamaları önceden planlanır ve sorulacak sorular en ince ayrıntısına önceden belirlenir (Büyüköztürk vd., 2012; Erkuş, 2011; Merriam, 2015).

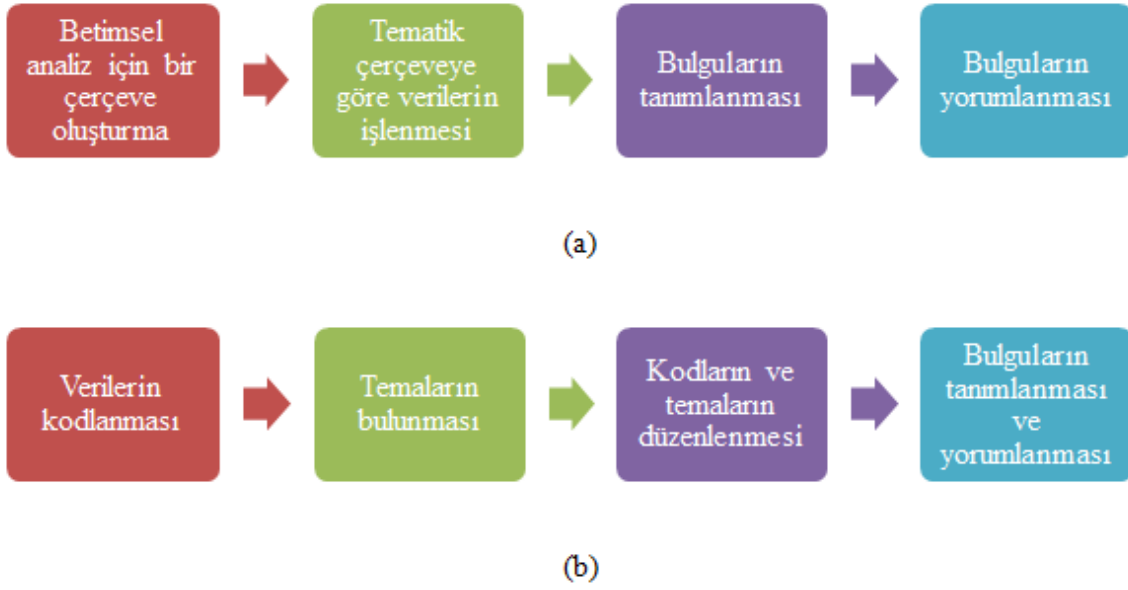
Bu araştırmada 2018/2019 eğitim öğretim yılının güz döneminde verilen STEM ders tasarımının uygulanmasının ardından 21 öğretmen adayıyla yarı yapılandırılmış yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiştir. 21 öğretmen adayıyla yapılan görüşmelerin her biri ortalama 18 dakika 39 saniye sürmüştür. Görüşme verilerinin kaydedilmesinde ses kayıt ve not alma yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının STEM öğretimi bilgi ve becerilerine yönelik kazanımlarını ve STEM ders tasarımının etkililiğini belirlemek amacıyla kullanılan görüşme formu araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Görüşme formunun geliştirilmesinde öğretmen eğitiminde STEM odaklı çalışmalarda kullanılan görüşme formları incelenmiştir (Aydın-Günbatar, Tarkın-Çelikkıran, Kutucu & Ekiz-Kıran, 2018; Blackley, Sheffield, Maynard, Koul & Walker, 2017; Bozkurt Altan, Yamak & Buluş Kırıkkaya, 2016; Kim, Kim, Yuan, Hill, Doshi & Thai, 2015; Pimthong & Williams 2018; Radloff & Guzey, 2017; Siew, Amir & Chong, 2015). Form hazırlandıktan sonra iki STEM eğitimi uzmanına ve öğretmen eğitimi alanında çalışmaları bulunan bir öğretim üyesinin görüşleri doğrultusunda forma son şekli verilmiştir. Görüşme formu 11 sorudan oluşmaktadır ve Ek 10’da yer almaktadır.

3.4. Verilerin Analizi

Bu bölümde eğitimsel tasarım araştırması yönteminin bütün evrelerinde gerçekleşen veri analiz süreçleri açıklanmıştır. Eğitimsel tasarım araştırmalarının doğası gereği, veri analizi ön araştırma evresinde başlar, prototipe son hali verilerek nihai bir ürüne dönüşüncüye kadar devam eder. Diğer bir deyişle bulgular, prototipi, prototip ise EDR döngülerinde araştırmayı şekillendirir. Sonuç olarak veri toplama ve veri analizi kalıcı ve güvenilir bir prototip elde edilinceye kadar devam etmektedir (Nieveen & Folmer, 2013; Plomp, 2013).

Daha önce bahsedildiği gibi bu araştırma iki döngüden oluşmaktadır. Her bir döngüden elde edilen sonuçlara bağlı olarak prototip şekillendirilmiş, gerekli görülen düzeltmeler yapılmıştır. Böylelikle STEM ders tasarımında eksik veya hatalı olan yerlerde iyileştirmeler yapılmıştır. Bu süreçte her bir döngüden elde edilen veriler analiz edilerek prototipin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi sonucu prototipin son halini alması sağlanmıştır.

Bu araştırmada veriler, STEM eğitimi ön bilgi formu, derin düşünme formu, öz-akran değerlendirme, ders planı değerlendirme formu ve görüşme olmak üzere farklı nitel veri toplama yöntemlerine göre elde edilmiştir. Nitel verilerin analiz edilmesinde farklı yaklaşımlar kullanılmakla birlikte betimsel ve içerik analizi ile sürekli karşılaştırmalı (Strauss & Corbin, 1990) veri analiz teknikleri sıklıkla tercih edilen teknikler olarak karşımıza çıkmaktadır. Betimsel analizde, veriler araştırma sorularının ortaya koyduğu temalara, görüşme ve gözlem süreçlerinde kullanılan sorular ya da boyutlara göre analiz edilir. Betimsel analizde özetlenen ve yorumlanan veriler, içerik analizinde daha derin bir analize tabi tutularak betimsel analizde fark edilmeyen kavram ve temalara ulaşılabilir. İçerik analizinin temel amacı, toplanan verileri açıklayıcı nitelikte kavram ve ilişkileri keşfetmektir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Sürekli karşılaştırmalı veri analizinde ise veriler derinlemesine ve en ince ayrıntısına kadar irdelenerek yorumlanır. Veriler, önceden düzenlenmiş kategorilere göre değil önce veriler elde edilir sonra kategorilere ayrılır (Strauss & Corbin, 1990). Bununla birlikte sürekli karşılaştırmalı veri analizinde incelenmekte olan verilerle sürekli olarak karşılaştırma aşamaları yer almaktadır (Ekiz, 2009).



Şekil 3.5. Betimsel (a) ve İçerik analizi (b) aşamaları. Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin.

Öncelikle öğretmen adaylarının STEM eğitimi ihtiyaç analizi formu, STEM eğitimi ön bilgi formu, öz ve akran değerlendirme formu, derin düşünme formlarına verdikleri yazılı cevaplar elektronik ortamda veri havuzuna eklenmiştir. Böylelikle katılımcıların aynı şey üzerinde zaman içerisinde söylediklerinin tutarlılığını kontrol edilerek bulguların güvenilirliği artırılmıştır. Görüşme formları ise Word ortamında transkript edilerek yazıya aktarıldıktan sonra betimsel analiz, içerik analizi ve sürekli karşılaştırmaları veri analiz teknikleri birlikte kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca STEM eğitimi ön bilgi formu, derin düşünme formu, öz ve akran değerlendirme formlarından elde edilen veriler de üç veri analiz tekniğinin kullanılması ile analiz edilmiştir.

Verilerin betimsel analizinde araştırma soruları, araştırma kapsamında geliştirilen STEM ders tasarımı, öğretmen eğitiminde STEM'in kuramsal çerçevesi ve öğretmen eğitiminde STEM odaklı çalışmaların bulguları incelenerek bir çerçeve oluşturulmuştur. Oluşturulan bu çerçeveye göre verilerin aynı zamanda içerik analizi tekniğine göre de kodlamaları yapılmıştır. Araştırmacı veri setini farklı zamanlarda okuyarak kodlamaları kontrol etmiştir. Her öğretmen adayının yanıtlarının benzerlik ve farklılıkları gözden geçirilerek kod listesine son hali verilmiştir.

21 öğretmen adayı ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerin her biri Word ortamına aktarıldıktan sonra araştırmacı tarafından birkaç kez incelenerek kodlamaları oluşturulmuştur. Elde edilen verilerin çok uzun olması sebebiyle görüşme verileri, araştırmacı dışında STEM eğitiminde doktora yapmış ve bu alanda çalışmaları olan bir araştırmacının görüşüne sunulurak değerlendirilmiştir. Benzer şekilde STEM eğitimi ön bilgi formu, öz ve akran değerlendirme formları, derin düşünme formu için STEM eğitiminde doktora yapmış ve bu alanda çalışmaları olan bir araştırmacı tarafından kod listesine göre incelenmiştir.

Araştırma süresince öğretmen adaylarının STEM eğitim yaklaşımına göre hazırlamış oldukları ders planları, STEM ders planı değerlendirme formu ile değerlendirilmiştir. Üçlü performans düzeyinde analitik dereceli puanlama anahtarı şeklinde geliştirilen form kapsamında, STEM eğitimi planlama, uygulama ve değerlendirme boyutlarını kapsayacak nitelikte kriterler yer almaktadır. Araştırmacı formun geliştirilmesi sürecinde üç STEM eğitimi uzmanının ve öğretmen eğitimi alanında çalışmaları bulunan iki öğretim üyesinin görüşlerini alarak formun kapsam geçerliğini sağlamayı hedeflemiştir. Ayrıca geliştirilen form, pilot uygulama süresince geliştirilen STEM ders planlarını değerlendirmek amacıyla kullanılarak formun görünüş ve kapsam geçerliği yeniden kontrol edilmiştir. Uygulamada öğretmen adaylarının hazırlamış oldukları STEM ders planları araştırmacı ve başka bir uzman tarafından STEM ders planı değerlendirme formuna göre incelenerek puanlanmıştır. Puanlayıcılar arasındaki uyum, görüş birliği/((Görüş birliği+Görüş ayrılığı) x 100 formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Miles & Huberman, 1994). Kodlayıcılar arasındaki güvenirlik 0,84 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca akran değerlendirme formu, öz değerlendirme formu, derin düşünme formu ve görüşme formundan elde edilen veriler de araştırmacı ve başka bir uzman tarafından ayrı ayrı kodlanmış ve puanlayıcılar arasındaki uyum, görüş birliği/((Görüş birliği+Görüş ayrılığı) x 100 formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Miles & Huberman, 1994). Kodlayıcılar arasındaki güvenirlik akran değerlendirme formu için 0,88; öz değerlendirme formu için 0.80; derin düşünme formları için 0.90; ve görüşme formu için 0,88 olarak hesaplanmıştır.

3.5. Araştırmada Geçerlik, Güvenirlik ve Genellenebilirlik

Türüne bakılmaksızın herhangi bir araştırmacının, kavramsal çerçevesinin oluşturulması, verilerin toplanması, analiz edilmesi, bulguların yorumlanması ve sunulması aşamalarında geçerlik ve güvenirlik çalışmalarına ilişkin ciddi oranda kaygı taşınmaktadır (Merriam, 2015). Kirk ve Miller’a göre (1986) nitel araştırmalarda geçerlik, araştırmacının araştırdığı olguyu, olduğu biçimiyle ve olabildiğince tarafsız gözlemesi anlamına gelmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Bu doğruluğu, araştırmacının gözüyle, katılımcıların görüşleriyle, okuyucuların ve araştırmayı gözden geçiren hakemlerin aracılığıyla sağlamak mümkündür (Cresswell & Miller, 2000).

Tablo 3.4.

Geçerlik Kontrolü

Veriler düzgün bir şekilde toplandı mı?	Evet
Veri kaynaklarında veri çeşitlemesi yapıldı mı?	Evet
Veri toplama yöntemlerinde veri çeşitlemesi yapıldı mı?	Evet
Veri toplama süresince “üye kontrolü” stratejisi uygulandı mı?	Evet
Veriler yoğun, zengin ve derin miydi?	Evet
Veriler bir bütün halinde sunuldu mu?	Evet
Mevcut veriler analiz edildi mi?	Evet
Analiz sırasında verilerin göz ardı edilen çıkarılan bir kısmı oldu mu?	Hayır
Yalnızca araştırmacının teorisi veya görüşüne uyumlu olan veri mi seçildi?	Hayır
Araştırmacının görmek istediği gibi bir gerçeklik mi oluşturuldu?	Hayır
Araştırmacının amacı bir teoriyi ispatlamak veya aksini kanıtlamak mıydı?	Hayır
Katılımcılar çalışma süresince doğal olarak hareket etmek ve sohbet etmekte özgür müydü?	Evet
Katılımcılar çalışma süresince sadece belirli şekillerde hareket etmek ya da cevap vermekle sınırlı kaldılar mı?	Hayır

Tablo 3.4. Taşar (2001) tarafından araştırmanın geçerlik kontrollerini sağlamak üzere geliştirilmiştir. Bu araştırmada elde edilen verilerin geçerliğini sağlamak amacıyla uyarlanarak kullanılmıştır. Araştırma kapsamında elde edilen veriler sistematik bir şekilde toplanmış ve her hafta öğretmen adaylarından alınan derin düşünme formları gözden geçirilerek sonraki uygulamanın içeriğini değerlendirme ve düzeltme fırsatı oluşmuştur. Veri çeşitlemesini sağlamak amacıyla farklı veri toplama yöntemi ve araçları kullanılmıştır.

Nitel araştırmalarda, nicel araştırmalarda olduğu gibi araştırmanın benzer gruplarda tekrarlanması ile aynı sonuçlara ulaşmak mümkün değildir (Yıldırım & Şimşek, 2011).

Ancak nicel araştırmalarda veri toplama verilerin güvenirliğinin sağlanması amacıyla yapılan bir takım istatistik teknikleri nitel araştırmalarda yerini unsuru insan olan araştırma da eğitim, uygulama ve alıştırma yoluyla daha güvenilir sonuçlar elde edilebilir (Merriam, 2015).

*Tablo 3.5.
Güvenirlik Kontrolü*

Veri toplama yöntemi ve araçları düzgün bir şekilde tanımlandı ve belgelendi mi?	Evet
Bağımsız bir araştırmacı, araştırmacının izinden giderek bulguların doğrulanabilir mi?	Evet
Bu şekilde yürütülen bütün çalışmalar kesinlikle aynı sonuçları verir mi?	Hayır
Araştırmacı tam anlamıyla veri eşitilmesi sağladı mı?	Hayır
Veri toplama yöntemlerinde veri eşitilmesi yoluna gidildi mi?	Evet
Sonuçlar, güvenilir ve tutarlı verilerden elde edildi mi?	Evet
Bu çalışmanın dayandığı kuramsal ereve anlaşılır bir şekilde açıklandı mı?	Evet
Bu çalışmanın bağlamı ve özellikleri yeteri kadar tanımlandı mı?	Evet

Tablo 3.5 Taşar (2001) tarafından araştırmanın güvenirlik kontrollerini sağlamak üzere geliştirilmiştir. Bu araştırmada elde edilen verilerin güvenirliğini sağlamak amacıyla uyarlanarak kullanılmıştır. Araştırma kapsamında elde edilen veriler sistematik bir şekilde toplanmış ve belgelenmiştir. Veri eşitilmesini sağlamak amacıyla farklı veri toplama yöntemi ve araçları kullanılmıştır. Araştırmacının, araştırma kapsamındaki rolü, katılımcıların özellikleri, verilerin elde edildiği ortam ve süreçler açıkça belirtilmiştir. Veri analizinin dayandığı kavramsal ereve anlaşılır bir şekilde açıklanmıştır. Araştırmanın yöntemi, veri toplama ve analiz aşamaları, bulgular detaylı ve anlaşılır bir şekilde sunulmuştur.

Nitel araştırmaların doğası gereği, genelleme kaçınılmaz bir sınırlılıktır (Büyüköztürk vd., 2012; Yıldırım & şimşek, 2011). Ancak nitel araştırmacılar, nitel araştırmalarda da genellemelerin farklı şekillerde bir dereceye kadar yapılabileceğini ne sürmektedir (Yin,1984; Patton, 1987, Lincoln & Guba, 1985). Burada nicel araştırmalarda olduğu gibi sayısal genellemeler yerine analitik genelleme (Yin, 1984) kavramı ön plana çıkmaktadır. Analitik genelleme, sınırlı sayıda katılımcı veya belirli bir durumu çalışan araştırmacının, araştırmanın sonucunda bazı denenceler oluştırmaya, kavramsal bir model geliştirmeye veya yeni bir kuram oluştırmaya yönelmesidir (Yıldırım & şimşek, 2011).

Genellenebilirlik, sonuçların farklı durumlara ne ölçüde uygulanabileceği ile ilişkili bir durumdur. Diğer bir deyişle araştırma desenlerinde ulaşılan sonuçların diğer durumlara veya insan gruplarına genellenebilirliği, örneklem ile örneklemin seçildiği evrenin denk olması ya da aynı olması, örneklem büyüklüğünün kontrollü olarak belirlenmesi, tesadüfi örnekleme ve benzeri varsayımlarla ilişkili olan ön koşulların sağlanmasıdır (Merriam, 2015).

Tablo 3.6.

Genellenebilirlik Kontrolü

Araştırmanın doğası gereği, bu çalışmanın potansiyel bulguları sadece bu öğrenme durumu ile sınırlandırılmalı mıdır?	Hayır
Araştırmanın doğası gereği, bu çalışma potansiyel olarak daha geniş bir etki anlayışı sağlayabilir mi? Diğer bir deyişle daha geniş bağlamlarla ilişkili midir?	Evet
Araştırmanın doğası gereği, bu çalışmanın sonuçları, tüm bireysel öğrenme durumlarına kolaylıkla genellenebilir mi?	Hayır
Araştırmanın doğası gereği, farklı kurumlarda ve / veya farklı eğitim sistemlerinde tekrarlanabilir mi?	Evet
Araştırmanın doğası gereği, bu çalışmanın potansiyel bulgularının en azından belirli yönleri istatistiksel testlere ve genellemeye açık mı?	Evet
Katılımcıların zengin ve inandırıcı bir açıklaması sağlandı mı?	Evet
Çalışma ortamının, zengin ve inandırıcı bir tasviri sağlandı mı?	Evet
Katılımcılar ile araştırmacı arasındaki ve katılımcılar ile veri toplama araçları arasındaki etkileşimin doğasının zengin ve inandırıcı bir açıklaması sağlandı mı?	Evet

Tablo 3.6 Taşar (2001) tarafından araştırmanın genellenebilirlik kontrollerini sağlamak üzere geliştirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen verilerin genellenebilirliğini sağlamak amacıyla uyarlanarak kullanılmıştır. Bu çalışmada genellenebilirliği sağlamak amacıyla, araştırmanın tüm aşamaları okuyucuya ayrıntılı bir biçimde sunulmuştur.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUMLAR

Bu araştırmanın temel amacı fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik STEM eğitimi yaklaşımına dayalı bir dersin tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi yoluyla STEM ders tasarımının öğrenme sürecine katkılarını belirlemektir. Bu genel amaç doğrultusunda eğitimsel tasarım araştırması yöntemine göre elde edilen nitel verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgu ve yorumlar eğitimsel tasarım araştırmasının evreleri doğrultusunda bu bölümde yer almaktadır.

4.1. Ön Hazırlık Evresi

Bu evrede STEM ders tasarımının hazırlanması sürecinde; fen bilgisi öğretmen adaylarına STEM öğretimi bilgi ve becerileri kazandırmayı amaçlayan bir ders nasıl tasarlanır, geliştirilir ve değerlendirilir? alt problemi doğrultusunda elde edilen bulgular sunulmuştur.

4.1.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimi Konusunda Kazanmaları Gereken Bilgi ve Becerilere İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Bu bölümde uzmanlara gönderilen STEM eğitimi ihtiyaç analizi formu, fen bilimleri dersi öğretim programı ve hizmet öncesi öğretmen eğitimi literatüründen öneriler doğrultusunda öğretmen adaylarının STEM öğretimine yönelik kazanmaları gereken bilgi ve beceriler belirlenmiştir. Belirlenen bilgi ve beceriler doğrultusunda öğretmen adaylarının STEM eğitimiye yönelik eğitim ihtiyaçlarının genel çerçevesi açığa çıkmıştır. İlgili literatüre göre; STEM eğitimi, farklı disiplinleri ve bu disiplinler arasındaki ilişkileri içerdiği için STEM öğretmen eğitiminin, klasik fen eğitiminde olduğu gibi alan ve pedagojik alan bilgisini

geliştirmek için verilen derslerle gerçekleştirilemeyeceği aşıkardır (Sanders, 2009). Sanders'e göre öğretmen eğitiminin içeriği, “STEM eğitiminin temelleri, pedagojisi, öğretim programı, araştırmalar, STEM alanlarının her birine ilişkin güncel konular ve yeni bütünleşik STEM fikirleri, yaklaşımları, öğretim materyalleri ve öğretim programları” olarak belirtilmiştir. Teo ve Ke (2014) çalışmalarında, kendi deneyimlerine bağlı olarak bazı önemli noktaların altını çizmişlerdir. Örneğin; bunlardan biri STEM eğitimlerinde daha fazla biçimlendirici değerlendirmelerin yapılması gerektiğidir. Bir diğeri ise STEM eğitimlerinin gerçek hayattan ya da gerçek hayata yakın olması gerektiğidir. Stohlmann, Moore ve Roehrig (2012) ise çalışmalarında, öğretmenlerin etkili bir şekilde STEM eğitimi sağlamaları için destek (support), öğretim (teaching), yeterlik (efficacy) ve materyal (materials) bileşenlerinden oluşan d.ö.y.m (s.t.e.m.) modelini önermişlerdir. Destek bileşeni olarak, bir üniversite veya okulla ortak çalışma; hizmet öncesi öğretmen eğitiminde özel öğretim yöntemleri dersinde alan bilgisinin pedagoji ile entegrasyonunun sağlanması düşünülmüştür. Öğretim bileşeni adı altında ders planlama ve sınıf uygulamaları yer almaktadır. Yeterlik bileşeni altında öğretmenin alan ve pedagoji bilgisinin gelişimi ile özyeterliliğinin olumlu yönde etkileneceği belirtilmiştir. Son olarak materyal bileşeninde insan hayatını kolaylaştıracak nitelikte dijital araçlar, ölçüm araçları, basit malzemeler gibi teknolojik materyallerin kullanılması gerektiği ön plana çıkmaktadır. Çorlu (2014) da öğretmen eğitiminde çalışan araştırmacılara “bütünleşik öğretmenlik bilgisi” adında Shulman (1986), Hill, Schilling ve Ball (2004) ve yazarın doktora çalışmalarına (Çorlu, 2012) dayanan bir model önermiştir. Modele göre STEM öğretmenleri:

- Kendi alanlarında uzman seviyesinde alan bilgisine sahiptir.
- Kendi alanlarında uzman seviyesinde pedagojik alan bilgisine (alan eğitimi) sahiptir.
- Kendi uzmanlık alanı dışında bir başka STEM alanında gelişen bir bilgiye sahiptir. Bu gelişen bilgi hem alan hem de pedagojik alan bilgisi ile öğretmene etkin bir STEM uygulayıcısı yetisi kazandırır.
- STEM öğretmeni alanına özgü gelişen bilgileri, meslektaşları ile paylaşımlarda bulunarak geliştirir. Bu paylaşımlar sonucu okullarda mesleki öğrenme toplulukları oluşur, zümreler arası işbirliği geliştirilir.

Tarkin, Çelikkıran ve Aydın Günbatar (2017) ise çalışmalarında, yeni bir yaklaşım olan STEM eğitiminin  ğretmen adaylarına verilmesinin önemli bir adım olduğu ayrıca STEM eğitim yaklaşımını bilen, kullanabilen ve yeni etkinlikler tasarlama noktasında donanımlı öğretmenler yetiştirmenin gerekliliği vurgulanmıştır. Öğrencilerin STEM alanlarında bir kariyer tercih etmesi öğretmenin niteliğine bağlıdır (Osborne, Simon & Collins, 2003). Öğrenciler,  ğretmenlerin kendi alanlarına ek olarak diğer disiplinlerden edindikleri bilgi ve becerileri ilişkilendirme yeteneklerine bağlı olarak verimli ve etkili disiplinler arası yaklaşım temelli STEM eğitimini alabilirler (Nadelson vd., 2013). Ayrıca bir diğer husus da 21. yy becerileridir. Öğretmenler 21. yy becerilerini öğrencilerine kazandırmalı ve kendileri de bu beceriler konusunda deneyimli olmalıdırlar (Akpınar, 2014; akmak, 2015; Işık & Saygılı, 2015).

Ulusal ve uluslararası araştırma raporları da yeterlikleri belirlemek için değerlendirmeye alınmıştır. Örneğin; Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi raporuna göre; STEM eğitmeni, farklı öğrenme stillerine sahip öğrencileri için alan bilgilerini etkili yaklaşımlarla birleştirir. STEM eğitiminde yalnızca  ğretim stratejileri değil öğretmenin ders planı hazırlama ve öğrenmeyi destekleyen işbirliği içerisinde çalışma becerileri ön plandadır (NAE & NRC, 2014). Yine bu rapora göre STEM eğitiminin öğretmenler için ıktıları; STEM alan ve pedagojik alan bilgisi ve uygulamada değişimler olarak ifade edilmiştir.

Güncel fen bilimleri dersi programı da STEM eğitiminin bileşenleri noktasında incelenmiştir. Programda alana özgü beceriler, bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri ve mühendislik ve tasarım becerileri olarak 3 boyut altında incelenmiştir. Bu beceriler dikkate alındığında 21. yy becerileriyle benzerlikler gösterdiği görülmektedir. Tam olarak STEM eğitim yaklaşımını yansıtmasa da fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları kapsamında öğrencilerin yıl içerisinde ünitelerde yaptıkları tasarımları öğrencilerden yılsonunda bilim şenliğinde sunmaları beklenmektedir. Bu noktada girişimcilik becerilerinin gelişimini sağlamaya dönük stratejiler oluşturmaları ve pazarlama araçlarını kullanmaları gerekmektedir. Program öğrencilerden gerçek yaşam problemlerine fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini entegre ederek disiplinler arası bakmalarını sağlamayı hedeflemektedir. Bu süreçte öğrenciyi temel alan öğrenme ortamlarında (problem, proje, argümantasyon, iş birliğine dayalı öğrenme vb.) derslerin yürütülmesi önerilmiştir.  lme değerlendirme uygulamalarının ise eğitim süreci boyunca yapılması gerektiğinin altı çizilmiştir.

Bilim uygulamaları dersi öğretim programı da STEM eğitim yaklaşımı perspektifinden incelenmiştir. Bilim uygulamaları dersi ile, öğrencilerin bilimin doğasını anlamasını ve bilimsel süreç becerileri ile yaşam, mühendislik ve tasarım becerileri kazanması amaçlanmaktadır. Mühendislik ve tasarım becerileri kapsamında, bilimin teknoloji ve mühendislikle bütünleştirilmesini ve problemlere disiplinler arası bakış açısıyla bakmayı sağlamaya yönelik beceriler yer almaktadır. Bu becerilere sahip öğrencilerden buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaşarak, edindikleri bilgi ve becerileri kullanarak ürün oluşturmaları ve bu ürünlere katma değer kazandırabilecekleri stratejiler geliştirmeleri beklenmektedir (MEB, 2018). STEM eğitim yaklaşımında yer alan matematik disiplinine yönelik herhangi bir vurgu içermemesi ve ürünlerin daha çok mühendislik yönüne vurgu yapılması programın STEM'i tam olarak içermediği söylenebilir.

Bu araştırmalarda önerilen eğitim içerikleri ve öğrenme-öğretme materyalleri belirlenerek aşağıda maddeler halinde sunulan STEM ders tasarımının dayandığı ilkeler ortaya çıkmıştır. Belirlenen ilkelere göre geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılmış olan STEM eğitimi ihtiyaç analizi formu oluşturularak beş STEM eğitimi uzmanına gönderilmiştir. Uzmanlardan alınan dönütlere göre, öğretmen adaylarına STEM öğretiminde bilgi ve beceriler kazandırmaya dönük bir dersin, yeterli formunda belirtilen niteliklerin şüphesiz tamamına sahip olması gerektiği ortaya çıkmıştır. Ancak robotik ve kodlamaya yönelik eğitimlerin ilk aşamada gerekli olmadığı ifade edilmiştir. Ayrıca pedagojik alan bilgisi ve öğretmenlik mesleği yeterliklerinin dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir. Uzmanların (U) görüşlerinden örnekler aşağıda sunulmuştur:

U1 “STEM eğitiminin teorik ve pratik alt yapısının oluşturulması gerekmektedir. Teorik çerçevede, STEM eğitim yaklaşımının doğası, felsefi temelleri ve dayandığı anlayış gibi özelliklere değinilmesi gerekmektedir. Başka ülkelerden örneklerin irdelenmesi ve alanda yapılan çalışmaların incelenmesi gerekmektedir. Öğretmen adaylarının uygulamaya yönelik pratiklerinin geliştirilmesi ve kendi ürünlerini oluşturmaları sağlanmalıdır. Bunun yanında etkinlik planlama ve kendi uygulamalarının bir birleri ile paylaşmaları gerekmektedir. STEM’de probleme dayalı, proje tabanlı öğrenme vb. uygulamaların nasıl disiplinler arasına uygun hale getirilebileceği üzerinde düşünmeleri ve örnek uygulamaların bunu yansıtacak biçimde planlanması gerekmektedir.”

U2 “Öğretmen adaylarının hayatın her alanında STEM’in varlığını fark edebilmelerine ve basit malzemelerle yaparak yaşayarak öğrenme deneyimi kazanmalarını sağlayacak STEM öğretimine yönelik eğitim ihtiyaçları vardır. Robotik-kodlama ile zenginleştirilmiş STEM uygulamalarının ayrıntılı olarak anlatılmasının çok elzem değildir. Öğretmen adaylarının

öğretmenlikleri süresince kodlama yapabilmeleri için belirli alt yapı ve maddi gereklilikler vardır. Bulunduğu okul buna uygun olamayabilir.”

Uzmanlardan alınan dönütlere göre STEM ders tasarımının taslak ders içerikleri oluşmuştur. Öğretmen adayları:

1. STEM eğitiminin doğuşu, kısa tarihçesi, felsefesi ve kavramsal çerçevesi ile ilgili bilgilere sahiptir.
2. STEM disiplinleri ile ilgili bilgilere sahiptir.
3. 21. yy becerileri hakkında bilgi ve beceriye sahiptir.
4. Türkiye ve diğer ülkeler bağlamında gerçekleştirilen örnek STEM eğitimi uygulamaları hakkında bilgiye sahiptir.
5. Mevcut fen bilimleri dersi öğretim programında STEM eğitim yaklaşımının uygulanmasına yönelik bilgiye sahiptir.
6. STEM eğitiminde ölçme-değerlendirme yöntem ve teknikleri hakkında bilgiye sahiptir.
7. STEM’de 5E öğretim modeli, problem ve projeye dayalı öğrenme yöntemlerinin temelleri ve uygulamaları hakkında bilgiye sahiptir.
8. Akranlarıyla işbirliği içerisinde bilgi paylaşımında bulunur.
9. STEM eğitim yaklaşımına göre ders planı hazırlama ve uygulama bilgisine sahiptir.

STEM ders tasarımına ilişkin öğretmen adaylarının eğitim ihtiyaçları Tablo 4.1’de görülmektedir.

Tablo 4.2.

Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Hakkında Eğitim İhtiyaçları

Dersin içeriği	Detaylı içerik
STEM eğitiminin doğuşu ve kısa tarihçesi	1. STEM anlayışının gelişim süreci
	2. Neden STEM eğitimi?
STEM eğitiminin felsefesi	3. STEM eğitiminin felsefesi
STEM eğitiminin kavramsal çerçevesi	4. STEM eğitim yaklaşımı
	5. STEM eğitiminin amacı
	6. STEM disiplinleri tanımları ve içerikleri
	7. STEM disiplinlerini entegre etme

	8. STEM disiplinleri entegrasyon modelleri
	9. Fen derslerinde STEM eğitimi gerçekleştirilmenin yolları
Mühendislik tasarım süreci	10. Mühendislik tasarım süreci
	11. Bilimsel yöntem ile mühendislik tasarım süreci arasındaki benzerlik ve farklılıklar
	12. STEM eğitime göre hazırlanmış bir derste, Mühendislik tasarım süreci
İnovasyon, yaratıcılık, girişimcilik vb. 21. yy becerileri	13. 21. yy becerileri
	14. 21. yy becerileri ve STEM ilişkisi
	15. Fen bilimleri dersi öğretim programı ve 21. yy becerileri ilişkisi
Farklı ülkeler ve Türkiye bağlamında gerçekleştirilen STEM eğitimi uygulamaları	16. STEM eğitimi uygulamalarından örnekler
Fen bilimleri dersi öğretim programı ve STEM eğitimi	17. STEM eğitiminin fen bilimleri öğretim programındaki yeri
STEM eğitiminde ölçme-değerlendirme anlayışı	18. STEM eğitiminde ölçme-değerlendirme uygulamaları
	19. STEM eğitime göre hazırlanmış bir dersin ölçme-değerlendirme uygulamalarını hazırlama atölyesi
5E öğretim modeline göre STEM eğitimi ve uygulamaları	20. 5E öğretim modeline göre hazırlanan örnek STEM eğitimi süreci
	21. 5E öğretim modeline göre hazırlanan örnek STEM ders planı
STEM’de Probleme dayalı öğrenme yöntemi ve uygulamaları	22. STEM’de Probleme dayalı öğrenme süreci
	23. STEM’de Probleme dayalı öğrenme yöntemine göre ders planı
STEM’de Projeye dayalı öğrenme yöntemi ve uygulamaları	24. STEM’de Projeye dayalı öğrenme süreci
	25. STEM’de Projeye dayalı öğrenme yöntemine göre ders planı
STEM’de Projeye dayalı öğrenme yöntemine göre ders planı hazırlama ve uygulama	26. Öğretmen adayının STEM eğitim yaklaşımına göre bir etkinlik tasarlaması
	27. Tasarladığı etkinliği STEM’de Projeye dayalı öğrenme yöntemine göre ders planına yansıtması
	28. Hazırladığı ders planını uygulama süreci

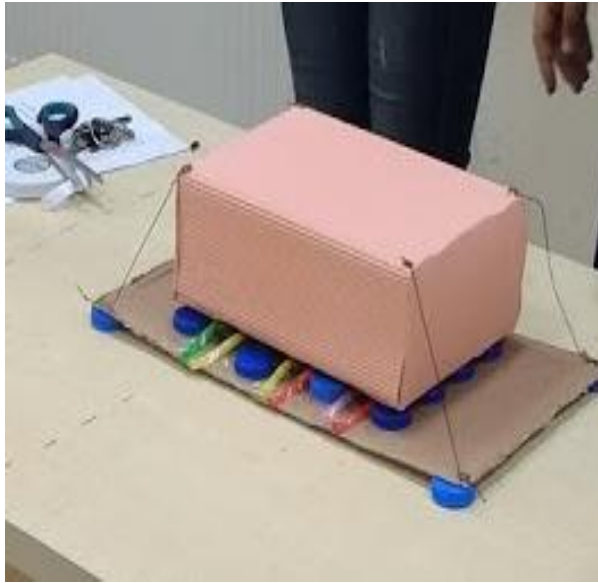
STEM ders tasarımında dersin içeriğinin haftalara ve bu haftalar için planlanan görevlere göre belirlenmiş hali Tablo 4.2’de görülmektedir.

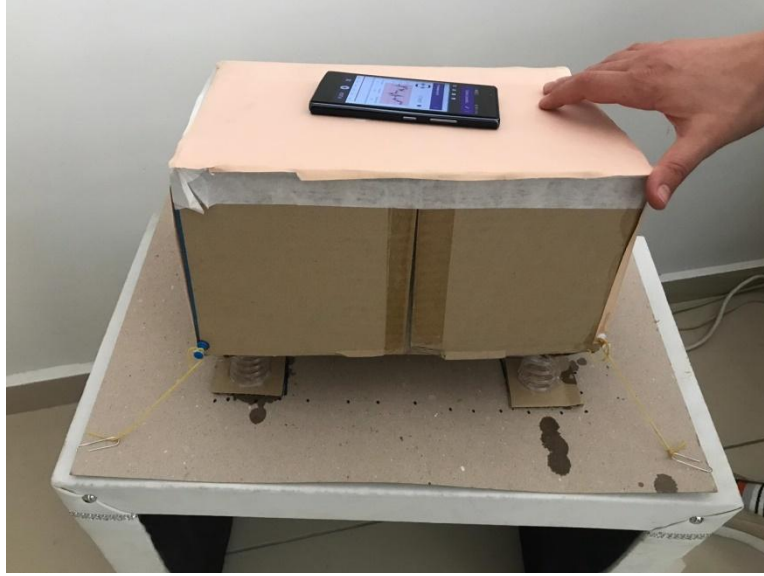
Tablo 4.3.
Prototip 1-STEM Ders Tasarımı

Hafta	Dersin ana hatları	Ders içinde planlanan görevler (öğrenme- öğretme yöntemleri, teknikleri ve taslak etkinlikler)
1	STEM eğitiminin doğuşu ve kısa tarihçesi	Düz anlatım-büyük grup tartışması, video izleme
	STEM eğitiminin felsefesi	Düz anlatım-büyük grup tartışması
	STEM eğitiminin kavramsal çerçevesi	Düz anlatım-büyük grup tartışması
2	Mühendislik tasarım süreci	Düz anlatım-büyük grup tartışması
	İnovasyon, yaratıcılık, girişimcilik vb. 21. yy becerileri	Düz anlatım-büyük grup tartışması
	Farklı ülkelerdeki STEM eğitimi uygulamaları	Düz anlatım-büyük grup tartışması- video izleme
	Fen bilimleri dersi öğretim programı ve STEM eğitimi	Düz anlatım-büyük grup tartışması
3	STEM eğitiminde ölçme-değerlendirme anlayışı	Düz anlatım-büyük grup tartışması-grup çalışması
4	STEM’de 5E öğretim modeli ve uygulamaları	Depreme dayanıklı ev tasarlama ve ders planı inceleme
5	Öğretmen adaylarının STEM’de 5E öğretim modeline göre hazırladıkları ders planlarını inceleme	Rüzgâr jeneratörü tasarlama ve ders planı hazırlama
6	STEM’de probleme dayalı öğrenme yöntemi ve uygulamaları	Ses yalıtımlı ev tasarlama ve ders planı inceleme
7	Öğretmen adaylarının STEM’de probleme dayalı öğrenme yöntemine göre hazırladıkları ders planlarını inceleme	Çevre dostu plastik üretimi ve ders planı hazırlama
8	STEM’de projeye dayalı öğrenme yöntemi ve uygulamaları	Isı yalıtımlı ev tasarlama ve ders planı inceleme
9	Öğretmen adaylarının STEM eğitiminde projeye dayalı öğrenme yöntemine göre hazırladıkları ders planlarını inceleme	Katı ve sıvı atıkların geri dönüşümüne yönelik bir araç tasarlama ve ders planı hazırlama
10-14	Öğretmen adaylarının belirledikleri bir gerçek yaşam problemi/kazanım/ihtiyaca göre hazırladıkları STEM etkinlikleri ve ders planları sunumları-inceleme	Öğrenci sunumları ve akran değerlendirmeleri

Prototip 1, STEM eğitiminin tarihçesi ile başlayarak felsefesi ve kuramsal yapısının tartışılması ile devam etmiştir. Sonrasında öğretmen adaylarıyla STEM eğitime duyulan ihtiyacın gerekçeleri üzerine bir video izlenmiş ve ardından video hakkında büyük grup tartışması yürütülmüştür. STEM eğitiminde mühendislik tasarım sürecinin aşamaları ve bilimsel araştırma basamakları ile ilişkisi tartışılmıştır. Yaşadığımız Dünya'dan örneklerle 21.yy becerileri açıklanmıştır. Farklı ülkeler ve Türkiye'de yapılan STEM uygulamalarından örnekleri kısa video ve fotoğraflarla görmeleri sağlanmıştır. Sonraki hafta STEM eğitiminde ölçme-değerlendirme yaklaşımlarına değinilmiştir. Böylelikle STEM ders tasarımının 3 haftalık kısmı teorik anlatımları içermektedir.

Öğretmen adayları 4. Haftadan itibaren araştırmacı tarafından hazırlanan *Depreme dayanıklı ev tasarlama* etkinliğini deneyimlemişlerdir. Bu etkinlikte taban izolasyon sistemleri ile depremde binaları koruma yöntemlerine değinilmiştir. Depreme dayanıklı ev tasarımı STEM'de 5E öğretim modeline göre yapılandırılmış ders planı formatında öğretmen adaylarına sunulmuş ve incelemeleri istenmiştir. Bu noktada STEM'de 5E öğretim modeline göre hazırlanan ders planlarının diğer öğrenme-öğretme yöntem ve tekniklerine göre hazırlanan ders planlarından farkları ve benzer yönleri üzerine düşünmeleri ve fikirlerini arkadaşlarıyla paylaşmaları sağlanmıştır.





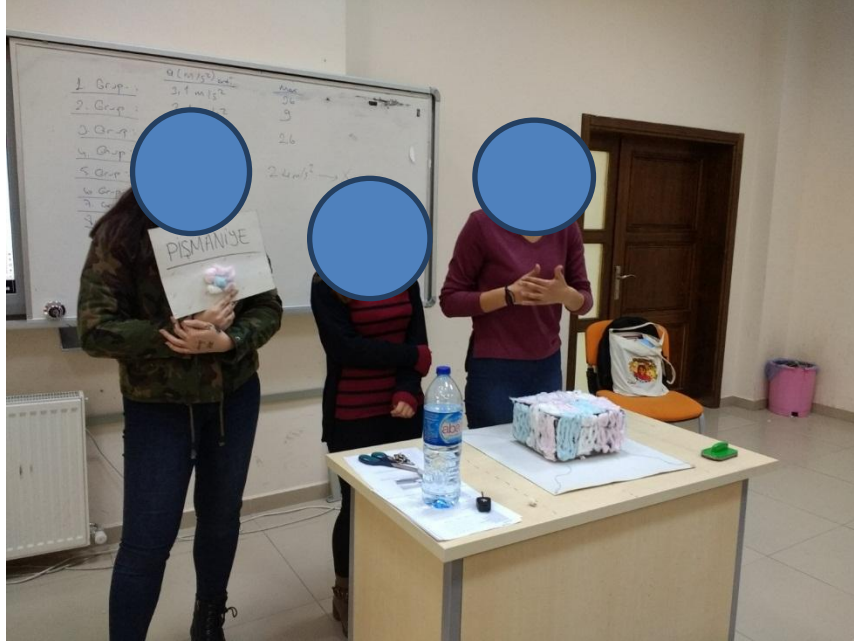
Şekil 4.1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının depreme dayanıklı ev tasarımlarından örnekler

Öğretmen adayları 5. hafta rüzgar jeneratörü tasarlama etkinliğini sınıfta deneyimlemişlerdir. Rüzgar jeneratörlerini tasarlayan gruplardan etkinlik planlarını STEM’de 5E öğretim modeline göre ders planlarına yansıtmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının rüzgar jeneratörü tasarımları-ders planları incelenmiş dönütler verilerek düzeltilmeleri istenmiştir.



Şekil 4.2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının rüzgar jeneratörü tasarımlarına ait bir görsel

Öğretmen adaylarından 6. Hafta gruplar halinde ses yalıtımlı ev etkinliğini tasarlamaları istenmiştir. Ses yalıtımlı ev tasarımları STEM’de probleme dayalı öğrenme yöntemine göre yapılandırılmış ders planı formatında öğretmen adaylarına sunulmuş ve incelemeleri istenmiştir. Bu noktada STEM’de probleme dayalı öğrenme yöntemine göre hazırlanan ders planlarının diğer öğrenme-öğretme yöntem ve tekniklerine göre hazırlanan ders planlarından farkları ve benzer yönleri üzerine düşünmeleri ve fikirlerini arkadaşlarıyla paylaşmaları sağlanmıştır.



Şekil 4.3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının ses yalıtımlı ev tasarımlarından bir görsel

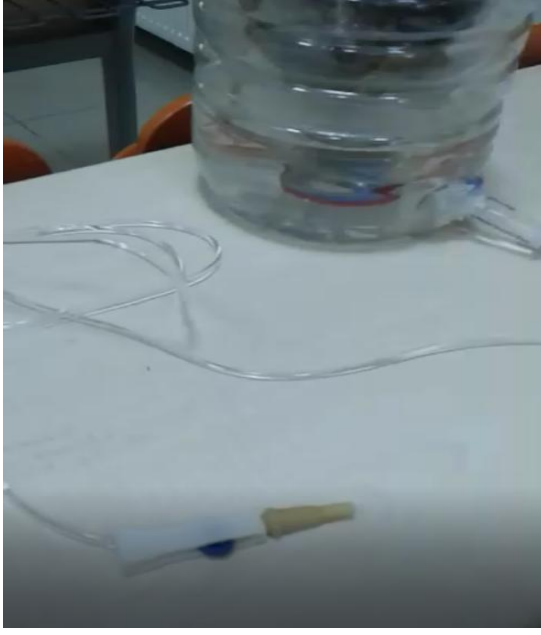
Öğretmen adaylarından kendilerine verilen malzemelerle 7. Hafta gruplar halinde geri dönüşümü olan plastik üretmeleri istenmiştir. Plastik üretimini yapan gruplardan etkinlik planlarını STEM’de probleme dayalı öğrenme yöntemine göre ders planlarına yansıtmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının plastik üretimi-ders planları incelenmiş dönütler verilerek düzeltmeleri istenmiştir.



Şekil 4.4. Fen bilgisi öğretmen adaylarının çevre dostu plastik üretimine ait bir görsel

7.hafta, öğretmen adaylarından kendilerine verilen malzemelerle ısı yalıtımlı ev tasarımları istenmiştir. Isı yalıtımlı ev tasarımları STEM’de projeye dayalı öğrenme yöntemine göre yapılandırılmış ders planı formatında öğretmen adaylarına sunulmuş ve incelemeleri istenmiştir. Bu noktada STEM’de projeye dayalı öğrenme yöntemine göre hazırlanan ders planlarının diğer öğrenme-öğretme yöntem ve tekniklerine göre hazırlanan ders planlarından farkları ve benzer yönleri üzerine düşünceleri ve fikirlerini arkadaşlarıyla paylaşmaları sağlanmıştır.

9. hafta ise, Öğretmen adaylarından kendilerine verilen malzemelerle sıvı atıkların geri dönüşümüne yönelik bir tasarım istenmiştir. Tasarımını yapan gruptan etkinlik planlarını STEM’de projeye dayalı öğrenme yöntemine göre ders planlarına yansıtmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının sıvı atıkların geri dönüşümü-ders planları incelenmiş dönütler verilerek düzeltmeleri istenmiştir.



Şekil 4.5. Fen bilgisi öğretmen adaylarının sıvı atıkların geri dönüşümü tasarımına ait görsel

Son olarak, dersin başında içeriklerden bahsederken 10-14. Haftalar arasında grupların STEM etkinliklerine ve ders planı sunumlarına yer verileceği bahsedilmiştir. 10. Haftadan itibaren hazırlanan STEM etkinlikleri ve ders planları gruplar tarafından sunulmuş ve diğer öğretmen adayları ile araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir.

4.1.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimi Konusundaki Bilgi ve Becerilerini Arttırmak için Yapılacak Etkinliklerin Özelliklerine İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Öğretmen adaylarının STEM öğretimine yönelik bilgi ve becerilerini artırmak amacıyla birden çok etkinliği deneme fırsatına ulaşmaları gerekmektedir. Etkinlikler tabloda görüldüğü üzere Vasquez ve arkadaşlarının (2013) ifade ettiği disiplinler ötesi (transdisipliner) modele göre hazırlanmıştır. Etkinliklerde, fen kavramları matematiksel düşünme ve veri toplama ile ilişkilendirilmiş, mühendislik ise bir bağlam olarak kullanılmış ve mühendislik uygulamaları merkeze alınmıştır. Ortaya çıkan mühendislik ürünü ve kullanılan materyaller ise teknoloji disiplinine yöneliktir. Bu noktada herhangi bir programlama-kodlama gibi beceriler dahil edilmemiştir. Etkinliklerin tamamı basit malzemelerle yaparak yaşayarak öğrenme (hands on) yöntemine göre tasarlanmıştır. Etkinliklerde fen disiplinine yönelik bilgi ve beceriler, 2018 güncel fen bilimleri dersi

öğretim programındaki kazanımlara göre belirlenmiş ve diğer disiplinlerle ilişkilendirilmiştir. Etkinlikler, 21. yy evi tasarlamak amacıyla belirli bir bağlamda seçilmiştir. Etkinliklerin ortak bir tema altında toplanmasını sağlamak amacıyla 21.yy evi bağlamı tercih edilmiştir.

Tablo 4.4.

STEM Etkinlikleri İle İlişkili Disiplinler ve Modeller

Etkinlik adı	Fen	Teknoloji	Mühendislik	Matematik	STEM entegrasyon modeli
Depreme dayanıklı ev	✓	✓	✓	✓	Transdisipliner
Rüzgar gücüyle elektrik üretimi	✓	✓	✓	✓	Transdisipliner
Ses yalıtımlı ev	✓	✓	✓	✓	Transdisipliner
Çevre dostu plastik üretimi	✓	✓	✓	✓	Transdisipliner
Isı yalıtımlı ev	✓	✓	✓	✓	Transdisipliner
Katı ve sıvı atıkların geri dönüşümü	✓	✓	✓	✓	Transdisipliner

4.1.2.1. Depreme Dayanıklı Ev Etkinliğinin Geliştirilmesi

Bu etkinlik Science Buddies adlı web sitesinde bulunan STEM ders planları bölümünden esinlenerek araştırmacı tarafından uyarlanarak geliştirilmiştir. Öğretmen adayları kendilerine verilen malzemeleri kullanarak belirli bir sürede depreme dayanıklı ev tasarlamışlardır. Burada asıl odaklanmaları gereken husus taban izolasyon sistemleridir. Zemini yerin hareketinden bağımsız hale getiren en iyi tasarıma ulaşmak amaçlanmıştır. Tasarımların depreme dayanıklılığı oluklu mukavvadaki sarsıntıya göre test edilmiştir. Tasarladıkları depreme dayanıklı ev, Google Science Journal uygulamasında bulunan harekete duyarlı bir sensörle, evin depreme dayanıklılığı ivme ölçerdeki değere bağlı olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.5.

Depreme Dayanıklı Ev Tasarlama Etkinliğinin İlişkili Olduğu STEM Disiplinleri

Depreme dayanıklı ev	
Fen (S)	Yıkıcı doğa olayları ve korunma yolları
Teknoloji (T)	Tasarlanan depreme dayanıklı ev, gerekli malzemeleri kullanma ve Google science journal uygulaması dahil etme
Mühendislik (E)	Mühendislik tasarım süreci, kariyere özgü mühendislik bilgi ve becerileri, tasarım odaklı düşünme
Matematik (M)	Uzunluk ve zaman ölçümü, alan hesabı

4.1.2.2. Rüzgar Gücüyle Elektrik Üretimi Etkinliğinin Geliştirilmesi

Bu etkinlik *Exploratorium* adlı web sitesinden uyarlanarak geliştirilmiştir. Öğretmen adayları kendilerine verilen malzemelerle belirli bir sürede rüzgar jeneratörü oluşturmuşlardır. Tasarımlarına ekledikleri LED lambaları ile en uygun rüzgar jeneratörü oluşturan grup belirlenmiştir.

Tablo 4.6.

Rüzgar Jeneratörü Tasarlama Etkinliğinin İlişkili Olduğu STEM Disiplinleri

Rüzgar gücüyle elektrik üretimi	
Fen (S)	Rüzgar jeneratöründe elektrik enerjisi üretimi
Teknoloji (T)	Tasarlanan rüzgar jeneratörü, gerekli malzemeleri kullanma (multimetre, dc motor, LED lamba vb.)
Mühendislik (E)	Mühendislik tasarım süreci, kariyere özgü mühendislik bilgi ve becerileri, tasarım odaklı düşünme, uygun kanat tasarımı
Matematik (M)	Geometrik şekillerin alan hesabı

4.1.2.3. Ses Yalıtımlı Ev

Bu etkinlik *Science Buddies* adlı web sitesinde bulunan STEM ders planlarından esinlenerek araştırmacı tarafından uyarlanmıştır. Öğretmen adayları kendilerine verilen malzemelerle belirli bir süre içerisinde ses yalıtımını sağlayacak bir ev tasarlamışlardır. Tasarladıkları ses yalıtımlı eve, Google Science Journal uygulamasında bulunan bir ses şiddeti ölçüm sensörü eklenmiş ve en iyi ses yalıtımı sağlayan ev belirlenmiştir.

Tablo 4.7.

Ses Yalıtımlı Ev Tasarlama Etkinliğinin İlişkili Olduğu STEM Disiplinleri

Ses yalıtımlı ev	
Fen (S)	Sesin maddeyle etkileşimi, sesin iletilme, yansıma ve soğurulması
Teknoloji (T)	Tasarlanan ses yalıtımlı ev, gerekli malzemeleri kullanma, Google science journal uygulaması dahil etme
Mühendislik (E)	Mühendislik tasarım süreci, kariyere özgü mühendislik bilgi ve becerileri, tasarım odaklı düşünme, uygun malzemeyi belirleme
Matematik (M)	Grafik okuma, verileri karşılaştırma-yorumlama

4.1.2.4. Çevre Dostu Plastik Üretimi

Bu etkinlik Science Buddies adlı web sitesinde bulunan STEM ders planlarından esinlenerek araştırmacı tarafından uyarlanmıştır. Öğretmen adayları kendilerine verilen malzemelerle belirli bir süre içerisinde çevre dostu plastik üretimini yapmışlardır.

Tablo 4.8.

Çevre Dostu Plastik Üretimi Etkinliğinin İlişkili Olduğu STEM Disiplinleri

Çevre dostu plastik üretimi	
Fen (S)	Evsel atıklar ve geri dönüşüm
Teknoloji (T)	Üretilen kimyasal plastik
Mühendislik (E)	Mühendislik tasarım süreci, kariyere özgü mühendislik bilgi ve becerileri, tasarım odaklı düşünme, uygun malzemeyi belirleme
Matematik (M)	Ölçme-tartma

4.1.2.5. Isı Yalıtımlı Ev

Bu etkinlik araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Öğretmen adayları kendilerine verilen malzemelerle belirli bir süre içerisinde ısı yalıtımını sağlayacak bir ev tasarlamışlardır.

Tablo 4.9.

Isı Yalıtımlı Ev Tasarlama Etkinliğinin İlişkili Olduğu STEM Disiplinleri

Isı yalıtımlı ev	
Fen (S)	Isı yalıtımı ve binalarda ısı yalıtımının önemi
Teknoloji (T)	Tasarlanan ısı yalıtımlı ev, gerekli malzemeleri kullanma
Mühendislik (E)	Mühendislik tasarım süreci, kariyere özgü mühendislik bilgi ve becerileri, tasarım odaklı düşünme, uygun malzemeyi belirleme
Matematik (M)	Alan hesabı, ebob-ekok hesaplamaları

4.1.2.6. Katı ve Sıvı Atıkların Geri Dönüşümü

Bu etkinlik araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Öğretmen adayları kendilerine verilen malzemelerle belirli bir süre içerisinde sıvı atıkların geri dönüşümünü sağlayacak bir sistem tasarlamışlardır.

Tablo 4.10.

Katı ve sıvı atıkların geri dönüşümünü sağlayan bir sistem tasarlama etkinliğinin ilişkili olduğu STEM disiplinleri

Katı ve sıvı atıkların geri dönüşümü	
Fen (S)	Evsel sıvı atıkların geri dönüşümü
Teknoloji (T)	Tasarlanan sıvı atık dönüşüm sistemi, gerekli malzemeleri kullanma
Mühendislik (E)	Mühendislik tasarım süreci, kariyere özgü mühendislik bilgi ve becerileri, tasarım odaklı düşünme, uygun malzemeyi belirleme
Matematik (M)	Hesaplamalı düşünme, ölçüm yapma

4.2. Prototip Evresi

Bu evre STEM ders tasarımının ve etkinliklerin geliştirilmesi ve gözden geçirilmesi sürecini içeren döngülerde, araştırma problemi doğrultusunda elde edilen bulgulara ilişkin verileri içermektedir.

4.2.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimi Konusunda Kazanmaları Gereken Bilgi ve Becerilere İlişkin Bulgu ve Yorumlar

4.2.1.1. Prototip 1 ve Pilot Uygulama

Prototip 1, ilk döngüde pilot uygulama ile değerlendirmeye alınmıştır. Araştırmacının her hafta yapılan uygulamalara ilişkin deneyim ve gözlemleri ile öğretmen adaylarından alınan derin düşünme yazıları dikkate alınarak prototip 1 yeniden gözden geçirilmiştir. İlk hafta, öğretmen adayları için ders içeriğini tanıtmaya ve dersin hedeflerini açıklamayı içerecek şekilde planlanmıştır. Öğretmen adayları, *STEM eğitiminin kuramsal çerçevesini kapsayan haftaları sıkıcı* olarak ifade etmişlerdir. Ancak kuramsal çerçevenin uygulamalar için temel teşkil ettiği düşünüldüğünde farklı etkinliklerle zenginleştirilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. İçerik azaltılmadan daha eğlenceli olacak şekilde öğretim yöntemleri, teknikleri ile zenginleştirilmiştir. Örneğin, konu ile ilgili mizahi bir anlatım içeren video eklenmiştir. 21. yy becerilerinin anlatımı daha çok örnekle gerçekleştirilmiştir. Ders tasarımının son halinde ilk 3 hafta için ders içeriği daha detaylı olarak verilmiştir. Öğretmen adayları, Ölçme ve değerlendirme dersini Özel öğretim yöntemleri-I dersi ile aynı dönem aldıkları için STEM eğitime göre yapılandırılmış bir dersin ölçme-değerlendirme uygulamalarını planlamakta zorlanmışlardır. Bu anlamda öğretmen adaylarına daha yoğun bir destek verilmesi gerektiği düşünülmüştür. Nitekim STEM eğitiminde anlık ve alternatif ölçme-değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Ayrıca PISA sınavlarındaki bağlam odaklı sorular, STEM eğitiminde ölçme ve değerlendirme uygulamalarında tartışılması gereken önemli bir konudur. Asıl uygulamaların öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinde yapılacağı ve Ölçme ve değerlendirme dersinin bir sonraki dönemde olduğu dikkate alınarak STEM eğitiminde ölçme-değerlendirme uygulamaları zenginleştirilmiştir. Örneğin; kahoot, plickers gibi anlık ölçme-değerlendirmeye fırsat tanıyan çevrim içi uygulamalar hakkında bilgi verilmiş ve uygulamaları deneyimlemeleri sağlanmıştır. PISA

sorularının hazırlanmasına ilişkin bilgi ve becerilerini geliştirmek amacıyla detaylı bir eğitim içeriği hazırlanmış ve her hafta ders planlarında ve dönem sonu projelerinde PISA soruları hazırlamaları istenmiş ve dönüt-düzeltilmelerle gelişimleri kaydedilmiştir.

Öğretmen adaylarının dönem sonu STEM projelerini hazırlarken gerçek yaşam problemi bulmak noktasında ciddi problemler yaşadıkları görülmüştür. Bu sebeple 21.yy evi bağlamında gerçekleştirilen etkinliklerin, farklı bağlamlarda olacak şekilde değiştirilmesi gerektiği düşünülmüştür. Sonraki döngüde uzmanlarla bu durum paylaşılmış ve düzenlemeler yapılmıştır. Yapılan düzenlemelerle prototip 2 oluşturulmuştur.

4.2.1.2. Prototip 2 ve Uzman Görüşü

Prototip 2, uzman görüşüne sunulduğunda STEM eğitiminin kuramsal çerçevesini kapsayan içeriklerde değişiklik yapılmamıştır. Ancak uzmanlar, araştırmacı tarafından 6 etkinliğin önceden tasarlanmasının, öğretmen adayına STEM etkinliği tasarlama noktasında gerekli bilgi ve becerileri kazandırmayacağını düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının *yalnızca dönem sonunda STEM projeleri için bir etkinlik tasarlayacak olmalarını, STEM ders tasarımının eksik yönü* olarak ifade etmişlerdir. Bu noktadan hareketle,

STEM eğitiminin kuramsal çerçevesini takip eden 5. Hafta için, depreme dayanıklı ev etkinliğini deneyimleme ve STEM’de 5E öğretim modeline göre hazırlanmış ders planını inceleme şeklinde bir içerik oluşturulmuştur. Bu aşamada STEM’de 5E öğretim modeline göre hazırlanmış ders planının temel özellikleri üzerine tartışma ortamı oluşturulması gerekmektedir.

6. Hafta için, rüzgar jeneratörü tasarlama etkinliğini deneyimleme ve bu etkinliğe göre STEM’de probleme dayalı öğrenme yöntemine göre hazırlanmış ders planını inceleme şeklinde bir içerik oluşturulmuştur. Bu aşamada STEM’de probleme dayalı öğrenme yöntemine göre hazırlanmış ders planının temel özellikleri üzerine tartışma ortamı oluşturulması gerekmektedir.

7. hafta ses yalıtımlı ev tasarlama etkinliğini deneyimleme ve bu etkinliğe göre STEM’de projeye dayalı öğrenme yöntemine göre hazırlanmış ders planını inceleme şeklinde bir içerik oluşturulmuştur. Bu aşamada STEM’de projeye dayalı öğrenme yöntemine göre hazırlanmış ders planının temel özellikleri üzerine tartışma ortamı oluşturulması gerekmektedir.

8. Haftadan itibaren öğretmen adaylarının STEM etkinliği tasarlamaya yönelik bilgi ve becerilerini geliştirmek amacıyla aktif oldukları bir süreç izlenmesi gerekmektedir. Nitekim önceki haftalarda örnek STEM etkinliği ve ders planlarını incelemeye yönelik içerikler mevcuttur. 8. Haftada öğretmen adaylarından enerji tasarrufu sağlamaya dönük roket tasarlamak için gerekli malzemeleri getirmeleri istenmiştir. Etkinliği sınıf ortamında deneyimlemelerine yönelik bir içerik hazırlanmıştır. Sonrasında hazırladıkları etkinliği STEM’de 5E öğretim modeline göre ders planına yansıtmaları istenmiştir. Bir sonraki hafta için fen bilimleri dersi öğretim programından sınıfça bir kazanımın belirlenmesi ve bu kazanıma göre grupların STEM etkinliği ve STEM’de probleme dayalı öğrenme yöntemine göre ders planı hazırlamaları istenmiştir. Araştırma grubu, hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlamaya karar vermiş ve buna yönelik kazanımları belirlemişlerdir. 9. hafta grupların önceki hafta belirledikleri kazanıma göre getirecekleri malzemelerle etkinliklerini tasarlamaları ve ders planlarıyla birlikte sunmaları beklenmiştir. Bu noktada her grubun aynı kazanıma yönelik farklı etkinlikler ve ders planı örnekleri görmeleri, farklı deneyimleri keşfetmeleri sağlanmıştır. Her grubun etkinliği ve ders planı diğer gruplar tarafından incelenmiş ve değerlendirilmiştir.





Şekil 4.6. Fen bilgisi öğretmen adaylarının hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik tasarımları

10-14. haftalar arasında ise öğretmen adaylarının dersin başından itibaren süreç içerisinde yapılandırmaları istenen STEM etkinlik ve ders planlarının sunumları gerçekleştirilir. Öğretmen adayları tarafından bir gerçek yaşam problemi/kazanım/ihtiyaç belirlenir ve gerçek yaşam problemi/kazanım/ihtiyaca göre bir STEM etkinliği tasarlanır. Tasarlanan STEM etkinliğini STEM’de projeye dayalı öğrenme yöntemine göre ders planına yansıtır. Hazırlanan dönem sonu projeleri sunulur. Diğer gruplar ve araştırmacı, grubun (varsa)

eksikliklerini tamamlama ve yanlışlarını gidermelerine yönelik düzeltmeler ve önerilerde bulunur. STEM ders tasarımının ana hatları detaylı bir biçimde EK' 10'da yer almaktadır.





Şekil 4.7. Fen bilgisi öğretmen adaylarının proje tasarımlarından örnekler

4.2.2. Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının STEM öğretimi konusundaki bilgi ve becerilerini arttırmak için yapılacak etkinliklerin özelliklerine ilişkin bulgu ve yorumlar

Pilot uygulama sonrasında ve uzman görüşleriyle etkinliklerde bazı düzenlemeler yapılmıştır.

4.2.2.1. Depreme Dayanıklı Ev Tasarlama

Depreme dayanıklı ev tasarlama etkinliği, fen bilimleri dersi öğretim programında 5. sınıfta bulunan yıkıcı doğa olayları konusuyla ilişkilendirilmiştir. Ancak taban izolasyon sistemlerini düşünmeleri ve tasarımlarına yansıtmasını beklemek sınıf düzeyine göre uygun görülmemiştir. Nitekim öğretmen adaylarından bazıları da bu durumu anlamak ve tasarımlarına yansıtmak noktasında problem yaşamıştır. Bu nedenle etkinlik, pipetlerden depreme dayanıklı en uzun binayı tasarlama olarak değiştirilmiştir. Konu kazanımlarına göre kolon, kiriş, sütun gibi kavramları tasarımlarına yansıtmasına odaklanılır. Ayrıca tasarımları test etmek için araştırmacının oluklu mukavvayı iki yana sallaması gerçek bir

deprem sarsıntısını simüle etmediği ve her grup için standart bir sarsıntı oluşturmadığı için araştırmacı tarafından yay ve motordan oluşan bir sistemle sarsıntı masası oluşturulmuştur.

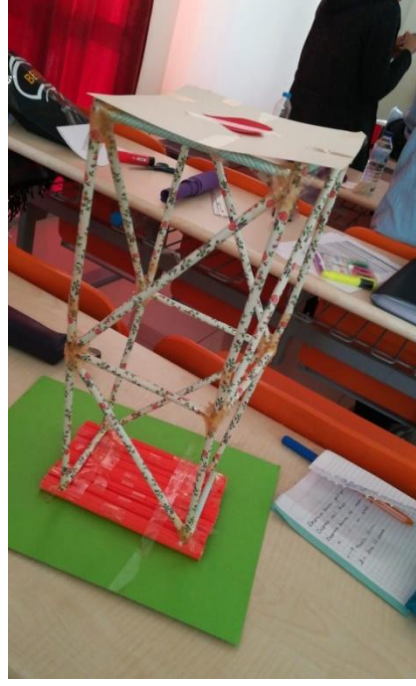
Tablo 4.11.

Depreme Dayanıklı Ev Tasarlama Etkinliğinin İlişkili Olduğu STEM Disiplinleri

	Depreme dayanıklı ev
Fen (S)	Yıkıcı doğa olayları ve korunma yolları
Teknoloji (T)	Tasarlanan depreme dayanıklı ev, gerekli malzemeleri kullanma, sarsıntı masasını kullanma
Mühendislik (E)	Mühendislik tasarım süreci, kariyere özgü mühendislik bilgi ve becerileri, tasarım odaklı düşünme
Matematik (M)	Uzunluk ve zaman ölçümü, alan hesabı



Şekil 4.8. Sarsıntı masasına ait bir görsel



Şekil 4.9. Fen bilgisi öğretmen adaylarının depreme dayanıklı ev tasarımları

4.2.2.2. Rüzgar Gücüyle Elektrik Üretimi

Rüzgar jeneratörü tasarlama etkinliğinde, kağıt bardaktan eşit ölçüde kesilen parçalardan kanatların tasarlanması yaratıcılığı sınırlandırmaktadır. Bu sebeple araştırmacı etkinliği değiştirerek öğretmen adaylarının kendilerine verilen malzemelerle uygun kanat tasarımı yapmaları ve belirli bir sürede rüzgar jeneratörü oluşturmalarını istemiştir. Tasarımlarına ekledikleri LED lambaları ile en çok elektrik üretimi yapabilen grup belirlenir.

Tablo 4.12

Rüzgâr jeneratörü tasarlama etkinliğinin ilişkili olduğu STEM disiplinleri

Rüzgar gücüyle elektrik üretimi	
Fen (S)	Rüzgar jeneratöründe elektrik enerjisi üretimi
Teknoloji (T)	Tasarlanan rüzgar jeneratörü, gerekli malzemeleri kullanma (multimetre, dc motor, LED lamba vb.)
Mühendislik (E)	Mühendislik tasarım süreci, kariyere özgü mühendislik bilgi ve becerileri, tasarım odaklı düşünme, uygun kanat tasarımı
Matematik (M)	Geometrik şekillerin alan hesabı, uzunluk ölçme, elektriğin gücünü hesaplayarak üretilen elektrik miktarını belirleme



Şekil 4.10. Fen bilgisi öğretmen adaylarının rüzgar jeneratörü tasarımları

4.2.2.3. Ses Yalıtımlı Ev

Ses yalıtımlı ev tasarlama etkinliğinde herhangi bir değişim yapılmamıştır.



Şekil 4.11. Fen bilgisi öğretmen adaylarının ses yalıtımlı ev tasarımları

4.2.2.4. İki Kademeli Roket Tasarımı

Etkinliklerin geliştirilmesi 21. yy evi bağlamında olduğu için, öğrenciler farklı etkinlikler geliştirme noktasında sınırlı kalmışlardır. Bu yüzden ses yalıtımlı ev tasarımından sonra iki kademeli roket tasarımı etkinliğine geçilmiştir. Böylelikle öğretmen adayları, araştırmacının müdahalesi ile hem ev tasarlama hem de araç tasarlama bağlamında etkinlikler deneyimlemişlerdir.

İki kademeli roket tasarımı etkinliği *Science Buddies* adlı siteden STEM ders planlarından uyarlanmıştır. Öğretmen adayları kendilerine verilen malzemelerle belirli bir süre

içerisinde yakıt tasarrufunu sağlamak amacıyla iki kademeli bir roket tasarımı yaparlar. Roketin gidebileceği maksimum mesafeyi belirlemek amacıyla test alanı oluşturulmuştur. Grupların tasarımları bu kritere göre değerlendirilmiştir.

Tablo 4.13

İki kademeli roket tasarlama etkinliğinin ilişkili olduğu STEM disiplinleri

İki kademeli roket tasarımı	
Fen (S)	Kaynakların tasarruflu kullanımı, yol, zaman ve sürat kavramları
Teknoloji (T)	Tasarlanan iki kademeli roket, gerekli malzemeleri kullanma (kronometre)
Mühendislik (E)	Mühendislik tasarım süreci, kariyere özgü mühendislik bilgi ve becerileri, tasarım odaklı düşünme, roket tasarımında aerodinamik, malzeme seçimi, itme vb. kavramların kullanılmasıyla öğrencilerin uygulamalı mühendislik dallarında çalışması
Matematik (M)	Problem kurma ve çözme, veri analizi, grafik okuma



Şekil 4.12. Fen bilgisi öğretmen adaylarının iki kademeli roket tasarımları

4.3. Değerlendirme Evresi

Bu evrede hazırlanan STEM ders tasarımının Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinde uygulanması ve değerlendirilmesi sonucunda elde edilen bulgular yer almaktadır.

4.3.1. STEM Öğretimi Bilgi ve Becerilerini Geliştirmek için Hazırlanan Öğretim Materyali Tasarımı Odaklı Etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimi Bilgi ve Becerilerini Attırmadaki Etkililiğine (Planlama Boyutunda) İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM öğretimi bilgi ve becerilerindeki değişimi belirlemek amacıyla öncelikle STEM eğitimi ön bilgi formu analiz edilmiş ve STEM eğitimindeki mevcut bilgileri açıklanmıştır. Tablo 4.13'te öğretmen adaylarının kendilerine verilen kazanımları ilişkili olduğunu düşündüğü senaryolardaki öğretim süreçleriyle eşleştirmelerini göstermektedir.

Tablo 4. 14

Öğretmen adaylarının senaryolara göre kazanımları eşleştirmelerine yönelik bulgular (katılımcı sayısı (n)=21)

Kazanımlar	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3
F.7.7.1.1. Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.	8	17	12
F.7.7.1.2. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur.	7	19	12
F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar.	4	13	12
F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.	6	9	15
F.7.7.1.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir. a. Gerilim kavramı piller üzerinden açıklanır. b. Bir iletken de gerilim, akım ve direnç arasındaki ilişki Ohm Yasası üzerinden açıklanır. Matematiksel hesaplamalara girilmez.	1	7	20
F.7.7.1.6. Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar. Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. Şartlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir.	20	5	3
N (toplam)	46	70	74
N/n= X (ortalama)	2,2	3,3	3,5

Tabloda 4. 13 öğretmen adaylarının senaryolarla ilişkili olduğunu düşündüğü kazanımları eşleştirmelerine ilişkin sayısal verileri içermektedir. Örneğin F.7.7.1.1. kazanımını senaryo 1 ile eşleştiren sekiz öğretmen adayı bulunmaktadır.

Senaryoların içerikleri düşünüldüğünde STEM eğitim yaklaşımına göre öğretim süreçlerini içeren senaryo 1, öğretmen adayları tarafından daha az kazanımla ilişkilendirilmiştir. Senaryo 1'den sonra Fen, teknoloji, toplum ve çevre kazanımlarına göre deney yapma tekniği kullanılarak öğrencilerin deneyimlemesini sağlayan senaryo 2 daha çok kazanımla ilişkilendirilmiştir. Öte yandan gösteri deneyi ile öğretim sürecini içeren senaryo 3, öğretmen adayları tarafından diğerlerine göre en çok kazanımla ilişkilendirilen senaryo olmuştur.

Kazanımlar ayrı ayrı incelendiğinde, “Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer (1)” kazanımı FTTÇ kazanımlarına hitap eden senaryo 2 ile daha çok eşleştirilmiştir. “Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur.(2)” Kazanımı yine en çok senaryo 2 ile eşleştirilmiştir. “Elektrik akımını tanımlar.(3)” Kazanımı en çok senaryo 2 ile eşleştirilmiştir. “Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.(4)” Kazanımı en çok senaryo 3 ile eşleştirilmiştir. “Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.(5)” kazanımı en çok senaryo 3 ile eşleştirilmiştir. “Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar.(6)” Kazanımı ise en çok senaryo 1 ile eşleştirilmiştir.

Bulgulara göre; öğretmen adayları, bir elektrik devresi üzerinden kazanılması hedeflenen bilgi ve beceriler ile buna yönelik çıkarımda bulunmayı içeren kazanımları, daha çok senaryo 2 ile eşleştirmişlerdir. Nitekim senaryo 2 de öğrencilerin kendilerinin deneyimlediği bir süreç vardır. Senaryo 3 ise daha çok bilgilerin yorumlanarak bir formül, teori vb. üretilmesini içeren kazanımlarla eşleştirilmiştir. Ayrıca senaryo 2 ve 3'ün eşleştirildiği kazanımlara ilişkin sayısal veriler yakın değerdedir. Yalnızca birkaç kazanımda farklılaşmıştır. Senaryo 1 ise doğrudan tasarım yapmayı içeren bir kazanımla eşleştirilmiş ve diğer kazanımlara göre en çok bu kazanımla ilişkilendirilmiştir.

Formda, fen bilgisi öğretmen adaylarının, senaryo 1, 2 ve 3'ün öğretimsel açıdan farklarını belirtmeleri istenmiştir. Öğretmen adayları senaryo 1'de tasarıma odaklanan cevaplar vermiştir. Bu noktada öğretmenin ön bilgiyi verdiği öğrencinin gerçek hayatla ilişkili bir

tasarım yapmasının istendiği gibi cevaplar alınmıştır. Öğretmen adaylarının yanıtlarından örnekler şu şekildedir:

ÖA18... *“(öğretmenin) kendi sınırladığı alanda öğrencilerin keşfetmesi ve bir tasarım yapması sağlanır. Bu, öğrencilerin buluş yapmasını ve gelecekte keşif yapmasına yönelik bir tekniktir.”*

ÖA10... *“gerçek yaşam problemi sunarak bir tasarım yapmasını isterler.”*

ÖA13... *“Burada öğrencilerden aydınlatma aracı tasarlama aracı isteyerek öğrencinin hem becerilerini geliştirmek yönünde hem de ders konusunda hakimliği ön plana çıkarılmıştır. Öğrenciler aydınlatma araçlarını tasarlarken kullanılan malzemeler ile yapılan yanlışlıkları ve eksiklikleri fark eder.”*

Ayrıca öğretmen tarafından tasarım kriterlerinin belirlenmesi gibi cevaplar da vardır.

Öğretmen adaylarından bazılarının cevapları aşağıdaki gibidir:

ÖA14... *“Öğretmenelindeki imkanları kullanarak tasarım yapmalarını ister.”*

ÖA5... *“Bütçe dikkate alınarak en ucuz maliyetle en iyi tasarım yapılması istenilmesi bence çok mantıklı...”*

ÖA11... *“Tasarımın bazı kriterlere uygun olmasını bekler ve uygun değilse değişmesi yönünde olur. Bu kriterler tasarımda önemli olan kriterlerdir. Ve tasarımın yolunu çizicek olan da bu kriterlerdir (bütçe, zaman, malzeme).”*

ÖA8... *“Bu kavramlardan çıkan sonuçlar ile yapılabilecek olan tasarım-model vb. durumlar gözden geçirip öğrenciye uygun bir maliyet çıkarır.”*

Öğretmen adaylarının yanıtlarında bilginin öğretmen tarafından verildiği gibi açıklamalar bulunmaktadır. Örneğin:

ÖA16... *“Temeli oluşturmak amacıyla ve daha iyi öğrenilmesi için öğrenciye temel kavramlar öğretiyor.”*

ÖA4... *“Öncelikle kavramlar üzerinden bilgi vermiş öğretmen, sonra onlardan aydınlatma aracı tasarlama aracı istemiş.”*

ÖA8... *“Öğretmen derse girdiğinde konu hakkında verilen kavramları öğrencilere sunar.”*

Öğretmen adaylarının senaryo 1’de öğrencinin konuyu bilmediği, öğrencilerde merak uyandırmadığı, keşfetmeye dönük bir ortamın olmadığı gibi öğretimsel açıdan olumsuz görüşleri bulunmaktadır. Örneğin:

ÖA16... *“Diğer senaryolardan farkı eksik olarak düşündüğü öğrencilerde merak uyandırmaması aynı zamanda öğretim sürecinde ölçme ve değerlendirme yapılmamış. Kavramlar verildikten sonra öğrencilerden direkt tasarım istenmesi verimli sonuçları oluşturacağını düşünmüyorum.”*

ÖA1... *“Teorik bilgi yok ve öğrenci konuyu bilmiyor.”*

ÖA10... *“Öğrencileri özgür bırakmamıştır. Kendi isteği gibi olsun istemiştir. Bence çok iyi bir öğrenme sağlanamamıştır. Öğrencilerin keşfetmesine izin vermemiştir. Yarış içine girmiş gibi olmuş öğrenciler.”*

Öğretmen adaylarının, senaryo 1’in öğrencilerde buluş, keşfetme, merak vb. olumlu gelişmelere yol açacağı şeklinde görüşleri mevcuttur. Örneğin:

ÖA18... “Bu öğrencileri buluş yapmasını ve gelecekte keşif yapmasına yönelik bir tekniktir.”

ÖA14... “Bu sayede öğrencilerin tasarım ve hayal gücü gelişmiş olur.”

ÖA5... “İş birliği, hayal gücü, gerçek hayatla ilişkili olma, ekonomik olma tekniklerini kullanmıştır. Teorik bilginin az olduğu öğrencinin aktif olduğu bir durum ortaya çıkmıştır.”

Öğretmen adayları matematik disiplinine yönelik hesaplama vb. ifadeler kullanmıştır. Örneğin;

ÖA2... “öğrencinin yapabileceği potansiyeli göz önünde bulundurarak öğrencide bir şema tasarımlar ve öğrencilerden bunu ister. Böyle yaparak aslında öğrencilerden elinde var olan imkanlardan yararlanmalarını sağlar. Sonra bunu test ettirir ve öğrencilere gözlem yaptırır ve hesap yaptırır.”

ÖA20... “Yaptıkları farklı tasarımlara göre aydınlatma miktarı da hesaplanmıştır.”

Öğretmen adaylarından Senaryo 1’in diğer senaryolara göre benzer ve farklı yönlerini belirtmeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının yanıtları incelendiğinde genel olarak STEM farkındalıklarının düşük seviyede olduğu söylenebilir. Nedeni ise, senaryo 1’i anlamlandırmaya veya yorumlamaya yönelik bir açıklamaları olmamakla birlikte STEM eğitiminin karakteristik özelliklerini de doğru kullanmamışlardır. Açıklamaları genel olarak senaryoyu tekrarlamak ve buna yönelik değerlendirmeler yapmaktan öteye gitmemiştir. Bu sonuçları örneklemek gerekirse, tasarıma yönelik hesaplamalar yapıldığı söylenmiş ancak disiplinler arası bir uygulama olduğu ya da STEM odaklı bir öğretim gerçekleştirildiği ifade edilmemiştir. Senaryoda tasarım ifadesi geçmektedir. Öğretmen adayları yanıtlarında bu ifadeyi aynen kullanarak mühendislik tasarım süreci ve döngüsünden hiçbir şekilde bahsetmemişlerdir. Ayrıca bu senaryoda kullanılan öğrenme-öğretme yönteminin olumsuz yönleri olarak öğrenciyi pasifleştirmesi, öğrenciyi rekabete sürüklediği için etkili olmadığı şeklinde açıklamaları bulunmaktadır. Sonuç olarak açıklamalar senaryoda geçen kavramları tekrarlamak yönünde ifadeler şeklindedir. Yalnızca bir öğrenci bu dersin fen ve mühendislik uygulamaları merkezinde yürütüldüğünden bahsetmiştir:

ÖA15... “Öğretmen; kazanımı öğrencinin keşfetmesini sağlar. Problemin sunulması üzerine öğrencilerin yaratıcı ve girişimci olması için tasarlayıcı ürünler elde etmesi istenir. Daha çok öğrenci ön plandadır. Öğretmen; fen ve mühendislik uygulamalarını ön planda tutmuştur ve öğrencilerin kendi kendine öğrenmesini sağlamıştır. Tasarım yapan öğrencilerin öğretmenle iletişim halinde, öğretmen geri bildirimler verecek yani tasarım kriterlerine uygun olmayan tasarımların tekrardan tasarlanmasını ve tasarımda eksik olan kriterlerin tamamlanmasını sağlamıştır.”

Öğretmen adayı yanıtında, STEM eğitiminin bileşenlerini içerecek şekilde düzenlenmiş STEM eğitim yaklaşımına dayalı bir ders olduğunu ifade etmemiştir. Çünkü bir önceki dönem kendilerinden fen ve mühendislik uygulamalarına yönelik ders planı hazırlamaları

istenmiştir. Ancak fen ve mühendislik uygulamalarında hem ders planının hazırlanmasına yönelik herhangi bir eğitim hem de ders planları için de bir dönüt almamışlardır.

Bu bulgular, öğretmen adaylarının kazanımlarla senaryoları eşleştirdiği tabloyla da paralellik göstermiştir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu Senaryo 1'i yalnızca özgün bir tasarım oluşturmaya yönelik son kazanımla ilişkilendirmişlerdir. Bu durum, STEM eğitiminin, diğer kazanımlarda ifade edilen bilgi ve becerileri geliştirmeye yönelik etkisinin olmadığı sonucuna götürmektedir. Ayrıca yalnızca tasarım yapma becerisini geliştirdiği, konuya ilişkin bilgileri kazandırmadığı, bir model üzerinden anlatımı içeren ve öğrencilerin çıkarımlar yapmalarına olanak tanımadığı sonucuna ulaşılabilir. Ancak STEM eğitimi, ilişkilendirilen disiplinlere yönelik bilgi ve becerileri kazanmalarını sağlayan tasarım odaklı bir yaklaşımdır. Dolayısıyla STEM eğitimiyle ilgili yüzeysel bilgilerinin olduğu söylenebilir.

Senaryo 2 için verdikleri yanıtlara göre; öğrencilerin kavramları keşfetmesini sağlamaya dönük laboratuvar odaklı, gözlem yapmayı sağlayan, öğrencilerin dikkatini çeken, merak uyandıran, öğrenci merkezli, deneme yanılma yöntemini kullanarak gerçekleştirilen bir öğretim süreci şeklinde ifade edilmiştir. Öğretmen adaylarının yanıtlarından bazı örnekler şu şekildedir:

ÖA18... *"Bu öğretim sürecinde öğrenciler kazanımın desteklendiği ve dikkat çeken bir mekandadır. Öğrencilerin dikkat çekmesi sağlanır. Öğrencilere ön bilgi verilmeden kendi becerileriyle keşif yaptırılmış. Eğer öğrenci kazanımı yapamamışsa öğretmen devreye girer. Yani öğrenci ana plandadır. Öğretmen sadece rehberlik ve yönlendirme yapar. Öğrenciler kendi keşfeder. Ayrıca bu teknikte hayata dair bir dikkat çekme söz konusudur. Bu da öğrenim kalıcı hale gelmesini sağlar."*

ÖA19... *"yapılacak olan deneyi bilimsel bir şekilde öğrencilere araç ve gereçlerle daha iyi sunabilmek için laboratuvar ortamı sunulmuştur. Bu deneyde kullanılacak kavramları keşfe çıkarıyor ve öğrencilerin anlayıp anlamamasına ilişkin devreler kurmasını ister. Ve bu deney sonucunda elde edilen bilgiyi tartışmaya açık hale getiriyor."*

ÖA3... *"Güdüleme (normal yaşamdan örnek bir soru sorarak) deney üzerinde gösterim vardır. Gözlem yoluyla ve deneme yanılma yoluyla öğrenme vardır. Öğrencilere soru sorularak konu hakkında düşünceleri istenmiştir. Kavramlar anlatılarak değil de deney üzerinde gösterilmiştir. Öğrencinin konuyu tam olarak öğrenmeye teşvik eder. Öğrencilerin dikkatini çekme vardır(laboratuvara giderek)."*

Öğretmen adayları fen, teknoloji, toplum ve çevre kazanımlarına odaklanan senaryo 2 için ayrıca çevre odaklı, farklı yöntemleri kullanan, kalıcı ve anlaşılır bir öğretim süreci gibi ifadeler de kullanmıştır. Dolayısıyla senaryo 2'nin olumsuz özellikler içermediğini ifade etmektedirler.

ÖA21... “Öğretmen laboratuvara götürmesi, kavramları keşfederek bulmaları ve bulamadıkları kavramları açıklaması ve göstermesi kalıcıdır çünkü yanlış bir şey yaptığında doğrusunu öğrenmeye meraklıdır insan. Kalıcı bir anlatım sağlanmış. Bir şey kavratıldıktan sonra çevreyle ilişki kurulması bu senaryoyu diğer iki senaryodan farklı kılıyor.”

ÖA10... “Öğretmen, öğrencilerin kavramları keşfetmesini istemiştir. Deney aletlerini laboratuvarından veriyor. Yanlış yaptıkları zaman doğruyu gösteriyor. Soru sorarak düşünmeyi sağlıyor. Sonunda öğrencilerin fark etmesini sağlıyor. Daha sonra günlük hayattan örnek vererek günümüzde de çevremizde paralel ve seri bağlamayı kullandığımızı vurguluyor.”

ÖA8... “Birinci derste verilen kavramlardan sonra dersin içeriğine girilir. Ama derste uygulamalı yapılırken öğrencinin aklında kalması daha fazla olacağını düşünerek öğretmen laboratuvara götürür. Öğrencilere ve orda paralel ve seri bağlamayı kolaylıkla yapabilirler. Daha sonra öğretmen öğrencileri ile soru-cevap tekniği, beyin fırtınası gibi yöntemleri kullanarak öğrencilerin soru hakkında bilgilerini düşüncelerini öğrenir. Öğretmen öğrencileri grup kurarak onları aktif hale getirmiş olabilir.”

Bulgular dikkatlice incelendiğinde, öğretmen adayları senaryo 2’yi öğrencilerin aktif katılımını sağlayan, laboratuvar destekli, TGA yöntemini ve soru-cevap tekniğini içeren, öğrencinin aktif olduğu bir öğretim süreci olarak ifade etmişlerdir. Senaryo 2’nin fen, teknoloji, toplum ve çevre kazanımına yönelik olduğunu açıklayan ifadeleri mevcuttur. Sonuç olarak bu öğretimin diğer öğretimlerden farklarını analiz edebilmişlerdir.

Senaryo 3 için verdikleri yanıtlar incelendiğinde, öğretmenin bilgiyi aktarımı, soru-cevap, düz anlatım teknikleri, gözlem ve çıkarıma dayalı, kavram öğretimini destekleyen, ölçme-değerlendirmeyi içeren bir öğretim süreci şeklinde ifadeler kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının yanıtlarından bazı örnekler şu şekildedir:

ÖA4... “Soru-cevap tekniği ile kazanımları öğretme yöntemine başvurulmuş. Seri ve paralel devrede ki parlaklık ilişkisini gözlem yaparak çıkarımda bulunmuşlar. Diğer iki yönteme göre soru-cevap ile doğru-yanlış gibi mini sorular ile kavramları öğretmek ve öğrencilerin konuyu keşfetmesi sağlanmış.”

ÖA10... “Öğretmen soru-cevap ve düz anlatım yapmış. Laboratuvar ve gözleme önem vermemiş soyut bir anlatım yapmış. Konuyu bir değerlendirme yaparak pekiştirme sağlamış.”

ÖA3... “Konunun öğrenilip öğrenilmediğini anlamak için soru-cevap tekniği kullanılır. Kazanımlar öğrenilmiş olur. Öğretmen öğrencilerin kazanımları ne kadar öğrendiğini öğrenir. Kavramlar arasında ilişki kurarlar. Değerlendirme aşamasıdır.”

ÖA15... “Öğretmen, sunuş anlatım tekniğini kullanarak öğrencileri bilgilendirmiştir. Bilgilendirme sonrası öğrencilerin çıkarım yapmasını sağlamıştır. Öğretmen, öğrencilerin bilgilerini kullanmasını ve çıkarımda bulunmasını, bildiklerini uygulamaya (karşı tarafa aktarma) koymasını sağlamıştır. Öğrencinin de bildiğinin farkına varması ve ilişki kurmasını sağlamaya çalışmıştır. Öğretmen; daha sonra öğrencileri ölçmek amacıyla test, doğru yanlış, kullanarak öğrencileri değerlendirir. Öğretmen, ölçme sonucu öğrencilerin eksik yönlerini belirterek öğrencilerin eksik yönlerini tamamlamasını istemiştir.”

Öğretmen adaylarının cevapları ayrıntılı olarak incelendiğinde düz anlatımın hakim olduğu ve öğrencinin pasif olduğu son senaryoda kavramların öğretiminin daha etkili olduğunu belirttikleri görülmüştür. Örneğin:

ÖA2... “*Senaryo 1 ve 2 ye göre daha etkili çünkü ölçme değerlendirme var. Öğrenciler burada hazır tasarlanmış bir devre üzerinden çıkarım yaparlar. Soru-cevap tekniği kullanarak aslında beyin fırtınası yaparlar. Daha sonra bir ölçme değerlendirme testi uygulanarak ne kadar etkili bu gözlemlenmiş ve ilk seviyelerine göre ne değiştiğini görmüştür.*”

Aslında ölçme-değerlendirme senaryo 1 ve 2’de vardır. Ancak süreç boyunca ve süreç sonunda yapıldığı için ve senaryo 1’de tasarım değerlendirmeye odaklanan bir ölçme-değerlendirme yaklaşımının olması öğretmen adayının STEM eğitiminde ölçme-değerlendirmeye hakim olmadığını açıkça göstermiştir. Nitekim kazanımlarla senaryoların ilişkilendirildiği tabloda da bu durum açıkça görülmektedir. Senaryo 3 diğer senaryolara oranla daha fazla kazanımla ilişkilendirilmiştir. Oysaki diğer senaryolarda da aynı kazanımlarla öğretim sürecini ilişkilendirmek mümkündür.

Öğretmen adaylarının STEM eğitim yaklaşımına yönelik başlangıçta sahip oldukları bilgi ve becerileri yukarıda detaylıca açıklanmıştır. Araştırmacı tarafından hazırlanan STEM ders tasarımı uygulandığında STEM öğretime yönelik bilgi ve becerilerinde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Dönem sonunda fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri ve STEM’de projeye dayalı öğrenme yöntemine göre hazırladıkları ders planları, STEM ders planı değerlendirme formuna göre değerlendirilmiş ve elde edilen veriler Tablo 4.14’te sunulmuştur. Tablodaki ortalama puanlar, *grupların ders planlarından değerlendirme kriterlerine göre aldıkları puanların, ilgili değerlendirme puanını alan grup sayısı ile çarpılması ve elde edilen puanların toplanarak toplam grup sayısına bölünmesiyle* hesaplanmıştır. Öğretmen adayları STEM etkinlik ve ders planlarını gruplar halinde hazırladıkları için değerlendirmeler grup olarak yapılmıştır. Ancak bireysel değerlendirmeleri yapmak amacıyla birçok veri toplama aracı uygulanmıştır.

Tablo 4.15.

Öğretmen adaylarının STEM öğretimi bilgi ve becerilerine yönelik ders planı değerlendirme formundan elde edilen bulgular (n=7)

I. Ders Öncesi (Hazırlık ve Planlama)

Madde	Değerlendirme kriteri	n	X _{ort}
1. Bu madde öğretmen adayının, STEM'in doğasına uygun STEM disiplinlerine (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) yönelik kazanımları belirleyebilme bilgi ve becerisini içermektedir.	“0” STEM disiplinlerine ilişkin kazanımlar tespit edilmemiştir ya da doğru tespit edilmemiştir.	0	2.43
	“1” STEM'in en çok iki disiplinine ilişkin kazanımlar doğru tespit edilmiştir.	1	
	“2”STEM'in üç disiplinine ilişkin kazanımlar doğru tespit edilmiştir.	2	
	“3”STEM disiplinlerinin tamamını (dört) içeren kazanımlar doğru tespit edilmiştir.	4	
2. Bu madde öğretmen adayının kazanımlara uygun süreyi belirleyebilme bilgi ve becerisini içermektedir.	“0” STEM'in doğasına uygun kazanımlar için önerilen sürenin uygun olmadığı tespit edilmiştir.	0	1.86
	“1” STEM'in doğasına uygun kazanımlar için önerilen süre kısmen uygundur.	3	
	“2” STEM'in doğasına uygun kazanımlar için önerilen süre önemli ölçüde uygundur.	2	
	“3” STEM'in doğasına uygun kazanımlar için önerilen süre uygundur.	2	
3. Bu madde, öğretmen adayının P21 çerçevesindeki 4 gruba ayrılan 21. yy becerilerini önerilen süre içerisinde STEM etkinliğinde kullanabilme bilgi ve becerisini içermektedir. (Öğretmen adayı belirlediği 21.yy becerilerine göre öğrenme ve öğretme ortamı sağlar.)	“0” STEM etkinliğinde, P21 çerçevesindeki 21. yy becerileri kullanılmamıştır.	0	2.70
	“1” P21 çerçevesindeki dört gruptan sadece bir gruba yönelik becerileri içeren etkili bir STEM etkinliği tasarlamıştır.	0	

	“2” P21 çerçevesindeki dört gruptan iki farklı gruba yönelik becerileri içeren etkili bir STEM etkinliği tasarlanmıştır.	2	
	“3” P21 çerçevesindeki dört gruptan en az üç farklı gruba yönelik becerileri içeren etkili bir STEM etkinliği tasarlanmıştır.	5	
4. Bu madde öğretmen adayının STEM etkinliği hazırlaması hakkındaki bilgi ve becerisini içermektedir.	“0”, öğrencinin aktif olmasını sağlayan, öğrencinin düzeyine ve kazanımlara uygun bir STEM etkinliği hazırlanmamıştır.	0	
	“1”, öğrencinin aktif olmasını sağlayan, öğrencinin düzeyine ve kazanımlara uygun olma özelliklerinden yalnızca birini sağlayan STEM etkinliği tasarlanmıştır.	0	3.00
	“2”, öğrencinin aktif olmasını sağlayan, öğrencinin düzeyine ve kazanımlara uygun olma özelliklerinden ikisini sağlayan STEM etkinliği tasarlanmıştır.	0	
	“3”, öğrencinin aktif olmasını sağlayan, öğrencinin düzeyine ve kazanımlara uygun olma özelliklerinden tamamını sağlayan STEM etkinliği tasarlanmıştır.	7	
5. Bu madde, öğretmen adayının Mühendislik Tasarım Süreci aşamalarını ürün oluştururken kullanabilme bilgi ve becerisini içermektedir. (Mühendislik tasarım süreci Wendell vd. (2011)’e göre; problemlerin belirlenmesi, olası çözümlerin araştırılması, en uygun çözümün seçilmesi, prototipin yapılması, prototipin test edilmesi aşamalarını döngüsel olarak içermektedir.)	“0” mühendislik tasarım süreci dikkate alınmadan bir tasarım oluşturulmuştur.	0	
	“1” mühendislik tasarım süreci kısmen dikkate alınarak bir tasarım oluşturulmuştur.	1	
	“2” ürün oluşturulurken mühendislik tasarım süreci dikkate alınmıştır ancak basit hataları vardır. (örneğin; bütün aşamaları dikkate almak ancak yalnızca olası çözümleri araştırmadan tek bir çözümü denemek ya da prototipleme yapmadan son tasarıma geçmek gibi)	1	2.60
	“3” mühendislik tasarım süreci aşamaları tamamen dikkate alınarak etkili bir tasarım oluşturulmuştur.	5	

6. Bu madde, öğretmen adayının gerçek yaşam problemi içeren tanıtıcı bir paragraf (senaryo) hazırlama bilgi ve becerisini içermektedir. (Öğretmen adayı açık uçlu, birden fazla çözümü olan, 21. yy hayatına dönük ve ürün-süreç birlikteliği içeren gerçek yaşam problemi hazırlar)	“0” etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, açık uçlu, birden fazla çözümü olan, 21. yy hayatına dönük ve ürün-süreç birlikteliği gibi özellikleri içeren gerçek yaşam problemi hazırlamamıştır.	0	2.71
	“1” etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, açık uçlu, birden fazla çözümü olan, 21. yy hayatına dönük ve ürün-süreç birlikteliği gibi özelliklerden yalnızca birini içeren gerçek yaşam problemi hazırlamıştır.	1	
	“2” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, açık uçlu, birden fazla çözümü olan, 21. yy hayatına dönük ve ürün-süreç birlikteliği gibi özelliklerden ikisini içeren gerçek yaşam problemi hazırlamıştır.	0	
	“3” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, açık uçlu, birden fazla çözümü olan, 21. yy hayatına dönük ve ürün-süreç birlikteliği gibi özelliklerden en az üçünü içeren gerçek yaşam problemi hazırlamıştır.	6	
7. Bu madde öğretmen adayının gerçek yaşam problemine yönelik olarak sınırlamalar (zaman, bütçe, kullanılması gereken materyaller) hakkında bilgi ve becerisini içermektedir.	“0” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, zaman, bütçe, kullanılması gereken materyaller gibi özellikleri içeren sınırlamalar hazırlamamıştır.	0	3.00
	“1” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, zaman, bütçe, kullanılması gereken materyaller gibi özelliklerden yalnızca birini içeren sınırlamalar hazırlamıştır.	0	
	“2” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, zaman, bütçe, kullanılması gereken materyaller gibi özelliklerden ikisini içeren sınırlamalar hazırlamıştır.	0	
	“3” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, zaman, bütçe, kullanılması gereken materyaller gibi özelliklerden tamamını içeren sınırlamalar hazırlamıştır.	7	

8. Bu madde öğretmen adayının problem durumu ile ilgilenen, STEM disiplinleriyle ilişkili meslekler hakkında bilgi ve becerisini içermektedir.	“0” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, STEM 0 disiplinleriyle ilişkili, gerçek yaşam problemine ve 21.yy yaşamına uygun kariyer bağlamı bilgisi vermemiştir.	
	“1” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, STEM 0 disiplinleriyle ilişkili, gerçek yaşam problemine ve 21.yy yaşamına uygun olma kriterlerinden yalnızca birini içeren kariyer bağlamı bilgisi vermiştir.	
	“2” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, STEM 0 disiplinleriyle ilişkili, gerçek yaşam problemine ve 21.yy yaşamına uygun olma kriterlerinden ikisini içeren kariyer bağlamı bilgisi vermiştir.	3.00
	“3” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, STEM 7 disiplinleriyle ilişkili, gerçek yaşam problemine ve 21.yy yaşamına uygun olma kriterlerinden tamamını içeren kariyer bağlamı bilgisi vermiştir.	

Tablo 4.14 incelendiğinde, öğretmen adaylarının STEM eğitim yaklaşımına göre hazırladıkları ders planlarında;

STEM disiplinlerine ilişkin kazanımları belirleyebilme bilgi ve becerisine ilişkin ortalama 2.43,

Kazanımlara uygun süreyi belirleyebilme bilgi ve becerisine ilişkin ortalama 1.86,

21. yy becerilerini önerilen süre içerisinde STEM etkinliğinde kullanabilme bilgi ve becerisine ilişkin ortalama 2.70,

STEM etkinliği hazırlaması hakkındaki bilgi ve becerisine yönelik ortalama 3.00,

Mühendislik Tasarım Süreci aşamalarını ürün oluştururken kullanabilme bilgi ve becerisine yönelik 2.60,

Gerçek yaşam problemi hazırlayabilme bilgi ve becerisine yönelik 2.71,

Gerçek yaşam problemine yönelik sınırlamaları belirleyebilme bilgi ve becerisine ilişkin ortalama 3.00,

ve mesleki bağlam belirleyebilme hakkındaki bilgi ve becerisine ilişkin ortalama 3.00 puan almışlardır.

Öğretmen adaylarının ders planlarından elde edilen aritmetik ortalamalarının anlamlı hale getirilmesi için Kan (2009) tarafından önerilen grup aralık katsayısı kullanılmıştır. Grup aralık katsayısı; ölçeklendirmedeki en büyük değer olan 3 ile en küçük değer olan 0 arasındaki farkın, grup sayısı olan 4'e bölünmesi yoluyla 0.75 olarak hesaplanmıştır. Böylelikle grup aralıkları; *2.26-3.00 çok iyi, 1.51-2.25 iyi, 1.50-0.76 kabul edilebilir, 0.75-0.00 başlangıç düzeyi* şeklinde belirlenerek hesaplanan aritmetik ortalamaların anlamlandırılmasında kullanılmıştır. Bu derecelendirme sonucunda öğretmen adaylarının;

STEM disiplinlerine ilişkin kazanımları belirleyebilme bilgi ve becerilerinin çok iyi,

Kazanımlara uygun süreyi belirleyebilme bilgi ve becerilerinin iyi,

21. yy becerilerini önerilen süre içerisinde STEM etkinliğinde kullanabilme bilgi ve becerilerinin iyi,

STEM etkinliği hazırlaması hakkındaki bilgi ve becerilerinin çok iyi,

Mühendislik Tasarım Süreci aşamalarını ürün oluştururken kullanabilme bilgi ve becerilerinin çok iyi,

Gerçek yaşam problemi hazırlayabilme bilgi ve becerilerinin çok iyi,

Gerçek yaşam problemine yönelik sınırlamaları belirleyebilme bilgi ve becerilerinin çok iyi,

ve mesleki bağlam belirleyebilme hakkındaki bilgi ve becerilerinin çok iyi,

olduğu sonucuna ulaşılabilir. Sonuç olarak öğretmen adaylarının, STEM eğitim yaklaşımına göre ders öncesi (hazırlık ve planlama) aşamasından ortalama 2.67 puan alarak çok iyi düzeyde bilgiye sahip oldukları görülmüştür.

II. Ders Süreci (5E öğretim Modeli Kullanabilme)

Madde	Değerlendirme kriteri	n	X _{ort}
9. Bu madde, öğretmen adayının 5E modelinin “Giriş” aşaması hakkındaki bilgi ve becerisini içermektedir. (Öğretmen adayı ön bilgilerin değerlendirilmesi, merak uyandırmak amacıyla (soru-cevap ile beyin fırtınası, karikatür, video, gösteri vb.) uyarıcılar hazırlar.)	“0” giriş aşamasında öğrencilerin konu kazanımlarıyla ilgili ön bilgilerini değerlendirme, öğrencinin aktif olmalarını sağlama ve ilgi-merak uyandırma gibi özellikleri içeren herhangi bir uyarıcı hazırlanmamıştır. “1” giriş aşamasında, konu kazanımlarıyla ilgili öğrencilerin ön bilgilerini değerlendirme, öğrencinin aktif olmalarını sağlama ve öğrencilerde ilgi-merak uyandırma gibi özelliklerden yalnızca birini yansıtan uyarıcı/uyarıcılar hazırlanmıştır. “2” giriş aşamasında, öğrencilerin konu kazanımlarıyla ilgili ön bilgilerini değerlendirme, öğrencinin aktif olmalarını sağlama ve öğrencilerde ilgi-merak uyandırma gibi özelliklerden ikisini yansıtan uyarıcı/uyarıcılar hazırlanmıştır. “3” giriş aşamasında, öğrencilerin konu kazanımlarıyla ilgili ön bilgilerini değerlendirme, öğrencinin aktif olmalarını sağlama ve öğrencilerde ilgi-merak uyandırma gibi özelliklerden tamamını yansıtan uyarıcı/uyarıcılar hazırlanmıştır.	3	2.60
10. Bu madde, öğretmen adayının 5E modelinin “Keşfetme” aşaması hakkındaki bilgi ve becerisini içermektedir. (Öğretmen adayı, mevcut bilgileri, becerileri varsa kavram yanılgılarını ortaya çıkartmak için sınıf tartışmaları; hands on-minds on (basit araçlarla yaparak öğrenme-yüksek düşünme becerilerini	“0” Keşfetme aşamasında öğrencilerin konu kazanımlarıyla ilgili ön bilgilerini (varsa kavram yanılgılarını) değerlendiren, öğrencinin aktif olduğu ve işbirlikli öğrenmeyi destekleme gibi özellikleri içeren herhangi bir uyarıcı hazırlanmamıştır.	1	

hands on etkinliklerinde kullanma) etkinlikleri; eğitim yazılımları; basılı kaynaklardan, internet üzerinden ve diğer uzmanlardan bilgiye erişim gibi etkinlikleri içermektedir.)	“1” Keşfetme aşamasında, öğrencilerin konu kazanımlarıyla ilgili ön bilgilerini değerlendiren, öğrencinin aktif olduğu ve işbirlikli öğrenmeyi destekleme gibi özelliklerden yalnızca birini yansıtan uyarıcı/uyarıcılar hazırlanmıştır.	2.60
	“2” Keşfetme aşamasında, öğrencilerin konu kazanımlarıyla ilgili ön bilgilerini değerlendiren, öğrencinin aktif olduğu ve işbirlikli öğrenmeyi destekleme gibi özelliklerden ikisini yansıtan uyarıcı/uyarıcılar hazırlanmıştır.	
	“3” Keşfetme aşamasında, öğrencilerin konu kazanımlarıyla ilgili ön bilgilerini değerlendiren, öğrencinin aktif olduğu ve işbirlikli öğrenmeyi destekleme gibi özelliklerden tamamını yansıtan uyarıcı/uyarıcılar hazırlanmıştır.	
11. Bu madde, öğretmen adayının 5E modelinin “Açıklama” aşaması hakkındaki bilgi ve becerisini içermektedir. (Öğretmen adayı, STEM projesini tamamlamak için, ana dersin kazanımlarıyla ilişkili olan kavram ve tanımları hazırlar.)	“0” Açıklama aşamasında ana dersin kazanımlarıyla ilişkili kavram ve tanımlar hazırlanmamıştır.	2.43
	“1” Açıklama aşamasında STEM projesini tamamlamak için, giriş ve keşfetme aşamasındaki etkinliklere dayalı olarak adım adım açıklamalar içerir. Ancak dersin kazanımlarını yansıtan bütüncül bir içerik yer almamaktadır.	
	“2” Açıklama aşamasında STEM projesini tamamlamak için, ana dersin kazanımlarıyla ilişkili olan kavram ve tanımlar hazırlanmıştır, kavram ve tanımlarda eksiklikler bulunmaktadır.	
	“3” Açıklama aşamasında STEM projesini tamamlamak için ana dersin kazanımlarıyla ilişkili olan gerekli (ders kitabı doğrultusunda) kavram ve tanımları içerir.	

12. Öğretmen adayının, STEM etkinliği ile ilişkili olan STEM disiplinlerini ilişkilendirme bilgi ve becerisini içermektedir. STEM'in diğer disiplinlerine (Teknoloji, Mühendislik, Matematik) ilişkin kazanımları yansıtan içeriği STEM etkinliği ile uyumlu bir şekilde sunar.	“0” Derinleştirme aşamasında, STEM disiplinlerine ilişkin kazanımlar, disiplinler arası ilişkilendirilmemiştir. “1” Derinleştirme aşamasında, STEM disiplinlerine ilişkin kazanımlar, multidisipliner yaklaşıma göre ilişkilendirilmiştir. “2” Derinleştirme aşamasında, STEM disiplinlerine ilişkin kazanımlar, interdisipliner yaklaşıma göre ilişkilendirilmiştir. “3” Derinleştirme aşamasında, STEM disiplinlerine ilişkin kazanımlar, transdisipliner yaklaşıma göre ilişkilendirilmiştir.	2.14
13. Bu madde, öğretmen adayının 5E modelinin “Değerlendirme” aşaması hakkındaki bilgi ve becerisini içermektedir.	“0” Değerlendirme aşamasında, kazanımlarla uyumlu herhangi bir değerlendirme içermemektedir. “1” Değerlendirme aşamasında, kazanımlarla uyumlu geleneksel değerlendirme yöntemleri ile (çoktan seçmeli sorular, yazılı yoklamalar vb.) yalnızca düzey belirleyici değerlendirmeler hazırlamıştır. “2” Değerlendirme aşamasında, kazanımlarla uyumlu gerçek yaşamla ilişkili biçimlendirici veya düzey belirleyici değerlendirmeler hazırlamıştır. “3” Değerlendirme aşamasında, kazanımlarla uyumlu gerçek yaşamla ilişkili biçimlendirici ve düzey belirleyici değerlendirmeler hazırlamıştır.	2.86

Öğretmen adaylarının, ders sürecinde (5E öğretim modelini kullanabilme);

5E modelinin “Giriş” aşaması hakkındaki bilgi ve becerisine ilişkin ortalama puanı 2.60,

5E modelinin “Keşfetme” aşaması hakkındaki bilgi ve becerisine ilişkin ortalama puanı 2.60,

5E modelinin “Açıklama” aşaması hakkındaki bilgi ve becerisine ilişkin ortalama puanı 2.43,

5E modelinin “Açıklama” aşamasında STEM etkinliği ile ilişkili olan STEM disiplinlerini ilişkilendirme bilgi ve becerisine ilişkin ortalama puanı 2.14,

Ve 5E modelinin “Değerlendirme” aşaması hakkındaki bilgi ve becerisine ilişkin ortalama puanı 2.86 olarak hesaplanmıştır.

Grup aralık katsayısına göre derecelendirme sonucunda;

5E modelinin “Giriş” aşaması hakkındaki bilgi ve becerileri çok iyi,

5E modelinin “Keşfetme” aşaması hakkındaki bilgi ve becerileri çok iyi,

5E modelinin “Açıklama” aşaması hakkındaki bilgi ve becerileri çok iyi,

5E modelinin “Açıklama” aşamasında STEM etkinliği ile ilişkili olan STEM disiplinlerini ilişkilendirme bilgi ve becerileri iyi,

Ve 5E modelinin “Değerlendirme” aşaması hakkındaki bilgi ve becerileri çok iyi

olarak anlamlandırılmıştır. Sonuç olarak, öğretmen adaylarının ders sürecinde 5E öğretim modelini kullanabilmelerine ilişkin ortalama puanları 2.53 olarak hesaplanmış ve çok iyi düzeyde bilgi ve beceriye ulaştıkları görülmüştür.

III. Ders Sonucu (Tasarım Değerlendirme)

Madde	Değerlendirme kriteri	n	X _{ort}
14. Bu madde, öğretmen adayının gerçek yaşam problemine çözüm getiren, özgün ve dayanıklı bir ürün oluşturma bilgi ve becerisini içermektedir.	“0” gerçek yaşama problemine çözüm getiren, özgün ve dayanıklı bir ürün tasarlanmamıştır.		
	“1” gerçek yaşama problemine çözüm getiren, 2 kısmen özgün veya dayanıklı bir ürün tasarlanmıştır.	2	
	“2” gerçek yaşama problemine çözüm getiren, 2 tamamen özgün veya dayanıklı bir ürün tasarlanmıştır.	2	2,14
	“3” gerçek yaşama problemine çözüm getiren, 3 tamamen özgün ve dayanıklı bir ürün tasarlanmıştır.	3	

Öğretmen adaylarının, ders sonucunda ürün oluşturma bilgi ve becerileri ortalama 2.14 olarak hesaplanmıştır. Grup aralık katsayısına göre derecelendirme sonucunda; ürün oluşturma hakkında iyi düzeyde bilgi ve beceriye sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Öğretmen adaylarının STEM etkinliği ve ders planları ile ilgili ders planı değerlendirme rubriğinden elde edilen bulgular, akran değerlendirme formu ve görüşme formundan elde edilen bulgularla da desteklenmiştir. Böylelikle öğretmen adaylarının STEM öğretimine yönelik bilgi ve becerileri detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Öğretmen adaylarından, arkadaşlarının STEM etkinliği ve ders planlarını akran değerlendirme formuna göre irdelemeleri istenmiştir. Bu noktada arkadaşlarının STEM etkinliği ve ders planlarına ilişkin STEM eğitiminin bileşenleri sorulduğunda (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *STEM disiplinlerinin entegrasyonunu içermesi,*
- *21.yy becerilerini içermesi,*
- *Gerçek yaşam problemi içermesi,*
- *Değerlendirme-PISA sorusu içermesi,*
- *Ürün tasarlanması*

şeklindeki kodlar sırasıyla daha çok tekrar edilmiştir. Öğretmen adaylarının yanıtlarından örnekler aşağıdaki gibidir;

ÖA18... “Tasarım ve proje tabanlı üretilen proje vardır. Çevre ve sağlık okuryazarlığı var. Girişimcilik ve öz yönetim var. Üretkenlik.”

ÖA3... “Teknoloji, mühendislik, matematik, fen, 21.yy becerileri”

Hazırlanan STEM ders planı ve etkinliklerin eksik/hatalı yönleri sorulduğunda ise en çok tekrar edilenden aza doğru (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *STEM etkinliklerinin matematik disiplinini içermemesi,*
- *Teknoloji disiplinini içermemesi,*
- *Dersin içeriğindeki eksiklikler,*
- *STEM’e uygun olmadığı*

şeklinde dir. Eksik ya da hatalı yönleri belirten öğretmen adayları daha az sayıdadır.

Öğretmen adaylarının yanıtlarından örnekler aşağıdaki gibidir;

ÖA16... “Teknoloji kısmı eksik kalmıştır.”

ÖA11... “Matematiğe dair bir şey göremedim. Teknoloji kısmı eksik kalmış. Bilim ve mühendislik kısımları vardı.”

Elde edilen verileri daha detaylı bir şekilde açıklamak ve bireysel olarak değerlendirmelerini sağlamak amacıyla bütün süreci kendilerinin yönettiği projelerini ve ders planlarını sunduktan sonra bir öz değerlendirme formu uygulanmıştır. Öz değerlendirme formunda, STEM etkinliği ve ders planlarının etkili olup olmadığını ve gerekçelerini öğretmen ve öğrenci açısından değerlendirmeleri istenmiştir. Bir öğretmen adayının yanıtları analize dahil edilmemiştir. Çünkü soruyu teorik boyutta STEM eğitimi açısından değerlendirmiş, kendi uygulamalarını dikkate almamıştır. Öğretmen adaylarından alınan yazılı cevaplar kodlanmış ve öğretmen adaylarının yanıtlarına göre STEM etkinliği ve ders planlarının etkili yönlerini sırasıyla;

- Ders planında içeriklerin uygun olması (5E),
- STEM disiplinlerini içermesi, ürün tasarımı,
- 21. yy becerilerine dönük olması,
- Eğlenceli-ilgi çekici

şeklinde açıklamışlardır. Bu ifadelerin dışında birer kez tekrar edilen *tasarım odaklı düşünmeyi sağlama, işbirlikli çalışmayı sağlama, bilimsel süreç becerilerini ve mühendislik becerilerini kazandırma* şeklinde ifadeleri de mevcuttur. Ayrıca öğretmen adaylarının tamamı etkili olduğu ancak bazı küçük düzeltmelere ihtiyaç duyduğu yönünde ifadeler kullanmışlardır. Öğretmen adaylarının ifadelerinden bazı örnekler aşağıdaki gibidir:

ÖA6... “Fen, teknoloji, mühendislik disiplinleri içermektedir. Gerçek yaşam problemi konuya ve tasarıma uygundur. 5E modeli derse ve dersin amacına uygun hazırlanmıştır”

ÖA1... “Yaşam problemine çok uygundu. Farklı ve etkili etkinlikler vardı. PISA soruları ölçecek derece de ve projeye uygundu. Diğer değerlendirme konularıyla geri dönütler vermesi de öğrencileri geliştirecek için yeterliydi. Bütün kazanımlara uygundu. 21.yy becerilerine uygundur. Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini artırır kazandırır”

ÖA15... “Ders planını ayrıntılı bir şekilde öğretmen ve öğrenci açısından düşünerekten hazırladık. Öğretmen ders esnasında problemi kendi keşfetmesini sağlayarak ve sorular sorarak öğrencinin derse karşı dikkat çekmesini istedik. Öğrencinin de fen bilimleri dersinde mühendislik becerileri kazanmasını sağlamasını istedik.”

Öz değerlendirme formundan elde edilen veriler, akran değerlendirme formundan elde edilen verilerle desteklenmiştir. Akran değerlendirme sonuçları incelendiğinde öğretmen adayları arkadaşlarının STEM etkinliği ve ders planlarının etkili yönlerini;

- *Ders planında içeriklerin uygun olması (5E),*
- *Ürün tasarımı,*
- *Gerçek yaşam problemini belirleme,*
- *PISA sorusu hazırlama,*
- *STEM disiplinlerini içermesi,*
- *Öğrenci merkezli*
- *21. yy becerilerini içermesi,*
- *İlgi çekici olması*

şeklindeki kodları sırasıyla en çok tekrar etmişlerdir. Aslında kodlar incelendiğinde öz değerlendirme formlarından elde edilen kodlarla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının ifadelerinden bazı örnekler aşağıdaki gibidir:

ÖA9... *“Günlük yaşam problemi oldukça iyidir. Bu problemi projeye uyarlanması gayet iyi olmuş. Projenin çalışması da başarılıydı.”*

ÖA6... *“21.yy becerileri etkili. 5E modeli güzel entegre edilmiş. PISA soruları güzel hazırlanmış. 3D çizimi muhteşem olmuş, proje çok iyi yansıtılmış.”*

ÖA2... *“Çünkü derse teknoloji boyutu katılmış ve derse girişte karikatür gösterilerek öğrencilerin dikkati çekilmiş. Öğrencilerin yaratıcı düşünceleri sağlanmış. Öğrencilerin malzemelerle özgün tasarımlar ortaya çıkarmaları sağlanmıştır.”*

Öğretmen adaylarından sekizi STEM etkinliği ve ders planlarının etkili olmayan yönlerini belirtmiştir. Bunlar en çok tercih edilenden başlayarak;

- *Bazı disiplinlerin eksik kalması,*
- *Kazanımların doğru bir şekilde belirlenmemesi,*
- *PISA sorusunun geliştirilmeye ihtiyaç duyması,*
- *STEM eğitim yaklaşımının projeye yansıtılmaması*
- *Açıklama aşamasında öğretmenin etkin olması*

gibi sorunlardan bahsedilmiştir.

Öğretmen adaylarının yanıtlarından örnekler şu şekildedir:

ÖA18... *“Kazanımlar projeye uygun değil. Tinkercad yoktu, PISA sorusu sınıf düzeyine göre uygun değildi.”*

ÖA5... *“Matematik disiplini içermiyor.”*

Akran değerlendirme sonuçları incelendiğinde öğretmen adayları arkadaşlarının STEM etkinliği ve ders planlarının etkili olmayan yönlerini;

- *Ders planındaki içerikler (5E),*
- *Değerlendirme,*
- *STEM disiplinlerine ilişkin kazanımlar,*
- *Ürün tasarımı,*
- *Gerçek yaşam problemi belirleme*
- *Uygun sürenin belirlenmesi*

şeklindeki kodları sırasıyla en çok tekrar etmişlerdir. Aslında kodlar incelendiğinde öz değerlendirme formlarından elde edilen kodlardan farklılık göstermektedir. Akran değerlendirme formundan alınan yanıtlar daha detaylı bilgiler sunmaktadır.

Öğretmen adaylarının yanıtlarından bazı örnekler aşağıdaki gibidir:

ÖA17... *“süre çok uzun sürdü. Değerlendirme kısmı soruları bir öğrenci için çok fazlaydı...”*

ÖA5... *“Rubrik eksik kalmıştır. Tasarımın fikri güzel, uygulaması zayıf kalmış.”*

ÖA7... *“Yapılan materyalin teknolojik ayağı çok eksik kalmış. Bu materyal ile sıvı basıncı konusu etkili bir şekilde anlatılamaz. Öğrencide bu konuda eksik kalır. Ders esnasında verilen ölçme ve değerlendirmede çok iyi sonuçlar çıkmayabilir.”*

Öğretmen adaylarından etkili olmayan yönlerini belirtenler, öğretmenlik hayatlarında bu konuyu anlatacakları zaman ya da yeniden sunma fırsatları olsa şu şekilde değişimler yapacaklarını açıklamışlardır:

Tablo 4. 16

Öğretmen Adaylarının Ders Performanslarındaki Değişimler

Eksik yönleri	Değişimler
Bazı disiplinlerin eksik kalması	Tinkercad, 3D paint kullanma
Kazanımların doğru bir şekilde belirlenmemesi	Kazanımları projeye ilişkilendirme Kazanımları problemle ilişkilendirme
PISA sorusunun geliştirilmeye ihtiyaç duyması	PISA-sınıf düzeyi uygunluğu Puanlama anahtarını düzenleme
STEM eğitim yaklaşımının projeye yansıtılamaması	Materyal tasarımına odaklanma Tasarımın iyileştirilmesi Tasarımı dayanıklı, kullanışlı, işlevsel hale getirme
Açıklama aşamasında öğretmenin etkin olması	Yeniden düzenleme

Öğretmen adaylarının yanıtlarından bazı örnekler aşağıdaki gibidir:

ÖA14... “STEM projemiz iyiydi. Güzel bir etkinlik geliştirdik. Materyal tasarlanırken tam takım olmasına dikkat ederdim.”

ÖA8... “Açıklama bölümünde ve kısmi puan bölümde geliştirme yapılır. Projemizi bir maket ev üzerine yerleştiririm.”

STEM etkinliklerinin ve ders planlarının etkili olduğunu düşünen öğretmen adayları öğretmenlik hayatlarında bu konuyu anlatacakları zaman ya da yeniden sunma fırsatları olsa nasıl değişimler yapacaklarını açıklamışlardır. Alınan yanıtlara göre kodların tekrarlanma sıklığı çoktan aza doğru:

- Alternatif ölçme-değerlendirme (özellikle PISA’da revize),
- Tasarımı iyileştirme,
- Teknoloji disiplinini entegre etme
- Keşfetme aşamasındaki etkinlikleri yeniden düzenleme

şeklinde. Öğretmen adaylarının yanıtlarından bazı örnekler aşağıdaki gibidir:

ÖA11... “STEM etkinliği ve ders planını aynı şekilde hazırlardım. Sadece keşfetmeyi daha da geliştirip PISA sorusunu düzeltirdim...”

ÖA3... “Teknoloji kısmı eksikti bu kısmı daha etkili kılmaya ve eklemeye çalışırdım.”

ÖA7... “Projeyi, evlere daha uygun hale getirebilirim.”

Görüşme formunda, öğretmen adaylarının STEM öğretimi bilgi ve becerilerini geliştirmek için hazırlanan öğretim materyali tasarlamaya yönelik içeriğin STEM öğretimlerine yönelik bilgi ve becerilerine etkileri sorulmuştur. Bu soruya ilişkin oluşturulan kategoriler

tekrarlanma sıklığı olarak çoktan aza doğru (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- 21. yy becerileri,
- Dersi planlama,
- Ürün tasarlama ve derse entegre etme,
- STEM’de ölçme ve değerlendirme
- STEM’in kuramsal çerçevesi

bilgi ve becerileri kapsamında bir dağılım göstermiştir. Öğretmen adaylarının yanıtları dikkate alındığında ders planı değerlendirme rubriğinin bütün bileşenleri ile ilgili bilgi ve becerilerini geliştirdikleri görülebilir. Bu temayla ilgili öğretmen adaylarından bazılarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

ÖA2... “Bilgi ve becerilerime yenilikçi düşünme aslında tasarımlarımı günlük hayata göre mesela günlük problemlere göre şekillendirme. Diğer derslerle ilişkilendirerek bir tasarım meydana getirmek. Ya ilk öğrencilerime öğretirken tasarım hani diğer derslerle ilişkilendirilmeden direkt düz bir anlatım ama STEM aldıktan sonra mesela bir konuyla ilgili mesela matematikle teknolojiyle gelişen çevreyle günlük sorunlarla, 21. Yüzyıl becerileriyle geliştirerek hayata daha bir farkındalık kazandırmak”

ÖA4... “Bu derste de nasıl PISA sorusu hazırlanır onu öğrendim STEM etkinliği nasıl yapılır mesela günlük ders kitaplarındaki etkinliklerin aslında STEM’e dönüştürülebileceğini öğrendim Hani feni, mühendisliği, teknolojiyi bir arada tutup günlük yaşamla da bağdaştırıp ve ortaya bir proje çıkacağını öğrendim”

Öğretmen adaylarının 21. yy becerileri kategorisi altında *günlük yaşam problemi keşfetme-çözme*, *21. yy becerilerini kazandırma*, *mühendislik bilgi ve becerileri ile işbirliği içerisinde çalışma becerileri* adı altındaki kodlar mevcuttur. Dersi planlama kategorisi altında; *disiplinler arası öğretim*, *STEM ‘de 5E modeli*, *problem ve proje tabanlı düşünme* adı altında kodlar mevcuttur. Ürün oluşturma kategorisi altında; *tasarım odaklı düşünme*, *STEM projesi üretimi*, *tasarımı anlatma* adı altında kodlar bulunmuştur. STEM’de ölçme ve değerlendirme kategorisi; *PISA sorusu hazırlama*, *rubrik hazırlama*, *materyal değerlendirme* vb. kodları içermektedir. Son olarak STEM’in kuramsal çerçevesine ilişkin *STEM’in ne olduğu ve STEM disiplinlerinin neler olduğu* şeklinde iki kod oluşturulmuştur.

Öğretmen adaylarının STEM eğitim yaklaşımına yönelik bilgi ve becerilerini daha detaylı öğrenmek amacıyla görüşme formunda, STEM eğitim yaklaşımının diğer öğrenme, öğretme yaklaşım, yöntem ve tekniklerden benzer ya da farklı yönleri sorulduğunda; daha çok farklı yönlerini belirtmekle birlikte benzer yönlerinden de bahsetmişlerdir. Farklı yönlerini, tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *Disiplinler arası ilişkilendirme,*
- *21 yy becerileri içermeye,*
- *Öğrenci odaklı olma,*
- *Biçimlendirici değerlendirmeleri içermeye,*
- *Teknoloji odaklı,*
- *Grup içi etkileşimi içermeye,*
- *Tasarım oluşturma süreci*

şeklinde kodlanmıştır. Bunların yanı sıra *proje tabanlı öğretim, kalıcı, giriş aşaması etkinlikleri, bilimsel süreç becerilerinin aktif kullanımı, düşünme odaklı, öğretmen yol gösterici, öğretmen soru sorar, keşfetme ve derinleştirme aşamaları, yaparak yaşayarak öğrenme, uygulamalı vb.* birer kez tekrar edilmiş cevapları da mevcuttur.

Benzer yönleri ise;

- *Kazanımları verme,*
- *Konu anlatımı*
- *Bir tasarım oluşturma*

şeklindeki kodlar altında toplanmıştır. Bunların yanı sıra *yaratıcı düşünme, işbirlikli öğrenme, 5E modeli, dikkat çekme, beyin fırtınası, özetleyici değerlendirme, kavram haritalarıyla ölçme-değerlendirme, balık kılçığı, istasyon tekniği kullanımı* gibi cevaplar da birer kez bahsedilen cevaplar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu temayla ilgili öğretmen adaylarından bazılarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

ÖA5... “STEM’i diğerlerinden ayıran özelliği biraz daha aktif öğrenciler mesela normal öğretim yöntemlerinde daha pasif konumdalar. STEM de öğretmen öğrencilere belli bir yol gösteriyor ve öğrencileri düşünmeye teşvik ediyor. Öğrencilerin aktif olduğu bir ortam sağlıyor. Normal bir fen dersinde şöyle ki sadece fen üzerinden gidiliyor STEM de diğer disiplinleri teknoloji mühendislik matematik tasarımı da etkili oluyor aynen matematik kazanımlarında da birlikte verilebiliyor. Normal fen dersinde ama sadece fen kazanımlarını veriyoruz diğer disiplinleri ilişkilendirmiyoruz.”

ÖA19... “Diğerlerinde öğrenciye yine ölçme ve değerlendirme yapılıyor. Ama STEM eğitiminde farklı olarak ölçme ve değerlendirmeyi rubriklerle hazırladık öğrenciye. Ondan sonra öğrencinin bu gerçek yaşam problemine daha iyi hakim olması ve daha iyi anlaması için PISA soruları hazırladık. Tinkercad hazırladık. Bunu hani 3 boyutluya dönüştürüp öğrencinin görsel olarak hani hafızasında daha iyi yer kaplaması için böyle şey yaptık. Ders planını hazırlarken normal fen ders planından farklı olarak grup ve işbirliğini yapmaya çalıştık hep. Hani deneyin başından sonuna kadar öğrenciler şunu yapar öğrenciler bunu yapar. Hani bizim amacımız öğrencinin en iyi şekilde düşünebilmesi için tartışma ortamı yaratarak bu projeyi yapması.”

Öğretmen adaylarından arkadaşlarının STEM etkinliği ve ders planlarını akran değerlendirme formuna göre irdelemeleri istenmiştir. Bu noktada arkadaşlarının STEM etkinliği ve ders planlarının herhangi bir fen dersinden farkına ilişkin görüşleri tekrarlanma sıklığına göre:

- Gerçek yaşam problemi içermesi,
- 21. yy becerileri içermesi,
- STEM disiplinleri entegrasyonu,
- Dersin içeriği (5E modeli) ,
- PISA sorusu hazırlama

şeklindeki kodlarla ifade edilmiştir. Görüşme formundaki kodlarla benzerlik göstermesine rağmen kodların tekrarlanma sıklıklarına göre sıralamaları farklılık göstermiştir. Nitekim öğretmen adayları arkadaşlarının performanslarında, öncelikle ürün ve ürün tasarlama sürecini dikkate almıştır. Gerçek yaşam probleminin belirlenmesini, 21. yy becerileri içermesi, STEM disiplinleri entegrasyonu kodları da STEM eğitiminin karakteristik özellikleri bakımından öğretmen adaylarının en çok irdeledikleri özellikler arasındadır. Bu temayla ilgili öğretmen adaylarından bazılarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

ÖA16... “Gerçek yaşam problemlerine çözüm getirmesi için öğrencilerin fen bilgilerini kullanarak araç tasarımları.”

ÖA15... “Belli bir probleme çözüm getirmesi sağlanmıştır. Öğrencinin yaratıcı düşünme ve eleştirel düşünme esnasında 21.yy becerisi kazanması sağlanır.”

ÖA19... “Herhangi bir fen dersinden farkı öğrenciye gerçek yaşam problemleri, gözlem ve dikkat çekme yoluyla aşılacak olmasıdır. Bir de fen dersinde sadece doğa ve bilim varken STEM dersinde fen, matematik, mühendislik alanlarda kullanılır.”

Öğretmen adaylarına STEM öğretimlerini planlarken nasıl hazırlandıkları sorulmuştur. Öğretmen adayları yanıtlarında,

- *Disiplinlere ilişkin kazanımları belirleme ve entegre etme,*
- *5E öğretim modelinin aşamaları,*
- *STEM etkinliği hazırlama,*
- *Gerçek yaşam problemi belirleme,*
- *Tasarımda 21.yy becerileri kullanma,*

Kariyer bağlamı hazırlama şeklindeki kodları sırasıyla daha çok tekrar etmiştir. *Mühendislik tasarım süreci, basit malzemeler kullanımı, kavram yanlışlarını belirleme, tasarım değerlendirme* kodları ise birer kez kullanılmıştır. Bu temayla ilgili öğretmen adaylarından bazılarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

ÖA4... *“Ders planı hazırlarken dersin bir giriş aşamasını ayarladık. İlk önce zaten giriş aşaması keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirmeden oluşuyor. Giriş aşamasında karikatürler, resimlerle çocuğun ilk önce dikkatini çekmeye çalıştık. Keşfetme aşamasında etkinliklere yer verdik oyunlar değişik etkinliklerle çocuğu derse entegre etmeye çalıştık. Yeni açıklama aşamasında bu konumuzla ilgili giriş ve keşfetme de yaptığımız şeylerle ilgili çocuklara sorular yönelttik orada konunun anlatıldığı kısmı açıklama. Derinleştirmede proje ile ilgili kısımlar vardı. En son değerlendirmede PISA soruları vardı. Biz çocuklara sorular hazırladık bu şekilde plan hazırladık projemizde hazırlarken. Hani günlük yaşamdaki problemleri düşünerek konumuzda belirleyerek seçtiğimiz o projeyi hem kazanım uyuyor mu fene uygun mu teknolojiyi matematik mühendisliği içeriyor mu? Bunları göz önünde bulundurarak proje yaptık ...”*

ÖA8... *“İlk önce hani ders planına başlamadan önce ilk önce sınıf düzeyindeki kazanımların hepsine baktık. Bize en uygun geleni seçtik işte baktık kavram yanlışları var mı içerisinde. Diyelim ki en uygun 7. Sınıftan bir konu seçtik diyelim. İlk önce 7. Sınıftan konuyu seçtikten sonra işte kazanımlarına bakıyoruz fen kazanımları. Daha sonra teknoloji tasarım olsun mühendislik matematik olsun tüm kazanımları indirip seçtiğimiz konu hakkında en uygun kazanım hangisiyse onu yerleştiriyoruz. Daha sonra 21. Yüzyıl becerilerini koyuyoruz. Sonra işte ders içeriği. Tabii ki bir problem belirleyeceğiz çünkü STEM etkinliği olduğu için günlük yaşamlarındaki problemleri çağrıştırması lazım. Kazanımımız da buna göre olmalı zaten. Daha sonra işte günlük yaşam problemi belirledikten sonra buna uygun kariyer bağlamı yazıyoruz. Bu şekilde hani projemizi geliştirip ortaya koyuyoruz”*

STEM öğretimine hazırlanma süreci teması altında öğretmen adayları ders içeriği ve tasarımların belirlenmesinde:

- *Eba, youtube gibi internet kaynaklarından,*
- *Tasarımda yer alan örnek ders planlarından,*
- *Diğer ders planlarından farklarını değerlendirme,*
- *Diğer gruplarla iletişim,*
- *Disiplinlere ilişkin program kazanımlarını içeren kaynaklara başvurmuşlardır.*

Bu temayla ilgili öğretmen adaylarından bazılarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

ÖA10... “örnek göstermiştiniz onlardan yararlandım. İnternette baktık. Ondan sonra normal ders günlük ders planından farklarını yazdığımız zaman da ikisinin farkını anladık. Ondan farklarını yaparken de aklımızda bir şeyler canlandı. İşte o ama o bütün kısımları keşfetmeleri falan var ya onların hepsini sizin örneğinizden küçük küçük hani nasıl küçük detaylara falanda internette bakmıştık.”

ÖA7... “Materyal tasarlamaya geçtik. Bakıyorduk araştırıyorduk internette şey düşünüyorduk biz bundan farklı ne yapabiliriz.”

Öğretmen adaylarına STEM öğretimlerini planlarken en çok zorlandıkları kısımlar sorulduğunda verilen yanıtlar tekrarlanma sıklığına göre;

- *Değerlendirme aşamasını hazırlama-gerçek yaşam problemini bulma- STEM disiplinlerini içeren etkinlik bulma-ders planlarında içeriklere karar verme-tasarım için mühendislik becerisi,*
- *Giriş aşamasını hazırlama,*
- *Kazanımları belirleme-keşfetme aşamasını hazırlama*
- *Kavram yanılgılarını belirleme*

adı altındaki kodlar ortaya çıkmıştır. Bunların dışında birer kez bahsedilen; *süreyi belirleme, açıklama aşaması, derinleştirme ve yeni bir şeyler bulma* şeklindeki kodlar da açığa çıkmıştır. Bu temayla ilgili öğretmen adaylarından bazılarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

ÖA11... “Problem bulmada zorlandık. Ama zorlandıktan sonra hemen bulduk. Onun dışında ders planındaki keşfetme aşamalarında biraz sıkıntı oldu bize. Çünkü hani artık kendi seviyemizden düşük düşünemiyoruz artık. Hani 8. Sınıftaki çocuk nasıl keşfetme aşamasında ne yapabiliriz. Hani sürekli aynı etkinlikler olmaz. Hani oyun olsa, nasıl bir oyun dikkatini çekebilir diye bayağı bir düşündük. O yüzden keşfetme aşamasında zorlandık. Bir de kavram yanlışlarında zorlandık. Kavram yanlışlarında her konuda bulamıyoruz zaten kavram yanlışısını. O en az 2 ders planında oturup yaptığımız projede en az ikisinde kavram yanlışısı bulamadık.”

ÖA2... “Günlük hayattan günlük bağlam bulurken zorlandık. Birde pisa soruları hazırlarken zorlandık ama ilk seviyeye göre iyi olduğumuzu düşünüyorum.”

ÖA16... “Sınıfta yapacağımız etkinlikler Öğrencinin seviyesine uygun mu değil mi süresi ne kadar Onları oluşturmakta biraz zorlandık Değerlendirme aşamasında alternatif ölçmelerde hangisini kullanıp kullanmayacağımızı Hangilerini eklememiz gerektiğini biraz zorlandık...”

Öğretmen adaylarına STEM öğretimini planlarken zorlandıkları kısımlar için ne gibi çözümler geliştirdikleri sorulmuştur. Alınan yanıtlar; yaşanan problemlere getirdikleri çözümler doğrultusunda gruplandırılmıştır.

Tablo 4. 17.

Öğretmen Adaylarının Zorlandıkları Durumlar ve Çözüm Önerileri

Zorlandıkları durumlar	Çözüm yolları
Süreyi belirleme	Sıkıcı olmayacak ve kazanımları verecek şekilde ayarlama
Değerlendirme	Örnek PISA sorularını inceleme, PISA'nın günlük yaşamla ilişkili olması, proje odaklı
Açıklama-ne kadar bilgi	Ders planı örnekleri
Derinleştirme-proje	Ders planı örnekleri
STEM disiplinlerini içermesi	Videolar. Eksik olana yönelik çalışma. Gerçek yaşam problemi-etkinlik-kazanım uyumu. Teknoloji boyutunda 3 boyutlu uygulamaları inceleme
Kazanımları belirleme	Ders planı örnekleri
Mühendislik becerisi	Uzmandan yardım alma
Yeni bir şeyler bulma	Araştırma yoluyla
Etkinliğin yapım aşaması	Deneme-yanılma (prototip geliştirme)
Gerçek yaşam problemi bulma	Önce etkinlik bulma, bilim teknik, Tübitak gibi kaynakları araştırma, çevremizdeki eksikleri-ihtiyaçları düşünme, önce konuyu belirleme, senaryo yazma,
Keşfetme- etkinlikler bulma	Oyun hazırlama,
Kavram yanlışlarını belirleme	Makale okuma
Giriş-Özgün Tasarım yapma	Günlük haberler, örnek ders planları
Ders planı içeriklere karar verme	Grup çalışması yaparak, kavramlara göre internet araştırması, öğrenci merkezli olmasına karar verme, günlük yaşamla ilişkili, ders kitapları inceleme, grup işbirliği-fikir alışverişi

Bu temayla ilgili öğretmen adaylarından bazılarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

ÖA3... “Hepimiz bir fikir sunduk, grup olarak yaptığımız için. Fikirlerimizi tartıştık yani bir işbirliği yapmaya çalıştık. Birlikte bir şeyler araştırdık. Sonra bunları bir kendi fikirlerimizle birlikte yazıya döktük. Bu şekilde ürettik yani. Birbirimizin desteği sayesinde fikirleri sayesinde. Gerçek yaşam problemi seçme konusunda önce projeyi belirleyip ona uygun problem bulmaya çalıştık. Önce yapacağımız birşey bulduğumuz için öyle yaptık. Gerçek yaşam problemi bulmayı denedik mesela hocam farklı şeyler düşündük. Mesela şu çiçekler gittiğimiz zaman susuz kalıyorlar. Onlara mesela aletler yapmayı düşündük kimse yokken evde. Kendi kendini sulasın diye. Onu düşündük. Sonra uygulayamayacağız diye ondan vazgeçtik. Çünkü uygun gelmedi. Grup çalışması olduğu için uygun gelmedi. Sonra kendi ortak kararımız olsun dedik. Farklı projelere yöneldik. Sadece düşünme aşamasında kaldı.”

ÖA9... “Seçtiğimiz konuya yönelik, hangi konuyu seçersek daha çok daha kolay problem bulabiliriz tarzında bir yol izledik. Öyle daha kolay oldu. Mesela uzay kirliliğini seçtik ya onun problemi bellidir zaten. Ama herhangi bir basıncı seç, hikayeleştirilir. Yani bizim gibi biraz daha şey konu seçtiğiniz zaman Problem yazabiliyoruz. Giriş aşamasında daha çok görmüş olduğumuz ders Planlarından yararlandık.”

Öğretmen adaylarına STEM eğitimine göre planladıkları bir dersi değerlendirmede zorlandıkları durumlar sorulduğunda alınan yanıtlar: *PISA sorusu hazırlama* kodu ilk sırada ve öğretmen adaylarının yarısından çoğunun zorlandığı kısım olarak karşımıza çıkmıştır. *Alternatif ölçme-değerlendirme yöntemleri hazırlama-bireysel değerlendirme-ölçme ve değerlendirme türüne karar verme* gibi kodlar ise yalnızca bir kez tekrar edilmiştir. Bunun yanı sıra altı öğretmen adayı ise *değerlendirmede zorlanmadığını* dile getirmiştir. Öğretmen adayları PISA soruları çerçevesinde; *günlük yaşamla ilişkili PISA sorusu hazırlama, düşünmeye teşvik edici sorular bulma, PISA seviyesini ayarlama, içerikle uyumunu sağlama* gibi konularda zorlandıklarını belirtmişlerdir.

Bu temayla ilgili öğretmen adaylarından bazılarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

ÖA16... “PISA sorularında zorlandık Çünkü ilk defa PISA sorusu hazırlıyorduk Ama onu da zamanla geliştirmeye başladık ilk hazırladığımız PISA soruları daha kötüydü mesela. Sonra hazırladıklarımız daha iyiydi. STEM’i öğrendikçe günlük yaşamla düşünülebilir hale getirdik soruları da. onun dışında alternatif ölçme de zorlanmıştık onu da araştırarak daha fazla katkı sağladık.”

ÖA19... “PISA sorusunda biraz zorlandık biz. Çünkü şu şekil aslında hani nasıl hazırlayacağımızı yine biliyorduk yani bilimiz vardı ama bunu öğrenciye tam olarak bunu nasıl anlatacağımızı Hani öğrenci bunu kafasında şey yapması lazımdı. Hani düşünüp kavraması lazımdı. Biz hani onu tam olarak ayarlayamadık. Bunu zaten hani PISA sorusunu okurken de fark ettim ben hani böyle bir yenilikçi değildi ben kendi adıma konuşayım yani düzey yaptığımız PISA sorusunda.”

ÖA18... “PISA sorusu hazırlamakta baya zorlandık. Ya şey çünkü PISA sorusu şöyle bir şeyi var aslında hani şu YGS-LYS sorularında böyle hem düşündürücü hem bir birine yakın sorular olur ya öyle sorular hazırlayamadık. Bizimki daha çok bilgiyi isteyen sorulardı. Düşündürücü soruları pek bulamadık niyeyse. Öyle olduğu için biz biraz zorlandık. Biz direkt bilgiyi veren soruları düşündük.”

Öğretmen adayları STEM eğitimine göre planladıkları bir dersi değerlendirme aşamasında PISA soruları hazırlamada zorlandıklarını belirtmişlerdi. Bu sorunu aşmak için neler yaptıkları sorulduğunda ise;

- *Örnek PISA sorularını incelediklerini,*
- *Her hafta yapılan uygulamalarla,*
- *PISA sorusu eğitimindeki aşamalara dikkat etme*
- *Araştırmacının desteği ile*

gibi yanıtlar alınmıştır. Öğretmen adaylarının yanıtlarından bazı örnekler aşağıdaki gibidir:

ÖA3... *“PISA sorusunda da hani aşama aşama yapılışı vardı. O şekilde zaten biliyorduk. Ezberci bir şey olmayacağını çocuğa cevabı düşünmesini sağlayacağını biliyorduk. Ona yönelik günlük yada bireysel veya toplumsal bir problem durum olması gerekiyordu. Bu yüzden onları düşünerekten madde madde yapmaya çalıştık bu şekilde aştık problemi.”*

ÖA21... *“Örnek PISA sorularına baktık. Nasıl yapıldığını daha çok kurcaladık. Nasıl böyle soruyu iki aşamalı hale getirebiliriz diye. Daha öğrenciye bilgi verip cevap isteme aşamasını falan kurgulayarak yazdık.”*

ÖA16... *“PISA sorularında zorlandık Çünkü ilk defa PISA sorusu hazırlıyorduk Ama onu da zamanla geliştirmeye başladık ilk hazırladığımız PISA soruları daha kötüydü mesela Sonra hazırladıklarımız daha iyiydi STEM’i öğrendikçe günlük yaşamla düşünülebilir hale getirdik soruları da Onun dışında alternatif ölçme de zorlanmıştık onu da araştırarak daha fazla katkı sağladık.”*

Öğretmen adaylarına STEM eğitimine yönelik planladıkları bir dersin öğrencilere neler kazandıracağı hakkındaki düşünceleri sorulduğunda;

- *21. yy becerileri,*
- *El becerisini geliştirme,*
- *Tasarım odaklı düşünme,*
- *Bilimsel süreç becerileri,*
- *Araştırma sorgulama becerileri kazandırma*

şeklinde yanıtlar alınmıştır. Ayrıca öğrencilerin derse ilişkin motivasyon ve ilgilerinin artıracığı, mesleki kariyer bilgisi, STEM okuryazarlığı ve STEM disiplinlerine yönelik ilginin artacağı şeklindeki ifadeleri de mevcuttur.

Öğretmen adayları yanıtlarında, 21 yy becerileri çerçevesinde öğrenme ve yenilenme becerileri; yaşam ve kariyer becerileri; bilgi, medya ve teknoloji becerilerine sırasıyla daha çok vurgu yapmıştır. Öğrenme ve yenilenme becerileri içerisinde; düşünme becerileri, inovasyon, yaratıcılık gibi becerilerin öğrencilere kazandırılacağını düşünmektedirler. Yaşam ve kariyer becerileri içerisinde; günlük yaşam problemleri, esnek ve uyumlu düşünme, üreten bir toplum gibi cevaplar alınmıştır. Bilgi, medya ve teknoloji becerilerine yönelik ise; STEM disiplinlerine yönelik bilgi ve becerileri kazanma, girişimcilik, bilgi üretimi gibi yanıtlar alınmıştır. Bu temayla ilgili öğretmen adaylarından bazılarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

ÖA5... “STEM ile birlikte hani yani öğrencilerimi biraz daha pasif düşünmeye itmeyip onlara hani yani 21.yy becerilerinden bahsettik bunları öğrencilerin derslerinde ve günlük hayatlarında kullanabilecekleri şekilde eğitmek isterim. Eğer STEM ile birlikte farklı disiplinleri de gösterebilirler. Öğrenci ilerde sürekli ilerde öğrenci olarak kalmayacak, büyüdüğünde ilerde bir birey olacak fen eşittir hayat. Hayatının farklı alanlarında kullanabilir. ve şimdi öğrenciler mühendis olacak ya da ne bilim başka bir meslek hani ilerde de kullanabilir. Bir olayı tek boyutta düşünmez farklı boyutları da düşünerek ileriki hayatında da kullanabilir. Motor becerilerine katkısının olabileceğini düşünüyorum.”

ÖA13... “Bilgilerini gerçekten günlük hayatta kullanabilecekler. Daha sonra bir araç tasarımları. Girişimcilik. Çocuk yolda yürürken öğrenci mesela sürekli bir sorun düşünecek yani ne yapılabilir yorumlama becerisi gelişecek. Bence çok hani faydalı bir etkinlik olduğunu düşünüyorum Fen okuryazarlığı, matematik okuryazarlığı artması ciddi okuryazarlık kavramı bence entegre ediyor yani”

4.3.2. Eğitimsel Tasarım Araştırması Yöntemine Dayalı Olarak Yürütülen Öğretim Materyali Tasarımı Odaklı STEM Öğretimi Etkinliklerinin Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Eğitimindeki Etkililiğine İlişkin Bulgu ve Yorumlar

STEM ders tasarımında 1. Hafta, öğretmen adaylarını dersin hedefleri ve içeriği hakkında bilgilendirme şeklinde planlanmıştır. STEM ders tasarımında 2. Hafta yapılan uygulamalarla ilgili öğretmen adaylarına derin düşünme formları uygulanmış ve elde edilen veriler kodlanmıştır. Sorulan sorulardan ilki “Bu hafta yaptığımız çalışmaları yararlı buldunuz mu? Neden? Lütfen görüşünüzü açıklayınız?” şeklindedir. Bu soruya verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *STEM projeleri üretme-STEM'in içeriği hakkında bilgi edinme,*
- *Günlük yaşam problemlerinin farkında olma,*
- *STEM'in farklı değişkenler açısından önemi,*
- *Disiplinleri ilişkilendiren bir çalışma anlayışı kazanma-teknoloji ve mühendislik alanlarında yeterli olma ihtiyacı-STEM'in Türkiye için önemi,*
- *Alanına katkı sağlaması-öz değerlendirme yapmamı sağlama-21.yy becerilerini geliştirme*

şeklinde. Bunların dışında “STEM disiplinleri entegrasyon modellerini öğrenme-öğrencilerin aktif olacağı bir ortam oluşturma-öğrencilerin hayal etmesini sağlama-özgüven geliştirme-el becerilerini geliştirme” şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur.

Öğretmen adaylarının tamamı STEM ders tasarımında 2. Hafta yapılan uygulamaları yararlı bulduklarını belirtmiştir. Öğretmen adayları, yararlı bulmalarının nedenlerini şu şekilde açıklamışlardır:

ÖA18... “STEM eğitimi ile ilgili projeler düşündük. Günlük yaşama dair sorunlarımızı proje odaklı çözümler bulduk. STEM ‘ in amaçlarını, çeşitlerini öğrendik STEM disiplinlerinin kendi aralarında olan bağlantıya dikkat çektik.”

ÖA11... “STEM uygulamasının öneminin farkına vardım. Bu dersin hayatımda ya da günlük yaşamımda bile çoğu şeyi değiştireceğini, kolaylaştıracağını anladım. Şuan ki konumumu, seviyemi ölçmemde yardımcı oldu. Düşünme becerimi arttırdı. Düşüncelerimi geliştirerek veya kırarak yeni fikirler edindim.”

ÖA2... “Fen ve Teknoloji dersi ile ilişkilendirdiğimizde dersin adında da olduğu gibi Teknoloji ile bağlantılı bir ders ve öğrencilerin günlük yaşantılarındaki problemlere çözüm odaklı yaklaşmasını sağlar ve bizimde gelişim ve tasarlayıcı yönümüzü geliştirerek bir probleme sorun diye değil de çözümü nasıl bulabilirim diye düşünme sağladığı için yararlı buldum.”

Ayrıca bu hafta yapılan uygulamalarda “Eksikliğini hissettiğiniz durumlar oldu mu? Olduysa nelerdir?” sorusuna öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu “olmadı” şeklinde yanıt vermiştir. Bunun yanı sıra “günlük yaşam problemi bulmakta zorlanma, görsel örneklerle içeriğin zenginleştirilmesi gerektiği, uygulamalı eğitim olmalı, mesleki bilgi yetersizliği” şeklinde birer kez tekrar ifadelerle dört öğretmen adayı tarafından eksik yönleri belirtilmiştir. Öğretmen adayları eğitimin içeriğindeki eksiklik ve bir birey olarak yaşadığı eksikliklere odaklanmıştır. Öğretmen adaylarının ifadelerinden örnekler şu şekildedir:

ÖA9... “biraz daha uygulamalı olabilir.”

ÖA13... “Günlük yaşamdan problemler ararken uygun problemi bulmakta zorlandım.”

“Mesleki gelişiminize neler kattı?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *STEM projeleri üretme,*
- *21. yy becerilerini kullanma-fen alanında başarılı olma,*
- *STEM disiplinlerini ilişkilendirme-günlük yaşam problemleri çözme-öğretim sürecinde teknolojiye uyum- uygulamalı bir eğitim anlayışı,*
- *öğrencinin aktif olduğu öğrenme-öğretme sürecini kullanma- farklı yöntem-teknikleri öğretim sürecine dahil etme*

şeklinde. Bunların yanı sıra “işbirlikli çalışma-STEM’in çerçevesi hakkında bilgi-STEM entegrasyon modellerini öğrenme-merak duygusu-makale gibi dokümanlardan araştırma isteği-alanımı sevme-teknoloji ve bilime merak-öğrencileri güdüleme-çevreye duyarlı olmalarını sağlama” şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur. Öğretmen adaylarının ifadelerinden örnekler şu şekildedir:

ÖA15... “Yenilikçi olma, Yaratıcı düşünme, Problemlere çözüm olanakları geliştirme. Branşında daha başarılı olmamı sağlayabilir. Bir dersi diğer derslerle bütünleştirme.”

ÖA5... “Multidisipliner, interdisipliner, transdisipliner’ in neler olduğunu öğrendim. Günümüzde ve gelecekte teknolojinin hangi seviyede olduğunu, olacağını ve bu seviyeye ulaşmak için neler yapabileceğimi farkettim.”

ÖA16... “Artık teori anlatımı değil uygulamaya dönük anlatımı da benimsedim. Yaratıcı düşünmeyi, işbirliği içerisinde geliştirici olmam gerektiğini düşünüyorum.”

STEM ders tasarımında 3. Hafta yapılan uygulamalarla ilgili öğretmen adaylarına derin düşünme formları uygulanmış ve elde edilen veriler kodlanmıştır. “Bu hafta yaptığımız çalışmaları yararlı buldunuz mu? Neden? Lütfen görüşünüzü açıklayınız?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- 21. yy becerileri hakkında ayrıntılı bilgi,
- STEM'in işlevi,
- STEM projesi (tasarım) fikri,
- Robotlar hakkında bilgi edinme-STEM hakkında ayrıntılı içerik bilgisi,
- Fikirlerin günlük yaşamı kolaylaştıran ürünlere dönüşümü

şeklinde. Bunların dışında “özgüven gelişimi, yaratıcılık becerisi gelişimi, STEM kazanımlarını öğrenme, düşünmeyi öğrenme, teknoloji-inovasyon ile STEM ilişkisi, ülkemizin sanayi alanında gelişimini sağlama, bakış açısı genişletme ” şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur. Öğretmen adaylarının tamamı STEM ders tasarımında 3. Hafta yapılan uygulamaları yararlı bulduklarını belirtmiştir. Öğretmen adayları, yararlı bulmalarının nedenlerini şu şekilde açıklamışlardır:

ÖA18... “insana robotik bir bakış açısı kazandırıyor. Proje yaparken robotiğin önemini anladım. 21. yy becerilerinin STEM uygulamalarında gruplandırılmasının önemini anladım. Girişimcilik ve inovasyonun bir ülke ekonomisindeki önemi dikkatimi çekti.”

ÖA3... “STEM örnekleri çok iyiydi. STEM in biraz daha aklımda oturmasına sebep oldu. İlerde bir şey yapacak olursam nasıl yapacağımı biraz daha anlamış oldum.”

ÖA10... “21. yy becerilerini daha iyi kavradım ve öğrendim. STEM üzerindeki etkilerini kafamda canlandırırdım.”

Ayrıca bu hafta yapılan uygulamalarda “Eksikliğini hissettiğiniz durumlar oldu mu? Olduysa nelerdir?” sorusuna öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu “olmadı” şeklinde yanıt vermiştir. Yalnızca 3 öğretmen adayı yanıtlarında “daha fazla görsel anlatım, öğretim programlarına aşina olmama, daha fazla STEM proje örneği görme” şeklinde birer kez tekrar edilen ifadelerle eksik yönlerini belirtmiştir. Ayrıca bir önceki hafta mesleki bilgi yetersizliğine sahip olduğunu iddia eden öğretmen adayı bu hafta:

“Oldu ama her hafta adım adım azaldığını hissedebiliyorum. Eksikliğini hissettiğim durumlardan en önemlisi bu zamana kadar bilginin hatta deneylerin ezbere dayalı olup, yenilikçi düşünmemi engellediğini hissettim.”

şeklinde bir açıklama yapmıştır:

“Mesleki gelişiminize neler kattı?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *Yaratıcı düşünmeyi sağlama,*
- *STEM eğitim yaklaşımını derslerimde kullanma düşüncesi,*
- *Yenilikçi düşünmeyi sağlama,*
- *Öğrencilere 21. yy becerilerini kazandırma-bir tasarım oluşturma fikri-öğretim programlarını kavrama*

şeklinde. Bunların yanı sıra “robotik odaklı eğitim anlayışı-özgüven gelişimi-profesyonel bakış açısı-günlük yaşamla dersin konularını ilişkilendirme anlayışı-üniversite derslerinde projelerde STEM eğitimini kullanma eğilimi ” şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur. Öğretmen adaylarının ifadelerinden örnekler şu şekildedir:

ÖA4... “Daha yaratıcı düşünmem için yardımcı oldu. Ben yaratıcı düşünmeliyim ki ilerde öğrencilerimden bir şeyler tasarlamalarını isteyebileyim. Bu nedenle meslek gelişimimde çok etkisi olduğunu düşünüyorum, tek meslek için değil normal yaşam da da yaratıcı düşünme pratikliğini uygulayabileceğimi düşünüyorum.”

ÖA15... “21. yy becerilerinin ortaya çıkması, daha inovasyon (yenilikçi) düşünmeye, yaratıcı fikirler ortaya koymaya başladım. Bir öğretmen adayı olarak; farklı olmak öğrenci için her zaman dikkat çekicidir.”

ÖA8... “Çok şey kattı aslında. Günlük yaşamda malzemeler kullanılarak öğrencilerime derslerde katkı sağlayacak küçük materyaller tasarlamalarını isterim.”

STEM ders tasarımında 4. Hafta yapılan uygulamalarla ilgili öğretmen adaylarına derin düşünme formları uygulanmış ve elde edilen veriler kodlanmıştır. Sorulan sorulardan ilki “Bu hafta yaptığımız çalışmaları yararlı buldunuz mu? Neden? Lütfen görüşünüzü açıklayınız?” şeklindedir. Bu soruya verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *PISA soru örnekleri ve hazırlama,*
- *Bağlam (günlük yaşam) odaklı örnekler,*
- *Alternatif ölçme-değerlendirme yöntemleri,*
- *PISA-TIMMS-TEOG karşılaştırma,*
- *Düşünme-yorumlama becerisi,*
- *Öğrencinin bilgiyi keşfetmesi ve mantık yürütme becerisi,*
- *Yaratıcılık geliştirme şeklindedir.*

Bunların dışında “fen okuryazarlığı kavramının önemi, süreç değerlendirme, bloom taksonomisi, anlamlı öğrenme, bakış açısı geliştirme” şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur. Öğretmen adaylarının tamamı STEM ders tasarımında 4. Hafta yapılan uygulamaları yararlı bulduklarını belirtmiştir. Öğretmen adayları, yararlı bulmalarının nedenlerini şu şekilde açıklamışlardır:

ÖA16... “Anlatılan konu sayesinde PISA sorularının nasıl olduğunu inceleyip, onlara uygun sorular hazırlamaya çalıştık. Başarılı olamasa da üzerinde çalışmaya devam edeceğiz.”

ÖA11... “Görüş açım genişledi. Yaratıcılıkta ilerledim. Düşündüğümde güzel ve farklı fikirler bulabildiğimi fark ettim.”

ÖA9... “PISA, TIMMS, TEOG sorularının karşılaştırılmasını gördük. Bağlam temelli iki aşamalı teşhis testleri, biçimlendirici değerlendirme türlerini öğrendik.”

Ayrıca bu hafta yapılan uygulamalarda “Eksikliğini hissettiğiniz durumlar oldu mu? Olduysa nelerdir?” sorusuna öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu “olmadı” şeklinde yanıt vermiştir. Yalnızca 2 öğretmen adayı yanıtlarında “bağlam temelli soru hazırlamada zorlandıklarını” belirtmişlerdir.

“Mesleki gelişiminize neler kattı?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- PISA uygulamaları görme ve hazırlama,
- Ölçme-Değerlendirme süreçleri,
- Bloom taksonomisi-yaratıcılık becerisi gelişimi şeklindedir.

Bunların yanı sıra öğrencinin aktif olduğu bir süreç-kalıcı öğrenmenin gerçekleştirilmesi-rubrik hazırlama-geleneksel bakış açısını değiştirme-kazanımlara uygun soru hazırlama-tasarım odaklı eğitim-uygulamalı eğitim-günlük yaşam odaklı eğitim şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur. Öğretmen adaylarının ifadelerinden örnekler şu şekildedir:

ÖA12... “Ölçme değerlendirme hakkında yeni bilgiler aldım.”

ÖA20... “Öğretmenlikte sadece bilgiye yönelik değil uygulamalı, tasarım hazırlamaya yönelik hem analiz hem de sentezin olduğu bir ders yöntemi.”

ÖA2... “Mesleki gelişimime yaratıcılık, seviyeye uygun soru hazırlamayı kazanımlardan yola çıkarak soru belirlememde daha aktif olmayı kazandım. Uygun ölçme ve değerlendirme hazırlamama yardımcı olur.”

STEM ders tasarımında 5. Hafta yapılan uygulamalarla ilgili öğretmen adaylarına derin düşünme formları uygulanmış ve elde edilen veriler kodlanmıştır. Sorulan sorulardan ilki “Bu hafta yaptığımız çalışmaları yararlı buldunuz mu? Neden? Lütfen görüşünüzü açıklayınız?” şeklindedir. Bu soruya verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *STEM disiplinlerini içeren tasarım oluşturma,*
- *Tasarım odaklı eğitim sürecinin kendileri için olumlu etkileri,*
- *STEM eğitiminde ölçme-değerlendirme yöntemleri,*
- *Bilginin tasarımıyla pekişmesi-ileriki mesleki yaşamında tasarım odaklı ders anlatımına olumlu etkisi-STEM disiplinlerini içeren bağlam odaklı uygulamaları görme”*

şeklindedir. Bunların dışında *kriterlere göre tasarımı deneyimleme-tasarım odaklı eğitimin öğrencilere olumlu etkileri* şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur. Öğretmen adaylarının tamamı STEM ders tasarımında 5. Hafta yapılan uygulamaları yararlı bulduklarını belirtmiştir. Öğretmen adayları, yararlı bulmalarının nedenlerini şu şekilde açıklamışlardır:

ÖA18... “Çok eğlenceli ve çok kalıcı bir uygulama olan Kahoot uygulamasını öğrendim. Bu uygulamanın öğrencilere öğrenme açısından katkısının olacağını düşünüyorum.”

ÖA14... “STEM uygulaması yaptık diyebilirim. Yapılan planlamayla, ölçümlerle, gözlemle; mühendislik, matematik, teknolojiyi kullandık.”

ÖA2... “Tasarım yaptığımız için düşünmemizi sağladığı için beceri kazandırdığı için yararlıydı.”

Ayrıca bu hafta yapılan uygulamalarda “Eksikliğini hissettiğiniz durumlar oldu mu? Olduysa nelerdir?” sorusuna öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu “olmadı” şeklinde yanıt vermiştir. Yalnızca 5 öğretmen adayı yanıtlarında *tasarımda sürenin yetişmemesi, malzemeyi belirleme, alan bilgisini tasarıma yansıtma, daha fazla deneme fırsatına ulaşma* şeklindeki ifadelerle eksikliğini hissettikleri durumları belirtmişlerdir. Sürenin yetişmemesi iki öğretmen adayı tarafından diğerleri ise birer kez tekrar edilen kodlar olarak belirlenmiştir. Bir öğretmen adayı ise;

“Biz sadece sınava yönelik bir sistem üzerinden eğitim aldığımız için bu tarz düşünme hızı fazlasıyla yordu. Eksik olan kısımımız budur.” şeklinde bir açıklama yapmıştır.

“Mesleki gelişiminize neler kattı?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *Tasarım odaklı ders anlatım süreci,*
- *Tasarım oluşturmada kriter belirleme-ileriki mesleki yaşamında kullanabileceği STEM etkinlik fikri-tasarım odaklı öğretimin öğrencilere olumlu etkileri,*
- *Tasarım becerisi edinme-tasarım odaklı eğitiminin kendileri için olumlu etkileri* şeklindedir.

Bunların yanı sıra *teknoloji okuryazarı bir öğretmen olma-mühendislik becerisi-ders planında 5E öğretim modeli kullanabilme-STEM eğitiminde ölçme-değerlendirme-grup çalışmasının nasıl yapıldığını öğrenme-teorik yerine uygulamalı ders anlatımının önemi* şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur. Öğretmen adaylarının ifadelerinden örnekler şu şekildedir:

ÖA15... “Mesleki gelişimimizde, öğrenciye yaptıracağımız STEM etkinliği için ders planı hazırlamamıza katkıda bulundu. Süreyi ve malzemeyi kısıtlı kullanmayı öğrendik.”

ÖA6... “İlerde derste kullanabileceğim materyaller öğrendim.”

ÖA3... “Depreme dayanaklı bir ev tasarladık. Ve nasıl tasarlanması gerektiğini öğrendik. Öğrencilerle daha verimli bir vakit geçirebileceğimi düşünüyorum. Her ders öğretmenlik mesleğinde geliyorum.”

STEM ders tasarımında 6. Hafta yapılan uygulamalarla ilgili öğretmen adaylarına derin düşünme formları uygulanmış ve elde edilen veriler kodlanmıştır. Sorulan sorulardan ilki “Bu hafta yaptığımız çalışmaları yararlı buldunuz mu? Neden? Lütfen görüşünüzü açıklayınız?” şeklindedir. Bu soruya verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *Tasarım oluşturma sürecinde STEM alan bilgisi kazanma,*
- *Doğal enerji kaynaklarına yönelim,*
- *Tasarlanan ürünü mesleki yaşamda kullanma,*
- *El becerilerimizin gelişimi-zihinsel becerilerimizin gelişimi-öğrencilerin zihinsel becerilerini geliştirme* şeklindedir.

Bunların dışında STEM disiplinlerini içeren bir ürün tasarlama, öğrencilerin el becerilerini geliştirme, STEM'in günlük yaşamda kullanım alanları, ürün tasarımı sınırlamaları dikkate alma, ürün tasarımı üzerinden öğrencilerin disiplinlere ilişkin bilgi kazanmalarını sağlama şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur. Öğretmen adaylarının tamamı STEM ders tasarımı 6. Hafta yapılan uygulamaları yararlı bulduklarını belirtmiştir. Öğretmen adayları, yararlı bulmalarının nedenlerini şu şekilde açıklamışlardır:

ÖA16... “Yapılan uygulama ile birden fazla dersin entegre olmuş haliyle proje yapmış olduk.”

ÖA5... “STEM in çok farklı alanlarda kullanıldığını farkettim. Çok az malzeme ile çok güzel bir rüzgar gülü yapabileceğimi farkettim. Rüzgar gülü için rüzgarın açısının önemli olduğunu farkettim.”

ÖA15... “rüzgar jeneratörlerinin, uçak kanatlarının hangi amaçlarla, hangi aşamaları dikkat edildiği düşünerekten hesaplanması sağlanıyordu. Bu etkinlik hem günlük hayatta ne amaçla kullanıldığını öğrenmiş olduk.”

Ayrıca bu hafta yapılan uygulamalarda “Eksikliğini hissettiğiniz durumlar oldu mu? Olduysa nelerdir?” sorusuna öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu “olmadı” şeklinde yanıt vermiştir. Yalnızca 2 öğretmen adayı *uygun tasarımı yapma da problem yaşadığını* ifade etmiştir. Örneğin, *Eksikliğini hissettiğim durum rüzgar gülünün uçlarını havaya karşı daha hassas ve daha çok enerjiyi elde edebilecek şekilde olmasını düşünmemem oldu.* Şeklinde ifade edilmiştir. Bir öğretmen adayı ise rüzgar jeneratörü oluşturma da “elektrik bilgilerinin eksik olduğunu” ifade etmiştir.

“Mesleki gelişiminize neler kattı?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- Öğrencilere STEM etkinliğini uygulama deneyimi,
- Ürün tasarımı ile STEM alan bilgisinin gelişimi,
- STEM etkinliğini uygulama deneyimi-farklı STEM etkinlikleri tasarlama becerisi-mühendislik becerilerinin gelişimi

şeklindedir. Bunların yanı sıra *teknoloji okuryazarı öğrenciler yetiştirme, sınırlamalara göre ürün tasarlatma deneyimi, günlük yaşama ilişkin farkındalık, el becerilerinin gelişimi* şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur. Öğretmen adaylarının ifadelerinden örnekler şu şekildedir:

ÖA21... *“Yenilenebilir bir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisini anlatırken bu etkinliği yaparak öğrencinin konuyu daha iyi anlamasını sağlayabiliriz.”*

ÖA15... *“Öğretmenlik hayatımda da öğrencilerime rüzgar enerjisi konusunu anlatırken öğrencilere günlük hayatta örnek vermemde ve öğrencilere STEM e yönelik etkinlik yaparken kullanacağım.”*

ÖA2... *“Mesleki gelişimimde sınırlı malzemelerle tasarım yapmamızı günlük hayattaki farkındalığı arttırmamı ve mühendis gibi düşünme özelliği kattı.”*

STEM ders tasarımımda 7. Hafta yapılan uygulamalarla ilgili öğretmen adaylarına derin düşünme formları uygulanmış ve elde edilen veriler kodlanmıştır. Sorulan sorulardan ilki “Bu hafta yaptığımız çalışmaları yararlı buldunuz mu? Neden? Lütfen görüşünüzü açıklayınız?” şeklindedir. Bu soruya verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *STEM alan bilgisi kazanma,*
- *Ürün tasarlama süreci,*
- *Gerçek yaşam problemi çözümü”* şeklindedir.

Bunların dışında “öğrencileri gerçek yaşam problemlerine yönelik bilinçlendirme, işbirlikli çalışma, STEM’in uygulama alanları, yeni STEM etkinliği keşfetme isteği, STEM eğitimine ilgiyi artırma, eğlenceli bir ders şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur. Öğretmen adaylarının tamamı STEM ders tasarımımda 7. Hafta yapılan uygulamaları yararlı bulduklarını belirtmiştir. Öğretmen adayları, yararlı bulmalarının nedenlerini şu şekilde açıklamışlardır:

ÖA18... *“Günlük hayatın büyük sorunu ses. Bu yüzden bu sorunu ilkökul ve ortaokul seviyesinde öğrencileri bilinçlendiririz. Bu da gelecekte ki problemlere çözüm bulunabilir.”*

ÖA14... *“Ses yalıtımından nelerin kullanıldığını da görmüş ve öğrenmiş oldum.”*

ÖA10... *“Yalıtımın ne olduğunu ve nasıl yapıldığını öğrendim. Neyden ve ne kadar koyacağımı öğrendim ve karşılaştırdım. Google Sience Journal uygulamasını öğrendim.”*

Ayrıca bu hafta yapılan uygulamalarda “Eksikliğini hissettiğiniz durumlar oldu mu? Olduysa nelerdir?” sorusuna öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu “olmadı” şeklinde yanıt vermiştir. Yalnızca dört öğretmen adayı “ürün tasarımımda malzeme seçimi ve malzemeleri tasarımda kullanma da problem yaşadıklarını” ifade etmiştir. Örneğin,

ÖA19... *“Ses yalıtımını daha etkin hale getirmek için malzemenin materyale nasıl ve nerede daha olumlu bir etki yaratacak olması konusunda düşünemem eksiklik oldu benim için”* şeklinde ifade edilmiştir.

“Mesleki gelişiminize neler kattı?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *Tasarım odaklı eğitim,*
- *STEM alan bilgisi,*
- *STEM'in öğrenci merkezli yapısı-yaratıcı düşünmeyi sağlama*

şeklinde. Bunların yanı sıra *nitelikli bir eğitim deneyimi, el becerilerini geliştirme, işbirlikli çalışma, STEM'in uygulama alanları, STEM disiplinlerini entegre etme, STEM'de ölçme-değerlendirme, sınırlamaları içeren STEM eğitimi* şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur. Öğretmen adaylarının ifadelerinden örnekler şu şekildedir:

ÖA21... “*Bu etkinliği kendilerinden yaparak ses yalıtımının nasıl yapıldığını ve günlük yaşamdaki nasıl yapıldığını ve günlük yaşamdaki evlerinde bu ses yalıtımının önemini anlamaları sağlanır.*”

ÖA4... “*Sesin yalıtımını sağlayan, malzemelerden bahsederim, pamuğun içinde sesin çarparak ilerlediğinden bahsedip öğrencilerin ona göre ses yalıtımlı ev tasarımlarını sağlarım.*”

ÖA15... “*İleride STEM eğitime yönelik, etkinlik yaparken öğrencilerime kazandırılacak becerileri ilk önce kendimde kazandırmak için etkili olmuştur.*”

STEM ders tasarımında 8. Hafta yapılan uygulamalarla ilgili öğretmen adaylarına derin düşünme formları uygulanmış ve elde edilen veriler kodlanmıştır. Sorulan sorulardan ilki “Bu hafta yaptığımız çalışmaları yararlı buldunuz mu? Neden? Lütfen görüşünüzü açıklayınız?” şeklindedir. Bu soruya verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *Ürün tasarımı,*
- *STEM alan bilgisi,*
- *Ders planı hazırlama deneyimi,*
- *STEM disiplinlerini ilişkilendirme*

şeklinde. Bunların dışında “*farklı beceriler edinme, yöntem ve tekniklerin farklı yönlerini ayırt etme, grup çalışması, sınırlamaları içeren ürün tasarımı, kişisel gelişimi sağlama, eğlenceli bir ders*” şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur. Öğretmen adaylarının tamamı STEM ders tasarımında 8. Hafta yapılan uygulamaları yararlı bulduklarını belirtmiştir. Öğretmen adayları, yararlı bulmalarının nedenlerini şu şekilde açıklamışlardır:

ÖA18... “*sürdürülebilir kalkınma kavramını açıklamak için en iyi etkinlik olduğunu düşünüyorum. Yenilenemez enerji kaynakların dünya için önemini bu sayede anlatırız. Bundan dolayı tasarruflu kullanımın önemli olduğuna dikkat çekeriz.*”

ÖA5... “Kendi hazırladığımız ders planlarının eksikliklerini gördüm. 5E ve projeye dayalı ders planı arasındaki farkı gördüm.”

ÖA21... “Etki tepki yasasını bir etkinlik ile anlamış olduk bu etkinlikte nelere dikkat etmemiz gerektiğini öğrenmiş olduk.”

Ayrıca bu hafta yapılan uygulamalarda “Eksikliğini hissettiğiniz durumlar oldu mu? Olduysa nelerdir?” sorusuna öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu “olmadı” şeklinde yanıt vermiştir. Yalnızca dört öğretmen adayı *ürün tasarımı*nda problem yaşadıklarını ifade etmiştir. Bir öğretmen adayı *ders planı hazırlamada* bir diğeri de *çok yönlü düşünme de problem yaşadıklarını* ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının yanıtlarından örnekler şu şekildedir:

ÖA21... “Roketin tasarım kısmında biraz daha hata yaptık. Düşüncelerimizi tasarımda tam yansıtamadığımız için.”

ÖA13... “Ders planı için çok eksik olduğumu hissettim. Disiplinlerin etkinliğe nasıl yansıdığı durumunda eksiklik yaşıyorum.”

“Mesleki gelişiminize neler kattı?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *Tasarım odaklı eğitim,*
- *STEM alan bilgisi,*
- *STEM etkinliği deneyimleme,*
- *Ders planı hazırlama-STEM disiplinlerini ilişkilendirme-öğrenci merkezli sınıf ortamı-zihinsel beceriler kazanma*

şeklindedir. Bunların yanı sıra *öğrencileri düşünmeye yönlendirme, STEM disiplinlerine yönelik beceri kazanma, öğrencilere farklı becerileri kazandırma, işbirlikli çalışma* şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur. Öğretmen adaylarının ifadelerinden örnekler şu şekildedir:

ÖA4... “Öğrencilere malzemeleri vererek onları konu hakkında bilgilendirip etkinliği yapmalarını isterim, hangi malzemeyi nerede kullanmamız gerektiğini yaptığımız etkinlikte tecrübe edindik. İleride de öğrencilere bu tecrübelerden yararlanarak etkinliği yaptırırım.”

ÖA10... “Newton kanunu etkinlik üzerinde öğrendim. Fizik konusunda etkinlik öğrendim.”

ÖA2... “Mesleki gelişimime öğrencilere etkinlik yaptırırken malzeme ve kullanılan enerjiden tasarruf sağlayarak öğrencilere etkili ders yapma ve tasarım yapma özelliği kattı.”

STEM ders tasarımı 9. Hafta yapılan uygulamalarla ilgili öğretmen adaylarına derin düşünme formları uygulanmış ve elde edilen veriler kodlanmıştır. Sorulan sorulardan ilki “Bu hafta yaptığımız çalışmaları yararlı buldunuz mu? Neden? Lütfen görüşünüzü açıklayınız?” şeklindedir. Bu soruya verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *Ürün tasarımı,*
- *Ders planı hazırlama deneyimi,*
- *STEM disiplinlerini ilişkilendirme,*
- *Gerçek yaşam problemine çözüm getirme*

şeklindedir. Bunların dışında *farklı beceriler edinme, işbirlikli çalışma, merak duygusunun gelişimi, öğrenciler için STEM etkinlik deneyimi, bakış açısını geliştirme, STEM alan bilgisinin gelişimi, dersin daha iyi öğrenilmesi, farklı PISA soruları deneyimleme* şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur. Öğretmen adaylarının tamamı STEM ders tasarımı 9. Hafta yapılan uygulamaları yararlı bulduklarını belirtmiştir. Öğretmen adayları, yararlı bulmalarının nedenlerini şu şekilde açıklamışlardır:

ÖA16... “Yararlı buldum. Çünkü enerji dönüşümleri kazanımını kullanarak matematik, fen, mühendislik entegrasyonunu uygulama haline dönüştürdük.”

ÖA21... “Ders planı ve bir ürün ortaya koyuyoruz bu ürünler STEM’e uygun olması gerekiyor. Tabi bu etkinliğin yapılırken diğer becerilerden yararlanıyoruz. Araştırma, merak, tasarım gibi becerilerimiz ve düşüncelerimiz gelişiyor.”

ÖA13... “Evet yararlıydı. Etkinlik planı hazırlamakta daha yararlı oldu. Diğer grupların eksikliklerini görmek ve kendi planımızla kıyaslamak daha akılda kaldı.”

Ayrıca bu hafta yapılan uygulamalarda “Eksikliğini hissettiğiniz durumlar oldu mu? Olduysa nelerdir?” sorusuna öğretmen adaylarının birçoğu “olmadı” şeklinde yanıt vermiştir. Bunun yanı sıra beş öğretmen adayı *ürün tasarımı problem yaşadıklarını* ifade etmiştir. İki öğretmen adayı “ders planı hazırlamada”, bir öğretmen adayı “teknoloji disiplini tasarımı yansıtmada problem yaşadıklarını” ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının yanıtlarından örnekler şu şekildedir:

ÖA15... “Teknemizde pil ağırlık verdiği için teknemiz sızıda yüzerken yamuk bir şekilde yüzme başladı bunun sebebi tekneyi tasarlarken pil ile dinamonun karşılıklı koyarak dengeyi sağlayarak teknenin düz bir biçimde çalışmasını sağlarız.”

ÖA13... “Eksikliğini hissettiğim durum ders planı içeriğindeki eksikliklerimiz. Gerçek yaşam problemini tasarıma yansıtamadığımı farkettim.”

“Mesleki gelişiminize neler kattı?” sorusuna verilen yanıtlar kodlanmış ve tekrarlanma sıklığına göre (aynı frekansa sahip kodlar “-” simgesi eklenerek yan yana ifade edilmiştir):

- *Tasarım odaklı eğitim deneyimi,*
- *STEM eğitim yaklaşımı deneyimi,*
- *Ürün tasarımı-STEM alan bilgisi-yaratıcı düşünme becerisi kazanma,*
- *Öğrenci merkezli eğitim anlayışı*

şeklindedir. Bunların yanı sıra konu ile ilgili kavram yanlışlarını öğrenme, bilginin öğrenciler tarafından organize edilmesi, farklı beceriler edinme, ürün tasarımı sürecine yönelik özgüven gelişimi, öğretmenlik deneyimi, mühendislik becerileri kazanma, dersin daha iyi öğrenilmesi, ders planı hazırlama, STEM disiplinlerini ilişkilendirme, gerçek yaşam problemine çözüm getirme şeklinde birer kez tekrar edilen kodlar da mevcuttur.

Öğretmen adaylarının ifadelerinden örnekler şu şekildedir:

ÖA21... “Özgün ürünler ve tasarımlar ortaya koyabilen öğrenciler yetiştirilebilir. Öğrencilere tasarım, fen, mühendislik ve günlük yaşamı birleştirerek tasarım yapmasına yardımcı olabiliriz.”

ÖA2... “Mesleki gelişime mühendislik becerilerini de kullanarak özgün tasarım yapma gücü katabilir.”

ÖA20... “Konuya dair anlamam ve anlatmam için katkı sağlamıştır. Bu konuyu anlatırken hem kendi hem de arkadaşlarımın tasarımlarından yola çıkarak anlatıp yaptırmayı düşünüyorum.”

Öğretmen adaylarının her hafta yapılan uygulamalarla ilgili derin düşünme formundan elde edilen veriler, görüşmelerden elde edilen verilerle destelenmiştir. Görüşmelerde, öğretmen adaylarına öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinde gerçekleştirilen teorik içeriğin STEM öğretimlerine (STEM ders planı ve etkinliği) etkisi sorulmuştur. Elde edilen yanıtlar incelendiğinde,

- *Ders planı hazırlama,*
- *PISA sorusu hazırlama-21. yy becerileri-STEM hakkında teorik bilgi-STEM entegrasyon modelleri,*
- *STEM disiplinleri hakkında bilgi-alternatif değerlendirme yöntemleri-STEM etkinliği hazırlama,*
- *Mühendislik tasarım süreci,*

- *STEM’ in önemi-gerçek yaşam problemi keşfetme,*
- *Teknoloji okuryazarı bireyler yetiştirme-bilimsel süreç becerileri*

şeklindeki kodlar oluşmuştur. Öğretmen adaylarının yanıtlarından örnekler şu şekildedir:

ÖA16... “Zaten ders planı hazırlarken en çok onlardan yararlandık Rubrik olsun Onun dışında değerlendirme kısmı olsun Slaytlardan bakarak bilgi almaya çalıştık.”

ÖA18... “PISA soruları oldu. Çünkü gerçekten güzel eğlenceli hem oradakiler çok karmaşık değildi internette bulduğum kadar. Onlar çok dikkatimi çekti. İnovasyon gücü hani daha bir mühendislerin kullandığı bir terim. Biz 7.-8. Sınıftaki çocukları yada daha aşağısındaki sınıfların çocuklara öğreteceğiz hani şimdiden bunu ağaç genç yaşıta eğilir gibi öğiteceğiz diye düşünüyorum. Orada başka dikkatimi çeken inovasyon şu telefonların gelişimi falan onlar çok dikkatimi çekmişti.....Kazanımlar vardı fen kazanımları. Teknoloji kazanım. Mühendislik kazanımlar falan onları görmüştüm onlar ilgimi çekmişti. Yine 6.-7. Sınıftaki çocuklara mühendis tasarımı nasıl oluşturur sürecini göstermek falan.”

ÖA3... “Teori önemlidir bence zaten. Yani teori olmasaydı aşama aşama zaten hepsini öğrendik. Ondan sonra uygulamaya döktük. Yani başı olmasaydı sonu da olmazdı diye düşünüyorum.”

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde, öğretmen adaylarına öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinde gerçekleştirilen uygulamaların STEM öğretimlerine (STEM ders planı ve etkinliği) etkisi sorulmuştur. Elde edilen yanıtlar incelendiğinde,

- *Ürün tasarımı,*
- *Ders planı hazırlama,*
- *STEM disiplinlerini içeren etkinlik hazırlama,*
- *Alan bilgilerini tasarıma yansıtma,*
- *Grupla iletişim-el becerisi-argümantasyon becerisi-değerlendirme-21.yy becerileri*

şeklindeki kodlar oluşmuştur. Öğretmen adaylarının yanıtlarından örnekler şu şekildedir:

ÖA10... “Uygulamalar çok yararlı oldu. Çünkü hiçbir şekilde mesela roket tasarla dediğiniz zaman ben mukavvadan yapabilirim ama onu çalıştıramam. Onun nasıl çalıştırılacağını ve nasıl hareket ettirileceğini öğrendim....Yapmaktan çok yaptıktan sonra nasıl çalışacağını öğrenmiş oldum. Bu uygulamaların öğretimimdeki etkisi ders planı hazırlamayı hiç bilmiyorduk. Yani burada ders planı hazırlamayı öğrendim. Ne tür etkinlikler yapabileceğimi öğrendim. Öğrencinin dikkatini nasıl çekebileceğimi öğrendim. Yapacağım etkinlikleri öğrencilerin sıkılmadan onlarında derse katılmasını sağlayarak nasıl yapacağımı öğrendim. Özellikle en çok yararı ders planı hazırlamayı öğrendim o benim için çok önemli oldu.”

ÖA15... “El becerilerimiz gelişt, neye dikkat etmemiz gerektiğini daha iyi biliyorduk daha geniş düşünebiliyorduk en azından. Çünkü bir dar bir kapsamlı düşünmüyorduk. arkadaşımın birlikte şunu şöyle yapsak daha mı iyi olur veya bu probleme bu proje daha mı uygun gider. Öğrenci bunu düşünebilir mi. Bunu en ayrıntısı şeklinde düşünüyorduk. Hem öğretmen olarak düşünüyorduk hem öğrenci olarak. Biz çok basit düşünüyoruz ama onlar çok yaratıcı düşünebiliyorlar. O yüzden farklılık gösteriyor tabii ki. Ama ilişkiliydi mesela siz video falan izletiyordunuz bize ilk önce ders planında. Ve o zaman bizim zihnimizde bir şeyler oluşabiliyordu. Mesela depreme dayanıklı evde kolon ve giriş önemliymiş. Mesela tabanı daha sağlam yapmamız gerekiyormuş. Yükseklik artıkcı deprem olma ihtimali daha yüksek. Bu şekilde yorumlar çıkarabiliyorduk biz. Yani argümantasyon yapıyorduk bir nevi yani iddia koyuyorduk ortaya gerekçe koyuyorduk ona göre tasarım yapıyorduk.”

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde, yeniden bir STEM uygulaması konusunda bizden benzer bir destek alacak olsalardı yaptığımız uygulamada neleri değiştirmek istedikleri sorulmuştur. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmı teorik ve uygulamaları içeren ders tasarımında herhangi bir şey değiştirmek istemediklerini ve olması gereken herşeyi içerdiğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarından bir kısmı da eğitim içeriğinin etkili olduğunu ifade etmekle birlikte bazı kısımlar için önerileri bulunmaktadır. Örneğin; *STEM etkinlik sayısının artırılması, STEM'in teorik çerçevesi azaltılmalı-PISA sorusu için daha fazla destek şeklinde kodlar açığa çıkmıştır*. Elde edilen bulgular derin düşünme formlarından elde edilen verilerle benzerlik göstermektedir. Bunların dışında birer kez bahsedilen *İngilizce eğitim desteği, sanat eğitimi, teknoloji disiplinine ağırlık verilmesi, öğrencilerle STEM öğretimi deneyimi, bireysel çalışma, üniversite düzeyinde STEM etkinlikleri, ders planı ve tasarım süreci hakkında daha fazla teorik bilgi verilmeli gibi ifadelerde bulunmaktadır. Öğretmen adaylarının yanıtlarından örnekler şu şekildedir:*

ÖA2... “Bir şey değiştirmek istemezdim. Aynı kalmalı bence güzel.”

ÖA5... “Yok değiştirmek istediğim bişey aşama aşama gittik önce ders seçimini gördük bence hepsini öğrendik değiştirmek istediğim bişey yok değerlendirme kısmını düşünüyorum değerlendirmeyi de bence güzel bir şekilde yaptık benim değiştirmek istediğim bir şey yok.”

ÖA18... “Yine PISA sorusu olacaktır. Pisa sorusunu biraz daha hani böyle daha değişik bir öğretim şeyi varsa onları gösterirdim. Çünkü ya ben o derse odaklanamamışım yada konuyu hiç anlamamışım yani. Çünkü pisa sorusu nasıl yapılır diye şey gelmedi yani çok zorlandım ben bu konu açısından.”

BÖLÜM V

SONUÇ VE ÖNERİLER

Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersi kapsamında fen bilgisi öğretmen adaylarına STEM eğitim yaklaşımının kuramsal temelleri ve uygulamalarına dayalı bir tasarım geliştirilerek bu tasarıma göre eğitim vermek ve öğrenme- öğrenme sürecinin öğretmen adaylarına yansımalarını değerlendirmek amacıyla Eğitimsel Tasarım Araştırması (ETA) yöntemi kullanılmıştır. Nitel yöntemler kullanılarak elde edilen veriler bulgular ve yorumlar bölümünde derinlemesine incelenmiştir. Bu bölümde ise araştırma bulgularına dayalı olarak ulaşılan sonuçlar ilgili literatürle tartışılarak ileride yapılacak benzer çalışmalar için önerilerde bulunmaya çalışılmıştır. Sonuçlar, alt problemlere göre sunulmuştur.

5.1. Sonuçlar

5.1.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimi Konusunda Kazanmaları Gereken Bilgi ve Becerilere İlişkin Sonuçlar

Araştırma kapsamında ön hazırlık evresinde uygulanan ihtiyaç analizi formundan elde edilen veriler, fen bilimleri dersi öğretim programı ve hizmet öncesi öğretmen eğitimi alanında yapılan çalışmalar fen bilgisi öğretmen adaylarının, STEM öğretimine yönelik kazanmaları gereken bilgi ve becerileri belirlemek amacıyla derinlemesine analiz edilmiş ve STEM öğretimine yönelik bilgi ve becerileri aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

- 1) *STEM eğitiminin doğuşu, kısa tarihçesi ve felsefesi ile ilgili bilgilere sahiptir.* Araştırma kapsamında STEM eğitiminin temelleri çerçevesinde tarihi, felsefi dayanağı, kavramsal çerçevesinin ileride yapılacak STEM eğitimi uygulamaları için temel teşkil edeceği düşünülmektedir. Sanders'e göre (2009) STEM eğitiminin temelleri, öğretmen eğitiminin içeriğinde olmalıdır.
- 2) *STEM disiplinleri ile ilgili bilgilere sahiptir.* Çalışma kapsamında fen bilgisi öğretmen adaylarına STEM öğretimine yönelik bilgi ve beceriler kazandırmak amaçlandığı için STEM eğitiminde öncelikle fen disiplini açıklanarak diğer disiplinlerle nasıl ilişkilendirildiği belirtilmiştir. Öğretmenlik programlarında fizik, kimya, biyoloji, astronomi, çevre bilimi gibi alan bilgisi dersleri kapsamında gerekli bilgileri aldıkları düşünülmektedir. Öğretim boyutunda ise, STEM disiplinleri entegrasyonunda fen disiplinine yönelik bilgi ve beceriler ile araştırma-sorgulama süreçlerinin belirlenmesinde fen bilimleri dersi öğretim programından yararlanmaları sağlanmıştır. Öğretmen adaylarına fenin yanı sıra teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının entegrasyonuna yönelik bilgiler verilmiştir. Teknoloji ve mühendislik entegrasyonu için teknoloji ve tasarım dersi öğretim programı kazanımları incelenmiş ve STEM etkinliklerinde dikkate alınmıştır. Disiplinler arası entegrasyonun sağlanması sürecinde mühendislik disiplinine yönelik bilgi ve beceriler sürece katılmaktadır. Bu sebeple mühendislerin çalışma yöntemleri olan *mühendislik tasarım süreci* de detaylı olarak ele alınmalıdır. Hatta bilim insanlarının izledikleri bilimsel araştırma basamaklarıyla karşılaştırmalı olarak anlatılması gerekmektedir. Matematik disiplinine yönelik ilköğretim matematik dersi öğretim programı kazanımları incelenmiş ve STEM etkinliklerinde dikkate alınmıştır. STEM eğitiminin kuramsal çerçevesini içeren kısımda STEM disiplinlerinin doğası ile ilgili detaylı bilgiler verilmiştir. Çünkü öğretmenlerin STEM disiplinlerini öğretimlerinin etkili olması, bu alanlardaki yeterliklerine bağlıdır (Eckman, Williams, Silver-Thorn, 2016).
- 3) *21. yy becerileri hakkında bilgi ve beceriye sahiptir.* Öğretmenler 21. yy becerilerini öğrencilerine kazandırmalı ve kendileri de bu beceriler konusunda deneyimli olmalıdırlar (Akpınar, 2014; Çakmak, 2015; Işık ve Saygılı, 2015).

Güncel fen bilimleri dersi öğretim programında da farklı bir sınıflama söz konusu olsa da 21.yy becerilerine vurgu yapılmıştır. Öğretmen adaylarına STEM öğretimine yönelik bilgi ve beceriler kazandırmayı hedefleyen ders tasarımı, mesleki yaşamlarında öğrencilerine STEM eğitim yaklaşımını kullanarak 21. yy becerilerini nasıl kazandırabilecekleri noktasında eğitim verilmiştir.

- 4) *Türkiye ve diğer ülkeler bağlamında gerçekleştirilen örnek STEM eğitimi uygulamaları hakkında bilgiye sahiptir.* Uzmanlardan alınan ihtiyaç analizi dönütleri, güncel fen bilimleri dersi öğretim programı, ulusal raporlar ve hizmet öncesi öğretmen eğitiminde yapılan çalışmalar incelendiğinde öğretmenlerin STEM eğitimi uygulamalarında deneyimli olmalarını işaret etmektedir. Öğretmen adaylarına farklı bakış açıları kazandırması amacıyla ülkemiz ve diğer ülkelerde yapılan STEM etkinliklerini görmeleri gereklidir.
- 5) *Mevcut fen bilimleri dersi öğretim programında STEM eğitim yaklaşımının uygulanmasına yönelik bilgiye sahiptir.* Program öğrencilerden gerçek yaşam problemlerine fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini entegre ederek disiplinler arası bakmalarını sağlamayı hedeflemektedir. Ancak programda yalnızca fen odaklı mühendislik ve girişimcilik uygulamaları yer almakta olup disiplinler arası özellik taşımamaktadır. Güncel fen bilimleri dersi öğretim programının STEM eğitim yaklaşımını tam manasıyla içerdiği söylenemez. Öğretmen adaylarının ilerde programların uygulayıcısı konumuna gelecekleri düşünüldüğünde programdan STEM eğitim yaklaşımına göre nasıl faydalanacaklarını bilmelidirler. Ayrıca öğretmen adaylarının STEM eğitim yaklaşımına uygun fen disiplinine yönelik kazanımları belirleyebilmesi için program hakkında bilgiye sahip olmalıdırlar.
- 6) *STEM eğitiminde ölçme-değerlendirme yöntem ve teknikleri hakkında bilgiye sahiptir.* Güncel fen bilimleri dersi öğretim programında, ölçme-değerlendirme uygulamalarının süreç boyunca yapılması gerektiği ön plandadır. Değerlendirmede amaç, öğrencilere süreç sonunda not vermek değil öğrenmelerini sağlamaktır. STEM eğitim yaklaşımına göre bir ders, biçimlendirici değerlendirme ve anlık ölçme-değerlendirme uygulamalarıyla değerlendirilebilir. Bu süreçte teknoloji odaklı uygulamalar (kahoot, plickers vb.), tasarım değerlendirmeye yönelik rubriklerle alternatif değerlendirme yöntemleri kullanılabilir. STEM eğitiminde

bağlam odaklı sorularla değerlendirme yapmak amacıyla PISA soruları kullanılabilir. STEM ders tasarımı anlık ölçme-değerlendirme, biçimlendirici değerlendirme ve PISA soruları hazırlamaya yönelik çalışmalar yapılmıştır.

- 7) *STEM eğitim yaklaşımında farklı öğretim yöntem ve teknikleri kullanma bilgi ve becerisine sahiptir.* Çalışma kapsamında fen bilgisi öğretmen adaylarına STEM’de 5E modeli, problem ve projeye dayalı öğrenme yöntemleri ile çeşitli teknikler hakkında teorik ve pratik alt yapılarının oluşturulması sağlanmıştır. Bu anlamda STEM etkinliklerine yönelik ders planları hazırlama ve akranlarıyla paylaşımları vurgulanmıştır. Bu uygulamaların disiplinler arası özellik taşımasına dikkat edilmiştir. STEM eğitim yaklaşımına göre bir dersin planlanması sürecini detaylı olarak deneyimlemeleri mümkün olmuştur. Öğrencilerin STEM alanlarında başarılı bir öğrenme süreci gerçekleştirmelerini sağlamak için öğretmenin etkili öğretim yöntem ve tekniklerine başvurmaları gerekmektedir (Lichtenberger & George-Jackson, 2013).
- 8) *Akranlarıyla işbirliği içerisinde bilgi paylaşımında bulunur.* STEM ders tasarımı uygulamalar süresince grup çalışması yapılmış ve akranlarıyla işbirliği içerisinde çalışmalarının önemi vurgulanmıştır. Mesleki yaşamlarında farklı alanlardan öğretmenlerin birlikte çalışmaları ile disiplinler arası işbirliğinin sağlanacağı üzerinde konuşulmuştur.
- 9) *STEM eğitim yaklaşımına göre için ders planı hazırlama ve uygulama bilgisine sahiptir.*

Öğretmen adaylarının, STEM eğitim yaklaşımına göre bir dersi planlama bilgisine sahip olmaları son derece önemlidir. Türk, Kalaycı ve Yamak (2018)’da yaptıkları çalışmada öğretmenlerin STEM eğitime uygun ders planı hazırlama-uygulama bilgi ve becerisine sahip olmaları gerektiği sonucuna ulaşmışlardır. Böylelikle disiplinler arası ilişkilendirmeye yönelik deneyim kazanmaları sağlanmıştır. Öğretmen adayları araştırma kapsamında birçok STEM ders planı hazırlamıştır. Böylelikle STEM disiplinlerine ilişkin kazanımları belirleme ve derinleştirme aşamasında ilişkilendirmelerine yönelik bilgi ve becerilerini geliştirmek hedeflenmiştir. STEM disiplinlerinin başarılı bir şekilde entegre edilmesinin öğretmenlerin konuyla ilgili sağlam bir anlayış geliştirip geliştirmemesi ve disiplinler arası bağlantıları kavramsallaştırmasına bağlı olduğu ifade edilmiştir (Pang ve Good, 2000).

Tarama türünde yapılan araştırmaların sonuçları da, öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinin entegrasyonunu sağlama noktasında eğitime ihtiyaçları olduğunu göstermiştir (Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2016; Pimthong ve Williams 2018). Örneğin; Pimthong ve Williams (2018) tarafından yapılan araştırmaya göre öğretmen adaylarının STEM’i fen, teknoloji, mühendislik ve matematik olarak açıkladıkları ancak entegrasyonun doğası hakkında fikir sahibi olmadıkları, dört disiplinin nasıl entegre edildiğini açıklayamadıkları ama entegrasyonun sonuçlarını açıklayabildikleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının, gelecekte öğrencilerinin mesleki kariyerlere yönelik farkındalıklarını artırmaları amacıyla STEM ders tasarımında kariyer bağlamına yönelik bilgi ve becerilerini artırmaları sağlanmıştır. Çalışma kapsamında öğretmen adaylarının STEM ders planları: *Ders öncesi/Hazırlık ve planlama (STEM kazanımlarını belirleme, süreyi belirleme, 21. yy becerilerini belirleme, STEM etkinliği hazırlama, mühendislik tasarım sürecini kullanma, gerçek yaşam problemi hazırlama, sınırlamaları belirleme, kariyer bağlamı oluşturma, Ders süreci/5E öğretim modelini kullanabilme (giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme, değerlendirme), Ders sonucu/Tasarım değerlendirme* kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

Öğretmen adaylarına STEM öğretimi bilgi ve becerilerini kazandırmayı hedefleyen bir dersin içeriği yukarıdaki maddelere göre planlanmıştır. Öğretmenlerin STEM alan ve pedagojik alan bilgisine sahip olmaları gerektiği birçok çalışmada vurgulanmıştır (NAE & NRC, 2014; Yıldırım, 2017; Çorlu, 2012). Yıldırım (2017) öğretmenlere yönelik STEM eğitimlerinin kaliteli ve etkili bir şekilde verilmesinde STEM pedagojik alan bilgisi üzerinde durmuştur. Yıldırım (2017) STEM pedagojik alan bilgisinde, öğretmenlerin alan bilgisi, pedagoji bilgisi, bağlam bilgisi, 21. yy beceri bilgisi ve entegrasyon bilgisi üzerinde durulması gerektiğinden bahsetmiştir. Çünkü STEM eğitiminin etkin ve profesyonel şekilde verilmesinde bu alanlar önemli rol oynamaktadır. Çalışma kapsamında hazırlanan STEM ders tasarımında da Yıldırım (2017) tarafından bahsedilen alanlar üzerinde durulmuş ve öğretmen adaylarının uygulamalara yansıtmaları beklenmiştir.

Bunların yanı sıra öğretmen adaylarının düşünme becerileri geliştirmeleri, teknolojiyi etkin bir şekilde kullanmaları, disiplinler arası çalışmaları, günlük yaşam problemlerini belirleme ve çözümü sürecinde etkin olmaları, STEM okuryazarı olmaları da hedeflenmiştir.

Benzer şekilde Türk, Kalaycı ve Yamak (2018) tarafından yapılan çalışmada katılımcılar, STEM öğretmenlerinin yaratıcı düşünme, teknolojiyi kullanma yeteneği, işbirliği, öğrenmeye açık olma, kendi alanı ile ilişkili bilgilere sahip olma, STEM’de kendi alanlarında uzman olma ve eğitimdeki gelişmeleri takip etme gibi özelliklere sahip olmaları gerektiğini vurgulamışlardır.

5.1.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimi Konusundaki Bilgi ve Becerilerini Arttırmak İçin Yapılacak Etkinliklerin Özelliklerine İlişkin Sonuçlar

Ön hazırlık evresinde uygulanan ihtiyaç analizi formundan elde edilen veriler, fen bilimleri dersi öğretim programı ve hizmet öncesi öğretmen eğitimi alanında yapılan çalışmalar, Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM öğretimi konusundaki bilgi ve becerilerini arttırmak için yapılacak etkinliklerin özelliklerini belirlemek amacıyla derinlemesine incelenmiştir. Hizmet öncesi öğretmen eğitiminde uygulama amaçlı yapılan çalışmalarda kullanılan eğitim-öğretim materyalleri hands on-minds on (yaparak yaşayarak öğrenme yöntemi-yüksek düşünme becerilerini hands on etkinliklerinde kullanma) (basit araç-gereçler, robotik vb. araçlarla yapılabilir), öğretimsel video, animasyon-simülasyon, 3 boyutlu tasarım programları, mobil uygulama, 3 boyutlu yazıcı gibi dijital araçlar, oyun programları (minecraft), kodlama ve diğerleri şeklinde sıralanabilir. Ancak uygulama araştırmalarında daha çok basit araç-gereçlerle hands on-minds on içerikli STEM etkinliklerinin kullanıldığı tespit edilmiştir. Basit araç-gereçlerle yapılan hands on-minds on yöntemini, robotik programlama içerikli STEM etkinlikleri takip etmektedir.

Uzmanlar, hizmet öncesi öğretmen eğitiminde basit malzemelerle hands on yöntemine göre planlanmış etkinliklerin kullanılmasını önermişlerdir. Robotik-kodlama vb. içeriklerin böyle bir eğitimde olmasını çok elzem bulmamışlardır. Ayrıca mesleki yaşamlarında robotik-kodlama yöntemini kullanabilmeleri bulundukları okulun imkanları doğrultusunda mümkün olabileceğini vurgulamışlardır. Bunun yanı sıra araştırmanın amacı, öğretmen adaylarının okul içi öğrenme ortamlarını STEM eğitim yaklaşımına göre planlayabilmelerini sağlamaktır. Böylelikle ders saatine uygun eğitim-öğretim materyallerinin kullanılması gerekmektedir. Ayrıca araştırma kapsamında hazırlanan STEM ders tasarımı, STEM eğitim yaklaşımını almamış bir gruba yönelik başlangıç eğitimi düzeyindedir.

Bu sebeplerden dolayı basit araç-gereçlerle hands on yöntemine göre etkinlikler hazırlanmış ve uygulanmıştır. Hands on yöntemine göre planlanan bir derste, öğrenci ürün tasarlama sürecinde fen, matematik gibi farklı disiplinlere özgü kavramları öğrenmektedirler (Zubrowski, 2002; Featonby, 2010; Thompson ve Mathieson, 2001). Öğrencilerin sosyal becerileri ve düşünme becerilerini de geliştirmektedir (Verma, Dickerson ve McKinney, 2011). Gerçek yaşam odaklı eğitim sürecinde öğrencilerin mühendislik bilgi ve becerilerini keşfetmeleri sağlanabilir. Ayrıca STEM eğitiminde hands on yöntemi kullanıldığında, öğrencilerin STEM alanlarına yönelik bilgileri artmakta ve STEM kariyerlerine yönelimleri sağlanmıştır (Knezek vd., 2013; Knezek vd., 2014).

Araştırma kapsamında etkinlikler basit araç-gereçlerle hands on yöntemine göre gerçek yaşam deneyimi kazanmalarını sağlayacak şekilde planlanmıştır. STEM disiplinleri entegrasyon modelleri multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner olmak üzere üçe ayrılmıştır (Vasquez, Sneider ve Comer, 2013). Bu araştırmada öğretmen adaylarının gerçek yaşam problemine çözüm getirmelerini sağlayan transdisipliner yaklaşıma göre etkinlikler tasarlanmıştır. Etkinliklerin belirlenmesinde, PISA sorularında kullanılan bağlamlar ve Bybee (2010) tarafından 2006 yılı PISA çerçevesi kapsamında açıklanan bağlamlar incelenmiştir. Bu bağlamlar *Sağlık, Enerjinin Verimliliği, Doğal Kaynaklar, Çevre Kalitesi, Tehlikeleri Azaltma, Fen, Teknoloji Mühendislik ve Matematik kapsamındaki konular* olarak belirlenmiştir. Fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımları dikkate alınarak bu bağlamlar doğrultusunda etkinlikler geliştirilmiştir: 21 yy evi tasarlama bağlamında: *Depreme dayanıklı ev, rüzgar gücüyle elektrik üretimi, ses yalıtımlı ev tasarımı* yapılmıştır. Araç tasarlama bağlamında ise *iki kademeli roket tasarlama ve hava ve su direncinin etkisini azaltmaya yönelik araç tasarımı* yapılmıştır.

5.1.3. STEM Öğretimi Bilgi ve Becerilerini Geliştirmek İçin Hazırlanan Öğretim Materyali Tasarımı Odaklı Etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Öğretimi Bilgi ve Becerilerini Attırmadaki Etkililiğine (Planlama Boyutunda) İlişkin Sonuçlar

Öğretmen adaylarına uygulanan STEM öğretimi ön bilgi formundan elde edilen veriler, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının düşük seviyede olduğunu göstermiştir. Nedeni ise, STEM eğitim yaklaşımına göre düzenlenmiş bir öğretim sürecini anlamlandırmaya veya yorumlamaya yönelik bir açıklamaları olmamakla birlikte STEM eğitiminin karakteristik özelliklerini de doğru kullanmamışlardır. Açıklamaları genel olarak öğretim sürecinde geçen kavramları tekrarlamak ve buna yönelik yüzeysel değerlendirmeler yapmaktan öteye gitmemiştir. Bu sonuçları örneklemek gerekirse, tasarıma yönelik hesaplamalar yapıldığı söylenmiş ancak disiplinler arası bir uygulama olduğu ya da STEM odaklı bir öğretim gerçekleştirildiği ifade edilmemiştir. Benzer şekilde öğretim sürecinde tasarım ifadesi geçmektedir. Öğretmen adayları yanıtlarında bu ifadeyi aynen kullanarak mühendislik tasarım süreci ve döngüsünden hiçbir şekilde bahsetmemişlerdir. Pimthong ve Williams (2018) tarafından yapılan araştırmada da öğretmen adaylarının STEM’i fen, teknoloji, mühendislik ve matematik olarak açıkladıkları ancak entegrasyonun doğası hakkında fikir sahibi olmadıkları, dört disiplinin nasıl entegre edildiğini açıklayamadıkları ama entegrasyonun sonuçlarını açıklayabildikleri tespit edilmiştir. Benzer şekilde Hacıoğlu, Yamak ve Kavak (2016) tarafından yapılan araştırmada da “teknoloji, mühendislik ve matematik” disiplinlerini fen disiplini ile ilişkilendiremedikleri tespit edilmiştir. Ayrıca STEM disiplinleri ile fen eğitimi; fen ve fen eğitimi kavramları arasındaki ilişkiyi de kuramadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Yıldırım (2017) da öğretmen adaylarının disiplinler arası yaklaşıma uygun olarak fen öğretimi tasarlama-uygulama anlamında öğrencilerden önce kendilerinin bu konuda bilgi ve deneyime ihtiyaç duyduklarını belirlemiştir.

Bu senaryoda kullanılan öğrenme-öğretme yönteminin olumsuz yönleri olarak öğrenciyi pasifleştirmesi, öğrenciyi rekabete sürüklediği için etkili olmadığı şeklinde açıklamaları bulunmaktadır. Sonuç olarak açıklamalar, öğretim sürecinde geçen kavramları tekrarlamak yönünde ifadeler şeklindedir. STEM eğitimiyle ilgili yüzeysel bilgilerinin olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, STEM ders tasarımının fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM öğretimi bilgi ve becerilerindeki gelişimlerini tespit etmek için önemlidir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM öğretime yönelik bilgi ve becerileri, ders planlarında üç başlık altında ifade edilmiştir.

I. Ders Öncesi (Hazırlık ve Planlama) bölümünden elde edilen sonuçlara göre;

STEM disiplinlerine ilişkin kazanımları belirleyebilmelerine ilişkin bilgi ve becerilerinin çok iyi,

Kazanımlara uygun süreyi belirleyebilme bilgi ve becerilerinin iyi,

21. yy becerilerini önerilen süre içerisinde STEM etkinliğinde kullanabilme bilgi ve becerilerinin iyi,

STEM etkinliği hazırlama hakkındaki bilgi ve becerilerinin çok iyi,

Mühendislik Tasarım Süreci aşamalarını ürün oluştururken kullanabilme bilgi ve becerilerinin çok iyi,

Gerçek yaşam problemi hazırlayabilme bilgi ve becerilerinin çok iyi,

Gerçek yaşam problemine yönelik sınırlamaları belirleyebilme bilgi ve becerilerinin çok iyi,

ve mesleki bağlam belirleyebilme hakkındaki bilgi ve becerilerinin çok iyi olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak öğretmen adayları STEM eğitim yaklaşımına göre ders öncesi (hazırlık ve planlama) aşamasında çok iyi düzeyde bilgiye sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde öğretmen adaylarına, öğrencilerinin ilgi ve ihtiyaçları doğrultusunda kariyerlere yönlendirme bilgisi kazandırmaya (Pinnell, Rowly, Preiss, Franco, Blust ve Beach, 2013) dönük çalışma program hedeflerini karşılamıştır.

II. Ders Süreci (5E öğretim Modeli Kullanabilme) bölümünde yer alan maddeler için öğretmen adayları aldıkları puanlara göre,

5E modelinin “Giriş” aşaması hakkındaki bilgi ve becerileri çok iyi,

5E modelinin “Keşfetme” aşaması hakkındaki bilgi ve becerileri çok iyi,

5E modelinin “Açıklama” aşaması hakkındaki bilgi ve becerileri çok iyi,

5E modelinin “Derinleştirme” aşamasında STEM etkinliği ile ilişkili olan STEM disiplinlerini ilişkilendirme bilgi ve becerileri iyi,

Ve 5E modelinin “Değerlendirme” aşaması hakkındaki bilgi ve becerileri çok iyi olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, öğretmen adaylarının ders sürecinde 5E öğretim modelini kullanabilmelerine ilişkin çok iyi düzeyde bilgi ve beceriye ulaştıkları görülmüştür.

III. Ders Sonucu (Tasarım Değerlendirme)

Öğretmen adaylarının, ders sonucunda ürün oluşturma bilgi ve becerilerinin iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Akran değerlendirme formundan elde edilen verilere göre, öğretmen adayları tarafından akranlarının ders planlarında yer alan STEM eğitiminin bileşenleri *STEM disiplinlerinin entegrasyonunu içermesi, 21. yy becerilerini içermesi, gerçek yaşam problemi içermesi, değerlendirme-PISA sorusu içermesi, ürün tasarlanması* şeklinde belirtilmiştir. Öğretmen adayları, bir ders planında STEM eğitim yaklaşımının temel bileşenlerine dikkat çekmiştir. Öğretmen adaylarının çok az bir kısmı akranlarının STEM ders planı ve etkinliklerinin eksik/hatalı yönlerini belirtmiştir. Eksik/hatalı yönler, *STEM disiplinlerini tam olarak içermemesi, ders içeriği (5E modelini kullanmaya yönelik)* olarak ifade edilmiştir. Bu sonuç, ders planı değerlendirme rubriğinden alınan puanlarla paralellik göstermektedir.

Görüşme formunda, öğretmen adaylarının STEM öğretimi bilgi ve becerilerini geliştirmek için hazırlanan öğretim materyali tasarlamaya yönelik içeriğin STEM öğretimlerine yönelik bilgi ve becerilerine etkilerini değerlendirmeleri istenmiştir. Elde edilen bulgular, *“21. yy becerileri, dersi planlama (5E modeli kullanma), ürün tasarlama ve derse entegre etme, STEM’de ölçme ve değerlendirme ve STEM kuramsal çerçevesi”* şeklinde STEM ders planında ifade edilen temel bileşenleri doğrultusundadır. Ayrıca STEM eğitiminin kuramsal alt yapısına ilişkin bilgi ve becerilerinde gelişimin olduğu sonucuna da ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının STEM ders tasarımında hedeflenen bilgi ve becerilerin neredeyse tamamına yönelik gelişimler kaydettikleri görülmüştür.

Öğretmen adaylarının STEM eğitim yaklaşımına yönelik bilgi ve becerilerini daha detaylı öğrenmek amacıyla görüşme formunda, STEM eğitim yaklaşımının diğer öğrenme, öğretme yaklaşım, yöntem ve tekniklerden benzer ya da farklı yönleri sorulduğunda; daha çok farklı yönlerini belirtmekle birlikte benzer yönlerinden de bahsetmişlerdir.

Farklı yönlerini, “*disiplinler arası ilişkilendirme, 21 yy becerileri içermeye, öğrenci odaklı olma, biçimlendirici değerlendirmeleri içermeye, teknoloji odaklı, grup içi etkileşimi içermeye, mühendislik tasarım becerileri ve tasarım oluşturma süreci, benzer yönleri ise; kazanımları verme, konu anlatımı ve bir tasarım oluşturma* şeklindeki ifade etmişlerdir. Elde edilen bulgular, öğretmen adaylarının STEM eğitim yaklaşımına yönelik bilgi ve becerilere sahip olduklarını ancak diğer öğrenme-öğretme yöntem ve teknikleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları için karşılaştırmayı tam olarak yapamadıklarını göstermiştir. STEM eğitimini çağdaş, diğer yöntemleri geleneksel yaklaşımlar olarak değerlendirdikleri ifade edilebilir. Benzer şekilde akran değerlendirme formunda, STEM etkinliği ve ders planlarının herhangi bir fen dersinden farkına ilişkin görüşleri, “*Gerçek yaşam problemi içermeye, 21. yy becerileri içermeye, STEM disiplinleri entegrasyonu, dersin içeriği (5E modeli) ve PISA sorusu hazırlama*” şeklinde STEM eğitiminin temel özelliklerini yansıtacak şekildedir.

Öğretmen adaylarına görüşme formunda STEM öğretimlerini planlarken nasıl hazırlandıkları sorulmuştur. Elde edilen veriler, *disiplinlere ilişkin kazanımları belirleme ve entegre etme, 5E öğretim modelinin aşamalarını oluşturma, STEM etkinliği hazırlama, gerçek yaşam problemi belirleme, tasarımda 21. yy becerileri kullanma, kariyer bağlamı hazırlama* şeklindedir. Dersin içeriği ve STEM etkinliğinin belirlenmesinde araştırmacı tarafından sağlanan STEM ders planı örnekleri ve EBA, youtube gibi internet kaynaklarından faydalandıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları STEM eğitime göre bir dersi planlama sürecine ilişkin detaylı açıklamalarda bulunmuşlardır.

STEM öğretimlerini planlarken en çok zorlandıkları kısımlar, *ders planlarında içeriklere karar verme, değerlendirme aşamasını hazırlama-gerçek yaşam problemini bulma-STEM disiplinlerini içeren etkinlik bulma-tasarım için mühendislik becerisi, kazanımları belirleme ve kavram yanlışlarını belirleme* şeklinde sonuçlar elde edilmiştir. Öğretmen adaylarının, 3. Sınıfta olmaları nedeniyle bazı pedagoji ve pedagojik alan bilgisi derslerini henüz almamış olmaları (Örneğin ölçme ve değerlendirme, Özel öğretim yöntemleri,) ve ders planı hazırlama noktasında yeteri kadar eğitim almamış olmaları, STEM eğitim yaklaşımına göre bir dersi planlama noktasında problem yaşamalarına sebep olmuştur. Ayrıca fen öğretimi laboratuvar uygulamaları vb. alan eğitimi derslerini, uygulanan ders tasarımı ile birlikte almalarına rağmen öğretmen adayları önemli gelişmeler kaydetmiştir.

Öğretmen adaylarının yaşadıkları sorunlar incelendiğinde dersi planlamaya yönelik her aşamada küçük çaplı sorunlar yaşadıkları ancak çözüm bulmak noktasında problem yaşamadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Neredeyse her yaşadıkları sorunu araştırma-sorgulama süreçleriyle ya da örnek uygulamaları inceleyerek çözümledikleri sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının gerçek yaşam problemi belirleme sürecinde sorun yaşadıkları görülmüştür. Çevrelerindeki sorunları fark etme ve çözümleme noktasında bilimsel süreç basamaklarını uygulayamadıkları söylenebilir. Yıldırım ve Selvi (2016) STEM eğitiminin, öğretmen adaylarının çevre problemlerine ilişkin farkındalık seviyelerini etkilemediği sonucuna ulaşmıştır. Bu soruna önce STEM etkinliği bulma ve etkinliğe uygun problem senaryosu yazma şeklinde çözüm bulmuşlardır. STEM etkinliği belirlemek amacıyla çoğunlukla öğretim programından yararlanmışlardır. Özçakır Sümen ve Çalışıcı (2016) da araştırmalarında öğretmen adaylarının fen bilimleri dersi öğretim program kazanımları ile mühendislik alanını ilişkilendirebildiklerini tespit etmiştir. Tasarım için mühendislik becerilerinin gerekli olması da zorlandıkları durumlar arasındadır. Benzer şekilde Tarkin-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar (2017) tarafından yapılan araştırmada, özellikle tasarım için araştırma yapma ve bunun sonucunda tasarım yapma basamaklarını en öğretici noktalar olarak belirtmişlerdir. Ancak öğretmen adayları özellikle kullanılacak malzemelere, ürünün nasıl tasarlanacağına karar verme ve gerekli bilgiyi araştırma/edinme noktasında zorlanmışlardır.

Değerlendirme noktasında ise öğretmen adaylarının birçoğu PISA sorusu hazırlamada zorlanmışlardır. Öğretmen adaylarına göre PISA sorularını hazırlamada zorlandıkları yerler *günlük yaşamla ilişkili PISA sorusu hazırlama, düşünmeye teşvik edici sorular bulma, PISA seviyesini ayarlama, içerikle uyumunu sağlamak* olarak ifade edilmiştir. Bunun sebepleri ise daha önce PISA sorularıyla ilgili herhangi bir eğitim almamış olmaları ve bağlam bulmakta sorun yaşamalarıdır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının bağlam entegrasyonunu sağlamada problem yaşadıkları söylenebilir. Değerlendirme aşamasında PISA sorusu hazırlama da problem yaşayan öğretmen adayları *örnek PISA sorularını inceleme, önceki haftalarda yapılmış uygulamaları inceleme, PISA sorusu eğitimindeki aşamalara dikkat etme ve araştırmacının desteği ile sorunları çözdüklerini* belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarına STEM eğitime yönelik planladıkları bir dersin ardından öz değerlendirme formu uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının yanıtlarına göre STEM etkinliği ve ders planlarının etkili yönleri sırasıyla; *ders planında içeriklerin uygun olması (5E)*, *STEM disiplinlerini içermesi*, *ürün tasarımı*, *21. yy becerilerine dönük olması*, *eğlenceli-ilgi çekici* şeklinde açıklanmışlardır. Öz değerlendirme formundan elde edilen veriler, akran değerlendirme formundan elde edilen verilerle desteklenmiştir. Akran değerlendirme sonuçları incelendiğinde öğretmen adayları arkadaşlarının STEM etkinliği ve ders planlarının etkili yönlerini; *ders planında içeriklerin uygun olması (5E)*, *ürün tasarımı*, *gerçek yaşam problemini belirleme*, *PISA sorusu hazırlama*, *STEM disiplinlerini içermesi*, *öğrenci merkezli ve 21. yy becerilerini içermesi*, *ilgi çekici olması* şeklinde ifade edilmiştir. Aslında sonuçlar incelendiğinde öz değerlendirme formlarından elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Öğretmen adaylarının bir kısmı STEM etkinliği ve ders planlarının etkili olmayan yönlerini belirtmiştir. Bunlar en çok tercih edilenden başlayarak; *bazı disiplinlerin eksik kalması*, *kazanımların doğru bir şekilde belirlenmemesi*, *PISA sorusunun geliştirilmeye ihtiyaç duyması*, *STEM eğitim yaklaşımının projeye yansıtılmaması ve açıklama aşamasında öğretmenin etkin olması* gibi sorunlardan oluşmaktadır. Akran değerlendirme sonuçları incelendiğinde öğretmen adayları arkadaşlarının STEM etkinliği ve ders planlarının etkili olmayan yönlerini; *ders planındaki içerikler (5E)*, *değerlendirme*, *STEM disiplinlerine ilişkin kazanımları belirleme*, *ürün tasarımı*, *gerçek yaşam probleminin belirleme ve uygun sürenin belirlenmesi* şeklinde açıklamışlardır. Aslında sonuçlar incelendiğinde öz değerlendirme formlarından elde edilen sonuçlarla farklılık göstermektedir. Akran değerlendirme formundan alınan yanıtlar daha detaylı bilgiler sunmaktadır.

Öz değerlendirme formunda etkili olmayan yönlerini belirtenler, öğretmenlik hayatlarında bu konuyu anlatacakları zaman ya da yeniden sunma fırsatları olsa etkili olmayan yönleri için yapacakları değişikliklerden bahsetmişlerdir. Örneğin *eksik olduğunu düşündüğü STEM disiplinlerini tamamlamaya yönelik çalışmalar*, *kazanımları projeye ilişkilendirme*. Öz değerlendirme formunda etkili yönlerini belirtenler de, öğretmenlik hayatlarında bu konuyu anlatacakları zaman ya da yeniden sunma fırsatları olsa etkili olmayan yönlerine yönelik yapacakları değişikliklerden bahsetmişlerdir. Örneğin; *alternatif ölçme-değerlendirme (özellikle PISA'da revize)*, *tasarımı iyileştirme*.

Öğretmen adaylarının ders planı değerlendirme rubriğinden alınan puanları, öz değerlendirme, akran değerlendirme ve görüşme formundan elde edilen verileri desteklemektedir. STEM eğitime yönelik bir dersin planlanmasında aşağı yukarı her bölümde sorunlar tespit edilmiştir. Ancak sorunları nasıl çözecekleri konusunda da yeterli bir seviyeye ulaştıkları görülmüştür.

Öğretmen adaylarına STEM eğitime göre planlanan bir dersin öğrencilere neler kazandıracağı sorulmuştur. Elde edilen verilere göre, 21. yy *becerileri, el becerisini geliştirme, tasarım odaklı düşünme, bilimsel süreç becerileri, araştırma sorgulama becerileri* şeklinde sonuçlar açığa çıkmıştır. STEM eğitime göre gerçekleştirilen bir öğretim sürecinin çıktılarının neler olabileceğine yönelik bilgilere sahip oldukları görülmüştür.

Özetle araştırma kapsamında öğretmen adaylarına STEM öğretime yönelik bilgi ve beceriler kazandırmayı hedefleyen dersin amaçlarına ulaştığı söylenebilir. Birçok çalışmada öğretmenlerin STEM alan ve pedagojik alan bilgisine sahip olmaları gerektiği vurgulanmıştır (NAE & NRC, 2014; Yıldırım, 2017; Çorlu, 2012). Yıldırım (2017) tarafından alan bilgisi, pedagoji bilgisi, bağlam bilgisi, 21. yy beceri bilgisi ve entegrasyon bilgisi şeklinde sınıflandırılan alanların gerektirdiği bilgi ve becerileri kazandıkları araştırmadan elde edilen sonuçlara göre söylenebilir. Ayrıca elde edilen veriler doğrultusunda öğretmen adaylarının STEM alan bilgisi kazandıkları görülmüştür. STEM eğitiminin, öğretmen adaylarının alan bilgilerinin gelişimine etkisinin olduğu yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir (Aydın-Günbatar, Tarkin-Çelikkıran, Kutucu ve Ekiz-Kıran, 2018; Tarkin-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar, 2017). Örneğin; Tarkin-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar (2017) tarafından yapılan araştırmada, öğretmen adayları STEM eğitimi uygulamalarının disiplinler arası bakış açısı kazandırma ve kimya alan bilgilerine, öğrenilenleri hatırlama/pekiştirme noktasında önemli katkılar sunduğunu belirtmişlerdir.

5.1.4. ‘Eğitimsel Tasarım Araştırması Yöntemine Dayalı Olarak Yürütülen Öğretim Materyali Tasarımı Odaklı STEM Öğretimi Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitimindeki Etkililiğine İlişkin Sonuçlar

Eğitimsel tasarım araştırması yöntemine dayalı olarak yürütülen Öğretim Materyali Tasarımı odaklı STEM öğretimi etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitimindeki etkililiğini belirlemek amacıyla her hafta yapılan uygulamalarla ilgili öğretmen adaylarından geri bildirimler alınmıştır. Derin düşünme formlarından elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

STEM ders tasarımında 1. hafta, öğretmen adaylarını, dersin hedefleri ve içeriği hakkında bilgilendirme şeklinde planlanmıştır.

STEM ders tasarımında 2. hafta yapılan uygulamalara ilişkin öğretmen adaylarının tamamı yararlı olduğu yönünde görüş bildirmiştir. Bunun altında yatan gerekçeler incelendiğinde; STEM eğitiminin önemi, kuramsal çerçevesi, STEM disiplinleri ve aralarındaki ilişkiler gibi dersin içeriğinde belirtilen bilgi ve beceriler yönünden yararlı olduğunu düşünmüşlerdir. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmı dersin içeriğinde herhangi bir eksiklik hissetmediğini belirtirken birkaç öğretmen adayı daha zengin bir öğrenme çevresi olması gerektiğini ve bireysel olarak yaşadıkları eksiklikleri ifade etmişlerdir. Mesleki gelişimlerine katkısı ise, STEM eğitimi hakkında derinlemesine bilgiler edindikleri, ilgi ve motivasyonlarının arttığı yönündedir. Bunların yanı sıra öğretmenlik mesleğine yönelik birçok kazanım elde ettikleri de söylenebilir. Örneğin, *farklı yöntem-teknikleri öğretim sürecine dahil etme, uygulamalı bir eğitim anlayışı vb.* Özetle 2. Hafta yapılan uygulamaların etkili olduğu ancak içeriğin biraz daha ilgi çekici hale getirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

STEM ders tasarımında 3. Hafta yapılan uygulamalara ilişkin öğretmen adaylarının tamamı yararlı olduğu yönünde görüş bildirmiştir. Öğretmen adaylarının yararlı bulmalarının altında yatan gerekçeleri, STEM disiplinlerini ilişkilendiren bir ürün tasarlama süreci hakkında bilgi edinmeleri yönündedir. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmı dersin içeriğinde herhangi bir eksiklik hissetmediğini belirtirken birkaç öğretmen adayı daha çok örnek STEM etkinliklerini görme ve içeriğin görsel olması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezsezen’de (2017) çalışmalarında öğretmen adaylarının STEM öğretmen eğitimine yönelik seminer ve eğitimlere katılım, proje örnekleri gözlemleme ve deneyim paylaşımını vurgulamışlardır. Mesleki gelişimlerine katkısı ise, 21. yy becerilerini kazanma ve dersleriyle ilişkilendirme, STEM eğitim yaklaşımına göre bir ürün tasarlama şeklindedir. Özetle 3. Hafta yapılan uygulamaların etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

STEM ders tasarımında 4. Hafta yapılan uygulamalara ilişkin öğretmen adaylarının tamamı yararlı olduğu yönünde görüş bildirmiştir. Öğretmen adaylarının yararlı bulmalarının altında yatan gerekçeleri, PISA sorusu hazırlama, bağlam bilgisi ve alternatif ölçme-değerlendirme yöntemleri hakkında bilgi edinmeleridir. Ayrıca öğrencilere ve kendilerine üst düzey beceriler kazandırması yönünden de yararlı olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmı dersin içeriğinde herhangi bir eksiklik hissetmediğini belirtirken birkaç öğretmen adayı bireysel olarak yaşadıkları eksiklikleri ifade etmişlerdir. Mesleki gelişimlerine katkısı ise, PISA uygulamalarını deneyimleme, STEM eğitiminde ölçme-değerlendirmeye yönelik uygulamalar şeklinde ifade edilebilir. Özetle 4. Hafta yapılan uygulamaların etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

STEM ders tasarımında 5. Hafta yapılan uygulamalara ilişkin öğretmen adaylarının tamamı yararlı olduğu yönünde görüş bildirmiştir. Öğretmen adaylarının yararlı bulmalarının altında yatan gerekçeleri, STEM disiplinlerine yönelik ürün oluşturma, STEM eğitim yaklaşımına yönelik bir dersin planlanmasına yönelik bilgi ve becerileri kazanmaları şeklinde sınıflandırılabilir. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmı dersin içeriğinde herhangi bir eksiklik hissetmediğini belirtirken birkaç öğretmen adayı tasarım oluşturma sürecinde sahip oldukları bilgi ve beceri yönünden problem yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Aslında öğretmen adaylarının mühendislik bilgi ve becerileri yönünden problem yaşadıkları ifade edilebilir. Benzer şekilde Tarkin-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar (2017) tarafından yapılan araştırmada, öğretmen adayları özellikle kullanılacak malzemelere, ürünün nasıl tasarlanacağına karar verme ve gerekli bilgiyi araştırma/edinme noktasında zorlanmışlardır. Mesleki gelişimlerine katkısı ise, tasarım odaklı ders anlatımı, STEM etkinlikleri deneyimleme, tasarım oluşturma sürecinin öğrencilerde geliştireceği beceriler açısından ifade edilmiştir. Özetle 5. Hafta yapılan uygulamaların etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

STEM ders tasarımında 6. Hafta yapılan uygulamalara ilişkin öğretmen adaylarının tamamı yararlı olduğu yönünde görüş bildirmiştir. Öğretmen adaylarının yararlı bulmalarının altında yatan gerekçeleri, STEM alan bilgisi kazanma ve mesleki yaşamda tasarım odaklı eğitim anlayışı şeklinde sınıflandırılabilir. STEM eğitiminin, öğretmen adaylarının alan bilgilerinin gelişimine etkisinin olduğu yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir (Aydın-Günbatır, Tarkın-Çelikkıran, Kutucu ve Ekiz-Kıran, 2018; Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır, 2017). Örneğin; Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır (2017) tarafından yapılan araştırmada, öğretmen adayları STEM eğitimi uygulamalarının disiplinler arası bakış açısı kazandırma ve kimya alan bilgilerine, öğrenilenleri hatırlama/pekiştirme noktasında önemli katkılar sunduğunu belirtmişlerdir. Özellikle tasarım için araştırma yapma ve bunun sonucunda tasarım yapma basamaklarını en öğretici noktalar olarak belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmı dersin içeriğinde herhangi bir eksiklik hissetmediğini belirtirken birkaç öğretmen adayı tasarım oluşturma sürecinde sahip oldukları bilgi ve beceri yönünden problem yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Aslında öğretmen adaylarının mühendislik bilgi ve becerileri yönünden problem yaşadıkları ve fen disiplinine yönelik bilgilerinin eksik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Mesleki gelişimlerine katkısı ise, STEM etkinlikleri deneyimleme ve ileride uygulama, ürün tasarlama sürecinde STEM alan bilgilerinin gelişimi açısından ifade edilmiştir. Özetle 6. Hafta yapılan uygulamaların etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

STEM ders tasarımında 7. Hafta yapılan uygulamalara ilişkin öğretmen adaylarının tamamı yararlı olduğu yönünde görüş bildirmiştir. Öğretmen adaylarının yararlı bulmalarının altında yatan gerekçeleri, STEM alan bilgisi kazanma, ürün tasarlama süreci, gerçek yaşam problemi çözümü şeklinde sınıflandırılabilir. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmı dersin içeriğinde herhangi bir eksiklik hissetmediğini belirtirken birkaç öğretmen adayı tasarım oluşturma sürecinde sahip oldukları bilgi ve beceri yönünden problem yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Aslında öğretmen adaylarının mühendislik bilgi ve becerileri yönünden problem yaşadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Aydın-Günbatır, Tarkın-Çelikkıran, Kutucu ve Ekiz-Kıran (2018) öğretmenlerin birçoğunun mühendisliğin öğretiminde yeterli olmadığını ifade etmiştir. Yapılan araştırmalarda öğretmenlerin bu alanda eğitime ihtiyaçları olduğu vurgulanmıştır (Pinnell, Rowly, Preiss, Franco, Blust & Beach, 2013; Akaygün & Aslan-Tutak, 2016).

Mesleki gelişimlerine katkısı ise, tasarım odaklı eğitim anlayışı, STEM alan bilgisi ve öğrenci merkezli STEM eğitiminin yapısı şeklinde ifade edilmiştir. Özetle 7. Hafta yapılan uygulamaların etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

STEM ders tasarımında 8. Hafta yapılan uygulamalara ilişkin öğretmen adaylarının tamamı yararlı olduğu yönünde görüş bildirmiştir. Öğretmen adaylarının yararlı bulmalarının altında yatan gerekçeleri, ürün tasarımı, STEM alan bilgisi, ders planı hazırlama deneyimi ve STEM disiplinlerini ilişkilendirme şeklinde sınıflandırılabilir. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmı dersin içeriğinde herhangi bir eksiklik hissetmediğini belirtirken birkaç öğretmen adayı tasarım oluşturma sürecinde sahip oldukları bilgi ve beceri yönünden problem yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Aslında öğretmen adaylarının mühendislik bilgi ve becerileri yönünden problem yaşadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Mesleki gelişimlerine katkısı ise, tasarım odaklı eğitim, STEM alan bilgisi, STEM etkinliği deneyimleme, ders planı hazırlama, STEM disiplinlerini ilişkilendirme, öğrenci merkezli sınıf ortamı, zihinsel beceriler kazanma açısından ifade edilmiştir. Özetle 8. Hafta yapılan uygulamaların etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

STEM ders tasarımında 9. Hafta yapılan uygulamalara ilişkin öğretmen adaylarının tamamı yararlı olduğu yönünde görüş bildirmiştir. Öğretmen adaylarının yararlı bulmalarının altında yatan gerekçeleri; ürün tasarımı, ders planı hazırlama deneyimi, STEM disiplinlerini ilişkilendirme, gerçek yaşam problemine çözüm getirme şeklinde sınıflandırılabilir. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmı dersin içeriğinde herhangi bir eksiklik hissetmediğini belirtirken birkaç öğretmen adayı tasarım oluşturma sürecinde sahip oldukları bilgi ve beceri, ders planı hazırlama ve teknolojiyi entegre etme açısından problem yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Schmidt ve Fulton (2016) da sorgulama temelli bir üniteyi STEM ünitesine dönüştürme sürecinde öğretmen adaylarının sorgulama temelli öğrenmeye, teknoloji entegrasyonuna ilişkin eğitime ihtiyaçları olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Benzer şekilde öğretmen adaylarının STEM entegrasyonunu sağlama noktasında eğitime ihtiyaç duyduklarını belirten araştırma sonuçları bulunmaktadır (Lin & Williams, 2017; Delen & Uzun, 2018). Mesleki gelişimlerine katkısı ise, tasarım odaklı eğitim, STEM alan bilgisi, STEM etkinliği deneyimleme, öğrenci merkezli sınıf ortamı, zihinsel beceriler kazanma açısından ifade edilmiştir. Özetle 9. Hafta yapılan uygulamaların etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

STEM ders tasarımı, bu bulgular doğrultusunda değerlendirildiğinde, belirlenen eğitim ihtiyaçları ile birlikte farklı bilgi ve beceriler yönünden onları geliştirmesi içeriğin etkili olduğu ve mesleki gelişimlerine olumu yönde birçok katkı sağladığı söylenebilir. Öyle ki eksik yönlerini belirten öğretmen adaylarının birçoğu ders tasarımının eksik yönlerinden ziyade bir öğretmen adayı olarak kendilerini değerlendirmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının çok az bir kısmı haftalık değerlendirmelerde ders tasarımının eksik yönlerini belirtmiştir. Ders tasarımına STEM'in teorik çerçevesini içeren haftaların daha görsel anlatımla zenginleştirilmesini önermişlerdir. STEM etkinliklerini içeren uygulamalarda ise ürün tasarımı ve STEM disiplinlerini içeren bir ürün tasarlama noktasında problem yaşadıklarını ifade etmişlerdir.

Daha detaylı sonuçlar elde etmek amacıyla öğretmen adaylarına görüşme formunda, öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinde gerçekleştirilen teorik içeriğin STEM öğretimlerine etkisi sorulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; teorik içeriğin STEM eğitiminin kuramsal çerçevesini içermesi ve uygulama için temel oluşturması bakımından etkili olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca ders planında yer alan STEM eğitiminin bütün bileşenleri açısından geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde, öğretmen adaylarına öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinde gerçekleştirilen uygulamaların STEM öğretimlerine (STEM ders planı ve etkinliği) etkisi sorulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; ürün tasarımı, ders planı hazırlama, STEM disiplinlerini içeren etkinlik hazırlama, alan bilgilerini tasarıma yansıtma, grupla iletişim, el becerisi, argümantasyon becerisi, değerlendirme, 21. yy becerileri gibi STEM eğitim yaklaşımını gerçek bir sınıfta uygulamaya yönelik bilgi ve becerileri kazandıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Son olarak yeniden bir STEM uygulaması konusunda bizden benzer bir destek alacak olsaydınız yaptığımız uygulamada neleri değiştirmek istedikleri sorulmuştur. Öğretmen adaylarının büyük bir kısmı teorik ve uygulamaları içeren ders tasarımında herhangi bir şey değiştirmek istemediklerini ve olması gereken her şeyi içerdiğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarından bir kısmı da eğitim içeriğinin etkili olduğunu ifade etmekle birlikte bazı kısımlar için önerileri bulunmaktadır. Örneğin; *STEM etkinlik sayısının artırılması, STEM'in teorik çerçevesi azaltılmalı-PISA sorusu için daha fazla destek sağlanmalı.*

Sonuç olarak elde edilen bulgulara göre geliştirilen STEM ders tasarımı büyük çaplı değişikliklerin yapılmasına gerek duyulmamıştır. Çalışmanın sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM öğretime yönelik farkındalıkları sağlanmıştır. Hizmet öncesi öğretmen eğitiminde kullanılabilecek etkili bir STEM öğretim içeriği olduğu sunucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları-I dersinin STEM temelli etkinlikler ile yürütülmesi sürecinin öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerine olumlu yönde etkisinin olduğu Gökbayrak ve Karışan (2017) tarafından ifade edilmiştir. Ayrıca başlangıçta uygulanan STEM öğretimi ön bilgi formuna göre derin düşünme formları, görüşmeler, öz ve akran değerlendirme formlarındaki STEM öğretime yönelik açıklamalarında gelişmeler kaydedilmiştir. Örneğin; disiplinler arası uygulama, tasarım odaklı eğitim anlayışı, 21. yy becerileri, bağlam entegrasyonu, kariyer bağlamı vb. Bu anlamda Nowikowski'nin (2016) bulgularıyla örtüştüğü söylenebilir. Nowikowski (2016) matematik ve fen öğretimi dersinde öğretmen adaylarının STEM modülleriyle ilgili deneyimlerini içeren bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının STEM öğretime yönelik özyeterlikleri ve STEM öğretime ilişkin tanımlarının gelişmiş olduğunu görmüştür. Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezsezen'de (2017) çalışmalarında öğretmen adaylarının tanımlarının STEM eğitiminin bütünleşik yapısını yansıtacak şekilde değiştiğini belirtmiştir.

5.2. Öneriler

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgulara ve sonuçlara bağlı olarak öneriler getirilmiştir.

5.2.1. Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Programı İçin Öneriler

Öğretmen adaylarının STEM öğretime yönelik bilgi ve beceriler kazanmalarını sağlayan STEM ders tasarımının etkililiği belirlenmiş ve hizmet öncesi öğretmen eğitiminde uygulanması önerilmektedir. Bu uygulamanın farklı bölümlerden oluşan karma bir grupta yapılması önerilmektedir. Nitekim disiplinler arası ilişkiyi sağlaması bakımından önemlidir.

Güncellenen hizmet öncesi öğretmen eğitimi programına “Disiplinlerarası Fen Öğretimi” adında bir ders eklenmiştir. Bu ders kapsamında özellikle mühendislik disiplinine yönelik öğretmen adaylarının bilgi ve becerileri geliştirilmelidir. Bu anlamda mühendislik alan bilgilerinin geliştirilmesini sağlayacak nitelikte uzmanlarla işbirliği halinde öğretimler gerçekleştirilebilir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının teknoloji disiplinini entegre etme noktasında sınırlı kaldıkları görülmüştür. Hizmet öncesi öğretmen eğitimi programında yer alan Bilişim teknolojileri dersi, alan uygulamalarını sağlayacak şekilde düzenlenmelidir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının bağlam odaklı eğitimde gerçek yaşam problemi bulmakta zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Buna bağlı olarak fen bilgisi öğretmen adaylarının bağlam odaklı ölçme-değerlendirme açısından zorlandıkları görülmüştür. Öğretmen adaylarına özellikle Fen Öğretimi laboratuvar uygulamaları, Özel öğretim yöntemleri vb. alan eğitimi derslerinde, yaşadıkları dünyada var olan güncel problemlere yönelik farkındalıkları sağlanmalıdır. Ayrıca ölçme-değerlendirme uygulamaları fen bilgisi öğretmen adaylarının bağlama odaklı STEM alan bilgilerini yansıtabilecek şekilde düzenlenmelidir.

5.2.2. Araştırmacılara Öneriler

Araştırma kapsamında fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM öğretime yönelik sahip olmaları gereken bilgi ve beceriler, “eğitim ihtiyaçları” adıyla belirlenmiştir. Bu doğrultuda, STEM alan bilgisi ve pedagojik alan bilgisinin çerçevesi daha kapsamlı bir şekilde belirlenmeli ve fen bilgisi öğretmenliği lisans programına konulacak derslere yansıtılmalıdır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM alan ve pedagojik alan bilgilerini belirlemeye yönelik araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Benzer şekilde, STEM öğretmen yeterliklerinin detaylı bir biçimde belirlenmesi amacıyla öğretmen, okul yöneticileri, öğrenciler, STEM alanlarından akademisyenler ve öğretmen eğitimcilerini içeren karma örneklemlili bir grupta geniş çaplı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Eğitimsel tasarım araştırması yöntemi, öğretim uygulamalarının planlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi süreçlerini döngüsel olarak içerdigi için etkili sonuçlar elde edilmektedir. Eğitimsel tasarım araştırması yöntemi, öğretmen eğitimi çalışmalarında yok denecek kadar az düzeyde kullanılmaktadır. Hizmet öncesi öğretmen eğitiminde kullanılması amacıyla STEM eğitiminde robotik-kodlama, hands on vb. tasarım uygulamaları bu yöntemle göre geliştirilmelidir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının uygulanan STEM ders tasarımının ardından STEM öğretime yönelik bilgi ve becerilerini öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında öğretmen-öğrenci-akademisyen işbirliğinde geliştirmeleri sağlanmalıdır. Bu doğrultuda yapılacak daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca son sınıfta pedagoji derslerini tamamlama aşamasında oldukları düşünülürse, bu yıl STEM öğretime yönelik mikroöğretim uygulamaları ile deneyim kazanmaları sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abdallah, M. M. S. & Wegerif, R. B. (2010). Design-Based Research (DBR) in Educational Enquiry and Technological Studies: A Version for PhD Students Targeting the Integration of New Technologies and Literacies into Educational Contexts. <https://eric.ed.gov/?id=ED546471> sayfasından erişilmiştir.
- ACTS. (2007). *The assessment and teaching of 21st century skills presentation to the ahus education forum*: Canberra Hyatt Hotel Monday August 30 Patrick Griffin.
- Adams, A. E., Miller, B. G., Saul, M. & Pegg, J. (2014). Supporting elementary pre-service teachers to teach STEM through place-based teaching and learning experiences. *Electronic Journal of Science Education*, 18(5).
- Akaygün, S. & Aslan Tutak, F. (2016). STEM images revealing STEM conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 56-71.
- Akgündüz, D. (2016). A Research about the placement of the top thousand students placed in STEM fields in turkey between the years 2000 and 2014. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(5), 1365-1377.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: "Günümüz modası mı yoksa gereksinim mi?"* İstanbul Aydın Üniversitesi: İstanbul.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A. & Türk Z. (2015). *STEM eğitimi çalıştay raporu: Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme*. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi.
- Akkoyunlu, B., Altun, A. & Yılmaz Soylu, M. (2008). *Öğretim Tasarımı*. Ankara: Maya.

- Aslan-Tutak, F., Akaygün, S. & Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) eğitimi uygulaması: kimya ve matematik öğretmen adaylarının fetemm farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816.
- Atkin, J. & Karplus, R. (1967). Discovery or invention? *Science teacher*, 29(5), 45.
- Atkinson, R. D. & Mayo, M. (2010). *Refueling the U.S. innovation economy: fresh approaches to Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education*. Washington, D.C.: Information Technology and Innovation Foundation.
- Awad, N., & Barak, M. (2018). Pre-service Science Teachers Learn a Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)-Oriented Program: The Case of Sound, Waves and Communication Systems. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1431-1451.
- Aydın-Gunbatar, Tarkın-Celikkiran, Kutucu & Ekiz-Kiran (2018). The influence of a design-based elective STEM course on pre-service chemistry teachers' content knowledge, STEM conceptions, and engineering views. *Chemistry Education Research and Practice*, 19, 954.
- Bakırcı, H., & Karışan, D. (2018). Investigating the preservice primary school, mathematics and science teachers' STEM Awareness. *Journal of Education and Training Studies*, 6(1), 32-42.
- Bell, S. (2010). Project based learning for the 21st century: skills for the future. *The clearing house*, 83, 39-43.
- Benuzzi, S. (2015). *Preparing future elementary teachers with a STEM-rich, clinical, co-teaching modeling of student teaching*. (Doctoral thesis), <https://search.proquest.com/pqdtft/sayfasından> erişilmiştir.
- Blackley, S., Sheffield, R., Maynard, N., Koul, R., & Walker, R. (2017). Makerspace and reflective practice: Advancing Pre-service Teachers in STEM Education. *Australian Journal of Teacher Education*, 42(3).
- Bozkurt Altan, E. (2017). Tasarım temelli öğrenme ve probleme dayalı STEM uygulamaları. S. Çepni (Ed.). *Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi*. Ankara: Pegem.

- Bozkurt Altan, E., Yamak, H. & Buluş Kırıkkaya, E. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Breiner, J., Harkness, S., Johnson, C. C. & Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1) 3-11.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M. & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Brown, A.L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- Bryan, L. A., Moore, T.J., Johnson, C. C., & Roehrig, G.H (2016). Integrated STEM education. In C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & T. J. Moore (Eds.), *STEM Road Map: A Framework for Integrated STEM Education*. New York: Routledge.
- Bucher, A. M. (2009). *A survey of instruments to assess teacher content knowledge in science*. (Master's Thesis), <https://search.proquest.com/pqdtft/> sayfasından erişilmiştir.
- Bulut, M. (2007). Curriculum reform in Turkey: A case of primary school mathematics curriculum. *Eurasia Journal of Mathematics, Science, & Technology Education*, 3(3), 203-212.
- Buyruk, B. & Korkmaz, Ö. (2014). FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ): geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 13(2), 61-76.
- Bybee, R. W (2010). Advancing STEM education: a 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W (Ed.). (2002). *Scientific Inquiry, Student Learning, and the Science Curriculum*. (pp. 25-35). Arlington, VA: National Science Teachers Press.
- Bybee, R. W. (2009). *THE BSCS 5E instructional model and 21st century skills*. https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_073327.pdf sayfasından erişilmiştir.

- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in k-12 classrooms: Understanding “a framework for k-12 science education. *Science and Children*, 49(4), 10-16.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington: NSTA Press.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2012). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem.
- Capraro, R.M., Capraro, M.M. & Morgan, J. (Eds.). (2013). *Project-based learning: an integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach (2nd ed.)*. Rotterdam: Sense.
- Capraro, R. M., & Slough, S. W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why now? An introduction to project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach. In R. M. Capraro, M. M. Capraro & J. Morgan (Eds.), *STEM Project-based learning: An integrated science technology engineering and mathematics (STEM) approach* (pp. 1-6). Rotterdam, Netherlands: Sense. doi:10.1007/978-94-6209-143-6_1
- Christenson, J. (2011). *Ramaley coined STEM term now used nationwide*. <http://www.winonadailynews.com/news/local/> adresinden erişilmiştir.
- Cobb, P., Confrey, J., Disessa, A., Lehrer, R. & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13.
- Collins, A. (1992). Toward a design science of education. In E. Scanlon & T. O'Shea (Eds.), *New directions in educational technology*. New York: Springer.
- Cuadra, E. & Moreno, J. M. (2005). *Expanding opportunities and building competencies for young people: A new agenda for secondary education*. Washington, DC: The World Bank.
- Çınar, Pırasa & Sadoğlu (2016). Views of Science and Mathematics Pre-service Teachers Regarding STEM. *Universal Journal of Educational Research*, 4(6), 1479-1487.

- Çınar, S., Pirasa, N., Uzun, N. & Erenler, S. (2016). The Effect of STEM education on pre-Service Science Teachers' Perception of Interdisciplinary Education. *Journal of Turkish Science Education*, 13 [Special Issue], 118-142.
- Çorlu, M. & Aydın, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 20-29.
- Çorlu, M. A. & Çorlu, M. S. (2010). *The future of undergraduate science-mathematics teaching programs*. Paper presented at the International Symposium of Teacher Education Policies and Problems, Ankara, Turkey.
- 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*, (Doctoral dissertation), <https://search.proquest.com/pqdtglobal?accountid=11054> sayfasından erişilmiştir.
- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi araştırmaları: Alanda merak edilenler, fırsatlar ve beklentiler. *Turkish Journal of Educational Research*, 3(1), 4-10.
- 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.,
- Creswell, J.W. & Miller, D.L. (2000) Determining Validity in Qualitative Inquiry. *Theory into Practice*, 39, 124-130.
- Darling-Hammond, L. (2000). How teacher education matters. *Journal of Teacher Education*, 51(3), 166-173.
- Darling-Hammond, L., & Youngs, P. (2002). Defining “highly qualified teachers”: What does “scientifically-based research” actually tell us? *American Educational Research Journal* 31(9), 13-25.
- Dass, P.M. (2015). Teaching STEM effectively with the learning cycle approach. *K- 12 STEM Education*, 1(1), 5-12.
- Delen, İ., & Uzun, S. (2018). Matematik öğretmen adaylarının FeTeMM temelli tasarladıkları öğrenme ortamlarının değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(3), 617-630.

- Denzin, N., ve Lincoln, Y. (2005). *The SAGE handbook of qualitative research* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Design-Based Research Collective (2003). Design based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8.
- Dugger, E. W. (2010). *Evolution of STEM in the United States*. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.5804&rep=rep1&type=pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Duran M. & Sendag, S. (2012). A preliminary investigation into critical thinking skills of urban high school students: Role of an IT/STEM program, *Creative Education*, 3(2), 241-250.
- Eckman, E. W., Williams, M. A., & Silver-Thorn, M. B. (2016). An integrated model for STEM teacher preparation: The value of a teaching cooperative educational experience. *Journal of STEM Teacher Education*, 51(1), 71–82.
- Ekiz, D. (2009). Eğitimde araştırma yöntem ve metodlarına giriş. Ankara: Anı.
- English, L. D. (2015). STEM: Challenges and opportunities for mathematics education. *Proceedings of the 39th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, PME*, Hobart, Tas, 4-18.
- Epstein, D., & Miller, R. T. (2011). Slow off the Mark: Elementary School Teachers and the Crisis in Science, Technology, Engineering, and Math Education. *Education. Digest: Essential Readings Condensed for Quick Review*, 77(1), 4-10.
- Erkuş, A. (2011). *Bilimsel Araştırma Süreci*. Ankara: Seçkin
- Evans, E. M. (2015). *Preparing elementary pre-service teachers to integrate STEM: A mixed-methods study*, (Doctoral dissertation), <https://search.proquest.com/pqdtglobal?accountid=11054> sayfasından erişilmiştir.
- Featonby, D. (2010). Magic physics? *Physics Education*. 45(1), 24–31.
- Fensham, P. J. (2008). *Science education policy-making: Eleven emerging issues (ED-2007/WS/51 – CLD 2855.7)*. Paris: UNESCO.

- Fioriello, P. (2010). *Understanding the basics of STEM education*.
<http://drpfconsults.com/understanding-the-basics-of-stem-education/> adresinden alınmıştır.
- Gonzalez, H. B. & Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Congressional Research Service, CRS Report for Congress Prepared for Members and Committees of Congress.
- Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). Investigating the effect of STEM based laboratory activities on preservice science teacher's STEM awareness. *Journal of Human Sciences*, 14(4), 4275-4288.
- Görgün, G. (2017). *Hands-on aktivitelerin ilköğretim 7. Sınıf matematik öğretiminde cebir alanına uygulanmasının öğrenci başarısına etkisi*. (Yüksek lisans tezi).
<https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H. & Kavak, N. (2016). Pre-Service science teachers' cognitive structures regarding Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) and Science Education. *Journal of Turkish Science Education*. 13 [Special Issue], 88-102.
- Han, S., Capraro, R. & Capraro, M.M. (2014). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
- Han, S., Yalvac, 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.
- Herrington, J., McKenney, S., Reeves, T., & Oliver, R. (2007). Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal.
http://researchrepository.murdoch.edu.au/6762/1/design_based_doctoral.pdf.
Sayfasından erişilmiştir.
- Hickey, R. (2014). Project-based learning: where to start? Techniques: Connecting Education & Careers. 89(2), 8–9.

- Hom, E. (2014). *What is STEM education?* <http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html> sayfasından erişilmiştir.
- Jodl, H. J. & Eckert, B. (1998). Low-cost, high-tech experiments for educational physics. *Physics Education*, 33(4), 226.
- Jones, W., Smith, S., & Cohen, J. (2017). Preservice teachers' beliefs about using maker activities in formal k-12 educational settings: a multi- institutional study. *Journal of Research on Technology in Education*, 49(3-4), 134-148.
- Juuti, K. & Lavonen, J. (2006). Design-Based Research in Science Education: One Step Towards Methodology. *Nordic Studies in Science Education*. 2(2). 54-68.
- Kan, A. (2009). Ölçme sonuçları üzerinde istatistiksel işlemler. H. Atılgan (Ed.), *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* içinde (ss. 397–456). Ankara: Anı.
- Karahallı, F. (2016). *Çocuklar için inovasyon*. İstanbul: Pusula.
- Karplus, R. & Their, H. (1967). *A New look at elementary school science, New trends in curriculum and instruction series*. Chicago, IL:Rand McNally
- Kartal, M. (2011). The experiences of Turkey in branch teacher training and sustainable new model approaches. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 50-57.
- Kelly, A. E., Lesh, R. A., & Baek, J. Y. (Eds.). (2008). *Handbook of design research methods in education*. New York, NY: Routledge.
- Kelly, A. E. (Ed.). (2003). The role of design in educational research [Special issue]. *Educational Researcher*, 32(1).
- Kelly, A. E. (2004). Design research in education: Yes but is it methodological? *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 115-128.
- Kelly, A. E., Baek, J. Y., Lesh, R. A., & Bannan-Ritland, B. (2008). Enabling innovations in education and systematizing their impact. In A. E. Kelly, R. A. Lesh, & J. Y. Baek (Eds.), *Handbook of Design Research Methods in Education* (pp. 3-18). New York, NY: Routledge.
- Kertil, M., & Gürel, C. (2016). International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology. *Mathematical Modeling: A Bridge to STEM Education*, International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 4(1), 44-55.

- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R., Doshi, P. & Thai, C. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*. 91, 14-31.
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R., Doshi, P., & Thai, C. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*, 91, 14-31.
- Knezek G, Christensen R & Tyler-Wood, T. (2014). *Going green! Middle schoolers out to save the world (MSOSW)*. National Science Foundation Award 1312168 Annual Report. <https://iittl.unt.edu/content/going-green-middle-schoolers-out-save-world> adresinden alınmıştır.
- Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T., Periathiruvadi, S. (2013). Impact of environmental power monitoring activities on middle school student perceptions of STEM. *Science Education International*, 24(1), 98-123.
- Konuk, P., Çorlu, M. S. (Eds.) (2014). *STEM Education for Teachers by student teachers*. createspace independent publishing platform.
- Kuzu, A., Çankaya, S. & Mısırlı, Z. A. (2011). Tasarım tabanlı araştırma ve öğrenme ortamlarının tasarımı ve geliştirilmesinde kullanımı. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 1(1), 19-35.
- Langdon, D., McKittrick, G., Beede, D., Khan, B., & Doms, M. (2011). *STEM: good jobs now and for the future*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED522129.pdf> sayfasından alınmıştır.
- Lederman, N. G. & Lederman, J. G. (2013). Is it STEM or “S & M” that We Truly Love? *Journal of Science Teacher Education*, 24, 1237–1240
- Lichtenberger, E. & George-Jackson, C. (2013). Predicting high school students’ interest in majoring in a stem field: insight into high school students’ postsecondary plans. *Journal of Career and Technical Education*, 28 (1), 1-19.
- Lin, K. & Williams, J. (2017). Two-stage hands-on technology activity to develop preservice teachers’ competency in applying science and mathematics concepts. *International Journal of Technology and Design Education*, 27, 89–105.

- Lin, K. Y. & Williams, P. J. (2016). Taiwanese preservice teachers' Science, Technology, Engineering, and Mathematics teaching intention. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 14. 1021–1036.
- Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R., & Tseng, K. H. (2011). The Impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 195-215.
- Lynch S.J., Peters-Burton E. E., Ford M. R. (2014). Building STEM opportunities for all. *Educational Leadership*, 72(4), 54–60.
- Mackellar, F. M. (2010). Design-Based Research: Theory In, Theory Out, Theory Under. [https://www.academia.edu/10340508/Design Based_Research_Theory_In_Theory_Out_Theory_Under](https://www.academia.edu/10340508/Design_Based_Research_Theory_In_Theory_Out_Theory_Under) sayfasından erişilmiştir.
- Majgaard, G., Misfeldt, M., & Nielsen, J. (2011). How design-based research and action research contribute to the development of a new design for learning. *Designs for Learning*, 4(2), 8-27.
- Marcum-Dietrich, N., Marquez, L., E. Gill, S. & Medved, C. (2011). No teacher left inside: preparing a new generation of teachers. *Journal of Geoscience Education*, 59(1), 1-4.
- Marshall, J. A., & Harron, J. R. (2018). Making learners: a framework for evaluating making in STEM education. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(2).
- Marshall, J., Horton, B. & Austin-Wade, J. (2007) Giving meaning to the numbers. *Science Teacher*, 74(2), 36–41.
- Maryland University (t.y). *Maryland STEM: innovation today to meet tomorrow's global challenges*. <http://mdk12.msde.maryland.gov/instruction/curriculum/stem/pdf/9-12/5EModelforIntegratedSTEMInstruction.docx> sayfasından erişilmiştir.
- McKenney, S., & Van den Akker, J. (2005). Computer-based support for curriculum designers: A case of developmental research. *Educational Technology Research and Development*, 53(2), 41-66.

- McKenney, S., Nieveen, N., & Van den Akker, J. (2006). Design research from a curriculum perspective. In J. V. D. Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp. 67–90). New York: Routledge.
- MEB: Temel Eğitim Genel Müdürlüğü (2017). *Fen Bilimleri Dersi Taslak Öğretim Programı*. Ankara.
- Meng, C. C., Idris, N. & Eu, L. K. (2014). Secondary students' perceptions of assessments in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(3), 219–227
- Merriam, S. B. (2015). *Nitel araştırma: desen ve uygulama için bir rehber*. (S. Turan, Çev.). Ankara: Nobel.
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. London: Sage.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2011). MEB 21. yüzyıl öğrenci profili. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016). *STEM eğitimi raporu*. Ankara: Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M. & Roehrig, G. H. (2013). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. E. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Synthesizing research, policy and practice* (pp. 35–54). The Netherlands: Sense Publishers.
- Moore, T.J., Stohlmann, M.S., Wang, H.H., Tank, K.M., Glancy, A.W., & Roehrig, G.H. (2014). *Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education*. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Research into practice* (pp. 35–60). West Lafayette, IN: Purdue Press.
- Moursund, D. (2003). *Project Based Learning: Using Information Technology*, International Society For Technology In Education: Eugene, OR.
- Nadelson, S. L., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M. & Pfiester, J. (2013). teacher STEM perception and preparation: inquiry-based stem professional development for elementary teachers”. *The Journal of Educational Research*, 106:157–168.

- National Academy of Engineering (NAE) & National Research Council (NRC) (2014). *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (NRC) (2009). *Engineering in K-12 education: understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12635>.
- National Research Council (NRC) (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (NRC) (2012). *A framework for K12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Science and Technology Council (2013) *Federal science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education 5-year strategic plan*. Committee on STEM Education National Science and Technology Council, Washington, DC.
- Next Generations Science Standards [NGGS]. (2013). The next generation science standards-executive summary. http://www.nextgenscience.org/sites/ngss/files/Final%20Release%20NGSS%20Front%20Matter%20-%206.17.13%20Update_0.pdf sayfasından alınmıştır.
- Nieveen, N. (1999). Prototyping to reach product quality. In *Design approaches and tools in education and training* (pp. 125-135). Springer Netherlands.
- Nieveen, N., & Folmer, E. (2013). Formative evaluation in educational design research. In Van den Akker, J., Gravemeijer, K, McKenney, S. & Nieveen, N. (Eds). *Educational design research*, (pp. 152-169). London: Routledge.
- Novak, E., & Wisdom, S. (2018). Effects of 3D Printing Project-based Learning on Preservice Elementary Teachers' Science Attitudes, Science Content Knowledge, and Anxiety About Teaching Science, *Journal of Science Education and Technology*, 27, 412–432
- Nowikowski, S. H. (2016). Successful with STEM? A Qualitative Case Study of Pre-Service Teacher Perceptions. *The Qualitative Report*, 22(9), 2312-2333.

- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2005). *The definition and selection of key competencies*, Executive Summary.
- Osborne, J., Simon, F., S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079.
- Outlier Research & Evaluation. (2014). *What do STEM schools do? 78 components of inclusive STEM high schools*. <http://outlier.uchicago.edu/s3/findings/infographic/> sayfasından alınmıştır.
- Özçakır Sümen, Ö., & Çalışıcı, H. (2016). The Associating abilities of pre-service teachers science education program acquisitions with engineering according to STEM education. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16, 459-476.
- Özdemir, D. (2016). Design and development of differentiated tasks for 5th and 6th grade mathematically gifted students. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tarama.jsp> sayfasından alınmıştır.
- Paige K, Lloyd D, Chartres M (2008) Moving towards transdisciplinarity: an ecological sustainable focus for science and mathematics pre-service education in the primary/middle years. *Asia Pacific Journal of Teacher Education*, 36(1), 19–33
- Pang, J., & Good, R. (2000). A review of the integration of science and mathematics: Implications for further research. *School Science and Mathematics*, 100(2), 73–82.
- Partnership for 21st Century Skills. (2009). *P21 framework definitions*. http://www.p21.org/documents/P21_Framework_Definitions.pdf sayfasından alınmıştır.
- Patton, M. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park, CA: Sage.
- Patton, M.Q.(2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri* (M. Bütün ve S.B. Demir, Çev.). Ankara:Pegem Akademi.
- PISA 2015 (2016). *PISA 2015 ulusal raporu*. http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2014/11/PISA2015_UlusalRapor.pdf. sayfasından erişilmiştir.
- Pimthong, P., & Williams, J. (2018). Preservice teachers’ understanding of STEM education. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 1-7.

- Pinnell, M., Rowly, J., Preiss, S., Franco, S., Blust R., & Beach, R. (2013). Bridging the gap between engineering design and pk-12 curriculum development through the use the STEM education quality framework. *Journal of STEM Education*, 14(4).
- Plomp, T. (2013). Educational design research: An introduction. In N. Nieveen & T. Plomp (Eds.), *An introduction to educational design research* (pp. 10-51). Enschede, the Netherlands: SLO.
- Plomp, T., & Nieveen, N. (Eds.) (2013). An introduction to educational design research. Enschede, the Netherlands: SLO.
- Radloff J. & Guzey S. (2016). Investigating preservice STEM teacher conceptions of STEM education. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 759–774.
- research. Enschede, the Netherlands: SLO.
- Ramsay, J. & Sorrell, E. (2006). Problem based learning: a novel approach to teaching safety, helath and environmental courses. *Journal of SH&E Research*, 3(2), 2-8.
- Roberts, A. S. (2013). *Preferred instructional design strategies for preparation of pre-service teachers of integrated STEM education*. (Doctoral Dissertation). <https://search.proquest.com/pqdtglobal?accountid=11054> sayfasından erişilmiştir.
- Roehrig, Moore, Wang & Park, 2012). Is adding the e enough?: investigating the impact of k-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School science and mathematics*, 119, 31-44.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Schmidt, M., & Fulton, L. (2016). Transforming a traditional inquiry-based science unit into a STEM unit for elementary pre-service teachers: A View from the Trenches. *Journal of Science Education and Technology*, 25:302–315.
- Science buddies (t.y). <https://www.sciencebuddies.org/parent-resources> sayfasından alınmıştır.
- Schwartz-Bechet, B. (2011). Professional partnerships: Supporting the preparation of pre-service teachers through a tiered online mentoring system. *International Journal of Advanced Corporate Learning*, 4(3), 35-38.

- Selvi, M. & Yıldırım, B. (2017). STEM öğretme öğrenme modelleri. S. Çepni (Ed.). Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi. Ankara: Pegem.
- Siew, N. M. Amir, L., & Chong, C. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *SpringerPlus*, 4(8).
- Slough, S., & Milam, J. (2013). Theoretical framework for the design of STEM project-based learning. In R. M. Capraro, M. M. Capraro, & J. Morgan (Eds.) Project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach (2nd Edition, pp. 15-28). Rotterdam, The Netherlands: Sense.
- Smith, M. K., Jones, F. H. M., Gilbert, S. L. & Wieman, C. E. (2013). The classroom observation protocol for undergraduate STEM (COPUS): A New instrument to characterize university STEM classroom practices. *Life Sciences Education*, 12, 618–627.
- Stohlmann, M. S., Moore, T. J. & Cramer, K. (2013). Pre-service elementary teachers' mathematical content knowledge from an integrated STEM modelling activity. *Journal of Mathematical and Application*, 1(8), 18-31.
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Strough, J., Cheng, S., & Swenson, L. M. (2002). Preferences for collaborative and individual everyday problem solving in later adulthood. *International Journal of Behavioral Development*, 26(1), 26–35.
- Sungur, K. (2013). *Yöntem olarak mühendislik-dizayna ve ders materyali olarak legolara öğretmen ile öğretmen adaylarının bakış açılarının incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Sümen, Ö. & Çalışıcı, H. (2016). Pre-service teachers' mind maps and opinions on STEM education implemented in an environmental literacy course. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16(2), 459-476.

- Şahin, A., Ayar, M. C. & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 1-26.
- Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (TTKB). (2015). Öğretim programları. <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx> sayfasından alınmıştır.
- Tarkın-Çelikkıran, A., & Aydın-Günbatar, S. (2017). Kimya öğretmen adaylarının fetemm uygulamaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1624-1656.
- Taşar, M. F. (2001). *A case study of one novice college student's alternative framework and learning of force and motion*. <https://etda.libraries.psu.edu/catalog/5858> adresinden erişilmiştir.
- Taşdemir, A. & Çalık, M. (2017). Fen bilimlerinde STEM uygulamaları. S. Çepni (Ed.), *kuramdan uygulamaya STEM eğitimi içinde* (s. 285-345), Ankara: Pegem.
- Tekerek, M., & Tekerek, B. (2018). Integrated instructional material and development processes. *Turkish Journal of Education*, 7(3), 156-168.
- Teo, T. W. & Ke, K. J. (2014). Challenges in STEM teaching: implication for preservice and inservice teacher education program. *Theory Into Practice*, 53, 18–24
- Thomas, T. A. (2014). Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering and mathematics (STEM) education in the elementary grades, University of Nevada.
- Thompson, G. & Mathieson, D. (2001) The mirror box. *Physics Teacher*, 39(8), 508–509.
- Thomson, M. M., DiFrancesca, D., Carrier, S. & Lee, C. (2017) Teaching efficacy: exploring relationships between mathematics and science self efficacy beliefs, PCK and domain knowledge among pre-service teachers from the United States. *Teacher Development*, 21(1), 1-20.
- Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği (TUSIAD) (2014). *STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics, Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması*. TUSIAD.
- Türk, N., Kalaycı, N., & Yamak, H. (2018). New trends in higher education in the globalizing world: stem in teacher education. *Universal Journal of Educational Research*, 6(6), 1286-1304.

- Tyler-Wood, T., Knezek, G. & Christensen, R. (2010). Instruments for assessing interest in STEM content and careers. *Journal of Technology and Teacher Education*, 18(2), 341-363.
- Van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. In *Design approaches and tools in education and training* (pp. 1-14). Springer Netherlands.
- Van den Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. In *Design approaches and tools in education and training* (pp. 1-14). Springer Netherlands.
- Van Eck, R. N., Guy, M., Young, T., Winger, A. T. & Brewster, S. (2014). *Project NEO: Assessing and changing preservice teacher science knowledge with a video game*. Paper presented IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies, Athens, Greece.
- Vasquez, J. A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Vedder- Weiss, D. & Fortus, D. (2012). Adolescents' declining motivation to learn science: A follow- up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1057-1095.
- Verma, A. K., Dickerson, D., & McKinney, S. (2011). Engaging students in STEM careers with project-based learning - Marine Tech Project. *Technology & Engineering Teacher*, 71(1), 25-31.
- Vescio, V., Ross, D. & Adams, A. (2008). A review of research on the impact of professional learning communities on teaching practice and student learning. *Teaching and Teacher Education*, 24(1), 80–91.
- Wagner, T. (2008). Rigor redefined. *Educational Leadership*, 66(2), 20–24.
- Walker, D. (2006). Toward productive design studies. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds). (2006). *Educational design research* (pp.107-118). London: Routledge.

- Wang, F. & Hannafin, M.J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5-23.
- 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.
- Walton, J. & Caruthers, J. M. (2016). Sample STEM modul one: Grade 7. C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton & T. J. Moore (Eds). *STEM road map: a framework for integration* (pp. 239-309). London: Taylor & Francis
- Wendt, S., Isbell, J. K. & Fidan, P. (2015). Female teacher candidates' attitudes and self-efficacy for teaching engineering concepts. *The International Journal of Science in Society*, 7(3).
- Williams, J. (2011). *STEM education: proceed with caution. Design and technology education*, 16(1), 26-35.
- World Economic Forum. (2015). *New vision for education: Unlocking the potential of technology. World Economic Forum, Geneva, Switzerland.*
- Yamak, H., Bulut, N. & Dündar, S. (2014). 5. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249- 265.
- Yıldırım (2017). *Fen Eğitiminde STEM*. (Pınar Mutlu, D. Ed.). Fen bilimleri öğretimi. Ankara: Pegem.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin.
- 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.
- Yıldırım, B. & Selvi, M. (2016). Examination of the effects of STEM education integrated as a part of science, technology, society and environment courses. *Journal of human sciences*, 13(3). 3684-3695.

- Yıldırım, B. & Selvi, M. (2016). Examination of the effects of STEM education integrated as a part of science, technology, society and environment courses. *Journal of human sciences*, 13(3). 3684-3695.
- Yıldırım, B. (2018). Bağlam temelli öğrenmeye uygun olarak hazırlanmış stem uygulamalarının etkilerinin incelenmesi, *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1-20.
- Yıldırım, B. (2018). Bağlam temelli öğrenmeye uygun olarak hazırlanmış STEM uygulamalarının etkilerinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1-20.
- Yıldırım, B. (2018). STEM eğitim raporu: 2023, 2053 ve 2071 hedefleri için STEM Eğitim Raporu, Muş Alpaslan üniversitesi: Muş.
- Yıldırım, B., Şahin, E. ve Tabaru, G. (2017). STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimin doğası inançları, bilimsel araştırma ve yapılandırmacı yaklaşıma yönelik tutumları üzerindeki etkisi. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 8(28), LXVI-LXXIX.
- Yıldırım, P. (2017). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) entegrasyonuna ilişkin nitel bir çalışma. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 31-55.
- Yoon, J. & Onchwari, J. A. (2006). Teaching young children science: three key points. *Early Childhood Education Journal*, 33(6), 419-423.
- Yu, K. C., Lin, K. Y., & Hung, K. F. (2010). Teaching science through technology: A confluence of knowledge, design and making. *World transactions on engineering and technology education*, 8(4), 436–441.
- Zubrowski, B. (2002). Integrating science into design technology projects: using a standard model in the design process. *Journal of Technology Education*. 13(2).

EKLER

EK-1: Pilot ve Asıl Uygulamaya İlişkin Araştırma İzinleri



T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Fakültesi Dekanlığı

Sayı : 25988804-900-E.1972
Konu : Tez Çalışması İzni

22/01/2018

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ BÖLÜMÜNE

İlgi : 19/01/2018 tarihli ve 25988804-100-E.1873 sayılı yazınız.

İlgi yazınız incelenmiş olup, Arş. Gör. Kıbar GÜL'ün tez çalışması için Yrd.Doç.Dr. Mahmut POLAT'ın kontrolünde "Özel Öğretim Yöntemleri I" dersinde uygulama yapması Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır

Yrd. Doç. Dr. Seçil HİRİK
Dekan A.
Dekan Yardımcısı V.

Adres: 2000 EVLER MAH. ZÜBEYDE HANIM CAD. 50300 NEVŞEHİR Hacer Ceren BAL
Telefon: +90 (384) 228 10 45 Faks: +90 (384) 228 10 40
Elektronik Ağ: <http://www.nevsehir.edu.tr> nevsehiruniversitesi@hs01.kep.tr
5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na uygun olarak Güvenli Elektronik İmza ile üretilmiştir.
Evrağın teyidi <https://ebys.nevsehir.edu.tr/sorgu/sorgula.aspx> adresinden 3HPH-120V-SR21 kodu ile yapılabilir.



T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Fakültesi Dekanlığı

Sayı : 25988804-200-E.20179

17/09/2018

Konu : Tez Çalışması İzni

Sayın Arş.Gör. Kibar GÜL
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü

İlgi : 13/09/2018 tarihli ve 8723 kurum sayılı dilekçeniz.

İlgi dilekçeniz incelenmiş olup, "Fen Bilgisi Öğretmen Adayları Eğitimine Yönelik STEM Öğretim Modeli Geliştirme; Bir Tasarım Tabanlı Araştırma" başlıklı tez çalışmanız için Dr. Öğr. Üyesi Davut SARITAŞ'ın kontrolünde "Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı" dersinde uygulama yapmanız Dekanlığımızca uygun görülmüştür.
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır

Prof. Dr. Ashhan KARATEPE
Dekan V.

17/09/2018 Fakülte Sekreteri : G.ÖZDEMİR

Adres: 2000 EVLER MAH. ZÜBEYDE HANIM CAD. 50300 NEVŞEHİR Hacer Ceren BAL
Telefon: +90 (384) 228 10 45 Faks: +90 (384) 228 10 40
Elektronik Ağı: <http://www.nevsehir.edu.tr> nevsehiruniversitesi@hs01.kep.tr
5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na uygun olarak Güvenli Elektronik İmza ile üretilmiştir.
Evrak teyidi <https://ebys.nevsehir.edu.tr/orgu/orgula.aspx> adresinden 3KIE-A35K-SIAK kodu ile yapılabilir.

EK-2: STEM eğitimi ihtiyaç analizi formu

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Yaklaşımına Yönelik Eğitim İhtiyaçları

Sayın Konu Alanı Uzmanı;

Fen bilgisi öğretmen adaylarına Özel öğretim yöntemleri-I dersi kapsamında, STEM eğitim yaklaşımının öğretilmesi amaçlanmaktadır. Bu ders kapsamında öğretmen adaylarının eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi amacıyla aşağıdaki maddeler görüşlerinize sunulmuştur. Maddelerle ilgili yanıtlarınızı, her bir maddenin karşısındaki seçeneklerden size en uygununu işaretleyerek belirtiniz. Dilerseniz, madde ile ilgili yorumlarınızı, ilgili maddenin açıklama sütununa yazabilirsiniz.

Bu konuda göstereceğiniz ilgi ve katkılarınız için teşekkür ederiz.

Arş. Gör. Kibar GÜL

	Eğitim İhtiyaçları	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Açıklama
1	STEM eğitim yaklaşımının tarihine yönelik eğitim ihtiyaçları vardır.				
2	STEM eğitim yaklaşımının felsefesine yönelik eğitim ihtiyaçları vardır.				
3	STEM eğitim yaklaşımının teorik yapısına yönelik eğitim ihtiyaçları vardır.				

4	STEM eğitim yaklaşımının fen bilimleri öğretim programına nasıl yansıtıldığına dair eğitim ihtiyaçları vardır.				
5	Farklı ülkelerin STEM eğitimi stratejilerine yönelik eğitim ihtiyaçları vardır.				
6	Sorgulamaya dayalı öğrenme yönteminin STEM eğitim yaklaşımında uygulanmasına yönelik eğitim ihtiyaçları vardır.				
7	Proje tabanlı öğrenme yönteminin STEM eğitim yaklaşımında uygulanmasına yönelik eğitim ihtiyaçları vardır.				
8	Problem tabanlı öğrenme yönteminin STEM eğitim yaklaşımında uygulanmasına yönelik eğitim ihtiyaçları vardır.				
9	Mühendislik tasarım temelli etkinlik uygulamalarına yönelik eğitim ihtiyaçları vardır.				
10	İnovasyon, yaratıcılık ve girişimcilik kavramlarına yönelik eğitim ihtiyaçları vardır.				

11	Kodlama ile ilişkilendirilmiş öğretim içeriklerine yönelik eğitim ihtiyaçları vardır.				
12	Robotik ile ilişkilendirilmiş öğretim içeriklerine yönelik eğitim ihtiyaçları vardır				
13	STEM ders planı hazırlamaya yönelik eğitim ihtiyaçları vardır.				
14	STEM ders planını uygulamaya yönelik eğitim ihtiyaçları vardır.				
15	STEM yaklaşımında ölçme-değerlendirmeye yönelik eğitim ihtiyaçları vardır.				

Yukarıda yazılan maddeler dışında Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitim yaklaşımına yönelik eğitim ihtiyaçları olduğunu düşündüğünüz hususları/unsurları varsa lütfen belirtiniz.

EK-3: STEM eğitimi ön bilgi formu

Yönerge: Aşağıda 2018 yılında güncellenen fen bilimleri dersi öğretim programından “Ampullerin bağlanma şekilleri” konu alanına ilişkin kazanımlara yer verilmiştir. 3 farklı öğretmenin bu kazanımları dikkate alarak planladığı fen bilimleri dersi senaryoları şeklinde sunulmuştur.

Sizden istenen senaryoları dikkatlice okuyarak aşağıdaki soruyu detaylıca cevaplandırmanızdır.

Senaryo 1.

Öğretmen ampullerin bağlanma şekillerine ilişkin konu kavramlarını öğrencilerin kavramalarını sağlayan bir öğretim süreci gerçekleştirir. Daha sonra öğretmen onlardan 2-3 kişilik gruplara ayrılmalarını ister. Mevcut aydınlatma araçlarındaki sorunları içeren bir gerçek yaşam problemi sunarak özgün bir aydınlatma aracı tasarımlarını ister. Öğrencilerin aydınlatma aracını tasarlarken kullandıkları malzemelere ilişkin maliyet hesabı, bütçe, zaman sınırlılıkları ve tasarım kriterlerine dikkat etmeleri önemle vurgulanır. Tasarımları, öğretmen tarafından önceden belirlenen kriterlere uymuyorsa yeniden tasarımları veya gözden geçirmeleri istenir. Tasarımlarının son haline karar veren öğrenciler, önceden düzenlenen karanlık ortamda denemelerini yaparlar. Böylelikle gruplardan tasarladıkları aydınlatma araçlarının, aydınlattığı alanı hesaplamaları istenir. En iyi aydınlatmayı sağlayan aydınlatma aracı ise 1. seçilir.

Senaryo 2.

Öğretmen ampullerin bağlanma şekilleri konusuna ilişkin kavramları anlatmak için öğrencileri okulun laboratuvarına götürür. Seri bağlama, paralel bağlama, elektrik akımı, gerilim gibi kavramları öğrencilerin keşfetmelerini sağlar. 2-3 kişilik gruplara ayrılan öğrencilere piller, bağlantı kabloları, anahtar, duyu ve ampullerden oluşan deney setini dağıtır. Öğretmen öğrencilerden dağıtılan malzemeleri kullanarak seri ve paralel bağlı elektrik devreleri kurmalarını ister. Öğrenciler devreyi kuramazlarsa onlara seri ve paralel bağlı devrenin nasıl kurulacağını öğretmen anlatır. Öğretmen “Paralel ve seri bağlandığında ampulün parlaklığı nasıl değişir?” sorusu ile Tahmin et-Gözle-Açıkla (TGA) tekniğini kullanarak öğrencilerin fikirlerini gerekçeleri ile birlikte açıklamalarını ister. Etkinliğin sonunda öğrencilerin devredeki lambanın parlaklığının değişebileceğini fark etmeleri sağlanır.

Öğrencilere, “Trafik lambalarının/sokak lambalarının seri ya da paralel bağlı olmasının toplumsal açıdan fayda/zararı nedir?” sorusu sorularak nedenleriyle birlikte tartışmaları sağlanır.

Senaryo 3.

Öğretmen seri ve paralel bağlı devre şemasını göstererek soru-cevap tekniği ile konu kavramlarını öğrencilerin kazanmalarını sağlar. Öğrenciler, ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlarda parlaklıklarındaki değişimi hazır bir model üzerinde gözlemler ve çıkarımda bulunurlar. Öğrencilerin elektrik akımı ve buna bağlı olarak gerilim, akım ve direnç arasında nasıl bir ilişki olduğu sorularak Ohm kanunu keşfetmeleri sağlanır. Öğretmen, konu kavramlarını içeren doğru-yanlış, boşluk doldurma, çoktan seçmeli sorular ve bir model üzerinden kısa cevaplı sorularla öğrencileri değerlendirir.

Soru: Öğretim süreçleri açısından senaryolar arasındaki farklılıklar nelerdir? Tabloyu doldurduktan sonra senaryolar hakkındaki görüşlerinizi belirtiniz.

F.7.7.1. Ampullerin Bağlanma Şekilleri			
Önerilen Süre: 8 ders saati			
Konu / Kavramlar: Seri bağlama, paralel bağlama, elektrik akımı, gerilim			
Kazanımlar	Senaryolar		
	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3
F.7.7.1.1. Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.			
F.7.7.1.2. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur.			
F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar.			
F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.			

F.7.7.1.5. Bir devre elemanın uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir. <i>a. Gerilim kavramı piller üzerinden açıklanır.</i> <i>b. Bir iletken de gerilim, akım ve direnç arasındaki ilişki Ohm Yasası üzerinden açıklanır. Matematiksel hesaplamalara girilmez.</i>			
F.7.7.1.6. Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar. <i>Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir. Şartlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştürmesi istenebilir.</i>			

Senaryo 1

Senaryo 2

Senaryo 3

EK-4: Derin Düşünme Formu

 **Yönerge:** Bu hafta yaptığımız çalışmaları düşünerek aşağıdaki soruları yanıtlayınız. Mantıklı ve okunaklı bir şekilde düşüncelerinizi yansıtınız.

 Yararlı buldunuz mu? Neden? Lütfen görüşünüzü açıklayınız?
 Eksikliğini hissettiğiniz durumlar oldu mu? Olduysa nelerdir?
 Mesleki gelişiminize neler kattı?
 Görüş, öneri ve sorunlarınızı yazınız.

EK-5: Ders Planı Örnekleri

STEM DERS PLANI

HAVA VEYA SU DİRENCİNE KARŞI BİR ARAÇ TASARLAMA

Sınıf seviyesi:7

Ünitenin adı: Enerji dönüşümleri

Konu ve Kavramlar: Enerjinin korunumu, sürtünme ile kinetik enerji kaybı, hava ve su direnci

Önerilen süre:3 ders saati

Kullanılan yöntem ve teknikler: 5E modeli, işbirlikli öğrenme grupları, tartışma tekniği.

HEDEF KAZANIMLAR

Fen Bilimleri

F.7.3.3.2 Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar.

a. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örnekendirilmesinde sürtünmeli yüzeyler, hava ve su direnci dikkate alınır.

F.7.3.3.3 Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar.

Teknoloji

Tasarım için taslak çizimler yapılır.

Taslak çizimlerini bilgisayar yardımıyla iki boyutlu ürünlere dönüştürülür.

Basit malzemelerle hava ve su direncini azaltmaya yönelik araç tasarlar.

Mühendislik kazanımları

Grup halinde çalışırlar.

Öğrenci, hava ve su direnci etkisini azaltmaya yönelik araç tasarlamak ve oluşturmak için mühendislik tasarım sürecini uygular.

Mühendislik tasarım sürecindeki sınırlılıkları değerlendirir.

Matematik kazanımları

Uzunluk ölçme birimlerini tanır (metre, santimetrevb.)

Uzunluk ölçer.

Hesaplama yapar.

21. yy Becerileri

Bilimsel süreç becerisi kazanır

Yaşam becerilerini pekiştirir

Mühendislik ve tasarım becerisi kazanır

Matematik okuryazarlığı

Yaratıcılık ve Yenilikçilik

Kullanılan Materyaller

- 1 adet 20*9 cm boyutlarında strafor köpük
- 1 adet 3*9 boyutlarında strafor köpük
- 4 adet tahta çubuk(dil çubuğu)
- 1 adet kalın paket lastiği
- Zımpara kağıdı
- Silikon tabancası ve yapıştırıcı
- Kalem
- Maket bıçağı
- Makas
- Cetvel

Kaynaklar

Kavram yanılgıları (varsa)

Problem durumu (Öğretmen öğrencilerine aşağıdaki gerçek yaşam problemini sunar. Öğrencilerin probleme çözüm getirmesi ve bu çözümü ürüne dönüştürmesi beklenir.)

Gerçek yaşam problemi

Bir gemi mühendisiniz. Ve bir yarışma düzenleniyor şirketin müdürü de bu yarışmayı kazanmak istediğini bunun içinde sizden farklı yöntemler kullanarak en hızlı gemiyi yapmanızı istiyor ve ödüllendirileceğinizi söylüyor. Sizden istenen su direncini daha çok azaltıp hızlı bir gemi yapmanız.

Sınırlamalar

Yalnızca size verilen materyalleri kullanarak en verimli ve ucuz maliyetli çarklı gemiyi tasarlayınız. Size söylenen tasarımı yapmanız için 60 dakika süre sunmanız için de 10 dakika süreniz vardır.

Kariyer bağlamı

Malzeme bilimi ve Mühendisliği

Gemiyi yapmak için kullanılabilecek yeni, güçlü veya daha hafif malzemeler tasarlamaya yardımcı olur.

Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği

Yeni inşa edilecek, yenileştirilecek veya onarımı yapılacak gemilerin projelerini yapar ve bu projelerin veya proje taslaklarının gemi genel planına yerleşimini sağlar, gemi genel planına göre ve uluslararası standartlara uygun olarak makine ve ekipmanları seçer ve geminin mühendislik hesaplarını yapar, gerekli malzemenin alımı için istenen nitelikleri belirler, Projeler doğrultusunda yapım, işletim ile bakım ve onarım işlerinin yürütülmesini sağlar.

Giriş



Öğretmen öğrencilere daha önce bu konu ile ilgili bilgilerini hatırlatır. Ve yukarıda ki görselleri gösterir bunların hava da suda nasıl hareket ettiklerini sorar. Öğrencilerden gelen cevaplara dayanarak şu soruları yöneltir:

- 1.Hava ve su direnci nedir?
- 2.Hava ve su direncini azaltmak için ne gibi tasarımlar yapılabilir?
- 3.Hava ve deniz araçları neye dikkat edilip tasarlanmıştır?

Keşfetme

Öğretmen giriş aşamasında sorduğu soruları öğrencilerden araştırmalarını ister. Öğrenciler yaptıkları araştırmaları sınıf ortamında paylaşırlar. Öğretmen bu aşamada hava ve su direnci ile ilgili deney videosunu izletir (<http://youtu.be/6I5NIJCvHLg>)

Açıklama

Giriş aşamasında ki sorulardan ve keşfetme aşamasında ki etkinlikten yola çıkarak öğretmen öğrencilerden hava ve su direncini açıklamalarını ister. Öğretmen hava ve su direncini kırmak için uçak veya gemilerin sivri olması gerektiği açıklamasını yapar. Öğretmen öğrencilerin yanlış veya eksik kavramlarını düzeltmelerini sağlayarak açıklamalarda bulunur. Bu şekilde konunun öğrenilmesi sağlanmış olur.

Derinleştirme

İşbirlikli öğrenme gruplarında çalışmak üzere 3-4 kişilik heterojen gruplar oluşturulur ve öğrencilerin rolleri belirlenir. Öğrenci gruplarına gerekli malzemeler verilir ve gemi tasarımları istenir. Buradaki amacımız su direncini azaltmaktır.

Öğrencilerden tasarımlarına başlamadan önce çalışma kâğıdını doldurmalarını istenir. Öğrenciler tasarımlarını yaparken su direncini azaltmaya yönelik gerekli işlemleri yapması beklenir. Bu şekilde STEM entegrasyonu sağlanmış olur.

Değerlendirme

Tüm öğrencilerinin amaçlanan kazanımlara ne kadar ulaşıldığını belirlemek için EK-1 değerlendirme soruları kullanılabilir. EK-2 De yer alan tasarım değerlendirme rubriği kullanılabilir.

EK-1 ÇALIŞMA KAĞIDI

1)Aşağıda ki boşluğa hava veya su direncini kırmaya yönelik tasarımınızın ilk taslak halini çiziniz.

2)Taslak ürününüzün sınırlamalarla ne derece uyumlu olduğunu açıklayınız.

3) Tasarımınız başarılı mıydı. Neden?

4)Tasarımınızın hangi bölümleri geliştirilmelidir?

EK_2 TASARIM DEĞERLENDİRME RUBRİĞİ

1	2	3	4
Zayıf	Ortalamanın altında	Ortalama	Mükemmel

Puan

Nitelikler

.....

Tasarımın yapılması ve özgünlük

.....

Tasarımın dayanıklılığı

.....

Mühendislik tasarım sürecini içermesi

.....

Zaman yönetimi

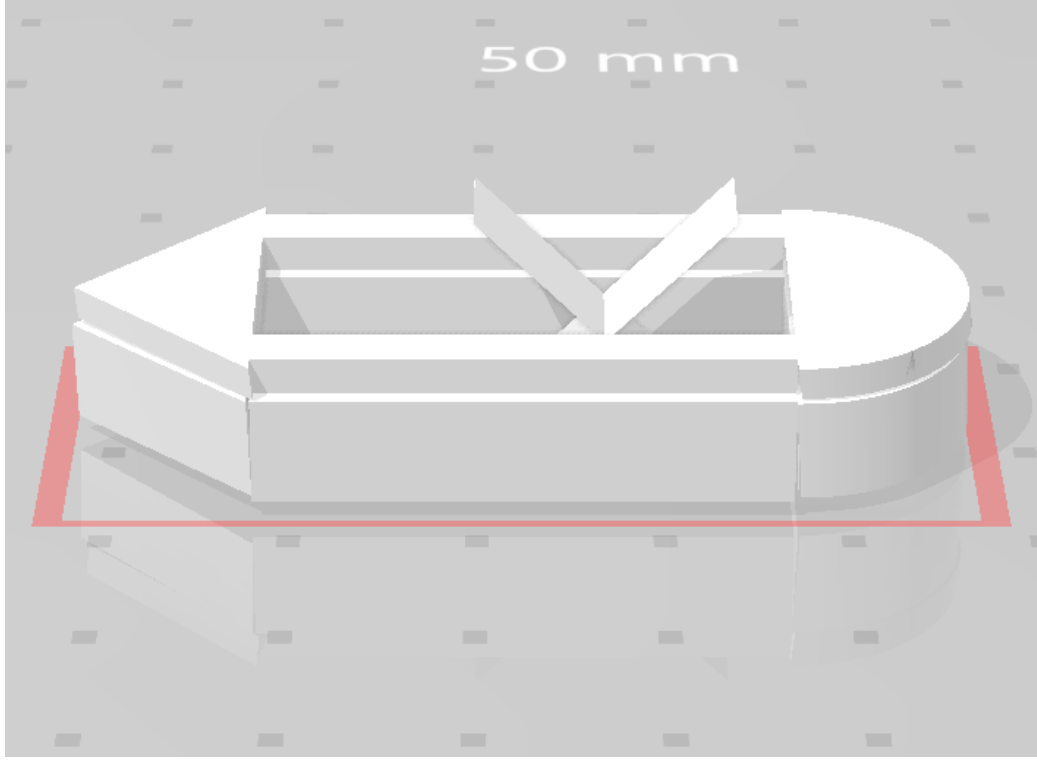
.....

getirmesi

Tasarımın gerçek yaşam problemine çözüm

Toplam puan:

Gemi tinkercad çizimi



STEM DERS PLANI

ROKET TASARIMI

SINIF SEVİYESİ: 8. SINIF

ÜNİTE ADI: Sürdürülebilir Kalkınma

KONU/ KAVRAMLAR: Sürdürülebilir yaşam, kaynakların tasarruflu kullanımı

ÖNERİLEN SÜRE: 3 ders saati

KULANILAN YÖNTEM VE TEKNİKLER: 5E modeli, iş birliği içerisinde öğrenme, tartışma tekniği, beyin fırtınası, problem çözme yöntemi

HEDEF KAZANIMLAR

FEN BİLİMLERİ

F.8.6.4.1. Kaynakların kullanımında tasarruflu davranmaya özen gösterir.

F.8.6.4.2. Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik proje tasarlar.

F.8.6.4.5. Kaynakların tasarruflu kullanılmaması durumunda gelecekte karşılaşılabilecek problemi belirterek çözüm önerileri sunar.

TEKNOLOJİ

Tasarım için bilgisayar ortamında taslak çizimler yapar.

Tasarım çizimlerini bilgisayar yardımıyla iki boyutlu görsellere dönüştürür.

Basit malzemeler kullanarak avantajlı roket tasarlar.

Kronometre kullanarak roketi tasarlar.

MÜHENDİSLİK KAZANIMLARI

Takım halinde iş birliği içerisinde çalışırlar. Öğrenci, iki roketi bir anda uzaya göndermek için roket tasarlamak ve roketi oluşturmak amacıyla mühendislik tasarım sürecini uygular. Roket yapımında, gerekli malzemeleri kullanır. Roketin birinin enerjisi bittiği an, diğer roketin harekete geçmesini sağlayan bir roket tasarımı yapar.

MATEMATİK KAZANIMLARI

M.8.2.2.2. Koordinat sistemi özellikleriyle ve sıralı ikilikleri gösterir.

M.8.2.2.5. Doğrusal ilişki içeren gerçek hayat durumuna ait denklem, tablo, grafik oluşturur ve yorumlar. M.8.2.2.6. Doğrunun eğilimini modellerle açıklar, denklemleri ve grafikleri eğimle ilişkilendirir.

21. YY BECERİLERİ

Eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini pekiştirir.

Bilimsel süreç becerilerini kazanır.

Takım çalışması ve iş birliği içerisinde fikirlerini paylaşır.

Yenilikçi (inovatif) ve yaratıcı düşünmeyi pekiştirir.

Mühendislik ve tasarım becerisini kazanır.

KULLANILAN MALZEMELER (3-4 kişilik öğrenci grubuna göre)

Uzayabilen Balon

2 Tane Kağıt Klipsi

Misine

4 Adet Milkshake Pipeti

Bant

Makas

Kağıt Havlu veya Tuvalet Kağıdının İç Kısmı

2. KAYNAKLAR

<https://youtu.be/Wz2Kp4D21v0>

<https://youtu.be/7oCvb79Ny-s>

Gazete Haberleri

8.Sınıf Ders Kitabı

SINIRLAMALAR

1-) Yalnızca size verilen materyaller kullanarak en verimli, ucuz maliyetli, iki roketi bir anda uzaya gönderebilecek şekilde tasarlayınız.

2-) Tasarladığınız roketlerde; uzayda roketin enerjisi bittiği an diğer roketin çalışmasını sağlayacak çalışma prensibi oluşturarak tasarlayınız.

3.Kavram Yanılgıları:

Roketin kullanımı ile ilgili kavram yanılgıları vardır.

Roketin uzayda nasıl yol aldığına yönelik öğrencilere soru sorulduğunda öğrencilerin çoğunluğu, kinetik enerji sayesinde roketin uzaya doğru hareket ettiğini düşünmektedir. Öğrenciler bu konuda yanılgıya düşmektedir. Roketin uzayda yol almasını sağlayan temel ilke Newton'un 'Her Etkiye Karşı Bir Tepki' vardır ifadesi ile bilinen hareket yasasıdır. Roketten dışarı atılan maddeler roketin kendi hareketlerinin tersi yönde iter. Bu da roketin uzayda yol almasını sağlar.

4.PROBLEM DURUMU

Gerçek Yaşam Problemi

Ülkemizde her yıl bir kez uzaya roket gönderildiğini biliyoruz. Roketin uzaya gönderimi çok maliyetli olduğundan dolayı yılda en fazla bir kez uzaya gönderilmektedir. Ülkemizde uzaya roket kullanımını artırmak amacıyla bir roket tasarlamamız isteniyor. Sizler de birer uzay ve havacılık mühendisi olduğunuzu düşünerekten roket tasarlayınız. Tasarımınızın maliyetini ve enerji düzeyini dikkate alarak tasarlayınız. Tasarladığınız ürünlerin günlük hayatta tasarlanabilir ve kullanabilir olmasına dikkat ediniz.

KARİYER BAĞLAMI

Malzeme Birimi ve Mühendisliği

Roket tasarımında kullanılabilecek daha güçlü, maliyeti az, verimi yüksek olan malzemeler tasarlamaya yardımcı olur. Daha uzun vadeli kullanılabilir hale getirebilir.

Otomotiv Mühendisliği

Aracın kullanım yerine göre denge hesaplarını yapar. Aracın güvenliliği için teknik hesaplar yapar. Öğrenci bu teknikleri dikkate alarak tasarım yapar.

Enerji Sistemler Mühendisliği

Her türlü enerjinin kaliteli, yeterli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde üretilmesinden sorumludur. Enerji sistemi tasarımı ve üretimi yapar.

5.DERSİN İÇERİĞİ

GİRİŞ

Öğretmen, öğrencilere roketin oluşumuna yönelik bir gazete haberi getirir. Gazete haberi üzerine roket yapımında hangi malzemelerin kullanımı, maliyeti ve tek roket gönderilmesi üzerine (avantajlı olarak) nelerin geliştirilebileceğine yönelik öğrencilere sınıf içerisinde beyin fırtınası yaptırarak tartışma ortamı sağlar.

Bu şekilde öğrencilerin derse karşı dikkatleri çekilir. Gazete haberlerinden yola çıkarak şu sorular sorulur:

- 1-) Roket tasarımı nasıl yapılır?
- 2-) Roket yapımında nelere dikkat edilmelidir?
- 3-) Maliyeti düşük olacak şekilde yıl içerisinde uzaya daha fazla roket gönderebilmek için neler yapabiliriz? Nasıl çözümler üretebiliriz?
- 4-) Roket uzayda nasıl yol almaktadır?
- 5-) Roketlerde hangi yakıt türleri kullanılmaktadır?

KEŞFETME

Öğretmen giriş aşamasında sorduğu soruları, öğrencilerin araştırmasını ister. Öğrenciler yaptıkları araştırmaları sınıf ortamında arkadaşları ile paylaşırlar. Öğretmen bu aşamada roketlerin yapımına yönelik videoyu izletir. Bunun üzerine roket yapımında hangi işlem basamaklarını uygulanacağı ve dikkat edilmesi gereken noktaları vurgular. Sınıf içerisinde tartışma ortamı sağlayarak roket tasarımı üzerine durulur.

DERİNLEŞTİRME

Takım halinde iş birliği içerisinde öğrenme gruplarında çalışmak üzere 3-4 kişilik homojen gruplar(cinsiyet, beceri, başarı) oluşturur. Öğrenciler kendi arasında rol paylaşımı yapar. Öğrenci gruplarına gerekli malzemeler bir kutu içerisinde verilir. Kutu içerisindeki malzemeleri kullanarak uzaya tek seferde iki roketi bir anda gönderebileceği bir roket tasarımı yapar. Buradaki amaç; öğrencilerin bakış açılarını değiştirmek ve yaratıcı düşüncelerini sağlayarak, roket yaparken hangi malzemeleri kullanacağı ve hangi malzemeleri kullanırsa roket az enerji harcayarak daha hızlı uzaya gönderileceği konusunda

düşündürülür. Öğrenciler malzeme birimi, enerji mühendisliği ve otomotiv mühendisliği kariyerlerine yönelik farkındalık kazanır.

Öğrenciler tasarımlarına başlamadan önce EK-1’de yer alan çalışma kağıdını doldurması istenir. Öğrenciler tasarımlarını yaparken, matematik dersinden koordinat sistemi ve doğrusal ilişki içeren gerçek hayat durumunu yönelik grafik oluşturmasını bilgi ve beceri kazanır. Bu şekilde STEM (fen-matematik-teknoloji-mühendislik) entegrasyonu sağlanmış olur.

DEĞERLENDİRME

Uzaya roket gönderimi; tek seferde iki roketi bir anda göndermek amacıyla yapılacak bir etkinliktir. Bundan dolayı roketle ilgili tasarıma ve kazanıma odaklanılacaktır.

Anlık değerlendirme için teknoloji destekli değerlendirme araçları kullanılabilir.

Alternatif değerlendirme için zihin haritası kullanılabilir.

EK-1’de öğrencilerin tasarımdan önce doldurmaları istenen çalışma kağıtları göz önünde bulundurulabilir.

EK-2 ‘de bulunan tasarım değerlendirme rubriği kullanılabilir.

EK-1 ÖĞRENCİ ÇALIŞMA KAĞIDI

1-) Aşağıdaki boşluğa roketin ilk tasarımını çizin. (Gerçek yaşam problemini hatırlayınız.)

2-) Taslak ürününüzün gerçek yaşamla ne kadar uyumlu olduğunu açıklayınız.

3-) Size sağlanan materyallerle ürününüzü tasarlayınız. Tasarımda hangi malzemeler kullanılsaydı tasarımın daha başarılı olacağını düşünüyorsunuz?

4-) Roket yapımında, hangi kriterleri göz önünde bulundurarak tasarım yaptınız?

5-)İlk tasarımda çizdiğiniz roket ile tasarladığınız roket arasındaki farklılıkları hangi işlem basamağında eksikler olduğunu fark ettiniz?

EK-2 TASARIM DEĞERLENDİRME RUBRİĞİ

Tasarımda Bulunması Gereken Nitelikler	Puan
Tasarımın yapılması	
Tasarımın özgün olması	
Zaman yönetimi	
21.yy becerilerini kullanmış olması	
Tasarımın gerçek yaşam problemine çözüm getirmesi	
Tasarımın gerçek hayatta kullanabilir olması	
Tasarımın mühendisliğe uygunluğu	
Tasarımın teknolojiye uygunluğu	
Takım halinde iş birliği içerisinde çalışılması	
Malzemelerin tasarruflu bir şekilde kullanımı	
Fen-Matematik-Teknoloji-Mühendislik entegrasyonunun sağlanması	

Puan	Değerlendirme kriteri
1	Çok kötü
2	Zayıf
3	Orta
4	İyi
5	Mükemmel

PISA SORUSU

Roketler, uç kısmı genellikle hava sürtünmesini azaltacak şekilde yapılmış, yakıt, motor ve egzozdan oluşan silindir şeklindeki yapılardır. Roket kullanılmasıdaki asıl amaç; kısa süreli yüksek hız elde edilmesi ve roketin atmosfer dışındaki oksijensiz ortamda çalışabilmesidir. Rokette kullanılan ilk yakıt katı baruttur.

1-) Roketler, hava sürtünmesini azaltacak şekilde yapıldığına göre; uzay boyunca nasıl ilerlemektedir?

PUANLAMA-1

Tam puan:

Roketlerin çalışması sırasında; Newton'un ‘ her etkiye karşılık bir tepki vardır’ ifadesi ile bilinen bir yasadır. Kimyasal bir tepkime sonucunda roketten dışarı atılan maddeler roketi kendi hareket yönlerinin tersi yönde iter. Bu da roketin uzayda yol almasını sağlar.

Kısmi puan:

Roketler çalışması sırasında havaya gereksinim duymadan hareket yönünün tersi yönünde sıcak gaz püskürterek hareket eder.

Sıfır puan:

Boş

BİLİM TEKNOLOJİ VE YAŞAM

Ordu’da yaşayan bir öğrenci, su israfı önüne geçerek bir ilke imza attı. Suyun musluktan boşa akmasını engelleyen bir aparat geliştiren öğrenci bu sayede büyük oranda su tasarrufu yapılacağını belirtti. Türk Patent Enstitüsünden patenti alınan çubuk şeklindeki bu ürün musluğun ucuna takılıyor ve elektrikle çalışıyor. Çubuk yana çekildiğinde musluktan su akıyor. Bırakıldığında ise su akışı otomatik olarak duruyor.

2-) Peki, musluktaki suyun otomatik olarak durmasını sağlayan etken nedir?

PUANLAMA-2

Tam Puan:

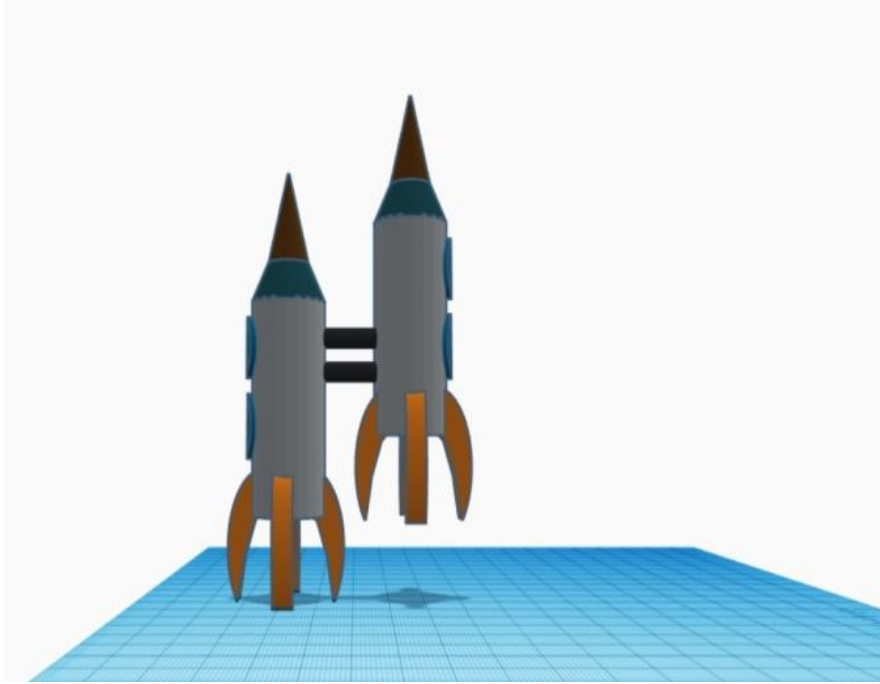
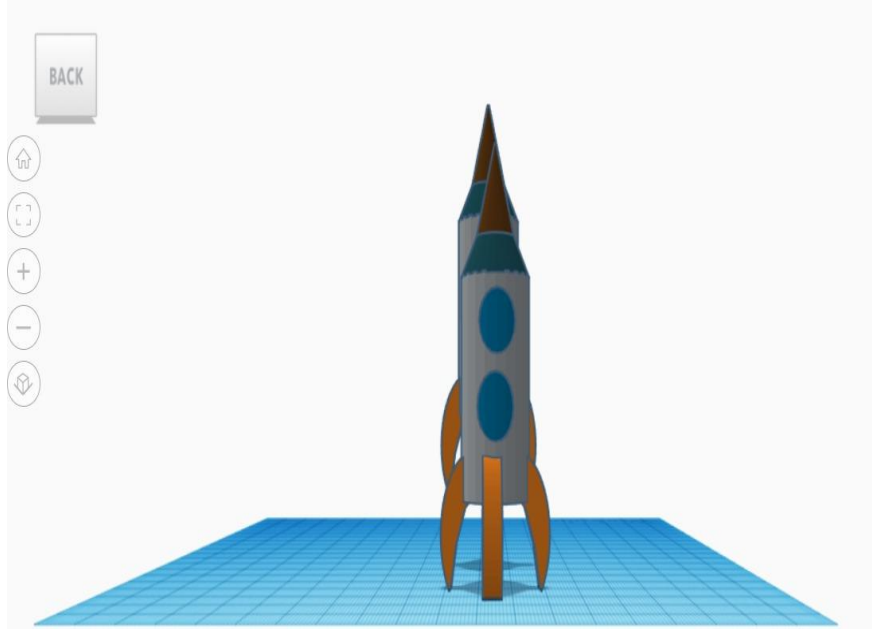
Musluğun ucuna göre ayarlanmış aparat suyu musluğun iç kısmına geri dönmesini sağlayan şey itme kuvvetidir. Musluktan akan su aparata çarpar ve geri döner musluğa geri dönmesinde çekim kuvvetinin de etkisi vardır. Böylece kaynakların etkili kullanımı gerçekleşmiş olur.

Kısmi puan:

Musluğun uç kısmındaki aparat kapak görevini yapmaktadır. Böylece su akmaz.

Sıfır Puan: Boş

ROKET 3D ÇİZİMLERİ



EK-6: STEM Ders Planı Değerlendirme Formu

Bu bölümdeki madde ve kriterler öğretmen adaylarının STEM ders planlarını değerlendirmek amacıyla yapılandırılmıştır. Puanlamada aşağıda verilen kriterler dikkate alınmalıdır. Aşağıda yer alan 15 maddeden öğretmen adayının alabileceği en yüksek 45 puan'dır. Bölüm puanı:.....

I. DERS ÖNCESİ (HAZIRLIK VE PLANLAMA)

Madde 1	Değerlendirme kriteri	Puan				Verilen puana ilişkin gerekçe
		0	1	2	3	
Bu madde öğretmen adayının, STEM'in doğasına uygun STEM disiplinlerine (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) yönelik kazanımları belirleyebilme bilgi ve becerisini içermektedir.	“0” STEM disiplinlerine ilişkin kazanımlar tespit edilmemiştir ya da doğru tespit edilmemiştir.					
	“1” STEM'in en çok iki disiplinine ilişkin kazanımlar tespit edilmiştir.					
	“2”STEM'in üç disiplinine ilişkin kazanımlar tespit edilmiştir.					
	“3”STEM disiplinlerinin tamamını (dört) içeren kazanımlar tespit edilmiştir.					

Madde 2	Değerlendirme kriteri	Puan				Verilen puana ilişkin gerekçe
		0	1	2	3	
Bu madde öğretmen adayının kazanımlara uygun süreyi belirleyebilme bilgi ve becerisini içermektedir.	“0” STEM’in doğasına uygun kazanımlar için önerilen sürenin uygun olmadığı tespit edilmiştir.					
	“1” STEM’in doğasına uygun kazanımlar için önerilen süre kısmen uygundur.					
	“2”STEM’in doğasına uygun kazanımlar için önerilen süre önemli ölçüde uygundur.					
	“3” STEM’in doğasına uygun kazanımlar önerilen süreye tamamen uygundur.					

Madde 3	Değerlendirme kriteri	Puan				Verilen puana ilişkin
---------	-----------------------	------	--	--	--	-----------------------

		0	1	2	3	gerekçe
Bu madde, öğretmen adayının P21 çerçevesindeki 4 gruba ayrılan 21. yy becerilerini önerilen süre içerisinde STEM etkinliğinde kullanabilme bilgi ve becerisini içermektedir. (Öğretmen adayı belirlediği 21.yy becerilerine göre öğrenme ve öğretme ortamı sağlar.)	“0” STEM etkinliğinde, P21 çerçevesindeki 21. yy becerileri kullanılmamıştır.					
	“1” P21 çerçevesindeki dört gruptan sadece bir gruba yönelik becerileri içeren etkili bir STEM etkinliği tasarlamıştır.					
	“2” P21 çerçevesindeki dört gruptan iki farklı gruba yönelik becerileri içeren etkili bir STEM etkinliği tasarlamıştır.					
	“3” P21 çerçevesindeki dört gruptan en az üç farklı gruba yönelik becerileri içeren etkili bir STEM etkinliği tasarlamıştır.					

Madde 4	Değerlendirme kriteri	Puan	Verilen puana ilişkin
---------	-----------------------	------	-----------------------

		0	1	2	3	gerekçe
Bu madde öğretmen adayının STEM etkinliği hazırlaması hakkındaki bilgi ve becerisini içermektedir.	“0”, öğrencinin aktif olmasını sağlayan, öğrencinin düzeyine ve kazanımlara uygun bir STEM etkinliği hazırlanmamıştır.					
	“1”, öğrencinin aktif olmasını sağlayan, öğrencinin düzeyine ve kazanımlara uygun olma özelliklerinden yalnızca birini sağlayan STEM etkinliği tasarlanmıştır.					
	“2”, öğrencinin aktif olmasını sağlayan, öğrencinin düzeyine ve kazanımlara uygun olma özelliklerinden ikisini sağlayan STEM etkinliği tasarlanmıştır.					
	“3”, öğrencinin aktif olmasını sağlayan, öğrencinin düzeyine ve kazanımlara uygun olma özelliklerinden tamamını sağlayan STEM etkinliği tasarlanmıştır.					

Madde 5	Değerlendirme kriteri	Puan	Verilen puana ilişkin
---------	-----------------------	------	-----------------------

		0	1	2	3	gerekçe
Bu madde, öğretmen adayının Mühendislik Tasarım Süreci aşamalarını ürün oluştururken kullanabilme bilgi ve becerisini içermektedir. (Mühendislik tasarım süreci Wendell vd. (2011)'e göre; problemlerin belirlenmesi, olası çözümlerin araştırılması, en uygun çözümün seçilmesi, prototipin yapılması, prototipin test edilmesi aşamalarını döngüsel olarak içermektedir.)	“0” mühendislik tasarım süreci dikkate alınmadan bir tasarım oluşturulmuştur.					
	“1” mühendislik tasarım süreci <u>kısmen dikkate alınarak bir</u> tasarım oluşturulmuştur.					
	“2” ürün oluşturulurken mühendislik tasarım süreci <u>dikkate alınmıştır ancak basit hataları vardır. (örneğin; bütün aşamaları dikkate almak ancak yalnızca olası çözümleri araştırmadan tek bir çözümü denemek ya da prototipleme yapmadan son tasarıma geçmek gibi)</u>					
	“3” mühendislik tasarım süreci aşamaları tamamen dikkate alınarak etkili bir tasarım oluşturulmuştur.					

Madde 6	Değerlendirme kriteri	Puan	Verilen puana ilişkin
---------	-----------------------	------	-----------------------

		0	1	2	3	gerekçe
Bu madde, öğretmen adayının gerçek yaşam problemi içeren tanıtıcı bir paragraf (senaryo) hazırlama bilgi ve becerisini içermektedir. (Öğretmen adayı açık uçlu, birden fazla çözümü olan, 21. yy hayatına dönük ve ürün-süreç birlikteliği içeren gerçek yaşam problemi hazırlar)	“0” etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, <i>açık uçlu, birden fazla çözümü olan, 21. yy hayatına dönük ve ürün-süreç birlikteliği gibi özellikleri içeren gerçek yaşam problemi hazırlamamıştır.</i>					
	“1” etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, <i>açık uçlu, birden fazla çözümü olan, 21. yy hayatına dönük ve ürün-süreç birlikteliği gibi özelliklerden yalnızca birini içeren gerçek yaşam problemi hazırlamıştır.</i>					
	“2” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, <i>açık uçlu, birden fazla çözümü olan, 21. yy hayatına dönük ve ürün-süreç birlikteliği gibi özelliklerden ikisini içeren gerçek yaşam problemi hazırlamıştır.</i>					
	“3” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, <i>açık uçlu, birden fazla çözümü olan, 21. yy hayatına dönük ve ürün-süreç birlikteliği gibi özelliklerden en az üçünü içeren gerçek yaşam problemi hazırlamıştır.</i>					

Madde 7	Değerlendirme kriteri	Puan				Verilen puana ilişkin gerekçe
		0	1	2	3	
<i>Bu madde öğretmen adayının gerçek yaşam problemine yönelik olarak sınırlamalar (zaman, bütçe, kullanılması gereken materyaller) hakkında bilgi ve becerisini içermektedir.</i>	“0” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, zaman, bütçe, kullanılması gereken materyaller gibi özellikleri içeren sınırlamalar hazırlamamıştır.					
	“1” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, zaman, bütçe, kullanılması gereken materyaller gibi özelliklerden yalnızca birini içeren sınırlamalar hazırlamıştır.					
	“2” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, zaman, bütçe, kullanılması gereken materyaller gibi özelliklerden ikisini içeren sınırlamalar hazırlamıştır.					
	“3” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, zaman, bütçe, kullanılması gereken materyaller gibi özelliklerden tamamını içeren sınırlamalar hazırlamıştır.					

Madde 8	Değerlendirme kriteri	Puan				Verilen puana ilişkin gerekçe
		0	1	2	3	
Bu madde öğretmen adayının problem durumu ile ilgilenen, STEM disiplinleriyle ilişkili meslekler hakkında bilgi ve becerisini içermektedir.	“0” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, STEM disiplinleriyle ilişkili gerçek yaşam problemine ve 21.yy yaşamına uygun kariyer bağlamı bilgisi vermemiştir.					
	“1” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, STEM disiplinleriyle ilişkili gerçek yaşam problemine ve 21.yy yaşamına uygun olma kriterlerinden yalnızca birini içeren kariyer bağlamı bilgisi vermiştir.					
	“2” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, STEM disiplinleriyle ilişkili gerçek yaşam problemine ve 21.yy yaşamına uygun olma kriterlerinden ikisini içeren kariyer bağlamı bilgisi vermiştir.					
	“3” Etkili bir tasarım oluşturma sürecinde, STEM disiplinleriyle ilişkili gerçek yaşam problemine ve 21.yy yaşamına uygun olma kriterlerinden tamamını içeren kariyer bağlamı bilgisi vermiştir.					

II. DERS SÜRECİ (5E ÖĞRETİM MODELİ KULLANABİLME)

Madde 9	Değerlendirme kriteri	Puan				Verilen puana ilişkin gerekçe
		0	1	2	3	
Bu madde, öğretmen adayının 5E modelinin “Giriş” aşaması hakkındaki bilgi ve becerisini içermektedir. (Öğretmen adayı ön bilgilerin değerlendirilmesi, merak uyandırmak amacıyla (soru-cevap ile beyin fırtınası, karikatür, video, gösteri vb.) uyarıcılar hazırlar.)	“0” giriş aşamasında öğrencilerin ön bilgilerini değerlendirme, öğrencinin aktif olmalarını sağlama ve ilgi-merak uyandırma gibi özellikleri içeren herhangi bir uyarıcı hazırlanmamıştır.					
	“1” giriş aşamasında, öğrencilerin ön bilgilerini değerlendirme, öğrencinin aktif olmalarını sağlama ve öğrencilerde ilgi-merak uyandırma gibi özelliklerden yalnızca birini yansıtan uyarıcı/uyarıcılar hazırlanmıştır.					
	“2” giriş aşamasında, öğrencilerin ön bilgilerini değerlendirme, öğrencinin aktif olmalarını sağlama ve öğrencilerde ilgi-merak uyandırma gibi özelliklerden ikisini yansıtan uyarıcı/uyarıcılar hazırlanmıştır.					
	“3” giriş aşamasında, öğrencilerin ön bilgilerini değerlendirme, öğrencinin aktif olmalarını sağlama ve öğrencilerde ilgi-merak uyandırma gibi özelliklerden tamamını yansıtan uyarıcı/uyarıcılar hazırlanmıştır.					

Madde10	Değerlendirme kriteri	Puan				Verilen puana ilişkin gerekçe
		0	1	2	3	
Bu madde, öğretmen adayının 5E modelinin “Keşfetme” aşaması hakkındaki bilgi ve becerisini içermektedir. (Öğretmen adayı, mevcut bilgileri, becerileri varsa kavram yanılgılarını ortaya çıkartmak için sınıf tartışmaları; hands on-minds on (basit araçlarla yaparak öğrenme-yüksek düşünme becerilerini hands on etkinliklerinde kullanma) etkinlikleri; eğitim yazılımları; basılı kaynaklardan, internet üzerinden ve diğer uzmanlardan bilgiye erişim gibi etkinlikleri içermektedir.)	“0” Keşfetme aşamasında öğrencilerin ön bilgilerini (varsa kavram yanılgılarını) değerlendiren, öğrencinin aktif olduğu ve işbirlikli öğrenmeyi destekleme gibi özellikleri içeren herhangi bir uyarıcı hazırlanmamıştır.					
	“1” Keşfetme aşamasında, öğrencilerin ön bilgilerini değerlendiren, öğrencinin aktif olduğu ve işbirlikli öğrenmeyi destekleme gibi özelliklerden yalnızca birini yansıtan uyarıcı/uyarıcılar hazırlanmıştır.					
	“2” Keşfetme aşamasında, öğrencilerin ön bilgilerini değerlendiren, öğrencinin aktif olduğu ve işbirlikli öğrenmeyi destekleme gibi özelliklerden ikisini yansıtan uyarıcı/uyarıcılar hazırlanmıştır.					
	“3” Keşfetme aşamasında, öğrencilerin ön bilgilerini değerlendiren, öğrencinin aktif olduğu ve işbirlikli öğrenmeyi destekleme gibi özelliklerden tamamını yansıtan uyarıcı/uyarıcılar hazırlanmıştır.					

Madde 11	Değerlendirme kriteri	Puan				Verilen puana ilişkin gerekçe
		0	1	2	3	
Bu madde, öğretmen adayının 5E modelinin “Açıklama” aşaması hakkındaki bilgi ve becerisini içermektedir. (Öğretmen adayı, STEM projesini tamamlamak için, ana dersin kazanımlarıyla ilişkili olan kavram ve tanımları hazırlar.)	“0” Açıklama aşamasında ana dersin kazanımlarıyla ilişkili kavram ve tanımlar hazırlanmamıştır.					
	“1” Açıklama aşamasında STEM projesini tamamlamak için, giriş ve keşfetme aşamasındaki etkinliklere dayalı olarak adım adım açıklamalar içerir. Ancak dersin kazanımlarını yansıtan bütüncül bir içerik yer almamaktadır.					
	“2” Açıklama aşamasında STEM projesini tamamlamak için, ana dersin kazanımlarıyla ilişkili olan kavram ve tanımlar hazırlanmıştır, kavram ve tanımlarda eksiklikler bulunmaktadır.					
	“3” Açıklama aşamasında STEM projesini tamamlamak için ana dersin kazanımlarıyla ilişkili olan gerekli (ders kitabı doğrultusunda) kavram ve tanımları içerir.					

Madde 12	Değerlendirme kriteri	Puan				Verilen puana ilişkin gerekçe
		0	1	2	3	
Bu madde, öğretmen adayının 5E modelinin “Derinleştirme” aşaması hakkındaki bilgi ve becerisini içermektedir. Öğretmen adayının, STEM etkinliği ile ilişkili olan STEM disiplinlerini (Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) ilişkilendirme bilgi ve becerisini içermektedir. (Öğretmen adayı, hazırladığı STEM etkinliğinde Fen dersi bağlamında teknoloji, mühendislik ve matematik entegrasyonunu gerçekleştirir (Dugger, 2010). STEM’in diğer disiplinlerine (Teknoloji, Mühendislik, Matematik) ilişkin kazanımları yansıtan içeriği STEM etkinliği ile uyumlu bir şekilde sunar.	“0” Derinleştirme aşamasında, STEM disiplinlerine ilişkin kazanımlar, disiplinler arası ilişkilendirilmemiştir.					
	“1” Derinleştirme aşamasında, STEM disiplinlerine ilişkin kazanımlar, multidisipliner yaklaşıma göre ilişkilendirilmiştir.					
	“2” Derinleştirme aşamasında, STEM disiplinlerine ilişkin kazanımlar, interdisipliner yaklaşıma göre ilişkilendirilmiştir.					
	“3” Derinleştirme aşamasında, STEM disiplinlerine ilişkin kazanımlar, transdisipliner yaklaşıma göre ilişkilendirilmiştir.					

Madde 13	Değerlendirme kriteri	Puan				Verilen puana ilişkin gerekçe
		0	1	2	3	
Bu madde, öğretmen adayının 5E modelinin “Değerlendirme” aşaması hakkındaki bilgi ve becerisini içermektedir.	“0” Değerlendirme aşamasında, kazanımlarla uyumlu herhangi bir değerlendirme içermemektedir.					
	“1” Değerlendirme aşamasında, kazanımlarla uyumlu geleneksel değerlendirme yöntemleri ile (çoktan seçmeli sorular, yazılı yoklamalar vb.) yalnızca düzey belirleyici değerlendirmeler hazırlamıştır.					
	“2” Değerlendirme aşamasında, kazanımlarla uyumlu gerçek yaşamla ilişkili biçimlendirici veya düzey belirleyici değerlendirmeler hazırlamıştır.					
	“3” Değerlendirme aşamasında, kazanımlarla uyumlu gerçek yaşamla ilişkili biçimlendirici ve düzey belirleyici değerlendirmeler hazırlamıştır.					

III. DERS SONUCU (TASARIM DEĞERLENDİRME)

Madde 14	Değerlendirme kriteri	Puan				Verilen puana ilişkin gerekçe
		0	1	2	3	
Bu madde, öğretmen adayının gerçek yaşam problemine çözüm getiren, özgün ve dayanıklı bir ürün oluşturma bilgi ve becerisini içermektedir.	“0” gerçek yaşama problemine çözüm getiren, özgün ve dayanıklı bir ürün tasarlanmamıştır.					
	“1” gerçek yaşama problemine çözüm getiren, kısmen özgün veya dayanıklı bir ürün tasarlanmıştır.					
	“2” gerçek yaşama problemine çözüm getiren, tamamen özgün veya dayanıklı bir ürün tasarlanmıştır.					
	“3” gerçek yaşama problemine çözüm getiren, tamamen özgün ve dayanıklı bir ürün tasarlanmıştır.					

EK-7: STEM Projesi Ders Planı Örneği

PERİSKOP YAPIMI

SINIF SEVİYESİ: 7.SINIF
ÜNİTE ADI: IŞIĞIN KIRILMASI VE MERCEKLER
KONU/KAVRAMLAR: Işığın kırılması, mercekler (ince kenarlı mercekler, kalın kenarlı mercekler)
ÖNERİLEN SÜRE/ETKİNLİK SÜRESİ:10 Ders Saati/ 2 Ders Saati
KULLANILAN YÖNTEM VE TEKNİKLER: 5E Modeli, Proje Tabanlı STEM Eğitimi, İşbirlikli Öğrenme Grupları, Tartışma Tekniği, Beyin Fırtınası, Deney Yapma Tekniği, Soru-Cevap Tekniği,Balık Kılçığı Tekniği,Kavram Haritası

1.HEDEF KAZANIMLAR
FEN BİLİMLERİ
F.7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojideki kullanım alanlarına örnekler verir.
F.7.5.3.5. Ayna ve mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar. a.) Öncelikle tasarımı çizimle ifade etmesi istenir. İmkanlar uygunsa üç boyutlu ürün tasarlanması istenebilir.

TEKNOLOJİ
Tasarımı için taslak çizimler yapar.
Mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir ürün tasarlar.
Taslak çizimlerini bilgisayar yardımıyla iki boyutlu görsellere dönüştürür.
Ayna ve mercekleri kullanarak araç tasarlanması istenir.

MÜHENDİSLİK KAZANIMLARI
Mühendislik tasarım sürecini kullanarak, insanların hayatını kolaylaştırmayı sağlayan bir araç tasarlar.
Mühendislik tasarım sürecindeki sınırlılıkları değerlendirir.
Malzemelerin özelliklerini dikkate alarak tasarımlarına yansıtır.

MATEMATİK KAZANIMLARI
M.5.2.3.1.Uzunluk ölçme birimlerini tanır; metre-kilometre, metre-desimetre-santimetre-milimetre birimlerini birbirine dönüştürür.
M.6.3.1.1. Açıyı başlangıç aynı iki ışının oluşturduğu bilir ve sembolle gösterilir.
M.6.3.1.2. Bir açıya eş açı çizer.

21.yy Becerileri
Takım çalışması ve iş birliği içerisinde fikirlerini paylaşır.
Eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini pekiştirir.
Yaratıcı düşünme ve karar verme becerilerini kullanır.
Toplumda karşılaştığı probleme yönelik çözüm olanakları geliştirir.
Bilimsel süreç becerileri kazanır.(Gözlem, Tahmin etme, Yorumlama)
Etkili sözlü ve yazılı iletişim becerilerini kullanır.

1.KULLANILAN MALZEMELER(3-4 Kişilik Öğrenci Grubuna Göre)

2 adet Ayna
Kutu
Makas
Yapıştırıcı, Bant
Mercek
Maket Bıçağı
Keçe Kağıdı

2.KAYNAKLAR
Tinkercad Paint 3D https://youtu.be/82wMqQvoTCs (ayna) https://youtu.be/m6WVUdOjX34 (mercek) 7.sınıf fen bilgileri kitabı

3.Problem Durumu (Öğretmen öğrencilerine aşağıdaki gerçek yaşam problemini sunar. Öğrencilerin probleme çözüm getirmesi ve bu çözümü ürüne dönüştürmesi istenir.)
Gerçek Yaşam Problemi İnsanların yaşam kalitesini olumsuz etkileyen pek çok sağlık sorunları bulunmaktadır. Bunlardan biri sandalye veya merdivenden düşerek ayak kırılması, çatlak oluşumu, zedelenme meydana gelmektedir. Dolabın üst kısmında, rafında bulunan eşyaları sandalye ve merdivene çıkmadan aradığımız eşyaların orda olup olmadığını görmemizi sağlayan ve sağlık sorunlarını en aza indirmek amaçlanmaktadır. Yukarıdaki gerçek yaşam problemini okuyunuz. Siz optik mühendisi olduğunuzu düşünerek bu probleme çözüm getirecek bir araç tasarlamanız istenmektedir.
Sınırlamalar (Öğrenciler tasarıma başlamadan önce sınırlamalar sunulur ve bu sınırlamalar

dikkate alarak tasarımlarını hazırlar.)
Yalnızca size verilen materyalleri kullanarak en verimli ve en ucuz maliyetli periskop tasarımı yapmanız gerekmektedir.
Dolabın üst kısmında veya rafta bulunan eşyaları görmek amacıyla sandalyeye ve merdivene çıkmadan dolabın üst kısmını görmemizi sağlayan bir araç tasarlamanız istenmektedir.
İlk tasarımınızı test etmek için 35 dk süre, tasarımınızın son halini verme ve yeniden test etmek için verilen süre yaklaşık 20 dk olacaktır.
Kutu ile ayna arasındaki açı uygun şekilde ayarlanmalıdır.
Kutunun boyu en az 30 cm olmalıdır.

Kariyer Bağlamı(Öğretmen tarafından öğrencilerin optik mühendisliği ile malzeme bilimi ve mühendisliği kariyerlerine yönelik farkındalık kazanmaları sağlanır. Ayrıca etkinlikle birlikte bu alanlara yönelik bilgi ve beceri kazanmaları sağlanır.)
Optik Mühendisliği: Işığı kullanan tüm cihaz ve donanımların araştırılması, tasarlanması, geliştirilmesi ve günlük hayatta pratik uygulanmasına odaklanır. Temelleri fizik temel bilimine dayanan optik mühendisliği elektrik elektronikten haberleşmeye ve makinadan bilgisayara kadar birbirinden farklı disiplinlerin bir araya getirmektedir.
Malzeme bilimci ve Mühendisliği: Periskop yapımında basit malzemeler kullanarak hangi malzeme ile daha maliyeti uygun ve verimli araç tasarlamaya karar verir.

Kavram Yanılgısı
Aynalar konusunda kavram yanılgılarının ışığın yayılması, yansıma, görüntü oluşumu,görüntü özellikleri,görme süresi ve optik araçlarla ilgili olduğu belirtilmiştir.

4.DERSİN İÇERİĞİ

GİRİŞ



Derse dikkat çekmek amacıyla öğrencilere karikatür gösterilir.

<https://youtu.be/82wMqQvoTCs> (ayna)

<https://youtu.be/m6WVUdOjX34> (mercek)

Öğretmen öğrencilere ayna ve merceklerle ilgili bir video izletir. Videodan yola çıkarak ayna ve merceğin kullanıldığı alanlar ile gerçek yaşam problemi üzerine bir tartışma ortamı oluşturulur:

- 1.Ayna ve Mercek arasındaki fark nedir?
2. Mercek kullanılarak tasarlanan araçlar nelerdir? Örnekler veriniz.
3. Mikroskop,teleskop,dürbün,büyüteç gibi araçlarda mercek kullanılmasının sebebi nedir?
- 4.Periskop nerelerde kullanılır?
- 5.Periskop kullanımının insan hayatına etkisi nedir?

Bu şekilde öğrencilerin önbilgileri, kavramları yoklanır ve öğrencilerin konuya dikkatleri çekilir.

KEŞFETME



Öğretmen sınıfa getirdiği fotoğraf üzerinde öğrencilerle beyin fırtınası yaptırarak sınıftaki öğrencilerin birbiri ile bilgi alışverişi yapmaları sağlanır.

Daha sonra;

Öğretmen bu aşamada farklı nesnelerin aynada oluşan görüntüleri incelemeleri için aşağıdaki deneyi öğrencilere yaptırır.

ETKİNLİK: Aynada Oluşan Görüntüleri İnceleyelim

Kullanılan Araç ve Gereçler:

Ayna

Kağıt

Kalem

Mum

Çakmak

Cetvel

Amaç: Aynada görüntü oluşumunu incelemek

Deneyin Yapılışı:

A4 kağıdı üzerine 'CAN' kelimesi yazılır. Bu kağıdın aynadaki görüntüsü incelenir. Daha sonra A4 kağıdı üzerine mum konur ve mum yakılır. Mumun boyunun uzunluğu ölçülür. Aynada oluşan görüntünün boyu ölçülür. Analiz: Aynada görüntü nasıl oluşmaktadır? Aynada cisimlerin ters görünme sebebi nedir? Günümüzde ayna kullanılarak tasarlanan araçların ayna kullanılmasıdaki amaç nedir?
--

AÇIKLAMA
Giriş aşamasındaki sorular ve keşfetme aşamasındaki etkinlik deneyimlerine bağlı olarak öğretmen öğrencilere; Ayna ve merceklerle tasarlanan araçların kullanılması, hayatımızı nasıl etkiler? Sorusunu sorarak açıklamasını ister. Ayna, mercek, görüntü oluşumu, periskop kavramlarını açıklamalarını ve bu duruma örnek vermelerini ister. Teleskop, dürbün, mikroskop gibi araçlarda mercek kullanılmasının neden önemli olduğu, geliştirilen aletlerde mimari uygulamalar üzerine tartışılır. Öğretmen öğrencilerin yanlış / eksik kavramlarını düzeltmeye sağlayacak şekilde açıklamalar yapar. Bu şekilde konunun öğrenciye öğretilmesi ve kavratılması sağlanmış olur.
Kavram ve Tanımlar Ayna:Nesnelerin görüntüsünü veren ışığı yansıtan,cam. Mercek:Işık ışınlarını birbirlerine yaklaştıran ve uzaklaştıran optik alet. Görüntü:İnsan gözünün görebilmesi için bir araç sayesinde oluşturulan görünümdür.

DERİNLEŞTİRME
1.ADİM: Gerçek Hayat Örnekleri ile Dikkat Çekme: Öğrencilerden öğrenci çalışma kâğıdında ‘Proje Yarışması’ etkinliğindeki gerçek yaşam problemi içeren senaryoyu okumaları istenir.
2.ADİM: Proje Tasarımcıların Rolünü Belirleme: Takım halinde iş birliği içerisinde çalışmak üzere 3-4 kişilik heterojen gruplar(cinsiyet, başarı, beceri, tutum)oluşturulur ve öğrencilerin rolleri belirlenir. Öğrenci çalışma kâğıdında yer alan ‘Proje Ekibi tablosu doldurulur. Öğrencilerden probleme yönelik çözüm bulmaları ve araç tasarımları istenir. Önceden belirlenmiş olan sınırlamalar ve kriterler sunulur.
3.ADİM: Gerekli Bilgileri Tartışma Ve Toplama: Gerçek yaşam probleminden yola çıkarak çözüm için tasarlayacağınız üründe hangi malzemelerin kullanılacağına, uygulama kısmındaki ince noktaların araştırılması istenir. Bu aşamada, EK-1’de yer alan araştırma kayıt defteri doldurmaları istenir.
4.ADİM: Değerlendirme Kriterini Belirleme: Öğrenci çalışma kâğıdında ki uygun yere probleme çözüm getiren tasarladığınız aracın taslak halini çizmeniz istenir. Bu aşamada çalışma kâğıdında yer alan kriterler sunulur ve dikkatlice incelemeleri istenir. Bu kriterler dikkate alınarak tasarım yapmalarının, gruplar arası rekabet olduğunu açıklar.
5.ADİM: Gerekli Malzemeleri Seçme: Öğrencilere tasarımlarını oluşturmak için kullanılacak malzemeler kutu içerisinde öğrencilere verilir.
6.ADİM: Projeyi Oluşturma: Bu aşamada mühendislik tasarım süresine dayalı olarak öğrenciler son tasarımlarına karar verinceye kadar ön taslaklar üzerinde çalışır ve deneme uygulamaları yapar. Öğrencilerin tasarımları, akıllı tahtanın üst kısmında hangi malzemelerin olduğuna bakmak amaçlı test edilir.
7.ADİM: Projeyi Sunma: Her grup projelerini tamamlayıp tasarımlarının son haline karar verir. Bu aşamada çalışma kâğıdında yer alan ‘Projemizi Sunuyoruz’ etkinliğindeki soruları cevaplanmasını ve projeleri sunmaları istenir.

DEĞERLENDİRME:
Tüm öğrencilerin amaçlanan kazanımlara ne oranda ulaştığını belirlemek üzere EK-1 de verilen değerlendirme soruları kullanılabilir. EK-2’de yer alan tasarım değerlendirme rubriği kullanılabilir.

EK-1 ÖĞRENCİ ÇALIŞMA KAĞIDI

Proje Yarışması

Gerçek Yaşam Problemi

İnsanların yaşam kalitesini olumsuz etkileyen pek çok sağlık sorunları bulunmaktadır. Bunlardan biri sandalye veya merdivenden düşerek ayak kırılması, çatlak oluşumu, zedelenme meydana gelmektedir. Dolabın üst kısmında, rafında bulunan eşyaları sandalye ve merdivene çıkmadan aradığımız eşyaların orda olup olmadığını görmemizi sağlayan ve sağlık sorunlarını en aza indirmek amaçlanmaktadır.

Yukarıdaki gerçek yaşam problemini okuyunuz. Siz optik mühendisi olduğunuzu düşünerek bu probleme çözüm getirecek bir araç tasarlamanız istenmektedir.

PROJE EKİBİ

Yukarıdaki problemi düşünerek optik mühendisliği olarak ekibinizle birlikte kriterleri dikkate alarak ‘İNSAN HAYATINI KOLAYLAŞTIRAN PERİSKOP’ tasarlayınız.

Kriterler:Basit malzemeler kullanarak; en verimli, ve maliyeti en uygun olan, ayna kullanarak periskop tasarlayınız. Periskop tasarlarken, periskopun uzunluğu en az 30 cm olmalıdır. Kutu ile ayna uygun bir açı ile ayarlanarak tasarlanmalıdır.

	Proje Ekibi	Rolü
1		
2		
3		
4		

GEREKLİ MALZEMELERİ LİSTELEME

MALZEMELER	FİYAT LİSTESİ
Karton Kutu	
2 Adet Ayna	5 TL
Yapıştırıcı	7 TL
Bant	3 TL
Makas	3 TL
Maket bıçağı	2 TL
Mercek	9 TL
Keçe Kağıdı (2 adet)	6 TL

HATIRLATMA:
Periskop yapımında,

maliyeti en uygun malzemeleri kullanınız.

Aşağıdaki tabloya projeniz için gerekli malzemeleri yazınız. Giderlerinizin masraflarını hesaplayınız.

Gerekli Malzeme	Adet	Birim Fiyat	Toplam
Karton Kutu	2		
Ayna	2	2.5 TL	5 TL
Mercek	1	9 TL	9 TL
Maket Bıçağı	1	3 TL	3 TL
Makas	1	3 TL	3 TL
Bant	1	3 TL	3 TL
Yapıştırıcı	2	4 TL	8 TL
Keçe kağıdı	2	6	12

TOPLAM: 43 TL

PROJEYİ OLUŞTURMA:

1-) Aşağıdaki boşluğa periskop yapımının ilk taslak halini çiziniz.

2-) Gruplar tasarımlarını hazırladıktan sonra, deneme alanına gelerek tahtanın üst kısmında hangi malzemelerin olduğunu ve net görüntünün hangi grubun periskopta olduğunu karar verilir.

GRUP SAYISI	GÖRÜNTELEME NETLİĞİ
1.Grup	
2.Grup	
3.Grup	
4.Grup	

PUANLAMA	PUANLAMA DEĞERİ
1	Görüntü Yok
2	Görüntü Net Değil
3	Görüntü Bulanık
4	Görüntü Net

3. PROJEMİZİ SUNUYORUZ

1.)Periskop yapımında; düşme kazalarını en aza indirmek amacıyla gerçek yaşam problemi göz önüne alınarak hangi malzemeleri kullanmak daha uygun olur? Tahminleriniz ile gözlem sonuçlarınız arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

2.)Ayna ve mercek kullanarak tasarlanan görüntüleme araçlarının hangi özelliklere sahip olması beklenir?

3.)Tasarladığınız proje günlük hayatta karşılaştığınız ‘hangi probleme’ çözüm sunmuş olacaktır?

4.) Tasarlanan proje bireylerin hayatında ne tür değişmelere sebep olabilir?

5.) ‘Hayatınızı Kolaylaştıran Periskop’ ürününü tasarlarken yapılan eksik/ hataları hangi aşamada yaptığınızı düşünüyorsunuz?

ARAÇ TASARLAYALIM

(Tasarım esnasında doldurulması gereken form)

1-)Problem:

2-) Problem çözümü için ne kadar süre gereklidir?

3-) Problem için hangi çözüm yollarını ürettiniz?

4-) Üretilen çözüm yollarından hangilerini tercih ettiniz?

5-) Tasarladığınız ürünün son halini çiziniz.

6-) Ürününüzü pazarlamak için hangi stratejileri geliştirmelisiniz?

TASARIM DEĞERLENDİRME RUBRİĞİ

Tasarımda Bulunması Gereken Nitelikler	Puanlama
Tasarımın yapılması	
Tasarımın özgünlüğü	
Tasarımın günlük hayattaki probleme çözüm getirmesi	
Tasarımda kullanılan malzemelerin maliyetinin uygunluğu	
Zaman yönetimi	
Grupta bulunan öğrencilerin, tasarımda 21.yy becerilerini ortaya koyması	
Tasarımın dayanıklılığı	
Tasarımda mühendislik bilgi ve becerilerinin kullanılması	
Tasarımın teknolojiye uygunluğu	
Tasarımın sınıf içerisinde sunulması	
Tasarım sonucunda elde edilen ürünün probleme ve kazanıma uygunluğu	
Tasarımın STEM projesine uygunluğu	
Tasarımın mühendisliğe uygunluğu	
Tasarımın Fen-Matematik-Teknoloji-Mühendislik entegrasyonunu sağlanarak bir ürünün ortaya konması	

PUANLAMA	PUAN NİTELİĞİ
1	Kötü
2	Kazanıma uygun değil
3	Orta
4	İyi
	Mükemmel

PISA SORULARI



Ankara’da Atatürk Parkı içerisinde ODTÜ ormanında çıkan yangın, vatandaşların yoğun çabası ve itfaiye ekiplerinin müdahalesi ile söndürüldü.

Yangında 10 dönümlük alan kül olurken, alevlere müdahale eden 1’i itfaiye personeli 9 kişi dumandan etkilendi. Yangına sebep olan şey kırılmış bir şekilde ormana bırakılmış cam parçasıdır.

Yukarıdaki haberi okuyunuz.

1-) Kırık bir cam parçası nasıl büyük bir yangına sebep olabilir?

PUANLAMA-1

TAM PUAN:

İnce kenarlı mercekler ışık ışınlarını odak noktasına topladığı için bu noktada yüksek bir sıcaklığın oluşmasını sağlar. Ormanlık bölgede bırakılan cam kırıkları, ince kenarlı mercek görevini görür ve güneşli havalarda güneş ışınlarını bir noktada toplayabilir. Toplanan ışınlar büyük bir kıvılcıma, ardından büyük bir yangına sebep olabilir. Kurumuş dalların yaprakları, kağıt parçaları bu kıvılcımları kolaylıkla tutuşturabilir.

KİSMİ PUAN:

Cam kırıkları güneş ışınları ile reaksiyona girer ve kıvılcım meydana gelir. Reaksiyon sonucunda; kıvılcımın artmasıyla yangın meydana gelir.

SIFIR PUAN:

Boş

2-) Esra, kuzeninin düğünü için saçını yaptırmaya kuaföre gider. Yolda hızlı hızlı yürür. Kuaföre vardığında müşteri olmadığını görünce sevinir. Hemen kuaför sandalyesine oturur. Bayan kuaför, Esra'nın saçını yapmaya başlar. Aradan bir süre geçtikten sonra Esra önündeki aynadan arkasındaki duvarda asılı olan saate bakar ve korku dolu gözlerle 'Geç Kaldım' der... Esra arkasına dönüp duvardaki saate baktığında geç kalmadığını görür. Esra'nın kafasında bir soru işareti oluşur. ' Aynaya baktığında duvardaki saati 19.00 görür iken, duvardaki saate baktığında 17.00 olduğunu görür.

Esra'nın saatleri farklı görmesinin sebepleri ne olabilir?

PUANLAMA-2

TAM PUAN:

Çukur aynada; görüntü cisme göre terstir. Yani saat 17.00 iken 19.00 görmesi görüntünün ters oluşmasından kaynaklıdır.

KISMİ PUAN:

Aynadaki görüntü duvardaki saatin simetrisi olarak yansımından kaynaklı olarak 17.00 iken 19.00 görür.

SIFIR PUAN:

Boş

DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki cümlede verilen bilgiler doğru ise “**D**”, yanlış ise “**Y**” yazınız.

(...) 1.Aynalar ışığı kıran optik araçlardır.

(...) 2.Işık bir madde türüdür.

(...) 3.Kaşığın iç yüzeyi tümsek ayna, dış yüzeyi çukur aynadır.

(...) 4.Teleskop, dürbün, periskoplarda kullanılan araç gereçlerden birisi mercektir.

(...) 5.Merceklerin odak noktaları vardır.

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları çözünüz.

- 1) Aşağıdaki aletlerden hangisinin yapısında kullanılan ana gereç mercek **değildir**?

A-Teleskop

B-Periskop

C-Mikroskop

D-Büyüteç

- 2) Aşağıdakilerden hangisi ayna ve merceğin kullanılmadığı bir araçtır?

A-Gözlük

B-Kamera

C-Makyaj aynası

D-Ütü

Aşağıdaki boşluk doldurmaları tamamlayınız.

1)Kalın kenarlı mercek ışık ışınlarını.....yansıtır.

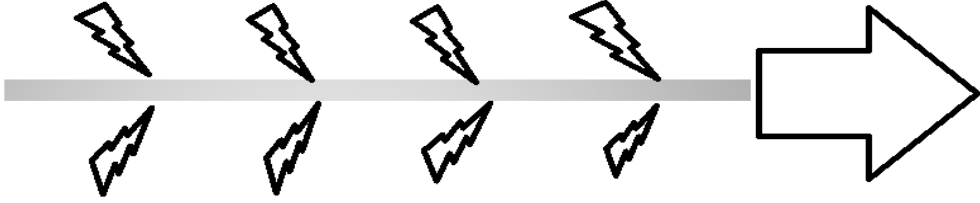
2)İnce kenarlı mercek belli bir mesafede cisimlerin görüntüsünü ve gösterir.

3)Doğal bir mercek.....

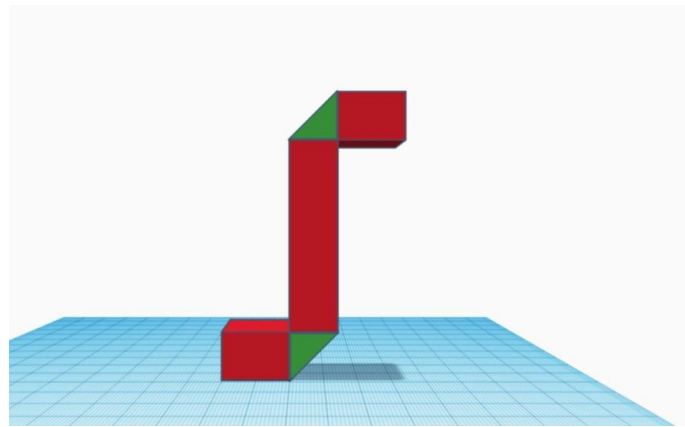
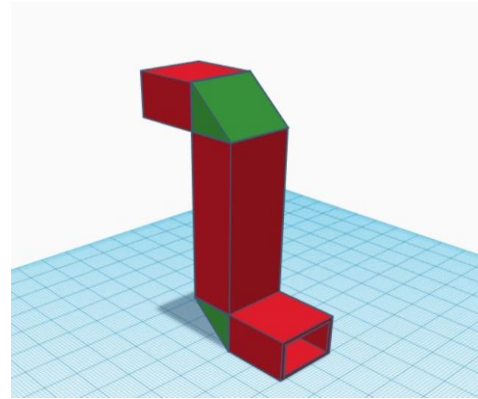
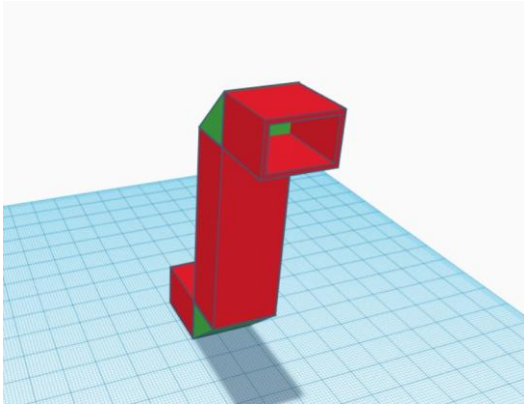
4)Üzerine düşen paralel ışık demetini bir noktada toplayan merceklerle.....denir.

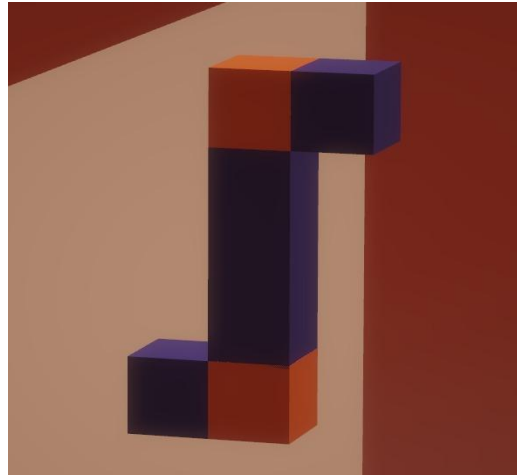
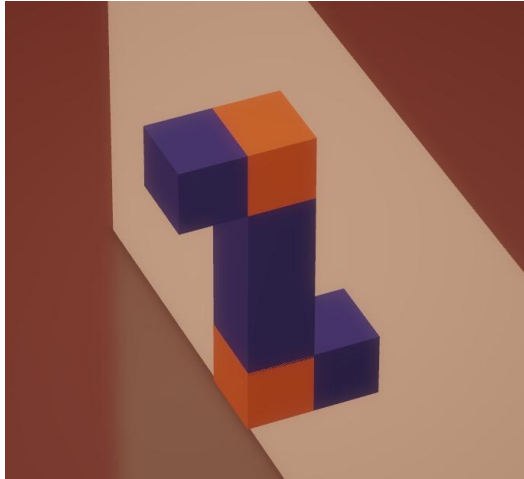
5)Denizaltı dürbününde.....kullanılır.

BALIK KILÇIĞI



Periskop 3D çizimleri





EK-8: STEM Eğitimi Öz Değerlendirme Formu

Adı soyadı:

Tarih:

1. STEM etkinliği ve ders planınızın etkili olduğunu düşünüyor musunuz? Eğer etkili olduğunu düşünüyorsanız, öğretmen ve öğrenci açısından bu durumu değerlendirerek düşüncelerinizi açıklayınız? Etkili olmadığını düşünüyorsanız farklı olarak ne yapardınız?

<u>Etkilidir, çünkü</u>	<u>Etkilidir değildir, çünkü</u>

2. STEM etkinliği ve ders planınızı yeniden sunma fırsatınız olsa ya da öğretmenlik hayatınızda bu konuyu anlatacağınız zaman derse hazırlanırken STEM etkinliği ve ders planınızı nasıl hazırlarsınız? Ne gibi değişimler olduğunu açıklayınız.

EK 9: STEM Eğitimi Akran Değerlendirme Formu

Konu:

Grup:

Tarih:

Gözlemci:

Gözlem Süresi:

1. Bu derste STEM eğitiminin hangi bileşenleri vardı? Varsa hata ya da eksiklikleri belirtiniz.
2. Bu dersin herhangi bir fen dersinden farkı nedir?
3. Bu dersin etkili olduğunu düşünüyor musunuz? Eğer etkili olduğunu düşünüyorsanız, öğretmen ve öğrenci açısından bu durumu değerlendirerek düşüncelerinizi açıklayınız? Etkili olmadığını düşünüyorsanız farklı olarak ne yaptınız?

<u>Etkilidir, çünkü</u>	<u>Etkilidir değildir, çünkü</u>

EK-10: Görüşme Formu

Merhaba,

Fen bilgisi öğretmen adaylarının, Öğretim Teknolojileri ve Materyal tasarım dersinde gerçekleştirilen STEM eğitiminin etkililiğini amacıyla bir araştırma yapıyorum. Bu görüşmede amacım, siz öğretmen adaylarının "STEM eğitimi bilgi ve becerilerinizi" değerlendirmektir.

Bana görüşme sürecince söyleyeceklerinizin tümü gizlidir. Araştırma sonuçlarını yazarken, görüştüğüm bireylerin isimlerini kesinlikle rapora yansıtmayacağım. Başlamadan önce, bu söylediklerimle ilgili sormak istediğiniz bir soru var mı?

Bu görüşmede STEM eğitimi teori ve uygulamalarının etkililiği ve STEM etkinlik ve ders planını hazırlama süreciniz ile ilgili toplam 12 soru soracağım.

Görüşmenin yaklaşık 45 dakika süreceğini tahmin ediyorum. Anlamadığınız bir soru veya herhangi bir şey olursa lütfen söyleyin. Şimdi sorulara başlamak istiyorum.

Kibar GÜL

k.sngr89@gmail.com

Öğretmen Adayının Adı ve Soyadı:

Tarih:

Görüşme Soruları

1. Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinde aldığınız eğitimlerin, STEM öğretimine yönelik bilgi ve becerilerinize ne gibi etkilerinin olduğunu düşünüyorsunuz?
2. STEM eğitim yaklaşımını diğer öğrenme-öğretme yaklaşım, yöntem ve tekniklerden ayıran ya da benzer özellikleri var mıdır? Varsa ne gibi özellikler söz konusudur?
3. Öğretim teknolojileri ve materyal tasarım dersinde STEM eğitimi (STEM etkinliği ve ders planı) planlarken nasıl hazırlandınız?
4. STEM eğitimi planlarken (STEM etkinliği ve ders planı) zorlandığınız durumlar, karşılaştığınız güçlükler nelerdir?
5. STEM eğitimi planlarken zorlandığınız durumlar için ne gibi çözümler geliştirdiniz?
6. STEM öğretimine göre planladığınız bir dersi değerlendirmede zorlandığınız durumlar, karşılaştığınız güçlükler nelerdir?
7. STEM öğretimine göre planladığınız bir dersi değerlendirmede zorlandığınız durumlar için ne gibi çözümler geliştirdiniz?
8. STEM eğitimiyle öğrenciye neler kazandıracağınızı düşünüyorsunuz?
9. Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinde gerçekleştirilen teorik içeriğin STEM öğretimimize (STEM ders planı ve etkinliği) etkisi hakkında neler düşünüyorsunuz?

10. Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinde gerçekleştirilen STEM uygulamalarının STEM öğretiminize (STEM ders planı ve etkinliği hazırlama-sunma) etkisi hakkında neler düşünüyorsunuz?
11. Yeniden bir STEM uygulaması konusunda bizden benzer bir destek alacak olsaydınız yaptığımız uygulamada neleri değiştirmek isterdiniz?

EK-11: STEM ders tasarımının tanıtımı

Öğretmen adaylarına yönelik STEM eğitimi yaklaşımı üzerine kuramsal bilgi ve uygulama deneyimleri içeren bir ders tasarlanmıştır. Bu ders; STEM eğitim yaklaşımının tarihi; felsefesi; kuramsal temelleri; mühendislik tasarım süreci-STEM ilişkisi; 21. yy becerileri-STEM ilişkisi; farklı ülkeler ve Türkiye bağlamında STEM eğitimi uygulamaları; STEM-fen bilimleri öğretim programı ilişkisi; STEM eğitiminde ölçme değerlendirme ve STEM eğitiminde en çok kullanılan Proje, Problem ve 5E'ye dayalı STEM eğitimi etkinlikleri ve ders planı hazırlama uygulamalarını içeren bir ders tasarımıdır.

STEM Ders Tasarımının Amacı

STEM ders tasarımının amaçları (Tasarımın sonunda öğretmen adaylarından en genel ve özet olarak aşağıdaki bilgi, beceri, görüş vb. kazanması beklenmektedir)

- ✚ STEM eğitiminin kuramsal temellerine dikkat çekmek,
- ✚ Mühendislik tasarım süreci-STEM ilişkisine dikkat çekmek,
- ✚ 21.yy becerilerine farkındalık sağlamak
- ✚ Farklı ülkelerdeki ve Türkiye'deki STEM eğitimi uygulamalarını tanıtmak
- ✚ STEM eğitiminde ölçme-değerlendirme konusunda yetkinlik kazandırmak
- ✚ Bir fen dersinde STEM eğitimi uygulamalarını hazırlama ve ders planına dönüştürmelerini sağlamak

Böylelikle öğretmen adayları, öğretmen olduklarında STEM eğitimini kolaylıkla uygulama ve değerlendirmeleri için bilgi, beceri ve görüş kazanmış olacaklar.

HAFTA	Ders içeriği
1	Ders içeriğini tanıtmaya ve dersin hedeflerini açıklama
2	1. STEM eğitiminin doğuşu ve kısa tarihçesi i. STEM eğitime neden ihtiyaç duyulduğunu açıklama 2. STEM eğitiminin felsefesi 3. STEM eğitiminin kavramsal çerçevesi i. STEM eğitimi tanımlama ii. STEM eğitiminin amacını açıklama iii. STEM disiplinlerini açıklama (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları eğitimi) iv. STEM disiplinleri arasındaki bağlantının nasıl sağlanacağını açıklama v. STEM disiplinleri entegrasyon modellerinin temel farklılıklarını açıklama vi. Fen derslerinde STEM eğitimi gerçekleştirmenin yollarını açıklama 2. Mühendislik tasarım süreci i. Mühendislik tasarım sürecini tanıtmaya ii. Bilimsel yöntem ile mühendislik tasarım süreci arasındaki benzerlik ve farklılıkları belirtme iii. STEM eğitime göre hazırlanmış bir derste, mühendislik tasarım sürecinin yerini belirtme
3	1. 21. yy becerilerini açıklama 21. yy becerileri ve STEM ilişkisini açıklama 2. Fen bilimleri dersi öğretim programını 21. yy becerileri açısından değerlendirme 3. İnovasyon, yaratıcılık, girişimcilik vb. 21. yy becerileri İnovasyon, yaratıcılık, girişimcilik atölyesi 4. Farklı ülkelerdeki STEM eğitimi uygulamaları 5. Türkiye’de gerçekleştirilen STEM eğitimi uygulamaları 6. Fen bilimleri dersi öğretim programı ve STEM eğitimi

4	STEM eğitiminin fen bilimleri dersi öğretim programındaki yerini değerlendirme
	1. STEM eğitiminde ölçme-değerlendirme anlayışı STEM eğitiminde ölçme-değerlendirme yaklaşımlarını tanıtmak
Hafta	Ders içeriği
5	1. 5E öğretim modeline göre STEM eğitimi ve uygulamaları i. 5E öğretim modeline göre hazırlanan örnek STEM eğitimi dersin sunumu ve STEM ders planında yer alan STEM etkinliği grup çalışmaları ii. Teknoloji destekli ölçme-değerlendirme uygulamaları iii. 5E öğretim modeline göre hazırlanan örnek STEM ders planını tartışma
6	i. Probleme dayalı STEM eğitimi ve uygulamaları ii. Öğretmen adaylarının probleme dayalı STEM eğitime göre hazırlanmış dersin sunumu ve STEM ders planında yer alan STEM etkinliği grup çalışmaları iii. Teknoloji destekli ölçme-değerlendirme uygulamaları iv. Probleme dayalı STEM eğitimi ders planını tartışma
7	i. Projeye dayalı STEM eğitimi ve uygulamaları ii. Projeye dayalı STEM eğitime göre hazırlanmış dersin sunumu ve STEM ders planında yer alan STEM etkinliği grup çalışmaları iii. Teknoloji destekli ölçme-değerlendirme uygulamaları iv. Projeye dayalı STEM eğitimi ders planını tartışma v. Bir sonraki hafta için iki kademeli roket tasarımı için malzeme listesi verilir ve tasarımına yönelik fikir tartışması
8	1. Ders planı tasarlama i. Öğretmen adaylarının, STEM etkinliklerine ilişkin sunumları-büyük grup tartışması ii. Öğretmen adaylarının tasarladıkları etkinlikleri, 5E öğretim modeline göre yansıttıkları STEM ders planlarının sunumları- büyük grup tartışması

	iii. Fen bilimleri dersi öğretim programı dikkate alınarak bir sonraki hafta için sınıfça bir kazanımın belirlenmesi.
9	i. Ders planı tasarlama ii. Öğretmen adaylarının, önceki derste belirlenen kazanıma göre hazırladıkları STEM etkinliklerine ilişkin sunumları-büyük grup tartışması iii. Öğretmen adaylarının tasarladıkları etkinlikleri, probleme dayalı öğrenme yöntemine göre yansıttıkları STEM ders planlarının sunumları- büyük grup tartışması
10	i. Grupların belirledikleri bir problem durumuna/ihtiyaca göre STEM etkinlikleri ve ders planları ii. Öğretmen adaylarının STEM ders planı sunumları ve değerlendirme
11	i. Grupların belirledikleri bir problem durumuna/ihtiyaca göre STEM etkinlikleri ve ders planları ii. Öğretmen adaylarının STEM ders planı sunumları ve değerlendirme
12	i. Grupların belirledikleri bir problem durumuna/ihtiyaca göre STEM etkinlikleri ve ders planları ii. Öğretmen adaylarının STEM ders planı sunumları ve değerlendirme
13	i. Grupların belirledikleri bir problem durumuna/ihtiyaca göre STEM etkinlikleri ve ders planları ii. Öğretmen adaylarının STEM ders planı sunumları ve değerlendirme
14	i. Grupların belirledikleri bir problem durumuna/ihtiyaca göre STEM etkinlikleri ve ders planları ii. Öğretmen adaylarının STEM ders planı sunumları ve değerlendirme

Önerilen Ders Kitapları

1. Çepni, S. (Ed.). (2017). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*. Ankara: Pegem akademi
2. Çorlu, M. S. & Çallı, E. (2017). Kuram ve uygulamalarıyla Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik eğitimi. İstanbul: Pusula yayıncılık

Yardımcı Kaynaklar

1. Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A., & Türk Z. (2015). *STEM eğitimi çalıştay raporu: Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme*. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi.
2. Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: “Günümüz modası mı yoksa gereksinim mi?”* İstanbul Aydın Üniversitesi: İstanbul.

STEM ders tasarımının gerçekleştirilmesi

Dersin yürütülmesinde takip edilecek temel yöntemler:

- ✚ Araştırmacı tarafından taranan ulusal-uluslar arası literatür, öğretmen adaylarına yönelik ders içeriğine (öğretmen adaylarının ihtiyaçlarına) göre sunumlar, Türkiye bağlamında hazırlanmış STEM eğitimi raporları ve görevlendirilen makaleler üzerinden tartışmalar,
- ✚ Öğretmen adaylarının yenilikçi bir düşünce ve girişimcilik ürünlerinin sunumları (3 boyutlu sunuma yer verilmez)
- ✚ Hands on-minds on yöntemine göre etkinlikler,
- ✚ Örnek STEM eğitimi dersine ve ders planına yönelik öğretmen adaylarının tartışmaları
- ✚ Öğretmen adaylarının hazırladıkları STEM etkinlikleri ve ders planlarını sınıf içerisinde tartışmaları
- ✚ Öğretmen adaylarının grup olarak hazırladıkları STEM projeleri ve ders planlarının sınıf içerisinde sunulması ve tartışma

Değerlendirme

Öğretmen adaylarının performanslarını değerlendirme kriterleri:

- ✚ Sınıf tartışmaları ve etkinliklere aktif katılım
- ✚ Her derse ilişkin derin düşünme yazıları
- ✚ Ürün dosyası (porfolyo) değerlendirmeleri (İnovasyon ürünü poster sunumları, Bybee (2010) tarafından açıklanan STEM eğitimi konuları dikkate alınarak hazırlanan STEM etkinlikleri ve ders planları, dönem sonunda hazırladıkları STEM etkinlik materyalleri ve ders planları)

Ders için planlanan görevler

Hafta	Konular	Etkinlikler	MATERYAL
1	Ders içeriğini tanıtmaya ve dersin hedeflerini açıklama	-----	Ders izlencesi
2	STEM eğitiminin doğuşu ve kısa tarihçesi STEM eğitiminin felsefesi STEM eğitiminin kavramsal çerçevesi Mühendislik tasarım süreci 21. yy becerileri	STEM eğitime neden ihtiyaç duyulduğunu vurgulayan bir video izleme (Ülkelerin PISA, TIMSS sonuçları, ülkelerin STEM alanlarındaki gelişmişlik düzeyleri vb. tablolar içeren bir video) Konularla ilgili görevlendirilen kitap bölümü, makaleler üzerinden anlatım, büyük grup tartışması ve soru-yanıt tekniklerini kullanarak STEM eğitim yaklaşımının teorik çerçevesini tanıtmaya	Video kaydı
3	Farklı ülkelerdeki STEM eğitimi uygulamaları Türkiye’de gerçekleştirilen STEM eğitimi uygulamaları Fen bilimleri dersi öğretim programı ve STEM eğitimi	21. yy becerilerini tanıtmaya İnovasyon ve yaratıcılık atölyesi kapsamında her grubun yeni ve değişik fikirlerini tartışma Farklı ülkelerdeki STEM uygulamalarını içeren video izleme Türkiye’deki STEM uygulamalarından örnekleri	Video kaydı Slayt gösterisi

		inceleme-tartışma Fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları bölümünü STEM eğitimi açısından değerlendirme	
4	STEM eğitiminde ölçme-değerlendirme anlayışı	STEM eğitiminde geleneksel ve alternatif ölçme-değerlendirme yöntem, teknik ve araçları içeren bir tanıtım STEM eğitiminde düzey belirleyici ve süreç değerlendirmenin uygulama biçimi STEM eğitiminde anlık ölçme değerlendirmeyi sağlamaya dönük mobil uygulamaların tanıtımı	Slayt gösterisi Android ve İos tabanlı mobil uygulamalar içeren cep telefonu
5	5E öğretim modeline göre STEM eğitimi ve uygulamaları	Basit araç gereçlerle depreme dayanıklı ev tasarımı Tasarımın STEM ders planında incelenmesi	Depreme dayanıklı ev için gerekli malzeme listesi Ders planları Teknoloji destekli ölçme-değerlendirme uygulamaları (kahoot, plickers, vb.)
6	Probleme dayalı STEM eğitimi ve uygulamaları	Basit araç gereçlerle rüzgâr jeneratörü tasarımı Tasarımın STEM ders planında incelenmesi	Rüzgar jeneratörü tasarımı için gerekli malzeme listesi Ders planları

			Teknoloji destekli ölçme-değerlendirme uygulamaları (kahoot, plickers, vb.)
7	Projeye dayalı STEM eğitimi ve uygulamaları	Basit araç gereçlerle ses yalıtımlı ev tasarımı Tasarımın STEM ders planında incelenmesi	Ses yalıtımlı ev tasarımı için gerekli malzeme listesi Ders planları Teknoloji destekli ölçme-değerlendirme uygulamaları (kahoot, plickers, vb.)
8	Ders planı tasarlama	Öğretmen adaylarının, önceden belirlenen malzemelere göre iki kademeli roket tasarımları Hazırlanan etkinliklerin 5E öğretim modeline göre STEM ders planına yansıtılması	STEM etkinliği tasarlama Teknoloji destekli ölçme-değerlendirme uygulamaları (kahoot, plickers, vb.)
9	Ders planı tasarlama	Gruplar fen bilimleri dersi öğretim programından bazı kazanımları belirler ve bu kazanımlara göre STEM etkinliği hazırlar Hazırlanan etkinliklerin Probleme dayalı STEM ders planına yansıtılması	STEM etkinliği tasarlama Teknoloji destekli ölçme-değerlendirme uygulamaları (kahoot, plickers, vb.)
10	Grupların STEM etkinlikleri ve ders planları	Kendi hazırladıkları tasarımlarının ve STEM’de projeye dayalı öğrenme yöntemine göre ders	Öğrenci sunumları

		planlarının sunulması, tartışma, değerlendirme	
11	Grupların STEM etkinlikleri ve ders planları	Kendi hazırladıkları tasarımlarının ve seçtikleri yönteme göre ders planlarının sunulması, tartışma, değerlendirme	Öğrenci sunumları
12	Grupların STEM etkinlikleri ve ders planları	Kendi hazırladıkları tasarımlarının ve seçtikleri yönteme göre ders planlarının sunulması, tartışma, değerlendirme	Öğrenci sunumları
13	Grupların STEM etkinlikleri ve ders planları	Kendi hazırladıkları tasarımlarının ve seçtikleri yönteme göre ders planlarının sunulması, tartışma, değerlendirme	Öğrenci sunumları
14	Grupların STEM etkinlikleri ve ders planları	Kendi hazırladıkları tasarımlarının ve seçtikleri yönteme göre ders planlarının sunulması, tartışma, değerlendirme	Öğrenci sunumları

ETKİNLİK 1.

STEM DERS PLANI	
DEPREME DAYANIKLI EV TASARLAMA	
Sınıf seviyesi: 5	Tarih:
Ünitenin adı: F.5. 6. İnsan ve Çevre / Canlılar ve Yaşam	
Konu/Kavramlar: Yıkıcı doğa olayları ve korunma yolları	
Önerilen süre/etkinlik süresi: 4 ders saati/1 ders saati	
Kullanılan yöntem ve teknikler: 5E modeli, işbirlikli öğrenme grupları, tartışma tekniği	

1.	Hedef kazanımlar
Fen bilimleri	
F.5.1.5. Yıkıcı Doğa Olayları	
F.5.1.5.1. Doğal süreçlerin neden olduğu yıkıcı doğa olaylarını açıklar.	
Depremler, volkanik patlamalar, seller, heyelanlar, kasırgalara ayrıntıya girilmeden değinilir.	
F.5.1.5.2. Yıkıcı doğa olaylarından korunma yollarını ifade eder.	
Teknoloji	
Tasarımı için taslak çizimler yapar.	
Taslak çizimlerini bilgisayar yardımıyla iki boyutlu görsellere dönüştürür.	
Tasarım fikrini açıklamak için çoklu ortam sunusu hazırlar.	
Basit malzemelerle depreme dayanıklı bir ev tasarlar.	
Tinkercad programı ile depreme dayanıklı binalar inşa eder.	
Mühendislik kazanımları	
Gruplar halinde çalışırlar.	
Öğrenci, depreme dayanıklı bir ev tasarlamak ve oluşturmak için mühendislik tasarım sürecini uygular.	
Belirli bir yükü taşıyabilen, sarsıntılara dayanıklı bir bina tasarımı yapar.	
Depreme dayanıklı bina yapımında gerekli malzemeleri kullanır.	

Matematik kazanımları

M.5.2.3.1. Uzunluk ölçme birimlerini tanır; metre-kilometre, metre-desimetre-santimetre-milimetre birimlerini birbirine dönüştürür ve ilgili problemleri çözer.

M.5.2.3.2. Üçgen ve dörtgenlerin çevre uzunluklarını hesaplar, verilen bir çevre uzunluğuna sahip farklı şekiller oluşturur.

M.5.2.3.3. Zaman ölçme birimlerini tanır, birbirine dönüştürür ve ilgili problemleri çözer.

21. yy becerileri

Bilimsel süreç becerisi kazanır.

Yaşam becerilerini pekiştirir.

Mühendislik ve tasarım becerisi kazanır.

1. Kullanılan materyaller (3-4 kişilik öğrenci grubuna göre)

- İzola bant, silikon tabancası
- Pipetler (30 adet)
- A4 boyutunda renkli kartonlar
- Ağırlık nesneleri (15-20 bilye içeren poşet)
- Makas
- Cetvel
- Sarsıntı masası (bütün gruplar için 1 adet yeterlidir)

2. Kaynaklar

<https://www.youtube.com/watch?v=9N8iQ9Ch8nw>

(<https://www.youtube.com/watch?v=kzVvd4Dk6sw&feature=youtu.be>).

3. Problem durumu (Eğitmen/öğretmen öğrencilerine aşağıdaki gerçek yaşam problemini sunar. Öğrencilerinin probleme çözüm getirmesi ve bu çözümü ürüne dönüştürmesi beklenir.)

Gerçek yaşam problemi

Ülkemizin büyük bir bölümünün deprem kuşağında yer aldığını biliyorsunuz. Depremler, yaşam kaybına ve binalarda yıkıcı hasarlara neden olabilir. Depremleri önleme, önceden bilme imkanımız olmadığı için olası depremleri en az hasarla atlatıp günlük yaşantımıza bir an önce dönmek zorundayız. Bizden daha çok şiddetli depremlerle sarsılan gelişmiş ülkelerde bu hasarlar yaşanmıyor. Sizler de inşaat mühendisi olduğunuzu düşünerek depreme dayanıklı bir ev tasarlayınız. Tasarımınızın dayanıklılığını test ediniz.

Sınırlamalar (Öğrenciler tasarımlarına başlamadan önce sınırlamalar sunulur ve bu sınırlamalar dikkate alınarak tasarımlarını hazırlarlar.)

Yalnızca size verilen materyalleri kullanarak en verimli ve ucuz maliyetli depreme dayanıklı binayı tasarlayınız.

Tasarladığınız evlerin yüksekliği en az 30 cm yüksekliğinde olmalıdır.

İlk tasarımlarınızı test etmek için 45 dk süre, tasarımlarınıza son halini verme ve yeniden test etmeniz için verilen süre yaklaşık 30 dakikadır.

"Binanızı ileri geri +/- 2 cm sallayın, 10 saniye. Bu parametreler tasarımlarınızın dayanıklılığını test etmek için ortalama değerlerdir.

En fazla 30 pipet kullanılmalıdır.

Kariyer bağlamı (Eğitmen/öğretmen tarafından öğrencilerin Malzeme Bilimi ve mühendisliği ile inşaat mühendisliği kariyerlerine yönelik farkındalık kazanmaları sağlanır. Ayrıca etkinlikle birlikte bu alanlara yönelik bilgi ve beceri kazanmaları sağlanır)

Malzeme Bilimi ve mühendisliği

Binaları inşa etmek için kullanılabilecek yeni, daha güçlü veya daha hafif malzemeler tasarlamaya yardımcı olurlar. Bu yeni malzemeler binaları daha ucuz, daha güçlü, daha

enerji verimli, doğal felaketlere karşı daha dayanıklı veya korozyon gibi uzun vadeli hava etkilerine karşı daha dayanıklı hale getirebilir.

İnşaat Mühendisleri

İnşaat mühendisleri, gökdelen, köprü ve baraj gibi muazzam yapılar tasarlarlar. Dünyanın alanına bağlı olarak yapıları, sadece depremlerin değil, kasırgalar ya da sel gibi doğal afetlere karşı dirençli olacak şekilde tasarlamaları gerekebilir!

4. Ders içeriği

Giriş

Öğrencilere depremlerin oluşumunu gösteren kısa bir video izletilir. Video ile depremler gibi doğal afetlerin çevreye verdiği zararlar üzerinde tartışmaları sağlanır.

Binayı zeminin hareketinden koruyan ve zemine yapışık model iki binanın sarsıntı esnasındaki durumunu içeren kısa bir video izletilir (<https://www.youtube.com/watch?v=kzVvd4Dk6sw&feature=youtu.be>). Bu şekilde öğrencilerin derse karşı dikkatleri çekilir. Videolardan yola çıkılarak şu sorular sorulur.

1. Depremler nasıl oluşur?
2. Depremden korunma sistemleri neden önemlidir?
3. Depremlerden korunmak için binalar nasıl tasarlanmalıdır? Nelere dikkat edilir? Nasıl çözümler bulunur?

Bu şekilde öğrencilerin ön bilgileri/kavramları yoklanır ve öğrencilerin konuya dikkatleri çekilir.

Keşfetme

Öğretmen giriş aşamasında sorduğu soruları, öğrencilerin araştırmalarını ister. Öğrenciler yaptıkları araştırmaları sınıf ortamında paylaşırlar. Öğretmen bu aşamada depreme dayanıklı binaların diğer binalardan farkını anlamaları için bu videoyu izletir ya da öğrencilere videodaki denemeler gösteri niteliğinde yapılır. (<https://www.youtube.com/watch?v=9N8iQ9Ch8nw>)

Açıklama

Giriş aşamasındaki sorular ve keşfetme aşamasındaki deneyimlerine bağlı olarak; öğretmen öğrencilerden yıkıcı doğa olaylarından depremlerin nasıl oluştuğunu, depremle ilgili kavramları (fay, fay hattı, deprem bölgesi, merkez üssü, odak noktası vb.) açıklamalarını ister. Öğretmen binaları depreme dayanıklı hale getirmek için kullanılan üçgen şekillerle destek sağlama ve sismik yalıtım hakkında açıklama yapar. Öğretmen öğrencilerin yanlış/eksik kavramlarını düzeltmelerini sağlayarak açıklamalarda bulunur. Bu şekilde konunun öğrenilmesi sağlanmış olur.

Derinleştirme

İşbirlikli öğrenme gruplarında çalışmak üzere 3-4 kişilik heterojen gruplar (cinsiyet, beceri, tutum vb.) oluşturulur ve öğrencilerin rolleri belirlenir. Öğrenci gruplarına gerekli malzemeler sağlanarak gerçek yaşam problemine çözüm getirmek amacıyla depreme dayanıklı bir ev tasarımları istenir. Buradaki amaç öğrencilerin depreme karşı dayanıklı binaların nasıl yapılması gerektiğine dair kuralları keşfetmeleri; sütun, kiriş, kolon gibi kavramları tasarımlarına yansıtma amaçlanmaktadır.

Öğrenciler malzeme bilimi veya mühendisliği ile inşaat mühendisliği kariyerlerine yönelik farkındalık kazandırılır. Öğrencilerden tasarımlarına başlamadan önce Ek 2’de yer alan çalışma kağıdını doldurmaları istenir. Öğrenciler en iyi tasarıma ulaştıklarını düşündüklerinde, test istasyonunda bütün grupların tasarımlarının depreme dayanıklılığı test edilir. Öğrenciler tasarımlarını yaparken matematik dersinden uzunluk ve zaman ölçme konusuna ilişkin bilgi ve beceri kazanırlar. Bu şekilde STEM entegrasyonu sağlanmış olur.

Değerlendirme

NOT: Yıkıcı doğa olaylarından deprem ile ilgili etkinlik yapıldığı için değerlendirmede de depremle ilgili tasarımlara ve kazanımlara odaklanılmıştır.

Öğrencilerin depreme dayanıklı ev tasarımlarına sütun, kiriş, kolon gibi kavramları yansıtma ve tasarımlarını deneme sonrası evin yüksekliği ile tasarımlarının taşıdığı ağırlık değerlendirme kriterleridir. Anlık değerlendirme için teknoloji destekli değerlendirme araçları kullanılabilir. Ek 1’de yer alan çalışma kağıdı değerlendirme de dikkate alınır. Ek 2’de yer alan tasarım değerlendirme rubriği kullanılabilir.

Ek 1. Öğrenci Çalışma Kağıdı

1. Aşağıdaki boşluğa depreme dayanıklı evinizin ilk taslak halini çiziniz. (Gerçek yaşam problemini hatırlayınız)
2. Taslak ürününüzün sınırlamalarla ne derece uyumlu olduğunu açıklayınız.
3. Size sağlanan materyallerle ürününüzü deneyin. Ürününüzü geliştirmek istediğinizde ilk taslağa da değişimleri yansıtın.

-
4. Depreme dayanıklı evinizin sarsıntı masasındaki deneme sonuçlarını aşağıdaki tabloya doldurunuz.

Deneme	En fazla taşıdığı bilye sayısı	Evin yüksekliği	Depreme dayanma süresi
1			
2			
3			
4			

5. Depreme dayanıklı tasarımınız başarılı mıydı? Neden?

6. Tasarımınızın hangi bölümü/bölemleri iyi sonuç verdi?

7. Tasarımınızın hangi bölümü/bölemleri geliştirilmelidir? Tekrar deneyin ve sonuçları kaydedin.

8. Tasarımınız neye benziyor? Herhangi bir şekil içeriyor mu? Bu şekiller tasarımınızın başarısını etkiledi mi?

9. İlk taslağını çizdiğiniz ürün ile son tasarımınız benzer miydi? Neden? Mühendislerin ilk taslak ile son tasarımları arasında fikirlerindeki değişim hakkında ne düşünüyorsunuz?

Ek 2. Tasarım değerlendirme rubriği

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zayıf		Ortalamanın altında			Ortalama			Mükemmel	

Puan

Nitelikler

..... Tasarımın yapılması ve özgünlük
..... Tasarımın dayanıklılığı
..... Mühendislik tasarım sürecini içermesi
..... Zaman yönetimi
..... Tasarımın gerçek yaşam problemine çözüm getirmesi

Toplam puan:

RÜZGAR JENERATÖRÜ TASARLAMA

Sınıf seviyesi: 8

Tarih:

Ünitenin adı: Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi / Fiziksel Olaylar

Konu/Kavramlar: Elektrik enerjisinin ısı ve ışık enerjisine dönüşümü, elektrik enerjisinin hareket enerjisine ve hareket enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümü, güç santralleri, elektrik enerjisinin bilinçli ve tasarruflu kullanımı

Önerilen süre/etkinlik süresi: 10 ders saati

Kullanılan yöntem ve teknikler: 5E modeli, probleme dayalı STEM eğitimi, işbirlikli öğrenme grupları, tartışma tekniği

1. Hedef kazanımlar

Fen Bilimleri

F.8.7.3.3. Güç santrallerinde elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini açıklar.

Güç santrallerinden hidroelektrik, termik, rüzgâr, jeotermal ve nükleer santrallere değinilir.

F.8.7.3.4. Güç santrallerinin avantaj ve dezavantajları konusunda fikirler üretir.

Güç santrallerinin yarar-zarar ve riskler yönünden değerlendirilmesine yönelik fikir üretmeleri ve bu fikirlerini savunmaları istenir.

F.8.7.3.5. Elektrik enerjisinin bilinçli ve tasarruflu kullanılmasının aile ve ülke ekonomisi bakımından önemini tartışır.

a. Enerji verimliliği konusunda ülkemizdeki resmî kurumlar ve sivil toplum kuruluşları tarafından yapılan çalışmalar ve elektrik enerjisi kullanımı bakımından yapılması gerekenler belirtilir.

Teknoloji

TT. 7. Ç. 1. 1. Su, rüzgâr ve güneş gibi doğal kaynakları kullanarak temiz ve sürdürülebilir enerji elde etme teknolojilerini açıklar.

Mühendislik

TT. 7. Ç. 1. 2. Doğal kaynaklar yoluyla enerji elde edilebilen bir ürün tasarlar.

Enerji dönüşümü ile ilgili olarak imkânlar çerçevesinde su, rüzgâr veya güneş gibi doğal kaynaklardan yararlanılarak üç boyutlu model veya maket tasarımı gerçekleştirilir.

TT. 7. Ç. 1. 3. Tasarladığı enerji dönüşümü ürününü sunar.

Matematik

M.8.2.2.3. Aralarında doğrusal ilişki bulunan iki değişkenden birinin diğerine bağlı olarak nasıl değiştiğini tablo ve denklem ile ifade eder.

- a) Tablo ile yapılan gösterimlerde sıralı ikililer biçiminde ifadelere de yer verilir.
- b) İki değişkenden birinin değerinin, diğer değişkenin aldığı değere göre nasıl değiştiği ve bu durumda hangisinin bağımlı hangisinin bağımsız değişken olduğu incelenir.

21. YY BECERİLERİ

Eleştirel düşünme ve problem çözme

Bilgiye ulaşma ve analiz etme

Takım çalışması ve işbirliği

5. Kullanılan materyaller (3-4 kişilik öğrenci grubuna göre)

- 6-12 volt dinamo-motor
- 4 adet led ışık kaynağı
- Oluklu mukavva parçası (50*50 cm)
- Silikon tabancası
- Koli bandı
- Uçurtma çıtası
- Multimetre
- Vantilatör

6. Kaynaklar

<http://ekolojist.net/turkiyede-ruzgar-enerjisi/>

<http://tf-esm.gazi.edu.tr/posts/view/title/bolum-hakkinda-115743?siteUri=tf-esm>

<http://img.eba.gov.tr/769/76a/517/7bb/af7/f64/c2d/a74/de6/085/8f7/398/cc7/9a0/009/76976a5177bbaf7f64c2da74de60858f7398cc79a0009.pdf>

7. Problem durumu (*Eğitmen/öğretmen öğrencilerine aşağıdaki gerçek yaşam problemini sunar. Öğrencilerinin probleme çözüm getirmesi ve bu çözümü ürüne dönüştürmesi beklenir.*)

Gerçek yaşam problemi

Enerji Sistemleri Mühendisi olarak özel bir şirkette görev almaktasınız. Türkiye’de rüzgar enerjisinin elektrik ihtiyacını karşılama oranı %4,4, ancak tüm potansiyel kullanılırsa toplam elektrik ihtiyacının %44’ü rüzgar santrallerinden karşılanabilir. Bu noktadan hareketle güç santrallerinden rüzgar enerjisini kullanarak elektrik üretmeyi amaçlıyorsunuz. Sizden istenen rüzgar jeneratörlerinin tasarımını geliştirmeniz. Rüzgâr enerjisini kullanarak en fazla elektrik üretecek kanat tasarımlarını hazırlamanız gerekmektedir.

Sınırlamalar (*Öğrenciler tasarımlarına başlamadan önce sınırlamalar sunulur ve bu sınırlamalar dikkate alınarak tasarımlarını hazırlarlar.*)

Tasarımınızın prototipi çalışma kağıdına çizilmelidir.

Yalnızca size verilen materyalleri kullanarak en verimli ve ucuz maliyetli rüzgar jeneratörünü tasarlayınız.

İlk tasarımlarınızı test etmek için 45 dk süre, tasarımlarınıza son halini verme ve yeniden test etmeniz için verilen süre yaklaşık 30 dakikadır.

Kariyer bağlamı (*Eğitmen/öğretmen tarafından öğrencilerin Malzeme Bilimi ve mühendisliği ile inşaat mühendisliği kariyerlerine yönelik farkındalık kazanmaları sağlanır. Ayrıca etkinlikle birlikte bu alanlara yönelik bilgi ve beceri kazanmaları sağlanır*)

Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, her türlü enerjinin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde üretilmesinden, tüketiciye sunulması ve ekonomik olarak kullanılması süreçlerini planlayan, projelendiren, uygulayan ve bu konularda strateji geliştiren bir disiplindir. Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümünde yetişen Mühendisler, bir sistemin tasarımı, gerekli hesaplarının yapılması, uygun sistemlerin kurulması ve bunun imalatının bakım ve yenilenmesi konusunda; enerji teknolojilerinin temel prensiplerini, öğrenme ve öğretme tekniklerinin dikkate alınarak, enerji sistemleri tasarımı ve üretimini yaparlar.

8. Ders içeriği

Giriş

Öğrencilere rüzgâr jeneratörlerinin çalışma prensibini içeren bir video izletilir. Videodan sonra aşağıdaki sorularla bir tartışma ortamı oluşturulur.

1. Elektrik enerjisi başka enerji çeşitlerine dönüşebilir mi? Cevabınız evet ise elektrik enerjisini başka enerji çeşitlerine dönüştüren araçlara örnekler veriniz.
2. Hareket enerjisi elektrik enerjisine dönüşebilir mi? Nasıl?
3. **Güç santrallerinde elektrik enerjisi nasıl üretilir?**
4. Güç santrallerinin avantaj ve dezavantajları nelerdir?
5. Güç santrallerinden rüzgar jeneratörleri hangi kısımlardan oluşur?
6. Rüzgar jeneratörleri nasıl çalışır?

Bu şekilde öğrencilerin ön bilgileri/kavramları yoklanır ve öğrencilerin konuya dikkatleri çekilir.

Keşfetme

Öğretmen giriş aşamasında sorduğu soruları, öğrencilerin araştırmalarını ister. Öğrenciler yaptıkları araştırmaları sınıf ortamında paylaşırlar. Öğretmen bu aşamada rüzgar jeneratörlerinin nasıl çalıştığını gösteren bir video izletebilir.

Açıklama

Öğretmen öğrencilerden Elektrik enerjisinin ısı, ışık ve hareket enerjisine dönüştüğü uygulamalara örnekler vermelerini ister. Rüzgâr jeneratörlerinden elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini, rüzgâr jeneratörlerinin avantaj ve dezavantajlarını açıklamalarını ister. Rüzgâr jeneratörlerinin hangi kısımlardan oluştuğunu ve nasıl çalıştığını açıklamalarını ister. Öğretmen öğrencilerin varsa yanlış/eksik kavramlarını düzeltmelerini sağlayarak açıklamalarda bulunur. Bu şekilde konunun öğrenilmesi sağlanmış olur.

Derinleştirme

7. Adım (Problem durumu):

Öğrenci çalışma kâğıdındaki (Ek. 2) “problemi çözüyorum” etkinliğinde yer alan gerçek yaşam problemi okunur ve onların problemle yüzleşmeleri sağlanır. İşbirlikli öğrenme gruplarında çalışmak üzere 3-4 kişilik heterojen gruplar (cinsiyet, beceri, tutum vb.) oluşturulur ve öğrencilerin rolleri belirlenir.

8. Adım (Sorular):

Bu süreçte öğrenci çalışma kâğıdındaki problemi çözüyorum etkinliğinde yer alan çözüm önerileriniz nelerdir kısmını doldurmaları istenir. Öğrenci gruplarına gerekli malzemeler sağlanarak gerçek yaşam problemine çözüm getirmek amacıyla rüzgar jeneratörü tasarımları istenir. Buradaki amaç öğrencilerin enerji dönüşümünü keşfetmeleri ve rüzgar enerjisini kullanarak en fazla elektriği üretebilecek kanat tasarımını yapmalarıdır.

9. Adım (Eylem planı, araştırma, probleme yönelik çözüm önerileri):

Öğrenciler tasarladıkları model için gerekli malzemelerin neler olabileceğini belirlerler. Nedenlerini tartışırlar. Kriterler sunulur. *Bütçe sınırlılıkları verilir.*

10. Adım (Ürün/çözüm ya da performans): Öğrencilerin modellerini hayata geçirmeleri için grup üyeleri ile etkinliğe başlamaları sağlanır. Çizilen bu tasarım

hayata geçirilir.

11. Son değerlendirme ve geri bildirim: Geliştirilen tasarımın hatalı yerleri yeniden gözden geçirilerek değiştirilebilir. Öğrenciler en iyi tasarıma ulaştıklarını düşündüklerinde, test istasyonunda bütün grupların tasarımlarının elektrik üretim miktarları belirlenir. Öğrencilerde enerji sistemleri mühendisliği kariyerine yönelik farkındalık kazandırılır.

Değerlendirme

Değerlendirme aşamasında tüm öğrencilerin amaçlanan kazanımlara ne oranda ulaşıldığını belirlemek üzere Ek 1 verilen sorularla değerlendirme yapılabilir. Ek 2’de yer alan tasarım değerlendirme rubriği ile değerlendirme yapılabilir.

Ek 1. Öğrenci çalışma kağıdı

Problemi çözüyorum

Aşağıda size problem senaryosu içeren bir metin verilmiştir. Bu metni dikkate alarak aşağıdaki boşlukları tamamlayınız.

“Enerji Sistemleri Mühendisi olarak özel bir şirkette görev almaktasınız. Türkiye’de rüzgar enerjisinin elektrik ihtiyacını karşılama oranı %4,4, ancak tüm potansiyel kullanılırsa toplam elektrik ihtiyacının %44’ü rüzgar santrallerinden karşılanabilir. Bu noktadan hareketle rüzgar enerjisini kullanarak elektrik üretmeyi amaçlıyorsunuz. Sizden istenen Rüzgâr enerjisini kullanarak en fazla elektrik üretecek kanat tasarımlarını hazırlamanız.”

1. Problem nedir? Aşağıya cevaplayınız.

-
2. Çözüm önerileriniz nelerdir? Aşağıdaki boşluğa rüzgar jeneratörünüzün ilk taslak halini çiziniz.

3. İhtiyaçları listele: Toplam 45 TL bütçeniz olup hangi malzemeleri alabileceğinize karar veriniz.

Malzeme ve fiyat listesi		
Renkli kartonlar 2 TL	Uçurtma çıtası 5 TL	Koli bandı 1 TL
Oluklu mukavva 5 TL	6-12 volt dinamo-motor 10 TL	LED ışık kaynağı 6 TL

Malzeme listemiz			
Malzemelerim	Birim fiyat	Adet	Toplam
		Genel toplam	

-
4. İyileştir/geliştir: Tasarımınızda iyileştirmek veya geliştirmek istediğiniz noktaları aşağıya belirtiniz. Tekrar deneyin ve sonuçları kaydedin.

	Her bir led lambadaki akım (i)	Devrenin voltajı	Elektrik gücü	Notlar
Örnek hesaplama	Not: Led lambalar seri bağlı olduğu için her birinden aynı akım geçmektedir. $i=3A$	$V=5\text{ V}$	$P=V \cdot i=5 \cdot 3=15$ Watt	
Deneme 1				
Deneme 2				
Deneme 3				

5. Fosil yakıtları kullanan güç santrallerine kıyasla rüzgar gücüyle üretimin üç avantajı ve üç dezavantajını açıklayınız.

Ek 2. Tasarım değerlendirme rubriği

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zayıf		Ortalamanın altında			Ortalama			Mükemmel	

Puan	Nitelikler
.....	Tasarımın yapılması ve özgünlük
.....	Tasarımın dayanıklılığı
.....	Mühendislik tasarım sürecini içermesi
.....	Zaman yönetimi
.....	Gerçek yaşam problemine çözüm getirmesi

Toplam puan:

EK 12: Özgeçmiş**Özgeçmiş****Kişisel bilgiler**

Soyadı, adı	Gül, Kibar
Uyruğu	TC
Doğum tarihi ve yeri	01.06.1989
Medeni hali	Evli
Telefon (İş)	3842281004-21047
E-Posta Adresi	k.sungur@nevsehir.edu.tr

İş deneyimi/yıl	Çalıştığı yer	Görevi
2011-2013	Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Eğitim fakültesi	Arş. Gör.
2013-....	Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Eğitim fakültesi	Arş. Gör.

Yabancı dil	İngilizce
-------------	-----------

Öğrenim Durumu

Eğitim derecesi	Okul/program	Mezuniyet yılı
Lise	Sema Yazar Anadolu Lisesi	2007
Üniversite	Erciyes Üniversitesi	2011
Yüksek lisans	Erciyes Üniversitesi	2013
Doktora	Gazi üniversitesi	2019

YAYINLAR

Makaleler ve Kitap Bölümleri
Sungur Gül, K. & Taşar, M. F. (Basımda). Öğretmen Eğitiminde STEM Çalışmaları Üzerine Alan Yazın İncelemesi. <i>İlköğretim Online. Cilt (Sayı): s.XX-XX</i> .
Ateş, H. & Sungur Gül, K.(2018). Investigating of Pre-Service Science Teachers' Beliefs on Education for Sustainable Development and Sustainable Behaviors, <i>International Electronic Journal of Environmental Education</i> , (8)2, 105-122.
Gül, K. S. & Ateş, H. (2017). Science Teachers' Perceptions toward Discrepant Events Applied in Science Education, <i>Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching</i> , 18(2).
Sungur K. & Marulcu İ. (2014). Yöntem Olarak Mühendislik-Dizayna ve Ders Materyali Olarak Legolara Öğretmen ile Öğretmen Adaylarının Bakış Açılarının İncelenmesi. <i>Turkish Studies</i> , 9(2), 761-786.
Sungur, K., Özer Özkan, Y. (2013). Fen ve Teknoloji Özel Alan Yeterlilikleri Önem Düzeyinin Öğretmen Adaylarının Görüşlerine Göre Belirlenmesi. <i>Gaziantep University Journal of Social Sciences</i> , 12(4), 867-881.
Marulcu, İ. & Sungur K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. <i>Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi</i> , 12(1), 13-23.
Güven E., Kaplan Z., Varinlioğlu, S. ,Sungur K. ,Hamalosmanoğlu M., Bozkurt O. (2014). Çevre Eğitimi Alanındaki Çalışmaların İncelenmesi: Türkiye’de Mevcut Durum. <i>Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (elektronik)</i> , 8(2), 1-18., Doi: 10.12973/nefmed.2014.8.2.a1
Etkinlik Örnekleriyle Güncel Öğrenme-Öğretme Yaklaşımları-II, Bölüm adı:(Mühendislik Dizayn Temelli Öğrenme-Öğretme Yaklaşımı) (2015)., Sungur Kibar, Pegem Akademi, Editör: Doç. Dr. Gülay Ekici, Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 568.
Ulusal/Uluslararası Konferans Bildirileri:
Ateş Hüseyin, Gül Kibar (2016). Investigation of Pre-Service Science Teachers' Beliefs on Education for Sustainable Development and Sustainable Behaviors.. II. International Congress Students Engagement in School: Perspectives of Psychology and Education (Sözlü Bildiri)
Sungur K. & Özer Özkan, Y. (2013). Fen ve Teknoloji Özel Alan Yeterlilikleri Önem Düzeyinin Öğretmen Adaylarının Görüşlerine Göre Belirlenmesi. 4 th International Conference on New Trends in Education and Their Implications (Özet bildiri)

Sungur Gül, K. & Ateş, H. (2017). Determination of Science Teachers' Perceptions of Discrepant Events Applied in Science Education, 2nd International Symposium on Philosophy, Education, Art and History of Science, 03-07 Mayıs 2017, Muğla, Turkey
Ateş, H. & Sungur Gül, K. (2017). Mobile learning intention scale: validity and reliability study of turkish form based on theory of planned behavior, 6td International conference on Education, 29 June – 01 July 2017, Zagreb, Croatia.
Sungur Gül, K. & Ateş, H. (2018). Öğretmen adaylarının STEM semantik algılarının incelenmesi. 10. Uluslar arası eğitim araştırmaları kongresi, 27-30 Nisan, Nevşehir, Türkiye.
Ateş, H. & Sungur Gül, K. (2018). Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının Fastfood tüketim davranışlarını etki eden faktörlerin sürdürülebilirlik açısından planlanmış davranış teorisi ile belirlenmesi. 10. Uluslar arası eğitim araştırmaları kongresi, 27-30 Nisan, Nevşehir, Türkiye.
Sungur, K. & Marulcu, İ. (2014). Yöntem Olarak Mühendislik-Dizayna Ve Ders Materyali Olarak Legolara Öğretmen İle Öğretmen Adaylarının Bakış Açılarının İncelenmesi. X1. Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi, (Yayın No:2289750)
Kariper İshak, A., Sungur, K.(2013). Çevre Eğitiminde Su Ve Su Kirliliğinin Önemi. Iv. İlköğretim Öğrenci Kongresi, (Yayın No:2289101)
Kariper İshak, A., Sungur, K. (2013). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Gazlar Konusundaki Kavram Yanılgıları. IV. Ulusal İlköğretim Öğrenci Kongresi, (Yayın No:2289174)
Sungur K., İlhan N.,Yılmaz Z. A. & Dede H. (2012). Öğretmen Adaylarının Epistemolojik İnançları İle Eğitim Araştırmalarına Karşı Tutumlarının İncelenmesi. X.Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi, (Yayın No:2289434)
Sungur K. & Marulcu, İ. (2012). Kontekst Olarak Mühendislik Dizayna Ve Ders Materyali Olarak Legolara Öğretmen Adaylarının Bakış Açılarının İncelenmesi. X. Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi, (Yayın No:2289578)



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..